

21. godišnja međunarodna konferencija

# KONDIICIJSKA PRIPREMA SPORTAŠA 2023



## UKTH

Udruga kondicijskih trenera Hrvatske

Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Udruga kondicijskih trenera Hrvatske

24. veljače 2023.



Urednici:  
Marin Dadić  
Luka Milanović  
Vlatka Wertheimer  
Igor Jukić  
Vedran Naglič  
Ivan Krakan



KINEZIOLOŠKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
UDRUGA KONDICIJSKIH TRENERA HRVATSKE MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA RH  
SPORTSKI SAVEZ GRADA ZAGREBA  
STUDENTSKI ZBOR KINEZIOLOŠKOG FAKULTETA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
EUROPEAN PHYSICAL CONDITIONING ASSOCIATION  
CENTAR ZA ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ VRHUNSKE SPORTSKE PRIPREME (HOO)  
HRVATSKI PARAOLIMPIJSKI ODBOR  
HRVATSKI NOGOMETNI SAVEZ  
HRVATSKI KOŠARKAŠKI SAVEZ  
EUROLEAGUE PLAYERS ASSOCIATION (ELPA)

**21.** godišnja međunarodna konferencija

# **KONDICIJSKA PRIPREMA SPORTAŠA 2023**

ZBORNİK RADOVA

Zagreb, 24. veljače 2023.

urednici:

**MARIN DADIĆ  
LUKA MILANOVIĆ  
VLATKA WERTHEIMER  
IGOR JUKIĆ  
VEDRAN NAGLIĆ  
IVAN KRAKAN**

Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
Udruga kondicijskih trenera Hrvatske

Zagreb, 2023.

**Sportska stručna biblioteka, knjiga 58**

Nakladnici: KINEZIOLOŠKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
UDRUGA KONDICIJSKIH TRENERA HRVATSKE

Za nakladnike: prof. dr. sc. Mario Baić,  
dekan Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Urednici: dr. sc. MARIN DADIĆ, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
izv. prof. dr. sc. LUKA MILANOVIĆ, Kineziološki fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu  
dr. sc. VLATKA WERTHEIMER, Kineziološki fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu  
prof. dr. sc. IGOR JUKIĆ, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
dr. sc. VEDRAN NAGLIĆ, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
doc. dr. sc. IVAN KRAKAN, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Tehnički urednik: KREŠIMIR HRVAČIĆ, TauMedia d.o.o., Zagreb

ISSN 1849-7454 (PDF)

## **ORGANIZACIJSKI I PROGRAMSKI ODBOR**

### **PREDSJEDNIK**

**Luka Milanović**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

### **DOPREDSJEDNICI**

**Igor Jukić**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Dragan Milanović**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Mario Baić**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Marin Dadić**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Ivan Krakan**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Vedran Naglić**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Vlatka Wertheimer**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

### **ČLANOVI**

**Natalija Babić**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Julio Calleja**, Sveučilište u Baskiji (UPV/EHU), Vitoria-Gasteiz, Španjolska

**Francesc Cos**, Manchester City FC, Velika Britanija

**Francesco Cuzzolin**, BC Armani Milano, Italia

**Milan Čoh**, Fakultet za sport Sveučilišta u Ljubljani, Slovenija

**Tamara Despot**, Dancespot studio

**Ivana Degirmendžić**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Eldin Jelešković**, FASTO, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

**Siniša Kovač**, FASTO, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

**Ratko Kovačić**, Hrvatski parolimpijski odbor

**Mirko Krolo**, RK Nexe

**Pero Kuterovac**, Centar za istraživanja i razvoj vrhunske sportske pripreme (HOO)

**Luka Radman**, Split

**Laslo Ratgeber**, Sveučilište u Pečuhu, Mađarska

**Miljenko Rak**, Zagreb

**Damir Sekulić**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu

**Petar Barbaros**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Dajana Zoretić**, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

**Nebojša Vujkov**, Novi Sad

*Konferenciju su sufinancirali:*

- *Ministarstvo znanosti i obrazovanja RH*
- *Sportski savez Grada Zagreba*

*Stavovi izneseni u radovima nisu nužno i stavovi redakcije. Autori su odgovorni za način i točnost referenciranja.*

*Dragi treneri, sportaši, kineziolozi, medicinari, fizioterapeuti, studenti i svi prijatelji kondicijske pripreme sportaša!*

*„Planinu će pomaknuti samo onaj tko je na početku pomicao kamenčiće“  
Kineska poslovice*

Pogledamo li u natrag, iza nas nalazi se 20 godina zajedničkog pomicanja kamenčića, građenja, učenja, postavljanja izazova i unapređenja svih aspekata kondicijske pripreme sportaša. Ispred nas nalazi se još jedan kamenčić u sklopu 21. međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2023. Konferencija je ponos svih nas u uredničkom, programskom i organizacijskom odboru no Vi ste ti koji je iz godine u godinu činite boljom, kvalitetnijom i posebnijom. Zadnje dvije godine vidjeli smo se u online obliku i nažalost nismo uživo s Vama mogli dijeliti znanja i iskustva, međusobno odgovarati na pitanja koja su svakodnevica u našoj praksi te na takav način graditi svoju planinu znanja malim kamenčićima.

Sve ove godine potrudili smo se objediniti različite teme dominantno vezane za kondicijsku pripremu sportaša, ali i teme ostalih aspekata sportske pripreme. Željeli smo omogućiti svim sudionicima da na jednom mjestu imaju zabilježena znanja koja sve ove godine nesebično dijelimo jedni sa drugima a time se međusobno činimo boljim trenerima, sportašima, kineziolozima, medicinarima, fizioterapeutima i studentima. Kondicijska priprema svakim danom napreduje, nova znanja iz ovog širokog i bogatog područja se produbljuju, a interdisciplinarni pristup sportaša čine boljim, bržim i jačim. Upravo iz toga razloga ove godine predavanja će održati različiti stručnjaci, različitih ekspertiza iz različitih sportova koje veže isti cilj – kako unaprijediti sportaševu izvedbu.

Kao i prethodnih godina, baština konferencije je zbornik radova kroz 93 stručna i znanstvena rada općih tema o kondicijskoj pripremi, a potom i kroz razne podteme:

1. Biomedicinske i biomehaničke osnove kondicijskog treninga;
2. Dijagnostika kondicijskih sposobnosti;
3. Metodika kondicijskog treninga u pojedinim sportovima;
4. Programiranje kondicijske pripreme;
5. Trening parasportaša;
6. Kondicijska priprema posebnih populacija;
7. Kondicijski trening djece i mladih;
8. Prevencija ozljeda u sportu;
9. Kondicijska priprema u funkciji zdravlja;
10. Ostale teme.

Nadamo se da ćemo i ove godine opravdati Vaša velika očekivanja i kako će svima 24. veljače 2023. godine ostati u pozitivnom sjećanju te će poslužiti kao provokacija i inspiracija za različite zanimljive ideje i koncepte da njima obogatite svoju filozofiju kondicijske pripreme. Isto tako, nadamo se kako će Vam ovaj zbornik biti pomoć za Vaše nove trenerske i sportske uspjehe s ciljem promocije, unapređenja i razvoja ove naše divne struke.

Sportski pozdrav,  
Uredništvo konferencije KPS

# SADRŽAJ

## 1. BIOMEDICINSKE I BIOMEHANIČKE OSNOVE KONDICIJSKOG TRENINGA

**Saša Vuk, Eugen Kanjir**

Kinematika nekih nožnih i ručnih udaraca vrhunskih karataša različitih težinskih kategorija ..... 16

**Vedran Dukarić, Sanja Ljubičić, Filip Pravdica**

Povezanost određenih kinematičkih parametara zaleta i rezultata u disciplini skoka u dalj ..... 20

## 2. DIJAGNOSTIKA SPECIFIČNIH KONDICIJSKIH SPOSOBNOSTI

**Željko Hraski**

Promjene u horizontalnoj i vertikalnoj komponenti linearne količine gibanja u izvedbi različitih vrsta salta natrag ..... 26

**Karla Starčević, Jere Gulin, Vlatko Vučetić**

Utvrđivanje vertikalnog profila odnosa sile i brzine s bučicama kod studentica ..... 30

**Branimir Šola, Matilda Šola**

Antropološke razlike mladih hrvatskih rukometnih reprezentativaca: kadeti i mladi kadeti ..... 34

**Mateja Očić, Vedran Dukarić, Feng Li, Mihaela Senjan, Damir Knjaz**

Razlike u opsegu pokreta između U15 i U16 generacije košarkaša nacionalne selekcije ..... 39

**Ivana Protuđer, Marin Dadić, Marko Milanović**

Razlike u funkcionalnosti pokreta karatista u disciplinama kate i borbe ..... 43

**Stipe Čubrić, Davor Pavlović, Željko Lukenda, Iva Borović, Katarina Knjaz**

Dijagnostika motoričkih znanja u specifičnim situacijskim uvjetima košarkaške igre ..... 47

**Neven Gladović, Irena Vuglovečki, Dino Bartoluci**

Razlike učinkovitosti brzine frekvencije ruke između učenika osnovne škole koji pohađaju glazbenu školu i učenika koji ne pohađaju ..... 53

**Nika Premuž, Tonči Mašina, Sunčica Delaš Kalinski**

Razlike u somatotipu u različitim kineziološkim aktivnostima kod članova studentskih sportskih sekcija medicinskog fakulteta ..... 57

**Hrvoje Ajman, Robert Bilbija, Zoran Špoljarić**

Razlika u brzini sprinta i brzini vođenja lopte u kategoriji početnika ..... 62

**Andrija Mikša**

Razlike vrhunskih rukometašica kadetske (U 15) i seniorske dobi u brzinsko-eksplozivnim svojstvima ..... 66



<b>Filip Sinković, Dario Novak, Nenad Krošnjar</b> Testovi za procjenu brzine promjene smjera kretanja i reaktivne agilnosti u tenisu .....	70
<b>Branko Đukić, Snežana Vujanović</b> Merenje koordinacije i psihomotorne brzine stolnotenisačica primjenom CRD baterije testova .....	74
<b>Sara Šanjug, Zlatan Bilić, Dario Novak</b> Upotreba mobilne aplikacije swingvision u tenisu .....	79
<b>Luka Horvat</b> Razlike u frekvenciji srca taekwondo borca prilikom borbe na treningu i na natjecanju .....	86
<b>Matija Jandrić</b> Povezanost između maksimalnog primitka kisika i agilnosti kod srednjoškolaca .....	90
<b>Filip Svalina</b> Razlike u kinantropološkim obilježjima kod djece osnovnoškolskog uzrasta .....	95
<b>Melisa Babić, Hrvoje Ajman</b> Razlike u jakosti donjih ekstremiteta igračica U15 kategorije Prve hrvatske nogometne lige za žene .....	98
<b>Melisa Babić, Klara Findrik, Zvonimir Tomac</b> Razlike u morfološkim karakteristikama nogometašica U15 kategorije .....	101
<b>Mirjana Đukić</b> Metode i postupci određivanja sastava tijela .....	105
<b>Domagoj Bagarić, Bartol Vukelić, Anja Topolovec</b> Povezanost između testa za procjenu eksplozivne snage tipa skočnosti s testom za procjenu agilnosti kod učenika .....	109
<b>Lucija Faj, Josip Cvenić</b> Kinematička analiza teniskog servisa kod mlade tenisačice .....	112
<b>Sara Aščić, Jana Gregurić</b> Povezanost rezultata u motorčkim testovima s rezultatom u skoku u vis kod vrhunskog skakača u vis u školskoj dobi .....	117
<b>Romana Caput-Jogunica, Anamarija Jazbec, Sanja Ćurković</b> E-agrofit: eksperimentalni model praćenja sastava tijela i tjelesne aktivnosti studenata Agronomskog fakulteta u Zagrebu .....	122
<b>Atila Salaj, Ivan Paravac</b> Pouzdanost i valjanost mobilne aplikacije za mjerenje vremena sprinta .....	128
<b>Jakša Škomrlj, Nikola Foretić, Šime Veršić</b> Povezanost morfoloških i motoričkih parametara sa brzinom šuta kod mladih nogometaša .....	133

### 3. METODIKA KONDICIJSKOG TRENINGA U POJEDINIM SPORTOVIMA

**Ivan Brkljačić, Marijo Baković, Josip Jularić**

Primjena metodskih vježbi kod učenja pravilne tehnike bacanja koplja i vortexa u poduci početnika ..... 140

**Alen Tolić**

Zavojiti sprint u nogometu: novi fokus u praksi ..... 145

**Antonio Šagovac**

Supramaksimalni ekscentrični trening: nužnost ili odabir? ..... 149

**Alen Miletić, Ana Kezić**

Preferirani stilovi učenja kod plesača ..... 153

### 4. PROGRAMI KONDICIJSKE PRIPREME

**Marijo Možnik, Lucija Milčić, Lucijan Krce**

Program sportske pripreme Tina Srbića za nastup na Olimpijskim igrama u Tokiju ..... 158

**Ivica Iveković**

Modeli periodizacije treninga lokalne mišićne izdržljivosti – koji je najučinkovitiji? ..... 162

**Andrija Mikša**

Kako trenirati nakon noći deprivacije sna? ..... 167

**Neven Gladović, Dino Bartoluci, Irena Vuglovečki**

Utjecaj Coerver metode na poboljšanje agilnosti vođenja lopte s obje noge kod mladih nogometaša ..... 171

**Klara Šiljeg, Bartol Vukelić, Milivoj Dopsaj**

Kondicijski trening za plivače izvan bazena ..... 176

**Dino Keškić**

Zagrijavanje u svrhu prevencije ozljeda kod nogometaša: FIFA 11+ program ..... 180

**Josip Jularić, Ivan Brkljačić, Marijo Baković**

Primjena atletske škole trčanja i skakanja pri učenju pravilne tehnike trčanja u nastavi TZK ..... 184

**Anja Topolovec, Maja Horvatin, Jadranka Vlašić**

Metode razvoja koordinacije u ritmu primjenom plesnih elemenata ..... 189

## 5. PREVENCIJA OZLJEDA U SPORTU

### **Cvita Gregov**

Utjecaj ekscentričnog treninga jakosti na ozljede mišića  
stražnje strane natkoljenice: sustavni pregled radova ..... 198

### **David Rošić, Martin Putak, Tatjana Trošt Bobić, Marija Martina Žanetić**

Utjecaj *hallux valgusa* na anteroposteriornu stabilnost u dinamičkim uvjetima ..... 204

### **Martina Vazdar, Nebojša Trajković, Danijel Šutić, Damir Pekas**

Povezanost fleksibilnosti s ozljedama kod naprednih hrvača ..... 207

### **Slaven Krtalić**

Najčešće ozljede u košarci ..... 211

### **Radivoje Radaković, Nikola Janković, Aleksandra Vulović, Jelena Radaković, Nenad Filipović**

Analiza sila u koljenu i opterećenja u meniskusima u ekscentričnoj  
fazi mišićne kontrakcije pri jednoonožnim doskocima kod futsal igrača ..... 216

### **Lea Prskalo, Meri Reili, Ivan Perić**

Vrste i učestalost ozljeda donjih ekstremiteta u košarci ..... 222

### **Luka Dominković, Ivan Dominković**

Prevenција ozljede ACL-a kod nogometašica ..... 226

### **Lea Barković**

Učestalost ozljeda i njihova prevencija kod NCAA sportaša ..... 234

### **Mauro Nemčanin**

Zastupljenost ozljeda u seniorskom nacionalnom timu Hrvatske u muškoj sportskoj gimnastici ..... 237

### **Nikola Mitrović**

Osnovni protokol prevencije ozljeda stražnje strane natkoljenice u sportu i rekreaciji ..... 241

### **Milan Milošević**

Tendinopatije ramena u sportaša – od uzroka do liječenja ..... 247

## 6. KONDICIJSKA PRIPREMA PARASPORTAŠA

### **Mihovil Bajan, Tatjana Trošt Bobić, Domagoj Galkowski**

Učinak zvučnog podražaja na ravnotežu slabovidnih adolescenata ..... 252

### **Lucija Ljubej, Dajana Zoretić, Ivan Perzel**

Aerobna izdržljivost vrhunskih plivača i paraplivaca ..... 257

### **Jasna Lulić Drenjak**

Trening parasportaša ..... 262

### **Lea Bušac Krišto, Dino Hadžović, Andrea Krajačić, Mihaela Grubišić**

Klasifikacija sportaša i prevencija ozljeda košarke u invalidskim kolicima ..... 267

## 7. KONDICIJSKA PRIPREMA POSEBNIH POPULACIJA (vojska, policija, vatrogasci...)

<b>Marijan Jozić, Hrvoje Sertić, Josip Jozić, Damir Lauš, Mario Bošnjak, Melior Klarić</b> Efekti dva neovisna godišnja ciklusa specijalističke obuke pripadnika intervencijskih snaga .....	272
---	-----

## 8. KONDICIJSKI TRENING DJECE I MLADIH

<b>Marino Biliškov, Josip Andabak, Ante Rađa, Marko Erceg</b> Efekt relativne dobi u europskim nogometnim ligama .....	280
<b>Zvonimir Jambrušić, Josipa Nakić</b> Bazične vježbe za razvoj koordinacije nogometaša u 9 i u 10 godina .....	284
<b>Mauro Nemčanin</b> Specijalizacija gimnastičara nakon univerzalnog programa – kada, kako i zašto? .....	289

## 9. KONDICIJSKA PRIPREMA U FUNKCIJI ZDRAVLJA

<b>Goran Bobić</b> Tjelesna aktivnost – preporuke i mogućnosti .....	294
<b>Morana Horvat, Iris Zavoreo</b> Utjecaj tjelesnog vježbanja na osobe s epilepsijom promatrajući emocionalni status .....	298

## 10. OSTALE TEME

<b>Maja Horvatin</b> Utjecaj Covid-19 na eksplozivnu snagu tipa skočnosti .....	304
<b>Marino Krespi</b> Učinci linearnog i eksponencijalnog tapering protokola na sposobnosti i izvedbu kod elitnih nogometaša juniora .....	310
<b>Snježana Pejčić</b> Karijerni centar za sportaše Hrvatskog olimpijskog odbora: potpora za izvrsnost tijekom i nakon karijere .....	316
<b>Ivan Slunjski, Tonči Jerak, Dinko Vuleta</b> Povezanost nekih pokazatelja situacijske efikasnosti ženskih rukometnih ekipa sa konačnim rezultatom utakmica na Olimpijskim igrama 2020. godine u Tokyu .....	323
<b>Ivan Bon, Vjekoslav Cigrovski, Ivan Belčić, Mateja Očić, Stipe Čubrić</b> Analiza važnosti kondicijske pripreme rekreativnih alpskih skijaša .....	329

**Dinko Vuleta, Božica Palčić, Tonći Jerak**

Analiza pokazatelja situacijske učinkovitosti linijskih igračica Hrvatske  
ženske rukometne reprezentacije na Europskom prvenstvu 2020. u Danskoj ..... 334

**Tihana Nemčić, Valentin Barišić, Ivan Mikulić**

Karakteristike postignutih golova na Svjetskom nogometnom prvenstvu u Kataru 2022. .... 340

**Sanja Ljubičić**

Razlike u rezultatu skoka u vis prekoračnom tehnikom s obzirom na spol i dob kod djece ..... 345

**Vedran Jakobek, Renata Barić**

Odnos ranga kvalitete bavljenja sportom, tipa sporta i amotivacije kod sportaša ..... 349

**Josip Jozić, Petar Barbaros, Dragan Milanović**

Analiza razlika u natjecateljskim izvedbama pobjednika na *grand slam* turnirima:  
*Australian open* i *roland garros* u 2021. godini ..... 355

**Tin Takač, Dajana Zoretić, Klara Šiljeg**

Analitički pristup utrke na 100 metara dupin na Svjetskom  
prvenstvu 2021. godine u ulozi kondicijske pripreme ..... 360

**Blago Čepo**

Analiza pokazatelja situacijske učinkovitosti Hrvatske nogometne  
reprezentacije tijekom Svjetskog prvenstva 2018. godine i 2022. godine ..... 366

**Ivan Brajković, Marin Marinović, Iva Macan**

Povezanost kvalitete odbojkaškog servisa sa rezultatom  
u talijanskoj A1 muškoj odbojkaškoj ligi ..... 371

**Zlatan Bilić, Petar Barbaros, Filip Sinković**

Analiza tehnike servisa u tenisu: sustavni pregled literature od 2019. do 2023. godine ..... 375

**Biljana Trajkovski**

Procjena fiziološkog opterećenja u različitim organizacijskim postavama vježbanja ..... 380

**Blago Čepo**

Povezanost pokazatelja situacijske učinkovitosti i konačnog rezultata  
na utakmicama grupne faze Svjetskog prvenstva 2022. godine u nogometu ..... 385

**Miroljub Ivanović, Uglješa Ivanović**

Utjecaj dimenzija ličnosti modela velikih pet na motiv  
postignuća kod odbojkaša juniorskog uzrasta ..... 390

**Matej Babić, Dražen Čular, Goran Orlov**

Relativna i apsolutna uspješnost hrvatskih taekwondoista na Olimpijskim igrama ..... 397

**Antonio Žulj, Josip Cvenić**

Razlika u frekvenciji srca i potrošnji kalorija među studentima  
kineziologije tijekom grupnog fitness treninga i sportskog treninga ..... 401

**Jura Kunšt, Tonći Mašina**

Razlike u razini primijećenog stresa prema spolu i vrsti  
kineziološke aktivnosti među članovima studentske sportske udruge ..... 405

**Martin Andonovski, Goran Nikovski, Žikica Tasevski, Seryoža Gontarev**

Razlike u općim i specifičnim motoričkim sposobnostima učenika prve,  
druge i treće godine „sportske akademije“ DSU – skopje, usmerenja nogomet ..... 409

**Domagoj Vulić, Patrik Petrov**

Analiza razlika u razini tjelesne aktivnosti studentica prve i  
druge godine fakulteta po kategorijama uhranjenosti ..... 413

**Vlatka Bilal, Marijana Hraski, Mateja Kunješić Sušilović**

Gender differences in fundamental motor skills of ball  
manipulation in children at the age of 4 ..... 416

**Zrinka Božić, Dodi Malada, Marijana Čavala, Josefina Đuzel, Hrvoje Kujundžić**

Terapija plesom kod djece s teškoćama u razvoju ..... 421

**Mate Maglov, Luka Milanović, Nikola Prlenda**

Povezanost geografskih i socioekonomskih čimbenika s ostvarenim  
rezultatima u jedrenju na svjetskim prvenstvima u klasi optimist ..... 425

**Rebeka Prosoli**

Atribucije i perfekcionizam u borilačkim sportovima ..... 430

**Petra Lončar**

Tjelesna aktivnost srednjoškolaca ..... 434

**Matija Jandrić, Zdravko Pavoković**

Rastući trend indeksa tjelesne mase učenika srednjih škola u razdoblju 1995. – 2022. godine ..... 439

**Janko Bulović, Marija Lorgjer**

Kineziterapija dječjeg stopala ..... 444

**Dina Kopic, Jurica Lovrinčević, Krešimir Ižaković**

Terapija plesom i pokretom ..... 452

**Melis Mladineo Brničević, Daša Duplančić**

Utjecaj nordijskog hodanja na zdravlje ..... 455

**Anže Fujs, Dalibor Kiseljak**

Kronična traumatska encefalopatija kod igrača američkog nogometa ..... 458

**Jana Gregurić, Sara Aščić**

Povezanost sastava tijela s kvalitetom hoda starije aktivne populacije ..... 462

**Valdemar Štajer**

Kreatin i guanidinoocetna kiselina kao biokemijski markeri umora u sportu ..... 468



1.

**Biomedicinske i  
biomehantičke osnove  
kondicijskog treninga**

**Biomedical and  
biomechanical basics  
of specific training**



# KINEMATIKA NEKIH NOŽNIH I RUČNIH UDARACA VRHUNSKIH KARATAŠA RAZLIČITIH TEŽINSKIH KATEGORIJA

Saša Vuk, Eugen Kanjir

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Karataši u borbi izmjenjuju ofenzivne i defenzivne tehnike gdje pokušavaju jedan drugome nanijeti brze i precizne udarce maksimalno kontrolirano u određene dijelove tijela dok istovremeno primjenom specifičnih kretanja i blokova izbjegavaju takve napade pokušavajući osvojiti što je moguće više bodova unutar zadanog vremena. Stoga je brzina, i to ponajviše brzina pojedinačnog pokreta, najvažnija sposobnost u karate borbi jer omogućuje brzo izvođenje svih tehničko-taktičkih elemenata, najviše utječe na situacijsku uspješnost izvedbe tehničkih elemenata te u konačnici i na postizanje vrhunskih rezultata (Jukić, 2014). Vršne brzine izvođenja ručnih tehnika vrhunskih karataša, kao što su gyaku-zuki, kentsuiuchi i shuto-uchi, kizami-zuki ili tate-zuki, kreću se u rasponu od 5,7 do 14 m/s (Wilk i sur., 1983; Dworak i sur., 2005; Cesari i Bertuccio, 2008; Gianino i sur., 2010; Urbinati i sur., 2017; Camomilla i sur., 2020), dok se vršne brzine nožnih tehnika (kao što su mae-geri, yoko-geri, mawashi-geri ili ushiro mawashi-geri) kreću od 6 pa sve do 19 m/s (Wilk i sur., 1983; Dworak i sur., 2005; Gianino i sur., 2010; Urbinati i sur., 2017).

Natjecanja u karateu organiziraju se prema težinskim kategorijama kako bi se standardizirali uvjeti koji osiguravaju borbe protivnika sličnih morfoloških karakteristika. Različite težinske kategorije automatski podrazumijevaju da će ispitanici između kategorija biti različiti, ne samo po tjelesnoj masi, već i po performansama. Mali je broj studija razmatralo težinsku kategoriju u analizi performansi u borilačkim sportovima, jer se čini kako tjelesna masa ima utjecaj na izvedbu. Tako su Zagorski i sur. (2016) utvrdili da su sportaši s većom količinom mišićne mase imali veću brzinu izvođenja tehnika, dok su sportaši koji su imali veću količinu masne mase i veći postotak vode u organizmu bili u negativnoj korelaciji s brzinom izvođenja udaraca. Estevan i sur. (2012) su utvrdili kako teži borci trebaju najviše vremena za izvedbu kružnog udarca u glavu u odnosu na lakše borce, a Bružas i sur. (2009) su na vrhunskim boksačima utvrdili kako nema razlika između teškaša i lakših kategorija u brzini udarca.

Koliko je autorima poznato, do sada nije istraženo razlikuju li se vrhunski karataši u brzini udaraca ručnih i nožnih tehnika s obzirom na pripadnost težinskoj kategoriji. Stoga je cilj ovog istraživanja utvrditi razlike u maksimalnoj brzini izvođenja nekih nožnih i ručnih udaraca kod vrhunskih karataša u tri različite težinske kategorije.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

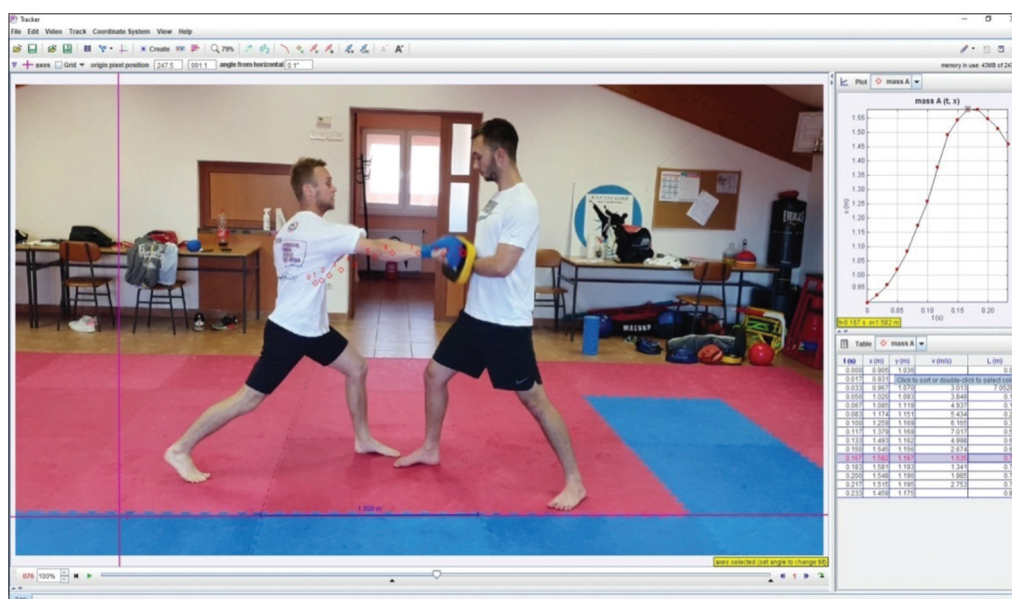
Uzorak ispitanika sastojao se od dvadeset šest aktivnih karataša iz Republike Hrvatske koji se natječu u tri različite težinske kategorije: najlakše (-67kg; n = 10; dob:  $21,6 \pm 1,84$  god; tjelesna masa:  $66,6 \pm 2,93$  kg; visina:  $175,2 \pm 3,68$  cm; iskustvo u karateu:  $13,90 \pm 2,08$  god); srednje (-75 kg; n = 10; dob:  $23,75 \pm 3,62$  god; tjelesna masa:  $76,44 \pm 2,95$  kg; visina:  $179 \pm 6,65$  cm; iskustvo u karateu:  $15,88 \pm 3,48$  god) i najteže (+75 kg; n = 8; dob:  $22,88 \pm 3,09$  god; tjelesna masa:  $89,86 \pm 4,04$  kg; visina:  $190,38 \pm 4,04$  cm; iskustvo u karateu:  $15 \pm 2,51$  god). Ispitanici su imali uredan zdravstveni status, bez ozljeda lokomotornog sustava te su u posljednje dvije godine nastupali na državnim prvenstvima. Nisu imali nikakvu visoko intenzivnu aktivnost sedamdeset dva sata prije testiranja. Njihovo sudjelovanje u testiranju bilo je dobrovoljno, te su



potpisali informirani pristanak na sudjelovanje. Provedba ovog istraživanja odobrena je od strane Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, te je bila u skladu s Helsinškom deklaracijom.

## 2.2. MJERNI INSTRUMENTI I VARIJABLE

Mjerila se vršna brzina, te trajanje i duljina izvođenja određenih udaraca rukom i nogom. Ispitanici su svaki udarac izvodili maksimalno brzo po tri puta u fokuser. Svi su udarci snimljeni u visokoj rezoluciji visokofrekventnom kamerom (60 Hz) pametnog telefona Samsung GalaxyS10 postavljenom bočno u odnosu na ispitanike. Kinematička analiza provedena je u programu *Tracker – video analysis and modeling tool v 5.0.6*. (The Open SourcePhysics) (slika 1) gdje su dobiveni parametri vršne brzine, trajanja i duljine svih udaraca nožnih i ručnih tehnika.



Slika 1. Prikaz analize udarca rukom u programu Tracker jednog ispitanika.

## 2.3. PROTOKOL TESTIRANJA

Izvođenju i snimanju udaraca prethodilo je standardizirano zagrijavanje (trčanje sa zadacima u trajanju od pet minuta i dinamičko istezanje) te izvođenje po deset udaraca submaksimalnim intenzitetom po fokuseru iz borbenog karate stava fudo-dachi. Udarce (ushiro mawashi-geri, mawashi-geri, mae-geri, te gyaku-zuki) su izvodili iz mjesta dominantnom rukom i nogom.

## 2.4. METODE OBRADE PODATAKA

Statistička analiza provedena je u programu *Statistica 13 za Windows*. Za sve varijable izračunati su deskriptivni pokazatelji u vidu aritmetičke sredine, standardne devijacije, minimalne i maksimalne vrijednosti, te je putem jednosmjerne univarijatne analize varijance (*one-way ANOVA*) i Bonferroni post-hoc testa utvrđeno postoje li statistički značajne razlike u brzini izvođenja udaraca između tri težinske kategorije. Razina statističke značajnosti postavljena je na  $p \leq 0,05$ .

## 3. REZULTATI

Deskriptivni pokazatelji u vidu aritmetičke sredine, standardne devijacije, minimalne i maksimalne vrijednosti vršne brzine izvođenja udaraca po težinskim kategorijama prikazani su u tablici 1.

**Tablica 1.** Deskriptivni pokazatelji vrijednosti vršne brzine izvedbe udaraca gyaku-zuki, mae-geri, mawashi-geri i ushiro mawashi-geri po težinskim kategorijama (AS ± SD (min - max))

Težinska kategorija	n	Gyaku-zuki	Mae-geri	Mawashi-geri	Ushiro mawashi-geri
		(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)
-67	10	7,01 ± 0,72	11,54 ± 1,32	14,72 ± 1,38	12,34 ± 1,64
		(6,05 - 8,48)	(9,67 - 13,68)	(12,48 - 16,93)	(8,79 - 14,60)
-75	8	6,89 ± 0,56	11,65 ± 1,27	15,22 ± 1,0	13,05 ± 1,22
		(6,18 - 7,99)	(9,52 - 13,46)	(13,96 - 16,94)	(11,42 - 15,17)
75	8	6,50 ± 0,72	11,71 ± 1,28	14,84 ± 1,37	12,03 ± 1,44
		(5,73 - 7,61)	(10,03 - 13,37)	(13,27 - 17,18)	(9,16 - 13,9)

Nije utvrđena statistički značajna razlika između kategorija u vršnim brzinama kod niti jednog udarca ( $p = ,69$ ). Kada je duljina udarca u pitanju, utvrđena je statistički značajna razlika između najteže i najlakše ( $p = ,003$ ) te najteže i srednje kategorije ( $p = ,012$ ) udarca mae-geri, kao i statistički značajna razlika između najteže i najlakše kategorije ( $p = ,016$ ) udarca ushiro mawashi-geri, dok kod ostalih udarca nije bilo statistički značajnih razlika u duljini udarca ( $p = ,11$ ). Utvrđena je i statistički značajna razlika između kategorija u trajanju udarca gyaku-zuki gdje se najteža kategorija razlikuje statistički značajno od najlakše ( $p = ,004$ ) i srednje ( $p = ,027$ ) kategorije, dok nije utvrđena statistički značajna razlika između kategorija po trajanju preostalih udarca ( $p = ,39$ ).

#### 4. RASPRAVA

Glavni nalaz ovog istraživanja ukazuje kako karataši, bez obzira na kategoriju, imaju jednake maksimalne brzine udarca nožnih i ručnih tehnika. Međutim, potrebno je istaknuti da su najveće vrijednosti udarca rukom zabilježene u najlakšoj kategoriji. Srednja kategorija zabilježila je najveće brzine kod nožnih udarca mawashi-geri i ushiro mawashi-geri, dok je najteža kategorija ostvarila najveće brzine kod udarca mae-geri.

Iako je bilo za pretpostaviti da će karataši najlakše kategorije imati najveće vrijednosti vršne brzine u svim udarcima, rezultati pokazuju drugačije. Najlakša kategorija imala je najveće vrijednosti vršne brzine samo kod izvedbe ručnog udarca gyaku-zuki. S obzirom da su imali za prijeći najkraći put ekstremitetom i da je trajanje udarca trajalo najkraće, bili su i najbrži u izvođenju tog udarca. Svega je nekoliko istraživanja utvrđivalo vršnu brzinu izvođenja udarca gyaku-zuki. Tako je Urbinati (2017) zabilježio brzinu udarca gyaku-zuki sličnu našoj, 7,23 m/s, Gianino i sur. (2010) su na jednom ispitaniku izmjerili brzinu od 13 m/s, što je znatno više nego kod rezultata naših ispitanika, kao i Dworak i sur. (2005), čija je vrijednost 12,4 m/s. Slabiji rezultati naših ispitanika mogli bi se objasniti ograničenom tehnikom koja je bila uvjetovana pravilima mjerenja gdje su ispitanici trebali ostati uspravni i u mjestu, za razliku od drugih istraživanja gdje su ispitanici smjeli izvoditi udarce iz kretanja i s naginjanjem tijela što je moglo utjecati na konačnu brzinu udarca.

Kod izvedbe mawashi geri udarca najbolje vrijednosti vršne brzine kao i trajanja udarca postigli su karataši iz srednje kategorije. U usporedbi s rezultatima dosadašnjih istraživanja zabilježene su znatno bolje vrijednosti vršne brzine udarca naših ispitanika (15 m/s) u odnosu na ispitanike istraživanja Urbinatia i sur. (2017) čiji su ispitanici zabilježili 9,0 m/s, a Wilk i sur. (1983) 9,5 - 11 m/s. S obzirom da naši karataši imaju dobru razvijenost longitudinalnih dimenzija tijela, a tehnika udarca mawashi geri u glavu se u karate borbi boduje s tri boda, naši karataši tu tehniku usavršavaju više i većini njih je to omiljena tehnika koju koriste u borbi. Konkretno, naši ispitanici imaju tehniku mawashi-geri usavršenu na jako visokoj razini izvođenja te je na treningu i natjecanju izvode vrlo često i precizno.

Kod nožnog udarca mae-geri dobiveni su neočekivani rezultati. Naime, karataši iz najteže kategorije su postigli najbolje rezultate u s brzinom od 11,71 m/s, dok su najsporiji u toj varijabli bili sportaši iz najlakše kategorije. Dworak i sur. (2005) zabilježili su prosječne brzine kod udarca mae-geri između 6-7 m/s, dok su Wilk i sur. (1983) zabilježili vrijednosti maksimalne vršne brzine od 9,9 – 14,4 m/s. U usporedbi naših s rezultatima drugih istraživanja možemo uvidjeti vrlo slične rezultate.

Najbolje vrijednosti vršne brzine kod izvedbe udarca ushiro mawashi-geri zabilježili su karataši iz srednje kategorije. Također im je bilo potrebno i najkraće vrijeme da izvedu udarca. Izmjerena vršna brzina od 13,05 m/s znatno je veća nego Wilk i sur. (1983) koji su kod svojih ispitanika zabilježili vršnu brzinu od 7,3-10 m/s. Wasik i sur. (2015) su zaključili da su kružni udarci koji su pogađali fizičku metu imali vršnu brzinu od 10,61 m/s, dok su udarci koji su bili izvedeni bez fizičke mete imali zabilježenu vršnu brzinu od 14,61 m/s. S obzirom da je naše istraživanje bilo provedeno s ciljem da se pogodi fizička meta u vidu fokusera, rezultati su vrlo slični i nema statistički značajnih razlika. Moramo uzeti u obzir da se njegovo istraživanje provodilo na uzorku taekwondoša koji tu tehniku češće koriste u borbi i treningu nego karataši.

Najmanje vremena za izvedbu udarca bilo je potrebno karatašima iz najlakše kategorije jer oni, zbog manje dužine ekstremiteta, trebaju prevaliti manji put nogom nego ostali, pa na temelju kraćeg puta mogu nadoknaditi nedostatak brzine. Najduže su udarac izvodili teškaši koji imaju najduži put ekstremitetom.

## 5. ZAKLJUČAK

Nakon provedenog istraživanja moguće je zaključiti da su karataši iz najlakše kategorije ostvarili najbolje vrijednosti u varijablama vršne brzine i trajanja udarca samo kod izvedbe ručne tehnike gyaku-zuki. Rezultati pokazuju da srednja kategorija dominira jer su prema dobivenim rezultatima na vrhu ili odmah do vrha u gotovo svim varijablama. Srednja i najlakša kategorija su prema morfološkom profilu vrlo slične, te se da zaključiti da sportaši iz srednje kategorije imaju najučinkovitiju i najuspješniju izvedbu tehnika u karateu. Teškaši su postigli najveće vrijednosti vršne brzine kod izvedbe nožnog udarca mae-geri, dok su u ostalim najbolje rezultate ostvarili karataši iz srednje kategorije.

## 6. LITERATURA

1. Bružas, V., Čepulėnas, A., Mickevičienė, D., & Mockus, P. Comparative analysis of reaction, hand movements, speed and accuracy of boxers in different weight categories. *Ugdymas Kūno Kultūra*, 26.
2. Camomilla, V., Adriano, F., Annibali, R., & Sbriccoli, P. (2020). Biomechanical investigation of the kizami tsuku in karate athletes. *ISBS Proceedings Archive*, 38(1), 708.
3. Cesari, P., & Bertuccio, M. (2008). Coupling between punch efficacy and body stability for elite karate. *Journal of science and medicine in sport*, 11(3), 353-356.
4. Dworak, L. B., Dziewiecki, K., & Maczynski, J. (2005). Characteristics of kinematics and kinetics of strokes in karate- biomechanical approach. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
5. Estevan, I., Falco, C., Álvarez, O., & Molina-García, J. (2012). Effect of Olympic weight category on performance in the roundhouse kick to the head in taekwondo. *Journal of Human Kinetics*, 31(1), 37-43.
6. Gianino, C. (2010). Physics of Karate: Kinematics analysis of karate techniques by a digital movie camera. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(1), 5.
7. Jukić, J. (2014). Morfološke, motoričke i tehničke determinante borbene uspješnosti kod hrvatskih karataša kadetskih dobnih skupina (doktorska disertacija). Kineziološki fakultet, Split
8. Urbinati, K. S., Vieira, A. D., Papcke, C., Pinheiro, R., Nohama, P., & Scheeren, E. M. (2017). Physiological and biomechanical fatigue responses in karate: a case study. *The Open Sports Sciences Journal*, 10(1).
9. Zagorski, D., Gikova, M., & Penov, R. (2015). Relationship between kinematic characteristics and morphological parameters in shotokan karate athletes. *Res Kinesiol*, 44(2), 153-157.

# POVEZANOST ODREĐENIH KINEMATIČKIH PARAMETARA ZALETA I REZULTATA U DISCIPLINI SKOKA U DALJ

Vedran Dukarić<sup>1</sup>, Sanja Ljubičić<sup>2</sup>, Filip Pravdica<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Učiteljski fakultet, Sveučilište u Rijeci

<sup>3</sup>HAAK Mladost

## 1. UVOD

Skok u dalj datira još od starih Grka, a kao moderna disciplina pojavio se na mitingu između Sveučilišta Cambridge i Oxford 1864. godine. Na programu je modernih olimpijskih igara od samih početaka, a svjetski rekord u ovoj disciplini za muškarce iznosi 8,95 m (Mike Powell), a za žene 7,52 m (Galina Čistjakova).

Skok u dalj pripada skupini složenih prostornih gibanja te se sastoji od četiri osnovne faze: faza zaleta, faza odraza, faza leta i faza doskoka. Svaka faza ima svojevrstan utjecaj na rezultat i uspjeh u toj disciplini. Kako bi se ostvario što bolji rezultat sportaši i sportašice u fazi leta primjenjuju različite tehnike kao što su: zgrčna tehnika, koračne tehnike (1 1/2, 2 1/2, 3 1/2,) i tehnika uvinućem dok su zalet i odraz isti neovisno od izvedbene tehnike. Za uspješan skok u dalj osoba treba biti brza, snažnih donjih ekstremiteta, koordinaciju na razini izvedbe umjereno složenih gibanja prilikom odraza, leta i doskoka (Pratap, Sajwan i Puraschwani, 2017). Uspješnost skoka zavisi i od niza drugih faktora poput: prilagodbe položaja tijela posebno u posljednjim koracima zaleta, mišićne aktivnosti, uzletnog kuta težišta tijela (TT), kuta amortizacije, načina postavljanja stopala na podlogu tijekom odraza, zamaha zamašne noge i ruku i dr. U ovom istraživanju pažnja će biti usmjerena na fazu zaleta i odraza, a zbog svoje kompleksnosti poseže se za postupcima biomehaničkih analiza kako bi se utvrdili mogući deficiti sa svrhom unapređenja tehničke izvedbe i rezultata. Faza zaleta je vrlo individualna zbog potrebne optimizacije razine treniranosti, trenajnog iskustva, razine natjecanja, vremenskih uvjeta, morfoloških obilježja te periodu natjecanja (Antekolović i Baković, 2008). U dosadašnjim istraživanjima biomehaničkih parametara najčešće se analiziraju posljednja dva ili tri koraka (Antekolović i Baković, 2008; Panoutsakopoulos i sur., 2010; Tucker i Bissas, 2018). Posebna se pažnja usmjerava na posljednje korake u fazi zaleta zbog potrebnih prilagodbi za izvršenje kvalitetnog odraza. U fazi odraza stopalo se na dasku za odraz postavlja cijelom površinom zbog najučinkovitije distribucije sila, skraćivanje faze amortizacije, a samim time i kraćeg trajanja odraza (Antekolović i Baković, 2008). Zadatak skakača u fazi odraza jest što je moguće više smanjiti gubitak horizontalne brzine TT-a.

Problem istraživanja jest proučavanje posljednjih koraka u pripremi za odraz i odraz kod perspektivnih skakača u dalj. Utvrđivanjem biomehaničkih parametara moguće je odrediti smjernice u trenajnom procesu koje bi mogle unaprijediti uspješnost skoka u dalj. Cilj rada je utvrditi povezanost između postignutih rezultata u disciplini skoka u dalj s kinematičkim parametrima zaleta.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika sastojao se od 10 skakača u dalj (5 ženskih i 5 muških natjecatelja). Promatrani su samo uspješni skokovi. Također, skokovi kojima su nedostajali određeni kinematički parametri nisu korišteni za daljnju analizu.

## 2.2. UZORAK VARIJABLI

U fazi zaleta promatrane su varijable: duljina zadnja 2 koraka zaleta izražena u centimetrima (kor\_pred; kor\_zad), trajanje kontakta s podlogom zadnja 2 koraka zaleta izražen u sekundama (tkont\_pred; tkont\_odraz) te brzina zaleta na 15, 10, 5m i u trenutku odraza izražena u metrima u sekundi (V\_15; V\_10; V\_5; V\_odraz). Za usporedbu s kinematičkim parametrima zaleta promatrala se varijabla daljina skoka izražena u metrima (Rez).

## 2.3. PROTOKOL MJERENJA

Mjerenje se provodilo na službenom natjecanju GP Göteborg. Mjerenje se provodilo u situacijskim – natjecateljskim uvjetima. Za potrebe mjerenja kinematičkih parametara koristio se OPTOJUMP\_next sustav postavljen na zadnjih 15 metara zaleta za skok u dalj. Istraživanja (Makaruk i sur. 2016; Makaruk, Starzak i Sadowski, 2015) prikazuju mogućnost primjene ovog mjernog instrumenta za proučavanje velikog broja kinematičkih parametara te njihovog utjecajan na izvedbu skoka.

## 2.4. METODE OBRADE PODATAKA

Za sve promatrane varijable izračunati su osnovni deskriptivni pokazatelji (Tablica 1. - AS, Min, Maks, St.Dev.). Za utvrđivanje povezanosti (Tablica 2.) između promatranih kinematičkih parametara i rezultata skoka u dalj koristio se Pearsonov koeficijent korelacije (mala povezanost 0.1 – 0.3; srednja povezanost 0.3 – 0.5; velika povezanost 0.5 – 1.0).

## 3. REZULTATI

Osnovni deskriptivni pokazatelji (Tablica 1.) prikazuju distribuciju rezultata uspješnih skokova u dalj. Primjetno je da je zadnji korak u prosjeku manji za 15 cm u odnosu na predzadnji korak. Suprotno tome, trajanje kontakta s podlogom veće je tijekom zadnjeg kontakta odnosno u odraza. Minimalno trajanje kontakta s podlogom postignuto je u predzadnjem koraku (0,9 s). Također, primjetno je da se brzina trčanja progresivno ubrzava sve do trenutka odraza gdje je ista kao i na 15 metru od odraza. Maksimalna postignuta brzina iznosila je 10,44 m/s.

**Tablica 1.** Osnovni deskriptivni pokazatelji kinematičkih parametara skoka u dalj

Varijabla	N	AS	Min	Maks	St.Dev.
Kor_pred (cm)	22	223,41	197,00	247,00	14,89
Kor_zad (cm)	22	208,18	182,00	243,00	15,66
Tkont_pred (s)	22	0,10	0,09	0,12	0,01
Tkont_odraz (s)	22	0,13	0,12	0,15	0,01
V_15m (m/s)	22	9,23	7,98	10,14	0,81
V_10m (m/s)	22	9,51	8,40	10,32	0,75
V_5m (m/s)	22	9,65	8,55	10,44	0,74
V_odraz (m/s)	22	9,23	8,08	10,16	0,70
Rez (m)	22	6,86	4,64	7,93	0,86

Legenda: Kor\_pred – dužina predzadnjeg koraka; Kor\_zad – dužina zadnjeg koraka; Tkont\_pred – trajanje predzadnjeg kontakta s podlogom; Tkont\_odraz – trajanje zadnjeg kontakta s podlogom odnosno odraza; V\_15m – brzina trčanja na 15 metru od odraza, V\_10m – brzina trčanja na 10 metru od odraza; V\_5m – brzina trčanja na 5 metru od odraza, V\_odraz – brzina trčanja u trenutku odraza; Rez – rezultat skoka u dalj; AS – aritmetička sredina; Min – minimalna vrijednost; Maks – maksimalna vrijednost; St.Dev. – standardna devijacija

U tablici 2 prikazani su korelacijski odnosi između promatranih kinematičkih parametara i rezultata u skoku u dalj. Velika pozitivna povezanost utvrđena je između konačnog rezultata i varijabli V\_15m, V\_10m, V\_5m, V\_odraz. Također, velika negativna povezanost utvrđena je za trajanje predzadnjeg kontakta s podlogom odnosno što je kraće vrijeme kontakta postiže se bolji rezultat u skoku u dalj. U varijabla Kor\_pred, Kor\_zad, Tkont\_odraz nije utvrđena značajna povezanost.

Tablica 2. Povezanost između promatranih kinematičkih parametara i rezultata u skoku u dalj

	Kor_pred	Kor_zad	Tkont_pred	Tkont_odraz	V_15m	V_10m	V_5m	V_odraz	Rez
Kor_pred	1,00	0,56*	0,06	0,31	0,46*	0,38	0,32	0,41	0,23
Kor_zad	0,56*	1,00	0,22	0,32	-0,08	-0,12	-0,16	-0,09	-0,27
Tkont_pred	0,06	0,22	1,00	0,13	-0,71*	-0,74*	-0,75*	-0,72*	-0,81*
Tkont_odraz	0,31	0,32	0,13	1,00	0,11	0,06	0,06	0,12	0,03
V_15m	0,46*	-0,08	-0,71*	0,11	1,00	0,99	0,97*	0,95*	0,89*
V_10m	0,38	-0,12	-0,74*	0,06	0,99*	1,00	0,99*	0,94*	0,90*
V_5m	0,32	-0,16	-0,75*	0,06	0,97*	0,99*	1,00	0,94*	0,93*
V_odraz	0,41	-0,09	-0,72*	0,12	0,95*	0,94*	0,94*	1,00	0,92*
Rez	0,23	-0,27	-0,81*	0,03	0,89*	0,90*	0,93*	0,92*	1,00

Legenda: Kor\_pred – dužina predzadnjeg koraka; Kor\_zad – dužina zadnjeg koraka; Tkont\_pred – trajanje predzadnjeg kontakta s podlogom; Tkont\_odraz – trajanje zadnjeg kontakta s podlogom odnosno odraza; V\_15m – brzina trčanja na 15 metru od odraza, V\_10m – brzina trčanja na 10 metru od odraza; V\_5m – brzina trčanja na 5 metru od odraza, V\_odraz – brzina trčanja u trenutku odraza; Rez – rezultat skoka u dalj; AS – aritmetička sredina; Min – minimalna vrijednost; Maks – maksimalna vrijednost; St.Dev. – standardna devijacija

#### 4. RASPRAVA

Rezultati analize korelacije promatranih kinematičkih varijabli i rezultata skoka u dalj ukazuju na višestruke statističke značajne veze. Faza zaleta i odraza jesu krucijalne za uspješan rezultat u skoku u dalj. Zalet je potrebno izvesti progresivnim ubrzanjem uz ritmične korake i naglašeno podizanje koljena, a duljina zaleta ovisi o dobi osobe ali i o periodu unutar godišnjeg ciklusa. Iz dobivenih prosječnih rezultata primjetna je tendencija produljenja pretposljednog koraka (Kor\_pred = 223,41 cm) i skraćivanja posljednjeg koraka (Kor\_zad = 208,18 cm) što povoljno utječe na neposrednu pripremu za odraz. Na taj način stvaraju se preduvjeti za vertikalno ubrzanje težišta tijela, iako se u ovom istraživanju nije dobila statistički značajna povezanost između duljine posljednja dva koraka s konačnim rezultatom skoka u dalj, što je u skladu s istraživanjem koje se također bavilo problematikom interakcije kinematike zaleta, odraza i rezultata skoka u dalj (Antekolović, Ostojić, Marić, 2009). Dinamika brzine trčanja se progresivno ubrzava sve do trenutka odraza gdje je ista kao i na 15 metru od odraza (9,23 m/s). Prema literaturi (Antekolović i Baković, 2008) brzina zaleta koja se dostiže u posljednjim koracima iznosi između 90 i 95 % od maksimalne brzine trčanja zbog potrebne pripreme položaja tijela za fazu odraza. Očekivano, utvrđila se snažna povezanost svih varijabli brzine zaleta s rezultatom u skoku u dalj što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima (Bridget, Galloway i Linthorne, 2016; Bayraktar i Çilli, 2018). Nadalje, utvrđena je i visoka negativna korelacija ( $r = -0,87$ ) između trajanja kontakta stopala s podlogom u pretposljednem koraku i rezultata skoka u dalj. Pretpostavka je da rezultati ukazuju na nemogućnost produciranja visoke vertikalne brzine pri odrazu ako se zadržava velika horizontalna brzina. Vidljivo blago duže trajanje kontakta stopala s podlogom u posljednjim koracima služi za pripremu položaja tijela za odraz. Priprema za odraz se uglavnom odnosi na produljenje pretposljednog i skraćivanje posljednjeg koraka čime se smanjuje visina TT, a takva priprema rezultira većom vertikalnom brzinom i manjim gubitkom horizontalne brzine, što je upravo vidljivo iz rezultata prosječnih vrijednosti ovog istraživanja. Zanimljivo, uspoređujući rezultate trajanja kontakta stopala s podlogom ovog istraživanja s ostvarenim rezultatima finalista na svjetskom prvenstvu u dvorani 2018. godine (Tucker, Bissas i Merlino, 2019), uviđa se da sportaši ovog istraživanja imaju kraće trajanje kontakta stopala s podlogom u posljednja dva koraka: posljednji = 0,13 s, pretposljednji = 0,10 s, dok su finalisti ostvarili sljedeće vrijednosti posljednji = 0,19 s, pretposljednji = 0,25 s. Primjetna je ponešto drugačija dinamika kod finalista svjetskog prvenstva što ukazuje na već spomenutu teorijsku bazu o potrebnim prilagodbama u posljednjim koracima. Iako finalisti imaju prosječno duže trajanje kontakta stopala s podlogom, te sporiju brzinu u posljednjem koraku (9,54 m/s) u odnosu na skakače u dalj ovog istraživanja (9,23 m/s), zanimljivo, finalisti su ipak ostvarili prosječno bolje konačne rezultate (7,93 m). Ova činjenica ukazuje na potrebu za daljnjim istraživanjem dodatnih biomehaničkih parametara poput: vertikalne brzine pri odrazu, gubitka horizontalne brzine, kuta amortizacije, uzletnog kuta težišta tijela i dr., koji bi eventualno mogli ukazati na razloge dobivenih rezultata.

## 5. ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja imaju značajan praktični doprinos za daljnje planiranje i metodički pristup u tre-nažnom procesu ali i znanstveni koji se odnosi na pokazatelje kinematičkih parametara. Dobiveni pokazatelji mogu biti dobre smjernice u daljnjim analizama te mogu imati praktičnu primjenu. Iako se nisu utvr-dile statistički značajne sveze između duljina posljednja dva koraka zaleta i rezultata skoka u dalj, valja ih vrednovati i kritički razmotriti na individualnoj razini. Očekivano, utvrdila se snažna povezanost svih varijabli brzine zaleta s rezultatom u skoku u dalj što je u skladu s dosadašnjim istraživanjima. Dinamika promjena koja se događa u promatranim varijablama u posljednja dva koraka ukazuje na pokušaj stvaranja što boljih uvjeta u pripremi položaja tijela za odraz.

## 6. ITERATURA

1. Antekolović, Lj., Baković, M. (2008). *Skok u dalj*. Zagreb, Miš, 2008.
2. Antekolović, Lj., Ostojić, I., Marić, A. (2009). Interakcija kinematike zaleta, odraza i rezultata skoka u dalj. *U B. Neljak (ur.), Metodički organizacijski oblici rada u područjima edukacije, sporta i sportske rekreacije*, Zagreb, str. 93 – 99. Hrvatski kineziološki savez
3. Bayraktar, I., Çilli, M. (2018). Estimation of jumping distance using run-up velocity for male long jumpers. *Journal of Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 22(3).
4. Bridgett, L.A., Galloway, M., Linthorne, N.P. (2016). The Effect of Run-up Speed on Long Jump Performance. *34<sup>th</sup> International Conference of Biomechanics in Sport*, Michiyoshi A., Enomoto, Y., Fujii, N., Takagi, H. (Ur.), July 18-22. 2016, Tsukuba, Japan.
5. Makaruk, H., Porter, J.M., Starzak, M., Szymczak, E. (2016). An examination of approach run kinematics in track and field jumping events. *Pol. J. Sport Tourism*, 23, 82-87.
6. Makaruk, H., Starzak, M., Sadowski, J. (2015). Does step length adjustment determine take-off accuracy and approach run velocity in long and triple jumps? *Human movement*, 16(3), 124-129.
7. Panoutsakopoulos, V., Papaiakevou, G.I., Katsikas, F.S., Kollias, I.A. (2010). *New Studies in Athletics*, 25(1), 55-68.
8. Pratap, B., Sajwan, A.S., Purashwani, P. (2017). Impact of linear kinematic parameters on long jump performance: A three dimensional study. *International Journal of Physiology, Nutrition and Physical Education*, 2(2), 576-579.
9. Tucker, C.B., Bissas, A. i Merlino, S. (2019). *Biomechanical Report for the IAAF World Indoor Championships 2018: Long Jump Men*. Birmingham, UK: International Association of Athletics Federations





## 2. dio

**Dijagnostika specifičnih  
kondicijskih sposobnosti**

**Diagnostics of specific  
fitness levels**

# PROMJENE U HORIZONTALNOJ I VERTIKALNOJ KOMPONENTI LINEARNE KOLIČINE GIBANJA U IZVEDBI RAZLIČITIH VRSTA SALTA NATRAG

**Željko Hraski**

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Akrobatska serija koja uključuje zalet, rondat (premet strance s okretom) i premet natrag, jedna je od rijetkih serija elemenata koji se mogu vidjeti u svakoj vježbi na tlu i u muškoj i u ženskoj sportskoj gimnastici. Također, rondat se često može vidjeti i na gredi, a koristi se i kao naskok na dasku za preskoke visokih težinskih vrijednosti.

Popularnost ove serije elementa leži u činjenici da je to najefikasniji način transformacije kretanja prema naprijed (zaleta) u odraz prema natrag. Naime, odrazom prema natrag, koji se nastavlja na neko prethodno linearno kretanje, moguće je postići veće visine leta i veće momente impulsa (rotacije) nego iz odraza prema naprijed. Pri tome, brojni autori (Huang i sur., 1990; Hong i Bruggemann, 1993; Brueggemann, 1994; Hraski, 2002; King i Yeadon, 2004; Hraski i Mejovšek, 2004; Mkaouer i sur., 2013; Banerjee i sur., 2014; Hraski, 2014; Hraski i Dragičević, 2021) slažu se da je tijekom izvedbe salta trajektorija CT gimnastičara u osnovi determinirana brzinom, prosječnom silom odraza, trajanjem odraza i masom gimnastičara.

Uzevši u obzir sve navedeno očigledno da je u razmatranju efikasnosti izvedbe salta značajnu ulogu ima ukupna količina gibanja ( $p$ ) na kraju odraza za salto. Obzirom na strukturu gibanja akrobatske serije koja završava nekim od oblika salta natrag, pri čemu je u odnosu na smjer gibanja bočno gibanje zanemarivo ( $p_x$ ), za analizu efikasnosti odraza za salto najzanimljivije su horizontalna ( $p_x$ ) i vertikalna ( $p_y$ ) komponenta ukupne količine gibanja.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi međusobne relacije promjena horizontalne i vertikalne komponente količine gibanja tijekom izvedbe tri varijante salta natrag.

## 2. METODE RADA

Gimnastičar čije su izvedbe salta natrag snimljene za potrebe ovog istraživanja višestruki je državnik prvak u vježbama na tlu, visok 173 cm i težak 70 kg. U vrijeme akvizicije podataka bio je u dobroj natjecateljskoj formi. Na posebno organiziranom treningu izveo je po 10 zgrčenih, pruženih i dvostrukih zgrčenih salta natrag. Sva salta izvedena su iz klasične akrobatske serije koja se sastoji od zaleta, rondata i premeta natrag. Akvizicija podataka izvršena je sa 5 kamera koje su pokrivala kompletnu seriju izvedenih elemenata. Digitalizacija i procesiranje podataka izvršena je sustavom APAS. Za analizu relacija promjena referentnih točaka horizontalne i vertikalne komponente količine gibanja, odnosno utjecaj tih promjena na osnovne varijable parabole salta, korišten je program STATISTICA.

## 3. REZULTATI I RASPRAVA

Količina gibanja ( $p$ ) nekog tijela je vektorska fizikalna veličina koja opisuje gibanje tijela, a definirana je umnoškom mase ( $m$ ) i brzine tijela ( $v$ ), a prema smjeru i orijentaciji jednaka je smjeru i orijentaciji brzine:

$$p = m v \text{ (kg * m /s)}$$

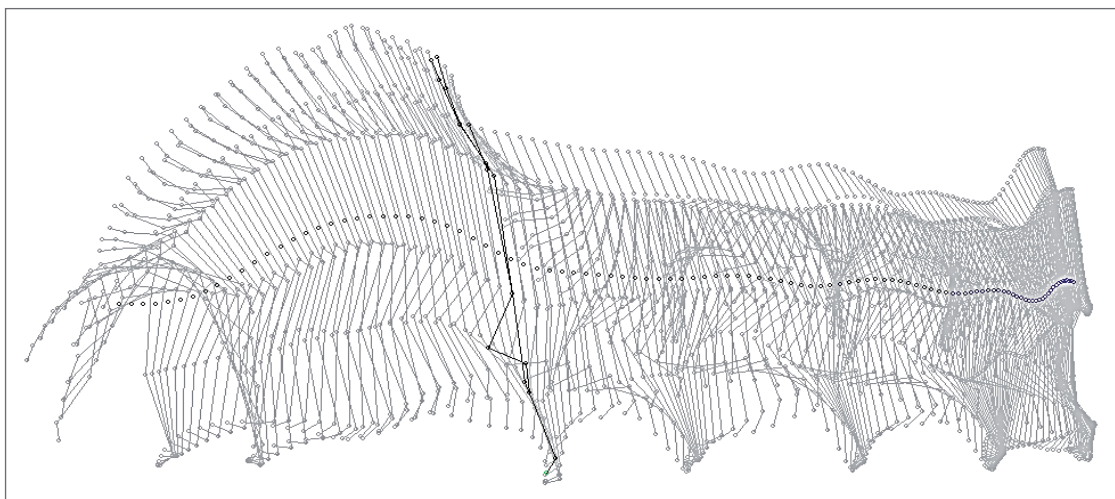
U tome smislu, ukupna količina gibanja može se razdvojiti na vektorske komponente, pa tako kod trodimenzionalnog kretanja nekog tijela u kojemu je koordinacijski sustav obilježen smjerovima x, y i z, može se analizirati svaka od komponenti zasebno:

$$p_x = m v_x \quad p_y = m v_y \quad p_z = m v_z$$

odnosno

$$p = p_x + p_y + p_z = mv_x + mv_y + mv_z$$

Generiranje linearne količine gibanja započinje zaletom. Prilikom svakog kontakta s podlogom kreira se impuls sile te stoga u svakom koraku gimnastičari nastoje stopala postaviti neznatno ispred tijela kako bi u prvom kontaktu stopala s podlogom minimizirali silu reakcije podloge u smjeru suprotnom od smjera kretanja. Posljedica toga je da horizontalna komponenta količine gibanja ( $p_x$ ) progresivno raste iz koraka u korak (Grafikon 1, RT 1-4), da bi maksimum od 320,6 kg\*m/s za zgrčeni (ZGR), 334,6 kg\*m/s za pruženi (PRU) i 368,9 kg\*m/s za dvostruki zgrčeni salto (DVO), dostigla na kraju odraza u poskok (RT 5) za rondat (Slika 1). Ovi maksimumi posljedica su činjenice da je korak prije odraza u poskok najkraći, što omogućava smanjenje kuta CT u odnosu na podlogu te tako, posljedično i veći odrazni impuls u smjeru kretanja, odnosno veću horizontalnu komponentu količine gibanja.

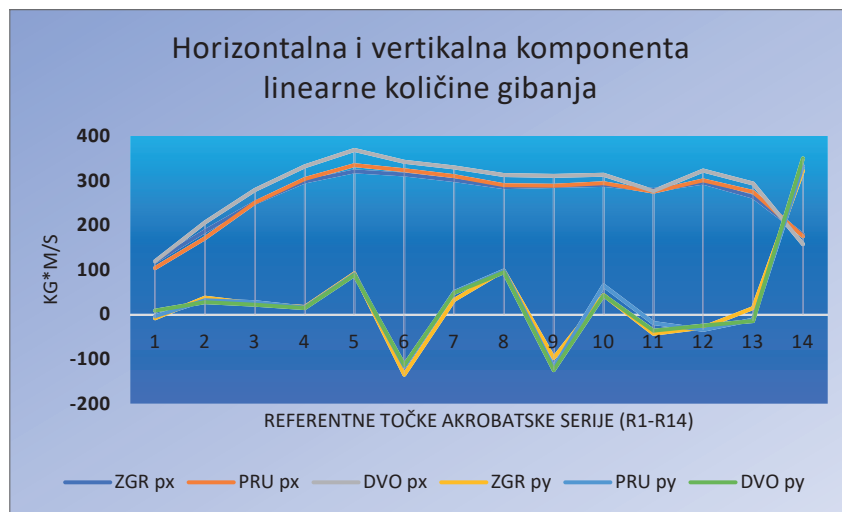


**Slika 1.** Odras u poskok za rondat (FR 5)

Nakon toga  $p_x$  počinje opadati, prvo nešto znatnije, u trenutku doskoka iz poskoka (RT 6), odraza iskočnom nogom (RT 7) i odriva rukama od podloge tijekom izvođenja rondata (RT 8). Naime, obzirom da je poskok nizak i dug, te da je prije toga generirana znatna količina  $p_x$ , u trenutku doskoka iz poskoka jedan dio  $p_x$  se transformira u moment impulsa, tj. u rotaciju, što se nastavlja i kroz prvi dio izvedbe rondata. Nakon toga, za vrijeme izvođenja odraza u premet premeta natrag (RT 9-10)  $p_x$  se održava u sličnim vrijednostima. Do ponovnog nešto značajnijeg pada  $p_x$  dolazi u prvom kontaktu rukama sa podlogom kod premeta natrag (RT 11). To je posljedica nešto daljeg postavljanja ruku u odnosu na projekciju CT na podlogu, što izaziva pojavu značajnije sile reakcije podloge u smjeru suprotnom od smjera kretanja.

Odrivom iz premeta (RT 12)  $p_x$  ponovo značajnije raste, da bi se nakon toga počela naglo smanjivati za vrijeme odraza za salto (RT 13-14), te na kraju odraza iznosi 178,5 kg\*m/s za zgrčeni (ZGR), 175,7 kg\*m/s za pruženi (PRU) i 157,5 kg\*m/s za dvostruki zgrčeni salto (DVO). Ovako značajan pad horizontalne količine gibanja posljedica je dosta niskog kuta CT u trenutku prvog kontakta stopalima s podlogom (61°-64°), čime su se stekli uvjeti za pojavu značajne sile reakcije podloge u smjeru suprotnom od smjera kretanja.

Vertikalna komponenta linearne količine gibanja ( $p_y$ ) pokazuje oscilacije tijekom odraza iz prva četiri koraka zaleta (Grafikon 1, RT 1-4), da bi svoje prvo značajnije povećanje vrijednosti od 91,7 kg\*m/s za zgrčeni (ZGR), 90,3 kg\*m/s za pruženi (PRU) i 88,2 kg\*m/s za dvostruki zgrčeni salto (DVO), dostigla na kraju odraza u poskok (RT 5) za rondat (Slika 1).

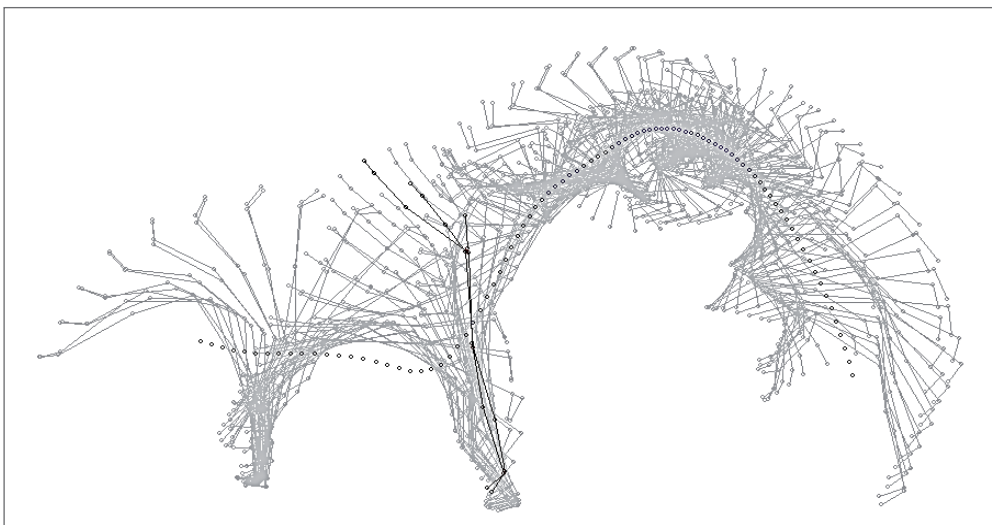


**Grafikon 1.** Komponente ( $p_x$ ,  $p_y$ ) linearne količine gibanja u referentnim točkama (RT) 1-14

Ovo značajnije povećanje posljedica je povećanja impulsa sile na kraju odraza, neophodnog za izvedbu poskoka. Kod toga je evidentno da je najniža vrijednost  $p_y$  evidentirana kod DVO, upravo sa ciljem da se što manji dio horizontalne komponente ukupne količine gibanja pretvori u vertikalnu, odnosno da taj poskok bude što niži i što duži.

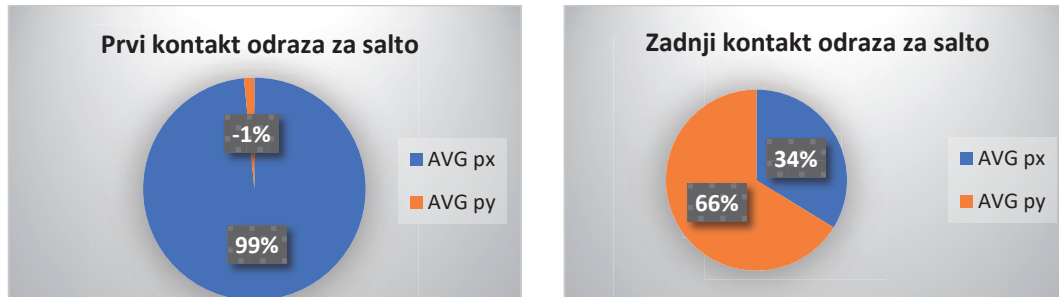
Nakon toga, u drugom dijelu poskoka,  $p_y$  počinje naglo opadati, da bi u trenutku doskoka iz poskoka (RT 6) dosegla i svoju najnižu vrijednost u cijeloj akrobatskoj seriji. Slijedi značajan porast vrijednosti  $p_y$  u trenutku odraza iskoračnom nogom (RT 7), pa svoju drugu vršnu vrijednost doseže u odrivu (RT 8). Naime, tijekom izvedbe rondata dešava se ključni dio transformacije kretanja prema naprijed u kretanje prema natrag, gdje je neophodno dio horizontalne količine gibanja pretvoriti u vertikalnu, odnosno u moment impulsa (rotaciju).

Potom  $p_y$  opet naglo opada i svoju drugu vršnu minimalnu vrijednost postiže u prvom kontaktu odraza za premet (RT 9). Ovaj nagli pad  $p_y$  je, kao i u prethodnom slučaju postizanja minimalne vršne vrijednosti, posljedica djelovanja gravitacije, odnosno drugog dijela faze leta iz rondata. Tijekom odraza u premet  $p_y$  zbog sile reakcije podloge ponovo raste i treću vršnu vrijednost postiže na kraju samog odraza (RT 10). Do ponovnog nešto značajnijeg pada  $p_y$  dolazi u prvom kontaktu rukama sa podlogom kod premeta natrag (RT 11), nakon čega, kroz odriv iz premeta (RT 12), počinje blago rasti do prvog kontakta u odrazu za salto. Nagli porast  $p_y$  evidentiran je za vrijeme odraza za salto (RT 13-14), te na kraju odraza (Slika 2) iznosi 322 kg\*m/s za zgrčeni (ZGR), 331,8 kg\*m/s za pruženi (PRU) i 350 kg\*m/s za dvostruki zgrčeni salto (DVO).



**Slika 2.** Odras u salto (FR 14)

Gledajući prosječne vrijednosti  $p_x$  i  $p_y$  za sve tri varijante izvedenih salta (Grafikon 2), evidentno je da se je  $p_x$  kroz odraz smanjio za 65 %, a  $p_y$  povećao za 67 %. Ovaj nagli porast  $p_y$  posljedica je transformacije horizontalne u vertikalnu količinu gibanja nastale kroz odrazni impuls sile.



**Grafikon 2.** Komponente ( $p_x$ ,  $p_y$ ) u odrazu za salto (RT 13-14)

#### 4. ZAKLJUČAK

Akrobatske serije koje uključuju zalet, rondat, premet natrag i neku od varijanti salta natrag osnova su vježbi na tlu u muškoj i ženskoj sportskoj gimnastici. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi međusobne relacije promjena horizontalne i vertikalne komponente količine gibanja tijekom izvedbe tri varijante salta natrag. Dobiveni rezultati pokazali su da se maksimum horizontalne komponente ukupne količine gibanja, koja prema prethodnim istraživanjima značajno utječe na visinu i na prosječni moment impulsa, postiže nakon odraza u poskok koji prethodi rondatu. Uz određene oscilacije vertikalne komponente uzrokovane uzlaznim i silaznim fazama leta kroz poskok, rondat i premet natrag, konačni transfer horizontalne u vertikalnu komponentu ukupne količine gibanja događa se za vrijeme odraza u salto, od prvog kontakta pa do konačnog odvajanja stopalima od podloge.

#### 5. LITERATURA

1. Banerjee, A, Ghosh, S. i Bhowmick, S. (2014). A Kinematic Study of Back Tuck Somersault Take off Following Round off on the Floor Exercise. *Journal of Education and Practice*, Vol.5, No.37, 51-53.
2. Brueggemann, G. P. (1994). Biomechanics of gymnastic techniques. *Sport Science Review*. 3, (2).
3. Hong, Y. and G. P. Bruggemann (1993). The Mechanism of Twisting Somersault and its Application on Gymnastics Practice. In: Conference Proceedings of the First *International Conference on Biomechanics in Gymnastics* (ed. G.P. Bruggemann and J. K. Ruhl), pp. 357-366. Cologne: Bundesinstitut für Sportwissenschaft.
4. Hraski, Ž. (2002). Correlation between selected kinematic parameters and angular momentum in backward somersaults. *Proceedings of the 20<sup>th</sup> International Symposium on Biomechanics in Sports*; pp. 167 – 170.
5. Hraski, Ž. and Mejovsek M. (2004). Production of Angular Momentum for Backward Somersault. In: Hamza MM, editor. *Biomechanics, IASTED International Conference on Biomechanics*, Honolulu, Hawaii, USA, pp. 10-13
6. Hraski, Ž. (2014). Functional relationship among kinematic and kinetic parameters of backward somersault. In *D. Milanović & G. Sporiš (Eds.) Proceedings - 7<sup>th</sup> International Scientific Conference on Kinesiology*, Opatija, 2014 (pp. 146-149). Zagreb: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb.
7. Hraski, Ž., and Dragičević, S. (2021). Comparative kinematic analysis of run-up and hop in a preparatory acrobatics series for backward somersaults. In *S. Šalaj & D. Škegro (Eds.), Proceedings - 9<sup>th</sup> International Scientific Conference on Kinesiology*, Opatija, 2021 (pp. 125-128). Zagreb: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb.
8. Hwang, I., Seo, G. and Liu, Z. (1990). Takeoff Mechanics of the Double Backward Somersault. *International Journal of Sport Biomechanics*. Vol. 6 Issue 2, 177-186.
9. King M. and Yeadon MR. (2004). Maximising somersault rotation in tumbling. *Journal of Biomechanics*, 7 (4):471-7
10. McNitt-Gray, J. L. (2001). Impulse generation during jumping and loading movements. In *John R. Blackwell, and R. H. Sanders (Eds), Proceedings from 19 International Symposium on Biomechanics in Sports*, 95-99. University of San Francisco.
11. Mkaouer B, Jemni M, Amara S, Chaabène H. and Tabka Z. (2013). Kinematic and kinetic analysis of two gymnastics acrobatic series to performing the backward stretched somersault. *Journal of Human Kinetics*, 5;37, 17-26.

# UTVRĐIVANJE VERTIKALNOG PROFILA ODNOSA SILE I BRZINE S BUČICAMA KOD STUDENTICA

Karla Starčević, Jere Gulin, Vlatko Vučetić  
Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

Analizirajući strukturu timskih sportova, vidljivo je da su balistički pokreti zastupljeni u svim sportovima te često sportaš mora kretanju odraditi što je moguće brže i „eksplozivnije“ kako bi izvedba bila učinkovita (Samozino i ostali, 2010). Jedna od najčešćih kretnji takvog oblika je vertikalni skok. Dominantnu ulogu u dijagnostici izvedbe vertikalnog skoka zauzimaju standardizirani protokoli kao što su skok bez pripreme (eng. *squat jump*) i skok s pripremom (eng. *countermovement jump*). Ne postoje definirane vrijednosti koje sportaš treba postići između skoka bez pripreme i s pripremom, kada je premali razmak možemo reći da sportašu nedostaje dovoljno iskorištavanja elastične energije u mišićima, a kada je razlika prevelika mišići su opušteni i ne mogu proizvesti veliku silu (Van Hooren & Zolotarjova, 2017). S obzirom da se cilj većine dijagnostičkih postupaka očitava kroz dva principa, određivanja stanja treniranosti te određivanje polazišne metodičke točke za planiranje budućih treninga, prethodno spomenuti skokovi imaju određena ograničenja. Vertikalni profil odnosa sile i brzine (eng. *FVP – force velocity profile*) već dugi niz godina zauzima vrlo važno mjesto u sportskoj dijagnostici jer pruža precizniju informaciju na koji način programirati trening vertikalnih skokova.

Profil se temelji na odnosu sile i brzine u izvođenju maksimalne izvedbe vertikalnog skoka donjih ekstremiteta (Morin & Samozino, 2016). Primarni cilj određivanja vertikalnog profila odnosa sile i brzine je određivanje deficita u sili ili brzini kod izvođenja vertikalnih skokova (Morin & Samozino, 2016). U seminalnoj studiji predstavljeno je određivanje FVP-a kroz zadana opterećenja koja su najčešće korištena i najoptimalnija od 0, 15, 30, 45 i 60% od tjelesne mase, no trener može sam birati opterećenja s kojima će sportaš raditi profiliranja s tim da zadnje opterećenje mora biti zadano tako da s njim sportaš može skočiti više od 10cm (Morin & Samozino, 2016). Izvodi se na način da ispitanici izvode vertikalne skokove bez pripreme (eng. *Squat jump*) sa šipkom na leđima i sa svakim opterećenjem izvode 3 maksimalna skoka gdje odnos natkoljenice i potkoljenice mora biti 90 stupnjeva te se rezultati unose u proračunsku tablicu koja automatski određuje profiliranje (Samozino i ostali, 2008).

Kod timskih sportova određivanje FVP trenerima uvelike olakšava posao jer mogu individualno odrediti potencijalne deficite kod igrača i igračica te precizno isplanirati trening. Ovisno o vrsti timskog sporta, u nekima se manifestira više vertikalnih skokova npr. u košarci dok kod nekih manje. Globalno gledajući određivanje FVP-a u nogometu, odbojci, košarci i rukometu vrlo važan i kondicijski treneri imaju velike koristi. Kod nogometašica je utvrđen vertikalni i horizontalni FVP te njihova povezanost u nogometnoj izvedbi kroz individualan prikaz većina nogometašica je bila u deficitu sa brzinom kod izvođenja vertikalnog profila (Manson i ostali, 2021). Kod rukometašica i odbojkašica profiliranjem je utvrđeno da je određivanje FVP koristan dijagnostički alat za trenere kod optimizacije treninga snage i dizajniranje intervencije treninga na temelju individualnih potreba svakog sportaša (Petridis i ostali, 2021).

Cilj ovog istraživanja je utvrditi vertikalni profil sile i brzine pomoću bučica kod žena koje se bave timskim sportovima.

## 2. METODE RADA

U istraživanju je sudjelovalo 11 studentica Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, sve ispitanice se bave timskim sportovima: odbojka, rukomet, košarka i nogomet. Mjerenje vertikalnog profila odnosa sile i brzine odvijalo se u dvorani Sportsko dijagnostičkog centra Kineziološkog fakulteta Sveučilišta

u Zagrebu. Ispitanice su u jednom navratu došle na testiranje te su upućene da 24h prije mjerenja ne rade nikakvu visoko intenzivnu tjelesnu aktivnost. Prije samog testiranja ispitanicama je izmjerena dužina noge te visina kukova u poziciji čučnja s odnosom od 90 stupnjeva natkoljenice i potkoljenice, početna pozicija je prikazana na slici 1. Nakon toga ispitanice su krenule u protokol zagrijavanja koji je trajao 10 minuta. Ispitanice su izvodile vertikalne skokove (skok bez pripreme) s opterećenjima od 0, 10, 20, 30 i 40% svoje tjelesne težine te su sa svakim opterećenjem izvele 3 ponavljanja s pauzama od minimalno 90 sekundi.



**Slika 1.** Početna pozicija izvođenja vertikalnog profila sile i brzine s bučicama

**Tablica 1.** prikaz varijabli koje su korištene

Kratice	Naziv varijable	mjerna jedinica
TV	tjelesna visina	m
DN	dužina noge	m
Hi	visina kukova u početnoj poziciji izvedbe skoka	m
TM	tjelesna masa	kg
PM	postotak masti	%
F0	teoretska maksimalna sila u koncentričnoj fazi skoka	N/kg
V0	teoretska maksimalna brzina u koncentričnoj fazi skoka	m/s
Pmax	maksimalna snaga na temelju F-V odnosa	w/kg
Svf	indeks omjera sile i brzine	N.s/m/kg
Svfopt	optimalni odnos sile i brzine	N.s/m/kg
FVimb	odstupanje od optimalnog odnosa sile i brzine	%

### 3. REZULTATI

**Tablica 2.** prikaz deskriptivnih pokazatelja varijabli

	AS±SD	MIN	MAX	RASPON
DOB (god)	22,7±1,8	19,0	26,0	7,0
TV (cm)	166,4±7,1	153,7	179,5	25,8
TM (kg)	61,4±7,3	45,2	70,0	24,8
PM (%)	17,4±4,4	12,5	26,1	13,6
F0 (N/kg)	33,5±3,6	30,0	41,8	11,8
V0 (N/kg)	2,0±0,2	1,7	2,3	0,6
Pmax (W/kg)	16,3±1,9	13,1	19,0	5,9
Sfv (N.s/m/kg)	17,4±3,2	-23,2	-13,4	9,8
Svfopt (N.s/m/kg)	15,0±0,7	-15,8	-13,7	2,1
FVimb (%)	116,1±19,1	89,0	153,0	64,0
Fvimb (%)	18,1±17,0	2,0	53,0	51,0

#### 4. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Rezultati upućuju da je većina ispitanica bila u deficitu s brzinom. Samo jedna ispitanica je bila u deficitu sa silom prilikom izvođenja vertikalnih skokova s opterećenjem. Tri ispitanice su bile vrlo blizu optimalnog profila uz odstupanja od 2 do 5% dok su ostale ispitanice odstupale od 10 do 53%. Generirana sila je velika, ali je proizvedena s premalom brzinom. Postoji više mogućih razloga, primjerice, ispitanice su po prvi puta izvodile vertikalne skokove s bučicama pokraj tijela. To se pokazalo kao veliki izazov za njih iz razloga što su bučice u svakoj ruci dva zasebna elementa koja je potrebno kontrolirati tijekom izvođenja vertikalnih skokova. U tome slučaju, na izvedbu takvog skoka uvelike utječe simetričnost razine snage i jakosti s obje strane tijela. Kako bi mogli tehnički pravilno izvoditi vertikalne skokove s velikim opterećenjima jedna o bitnih stavki je balans između mišića s jedne i druge strane tijela te pravilna aktivacija mišića kod vertikalnih skokova (Pandy & Zajac, 1991). Kontrola vertikalnog skoka s bučicama pokraj tijela kreće od mišića trupa i ruku, a veliku ulogu u samoj kontroli imaju mišići nogu s čijom aktivacijom krećemo u izvođenje vertikalnog skoka. Vjerojatan razlog za slabiju razinu kontrole bučica je niža razina iskustva u ovakvom obliku skokova. Drugi razlog koji je doveo do ovakvih rezultata je taj što su u ovom istraživanju sudjelovale studentice koje više nisu u profesionalnom sportu, dok su u većini dosadašnjih istraživanja mjerenja odrađena na profesionalnim sportašicama. Treći razlog dobivenih rezultata može biti u metodološkom pristupu kod samih definiranja težina i prilikom unošenja podataka u proračunsku tablicu pošto nema dosadašnjih istraživanja određivanja FVP-a s bučicama. Analiza vertikalnog profila sile i brzine kod balerina je ukazala na suprotne rezultate, odnosno primjetno odstupanje od optimalnog profila je u smjeru sile (Escobar Álvarez i ostali, 2020). Istraživanje se radilo na profesionalnim balerinama koje su podijeljene u 4 skupine po disciplinama. Svaki sport u sebi ima svoje najvažnije komponente pa tako i balerine imaju jako puno balističkih elemenata u svojoj izvedbi kao što su okreti i skokovi što su i rezultati profiliranja pokazali (Escobar Álvarez i ostali, 2020). Ovim radom možemo vidjeti kako kod profesionalnih sportašica istog sporta možemo dobiti „čistije“ rezultate FVP-a.

Dakle, može se zaključiti da se bučice mogu koristiti kao alat prilikom izvođenja vertikalnog profila odnosa sile i brzine, no, nemamo istraživanja koja ukazuju na pouzdano utvrđivanje FVP-a s bučicama te moramo obratiti pažnju na to prilikom analiziranja rezultata. Bučice kao alat su puno lakše prenosive, jednostavnije i jeftinije za koristiti te kada bi se utvrdila njihova pouzdanost u određivanju vertikalnog profila odnosa sile i brzine treneri bi s manje sredstava i s manje njihovog napora u pripremi testiranja mogli određivati profiliranja sportaša. Kada se izvode profiliranja sa šipkom s velikim opterećenjima potrebno nam je više asistenata jer je puno opasnije izvoditi skokove s 60% svoje tjelesne mase sa šipkom na leđima nego s bučicama pokraj tijela i ono zahtjeva veću opreznost samih ispitivača. Upravo zbog tog razloga odrađeno je testiranje s bučicama kako bi vidjeli koliko ova metoda određivanja vertikalnog profila odnosa sile i brzine ima smisla te koliko je jednostavna za korištenje i koliko samo iskustvo i poznavanje vertikalnih skokova može utjecati na profiliranja.

Ovim istraživanjem je prikazana nova dimenzija utvrđivanja vertikalnog određivanja odnosa sile i brzine te se otvara zanimljivo znanstveno područje za buduća istraživanja. U sljedećim istraživanjima potrebno je veću pažnju posvetiti tehnici izvođenja vertikalnih skokova i iskustvu ispitanika u izvođenju vertikalnih skokova. Ukoliko ispitanice nemaju nikakvog iskustva u skokovima sa bučicama, potrebno je provesti trening učenja tehnike skokova bez pripreme s opterećenjem prije samog testiranja. Najvažniji korak u budućim istraživanjima je usporedba određivanja vertikalnog profila odnosa sile i brzine s bučicama sa izvođenjem vertikalnog profila odnosa sile i brzine sa šipkom na leđima te utvrditi pouzdanost samog izvođenja s bučicama kroz test-retest metodu.

#### 5. LITERATURA

1. Escobar Álvarez, J. A., Reyes, P. J., Pérez Sousa, M. Á., Conceição, F., & Fuentes García, J. P. (2020). Analysis of the Force-Velocity Profile in Female Ballet Dancers. *Journal of dance medicine & science : official publication of the International Association for Dance Medicine & Science*, 24(2), 59–65.
2. Manson, S. A., Low, C., Legg, H., Patterson, S. D., & Meylan, C. (2021). Vertical Force-velocity Profiling and Relationship to Sprinting in Elite Female Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 42(10), 911–916.
3. Morin, J. B., & Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 267–272.



4. Pandy, M. G., & Zajac, F. E. (1991). Optimal muscular coordination strategies for jumping. *Journal of Biomechanics*, 24(1), 1–10.
5. Petridis, L., Pálinkás, G., Tróznai, Z., Béres, B., & Utczás, K. (2021). Determining strength training needs using the force-velocity profile of elite female handball and volleyball players. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 16(1), 123–130.
6. Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2008). A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *Journal of Biomechanics*, 41(14), 2940–2945.
7. Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2010). Jumping ability: A theoretical integrative approach. *Journal of Theoretical Biology*, 264(1), 11–18.
8. Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). The Difference between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms with Practical Applications. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 2011–2020.

# ANTROPOLOŠKE RAZLIKE MLADIH HRVATSKIH RUKOMETNIH REPREZENTATIVACA: KADETI I MLAĐI KADETI

Branimir Šola, Matilda Šola

Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

Različiti sportovi zahtijevaju drugačije fizičke i morfološke karakteristike kako bi performanse bile na vrhunskoj razini (Karaba Jakovljević i sur., 2016). Rukomet je dinamična ekipna igra u kojoj se izmjenjuju visoko intenzivni i nisko intenzivni intervali koji od sportaša zahtijevaju razne tehničke sposobnosti, taktičko razumijevanje, fizičke performanse i specifične antropološke karakteristike (Kruger i sur., 2014). Vodeći ljudi u svijetu rukometa koji rade na unaprjeđenju igre svake godine dodaju ili mijenjaju postojeća pravila, a sve to s ciljem povećanja atraktivnosti i brzine igre. U skladu sa novim zahtjevima sporta potrebno je i prilagođavati igračke karakteristike.

Budući da nova pravila iz godine u godinu ubrzavaju rukometnu igru tako se i mijenjaju zahtjevi za sportaše. Studije koje su objavljene govore nam kako su za rukometaše najbitnije sposobnosti izdržljivost, sprint, skok i brzina udarca (Kruger i sur., 2014). U rukometu razlikujemo sljedeće igračke pozicije: golmani, krilni igrači, vanjski igrači i centralni igrači (pivoti). Svaka od navedenih pozicija ima svoje specifične zahtjeve i kretnje sa različitim brojem i intenzitetom sprintova, skokova, akceleracija, deceleracija i kontakata. U skladu s gore navedenim potrebno je saznati razlike između pojedinih kategorija u sposobnostima koje su najbitnije za rukometaše.

Također, postoje studije koje su uspoređivale razlike između morfoloških karakteristika sportaša različitih razina igranja (Massuça & Fragoso, 2015). Zanimljivo je kako su razlike u sprintu između igrača prve i treće Njemačke lige na strani igrača koji igraju niži rang natjecanja (Fieseler i sur., 2017).

Istraživanja vezana uz dobne razlike pokazala su kako postoje statistički značajne razlike između U13 i U15 mladih rukometaša u testovima skokova i sprintova, ali ne postoji značajna razlika između te dvije skupine ispitanika kada su u pitanju testovi za promjenu smjera kretanja (Fernandez-Fernandez i sur., 2020).

Nedovoljan broj istraživanja bavio se usporedbama između mladih rukometaša u različitim sposobnostima. Profiliranje igrača, uočavanje njihovih prednosti i nedostataka u pojedinoj dobi može biti ključ u planiranju i programiranju dugoročnog procesa razvoja funkcionalnih i motoričkih sposobnosti. S tim u svezi, cilj ove studije bio je produbiti znanje o razlikama u sposobnostima mladih Hrvatskih reprezentativaca razvrstanih u dvije dobne skupine (U15 i U17). Očekuje se kako će se pokazati statistički značajne razlike u odabranim testovima za procjenu motoričkih sposobnosti između navedene dvije skupine igrača.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

U istraživanju je sudjelovalo 39 rukometaša raspoređenih u dvije dobne skupine. 19 ispitanika bili su kadeti (U17), a 20 ispitanika bili su mlađi kadeti (U15). Obje navedene skupine su Hrvatski reprezentativci, a testirani su istom baterijom testova sa istim protokolom zagrijavanja kroz dva dana za vrijeme reprezentativnog okupljanja.

Nakon provedenog sveobuhvatnog zagrijavanja i razgibavanja ispitanici su proveli protokol testiranja sljedećim redoslijedom. Prvo su pristupili testiranju eksplozivne jakosti tipa skoka, zatim su pristupili testiranju eksplozivne jakosti tipa sprinta, nakon toga napravili su test eksplozivne jakosti tipa bacanja, te su potom odradili test izdržljivosti za procjenu aerobnih kapaciteta.

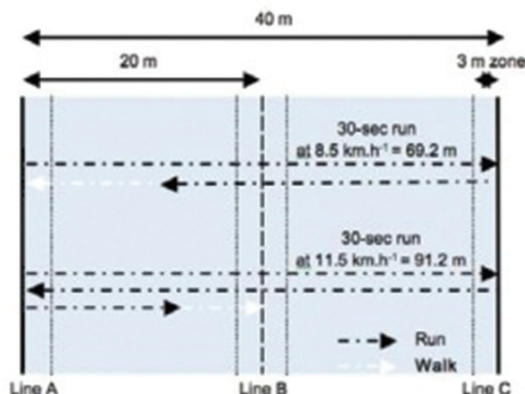
## 2.2. MJERNI INSTRUMENTI

Test za procjenu eksplozivne jakosti tipa skoka koji smo koristili bio je skok sa zamahom (SSZ) i dubinski skok s 30 cm visine (DS30). Obje varijante skokova mjerene su Optojump Next uređajem od Microgate-a. SSZ se izvodio iz mjesta uz maksimalan odraz i zamah ruku s ciljem ostvarivanja maksimalne visine skoka. DS30 se izvodio sa povišenja od 30 cm nakon čega je ispitanik radio sunožni saskok pa odmah zatim maksimalan odraz i zamah ruku s ciljem postizanja maksimalne visine skoka. Svaki od skokova ispitanik je ponovio 2 puta, a najbolji rezultat bio je korišten za analizu.

Procjena eksplozivne jakosti tipa bacanja radila se kroz test bacanja medicinke od 3 kg preko glave (BMPK). Test se izvodio na način da su ispitanici stajali leđima okrenuti prema prostoru gdje su bacali medicinku. Pokret bacanja izvodili su spuštanjem u blagi čučanj i pretklon trupa nakon čega je uslijedilo brzo i eksplozivno opružanje i bacanje medicinke preko glave iza sebe s obje ruke. Mjeritelj je pratio let lopte te uz pomoć centimetarske vrpce duge 30 m mjerio daljinu izbačaja. Ispitanici su mogli nakon izbačaja napraviti prijestup. Svaki ispitanik ponavljao je bacanje 3 puta s pauzom od 1 minute nakon svakog bacanja. Za analizu je korišten najbolji rezultat koji je ispitanik postigao.

Nakon testa bacanja uslijedilo je dodatno zagrijavanje svih ispitanika i priprema za test sprinta na 20 m (S20). Ispitanici su odradili lagano trčanje 5 min te školu trčanja na dionici od 5 m. Svi ispitanici su odradili i progresivna ubrzanja do 80 % na dionici od 30 m. Ispitanici su jasno upućeni u način provedbe testa te im je rečeno da se od njih očekuje maksimalan angažman kako bi dionicu od 20 m prošli u što kraćem vremenu. Startna pozicija bila je udaljena 20 cm od prve ćelije koja je registrirala početak sprinta. Za potrebe testa ćelije su postavljene na 4 mjesta. Početna ćelija na nultom metru, druga ćelija na 5 m, treća ćelija na 10 m i 4 ćelija na 20 m. Svaki ispitanik proveo je test 3 puta a za potrebe istraživanja koristio se najbolji rezultat. Pauza između sprintova bila je 2 min. Rezultati koji su se dobili bili su 20 m sprint i prolazna vremena na 5 i 10 metara te dionica od 10tog do 20tog metra (S20, S0-5, S0-10, S10-20). Vrijeme dionice od 10tog do 20tog metra korišteno je za izračun maksimalne brzine trčanja ( $maxV$ ) prema formuli  $maxV = \frac{s}{t}$ .

Po završetku testa sprinta na 20 m uslijedila je pauza od 7 minuta, a potom se pristupilo provođenju testa izdržljivosti 30:15 Intermittent Fitness Test (IFT). Za vrijeme pauze svim ispitanicima jasno je objašnjen test koji će provoditi. 30-15 intermittent fitness test sastoji se od 30 sekundi kretanja koji se isprepliću sa 15 sekundi aktivnog oporavka. Početna brzina iznosi 8km/h za prvih 30 sekundi trčanja, a brzina se povećava za 0,5km/h svakih 45 sekundi. Od ispitanika se zahtijevalo da trče između dvije linije udaljene 40 metara (linija A i linija C) tempom zadanim od strane ranije zabilježenog zvučnog signala. Svaki zvučni signal za vrijeme testa označavao je da u tom trenutku ispitanik mora biti na zadanoj liniji kako bi na vrijeme bio u zadanom prostoru koji je veličine 3 metra na svakom kraju i sredini polja. Tijekom perioda oporavka od 15 sekundi, ispitanicu su hodali prema najbližoj sljedećoj liniji. Od ispitanika se zahtijevalo da izdrže što više razina je moguće, a završetak testa označava kada ispitanik više nije u stanju održati i pratiti brzinu test te dva puta ne stigne na vrijeme u polje oko linija. Na slici 1 jasno je vidljiv raspored linija i oznaka. Rezultat se upisuje kao ona razina koju je ispitanik uspio do kraja istrčati (Buchheit, 2008).



Slika 1. Slikoviti prikaz testa i oznaka na terenu (Buchheit, 2008)

### 2.3. METODE OBRADJE PODATAKA

Program Statistica 13.4 korišten je za statističku obradu podataka, a alati koji su se koristili bili su deskriptivna statistika, matrica korelacija, t-test za nezavisne uzorke ( $p < 0.05$ ) i Mann-Whitney U test za skupove podataka koji nisu pratili normalnu distribuciju.

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Iz Tablice 1 kroz deskriptivnu statistiku vidljivo je kako su se rukometaši značajno razlikovali po antropološkim karakteristikama, odnosno veliki su rasponi (min i max) u većini mjerenih varijabli.

Tablica 1. Deskriptivne karakteristike ispitanika

Varijable	Deskriptivna statistika svih grupa				
	Valid N	AS	Min	Max	Std.Dev.
SSZ	39,00	48,07	34,80	63,20	5,81
DS30	39,00	45,86	33,40	59,70	5,86
BMPG	39,00	13,71	10,20	16,60	1,53
S0-5	40,00	1,06	0,87	1,22	0,06
S0-10	40,00	1,81	1,61	2,00	0,08
S10-20	40,00	1,27	1,18	1,40	0,06
S20	40,00	3,09	2,86	3,33	0,12
MaxV	40,00	28,39	25,71	30,51	1,22
IFT	39,00	19,06	16,50	21,50	1,13

Iz matrice korelacija (Tablica 2) može se vidjeti da su rezultati u skokovima pozitivno korelirani i statistički značajni s rezultatima u sprintu (negativan predznak je zbog toga što je sprint obrnuto skalirana varijabla) i rezultatu u testu izdržljivosti (IFT). Također pozitivnu i statistički značajnu korelaciju s rezultatom u testu izdržljivosti (IFT) ima i maksimalna brzina trčanja (MaxV).

Tablica 2. Matrica korelacija

Varijable	Matrica korelacija sa statističkom značajnosti $p < ,05$ $N=39$										
	AS	St.Dev	SSZ	DS30	BMPG	S0-5	S0-10	S10-20	S20	MaxV	IFT
SSZ	48,07	5,81	1,00	0,87	0,15	-0,35	-0,38	-0,55	-0,49	0,54	0,36
DS30	45,86	5,86	0,87	1,00	0,05	-0,37	-0,42	-0,50	-0,49	0,49	0,47
BMPG	13,71	1,53	0,15	0,05	1,00	0,07	0,08	-0,08	0,01	0,07	0,04
S0-5	1,06	0,06	-0,35	-0,37	0,07	1,00	0,77	0,42	0,69	-0,42	0,06
S0-10	1,81	0,08	-0,38	-0,42	0,08	0,77	1,00	0,66	0,92	-0,66	-0,12
S10-20	1,27	0,06	-0,55	-0,50	-0,08	0,42	0,66	1,00	0,88	-1,00	-0,41
S20	3,09	0,12	-0,49	-0,49	0,01	0,69	0,92	0,88	1,00	-0,88	-0,26
MaxV	28,37	1,23	0,54	0,49	0,07	-0,42	-0,66	-1,00	-0,88	1,00	0,40
IFT	19,06	1,13	0,36	0,47	0,04	0,06	-0,12	-0,41	-0,26	0,40	1,00

T-testom za nezavisne uzorke između dvije grupe ispitanika (KAD i ML KAD) testirane su razlike u testovima motoričkih i funkcionalnih sposobnosti. Statistički značajna razlika utvrđena je u testu bacanja medicine preko glave (BMPG), sprintu od 10-og do 20-og metra (S10-20) i maksimalnoj brzini trčanja (MaxV). U sva tri navedena testa bolje rezultate je postizala starija skupina ispitanika (KAD). U ostalim sposobnostima nije pronađena statistički značajna razlika u motoričkim i funkcionalnim sposobnostima dvaju grupa ispitanika. U tablici 3 vidimo detaljan prikaz svih rezultata.

**Tablica 3.** T-test za nezavisne uzorke po grupama

Varijabla	T-test; Grupirajuće varijable KAD i ML KAD								
	AS	AS	t vrijednost	df	p	Std.Dev.	Std.Dev.	F-ratio Varijance	p varijance
	KAD	ML KAD				KAD	ML KAD		
SSZ	48,66	47,51	0,61	37,00	0,54	5,79	5,91	1,04	0,93
DS30	45,36	46,35	-0,52	37,00	0,61	5,39	6,38	1,40	0,48
BMPG	14,28	13,17	2,41	37,00	0,02	1,35	1,52	1,26	0,63
S0-10	1,83	1,79	1,50	38,00	0,14	0,07	0,09	1,78	0,22
S10-20	1,25	1,29	-2,10	38,00	0,04	0,05	0,06	1,62	0,30
MaxV	28,78	28,01	2,09	38,00	0,04	1,05	1,28	1,50	0,38
IFT	19,21	18,93	0,78	37,00	0,44	1,06	1,21	1,30	0,58

Provjeravajući normalnost distribucije varijabli utvrđeno je kako sve varijable ne prate normalnu distribuciju te je bilo potrebno provesti neparametrijski test. Mann Whitney U test korišten je za utvrđivanje razlika između kadeta i mlađih kadeta u varijabli sprinta na 5 i 20 metara (S0-5 i S20). Kao što je vidljivo u tablici 4, navedenim testom nije utvrđena statistički značajna razlika između dvije skupine ispitanika u navedenim varijablama.

**Tablica 4.** Mann-Whitney U test (neparametrijska statistika)

Varijable	Mann-Whitney U Test, statistička značajnost p <,05							
	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-value	Z adjusted	p-value	2*1sided exact p
	KAD	ML KAD						
S0-5	466,00	354,00	144,00	1,50	0,13	1,51	0,13	0,13
S20	403,00	417,00	193,00	-0,18	0,86	-0,18	0,86	0,86

Prethodno navedeni rezultati djelomično su potvrđeni i u drugim istraživanjima koja su se bavila sličnom tematikom. Kao što je bilo i očekivano statistički značajna razlika bila je vidljiva u korist starije skupine ispitanika (BMPG, S10-20, MaxV), ali ne u svim varijablama. U istraživanjima drugih znanstvenika također su se pojavljivale varijable i testovi u kojima stariji ispitanici nisu bili statistički značajno bolji od mlađe skupine ispitanika, tako je potvrđeno kako u sposobnosti promjene smjera kretanja nema statistički značajne razlike između U13 i U15 rukometaša, dok su statistički značajno različiti u apsolutnoj jakosti, dok pak u relativnoj jakosti, ta se razlika gubi (Fernandez-Fernandez i sur., 2020, 2022).

Istraživanja su potvrdila i statistički značajne razlike između više treniranih i manje treniranih rukometaša, odnosno elitna skupina rukometaša značajno se razlikuje od umjereno trenirane skupine rukometaša u morfološkim karakteristikama (Massuça & Fragoso, 2015).

Osim usporedbe U15 i U17 Hrvatske nacionalne selekcije, bilo bi zanimljivo u istim testovima usporediti i juniorsku i seniorsku Hrvatsku nacionalnu selekciju. Takva studija provedena je na Islandskim rukometašicama i pokazala je kako se A selekcija od U19 selekcije razlikuje samo u masi, skoku sa zamahom, Yo-yo testu izdržljivosti i bacanju medicinke, dok razlika između U19 i U17 nema. U15 grupa ispitanica bila je značajno različita od U17 i U19 u skoku sa zamahom i bacanju medicinke (Saavedra i sur., 2018).

U provedenom istraživanju zanimljivo je kako nije pronađena statistički značajna razlika u sprintu na 5 i 10 i 20 metara, nego samo u prolaznom vremenu između 10tog i 20tog metra (to možemo gledati kao test 10 m leteći start). Naravno, maksimalna brzina trčanja (MaxV) matematičkom je formulom povezana sa rezultatom u sprintu od 10tog do 20tog metra, tako da ne čudi statistički značajna razlika koja je utvrđena. Zanimljivo je kako je u jedinom testu u kojem je korišteno vanjsko opterećenje (medicinka od 3 kilograma) utvrđena statistički značajna razlika koja ide u korist starije skupine ispitanika (KAD).

Sva navedena saznanja mogu biti koristan alat za profiliranje igrača trenerima koji se u svom radu susreću s mladim talentiranim rukometašima. Za dodatno produbljivanje same problematike profiliranja igrača treba napraviti sveobuhvatniju studiju s više ispitanika i osim dobnih razlika potražiti i razlike po pozici-

jama jer u mnogim istraživanjima vidljive su jasne razlike u antropometrijskim i antropološkim karakteristikama (Chaouachi i sur., 2009; Fieseler i sur., 2017; Schwesig i sur., 2016). Također, potrebno je ponovno i analizirati samu rukometnu igru, ustanoviti koliko su promjena donijela nova pravila. Da li su još uvijek krilni igrači ti koji najviše trče, da li su kružni napadači i dalje najteži, da li su vanjski igrači najviši kako su neke prijašnje studije govorile (Sporis i sur., 2010). Haugen i sur. 2016 su pokazali kako pivoti pretrčavaju najmanju udaljenost za vrijeme utakmice, dok su krilni napadači ti koji imaju najviše visoko intenzivnih trčanja i sprintova. S takvim informacijama treneri bi mogli kvalitetno usmjeravati igrače i mlade sportaše te ih na neki način i modelirati u skladu sa zahtjevima modernog rukometa.

Nakon svega valja napomenuti da su gore navedeni kadeti skupina igrača koja je ostvarila zapažene uspjehe na međunarodnoj razini osvojivši EOF i srebrnu medalju na Europskom prvenstvu održanom u Hrvatskoj 2021 godine.

#### 4. LITERATURA

1. Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 365–374. www.nscj-sc.org
2. Chaouachi, A., Brughelli, M., Levin, G., Boudhina, N. B. B., Cronin, J., & Chamari, K. (2009). Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 151–157.
3. Fernandez-Fernandez, J., Granacher, U., Martinez-Martin, I., Garcia-Tormo, V., Herrero-Molleda, A., Barbado, D., & Garcia-Lopez, J. (2022). Physical fitness and throwing speed in U13 versus U15 male handball players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14(1).
4. Fernandez-Fernandez, J., Martinez-Martin, I., Garcia-Tormo, V., Garcia-Lopez, J., Centeno-Esteban, M., Pereira, L. A., & Loturco, I. (2020). Age differences in selected measures of physical fitness in young handball players. *PLoS ONE*, 15(11 November).
5. Fieseler, G., Hermassi, S., Hoffmeyer, B., Schulze, S., Irlenbusch, L., Bartels, T., Delank, K. S., Laudner, K. G., & Schwesig, R. (2017). Differences in anthropometric characteristics in relation to throwing velocity and competitive level in professional male team handball: A tool for talent profiling. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(7–8), 985–992.
6. Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2016). Physical and physiological characteristics of male handball players: influence of playing position and competitive level. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(1–2), 19–26.
7. Karaba Jakovljevic, D., Jovanovic, G., Eric, M., Klasnja, A., Slavic, D., & Lukac, D. (2016). Anthropometric characteristics and functional capacity of elite rowers and handball players. *Medicinski Pregled*, 69(9–10), 267–273.
8. Kruger, K., Kruger, K., Pilat, C., Ckert, K. U., Frech, T., & Mooren, F. C. (2014). Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 117–125. www.nscj-sc.org
9. Massaça, L., & Fragoso, I. (2015). Morphological Characteristics of Adult Male Handball Players Considering Five Levels of Performance and Playing Position. *Collegium Antropologicum*, 39(1), 109–118.
10. Saavedra, J. M., Kristjánisdóttir, H., Einarsson, I., Guðmundsdóttir, M. L., Þorgeirsson, S., & Stefansson, A. (2018). Anthropometric characteristics, physical fitness, and throwing velocity in elite women's handball teams. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(8), 2294–2301.
11. Schwesig, R., Hermassi, S., Fieseler, G., Irlenbusch, L., Noack, F., Delank, K., Shephard R., & Chelly, M. S. (2016). Anthropometric and physical performance characteristics of professional handball players influence of playing position. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(11), 1471–1478.
12. Sporis, G., Vuleta, D., Dinko, V., & Milanovc, D. (2010). Fitness Profiling in Handball: Physical and Physiological Characteristics of Elite Players. In *Collegium Antropologicum*, 34.

# RAZLIKE U OPSEGU POKRETA IZMEĐU U15 I U16 GENERACIJE KOŠARKAŠA NACIONALNE SELEKCIJE

Mateja Očić<sup>1</sup>, Vedran Dukarić<sup>1</sup>, Feng Li<sup>2</sup>, Mihaela Senjan<sup>1</sup>, Damir Knjaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Beijing Sport University, China Basketball College

## 1. UVOD

Košarka je kompleksna sportska igra te se sastoji od raznovrsnih pokreta koji uključuju skokove, okrete te promjenu smjera kretanja. S obzirom da se te aktivnosti provode brzo i eksplozivno često dolazi do pojava ozljeda mišićno-koštanog sustava (Andreoli i sur., 2018). Najčešće ozljede kod košarkaša su ozljede donjih ekstremiteta, dok se ozljede gornjih ekstremiteta ipak manje pojavljuju (npr. lakat i rame). Neovisno o pojavnosti, one značajno mogu utjecati na izvedbu igrača (Gorgun i sur., 2020). Povećanjem opsega pokreta znatno se smanjuje rizik od ozljeđivanja ligamenata i mišića te se poboljšava ukupna motorička efikasnost koja doprinosi stabilnosti lokomotornog sustava (Milanović, 2013). Opseg pokreta u pojedinim zglobovima bitan je kod nesmetanog izvođenja košarkaških elemenata kao što je izvedba skok šuta, gdje je pokretljivost u zglobu ramena važan čimbenik koji pozitivno ili negativno može utjecati na visinu i kut izbačaja lopte. Strukture zgloba koje utječu na opseg pokreta su: mišići, ligamenti, zglobna površina i čahura, krvne, žile, živci i koža. Smatra se da razlike u vrijednostima pasivnog opsega pokreta (*ROM=range of motion*) kod mladih sportaša mogu biti specifične za sport. Fleksibilnost omogućuje veći opseg pokreta, elastičnost i brže opuštanje mišića koji poboljšavaju ukupnu motoričku efikasnost košarkaša (Milanović, 2013). Povećanje opsega pokreta provedbom općeg i kombiniranog protokola zagrijavanja značajno utječe na poboljšanje ROM-a kod oba gležnja što igra ključnu ulogu u prevenciji ozljeda donjih ekstremiteta kod košarkaša (Padua i sur., 2019). Weissland i sur. (2018) istraživali su postoji li značajna razlika između dominantne i nedominantne strane u ravnoteži agonista i antagonista ramena putem izokinetičkog dinamometra. Sukladno rezultatima, odnosno definiranom izokinetičkom profilu košarkaša, preporučuje se jačanje vanjskih rotatora dominantne strane. Ozljede ramena imaju visoku prevalenciju u sportovima koji uključuju gornje ekstremitete. Intrinzični faktori, povijest ozljeda, manjak ili prekomjerni opseg pokreta i slabost mišića rotatorne manšete povećavaju buduće ozljede ramena (Tooth i sur., 2020). S obzirom na navedeno, preventivni program za ozljedu ramena trebao bi uključivati povećanje opsega pokreta, jačanje mišića rotatorne mašete i poboljšanje stabilnosti lopatice.

Niska razina fleksibilnosti povezana je s mnogobrojnim ozljedama lokomotornog sustava te je potrebno pravovremeno utvrditi asimetričnost i razlike u razini pokretljivosti kod košarkaša što je ujedno i problematika ovog rada. Cilj ovog rada je utvrditi razlike u opsegu pokreta gornjih i donjih ekstremiteta između dvije generacije mladih košarkaša nacionalne selekcije.

## 2. METODE ISTRAŽIVANJA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

U istraživanju su sudjelovala 32 mlada košarkaša nacionalne selekcije podijeljenih u dvije grupe. Prvu grupu činila je starija kadetska kategorija (U16) u kojoj se nalazilo 16 ispitanika prosječne dobi 15,98±0,28 godina, visine 194,45±7,59 cm, tjelesne mase 84,77±10,72 kg. Drugu grupu činila je mlađa kadetska kategorija (U15) u kojoj se također nalazilo 16 ispitanika prosječne dobi 15,10±0,30 godina, visine 188,79±7,44 cm, tjelesne mase 72,42±9,93 kg. Prije same provedbe istraživanja roditelji/skrbnici svakog igrača potpisali su suglasnost za sudjelovanje u istraživanju te su svi ispitanici te njihovi roditelji/skrbnici bili upoznati sa ciljem istraživanja, koristima i mogućim rizicima istraživanja.

## 2.2. UZORAK VARIJABLI

Uzorak varijabli sastojao se od 6 testova za procjenu opsega pokreta, odnosno kuta u pojedinom zglobu (maksimalni kut tijekom izvođenja predručenja lijevom i desnom rukom, maksimalni kut tijekom izvođenja odručenja lijevom i desnom rukom, maksimalni kut tijekom izvođenja prednoženja lijevom i desnom rukom). Kut u zglobovima mjerio se u stupnjevima. Svaki test se izvodio 3 puta lijevom i desnom rukom te lijevom i desnom nogom, a najbolji rezultat uzimao se za kasniju analizu.

## 2.3. OPIS MJERNOG INSTRUMENTA

Za potrebe mjerenja opsega pokreta koristio se Gyko sustav koji omogućuje objektivnu procjenu i praćenje funkcionalnosti zglobova i snage mišića tijekom rehabilitacije, ali i kod treniranja mišićno-koštanog sustava te se može smatrati objektivnom i validiranom mjerom za mjerenje opsega pokreta u kliničke svrhe (Hamersma i sur., 2020). Za vrijeme testiranja Gyko senzor je smješten na ispitaniku na lateralnoj strani nadlaktice kod izvođenja predručenja i odručenja, a kod izvođenja prednoženja smješten je na lateralnoj strani natkoljenice.

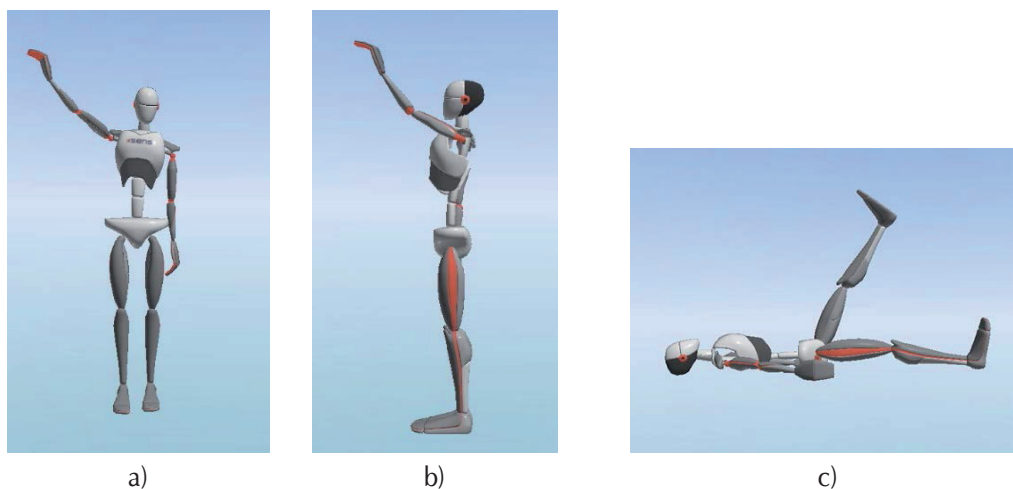


Slika 1. Gyko mjerni uređaj

## 2.4. OPIS PROTOKOLA ISTRAŽIVANJA

Istraživanje je provedeno u dvorani Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, kao dio protokola dijagnostičkih postupaka kod mladih generacija košarkaške nacionalne selekcije. Za potrebe mjerenja opsega pokreta koristio se Gyko sustav, odnosno mjerio se maksimalni kut kod predručenja, odručenja i prednoženja.

Opis zadatka: iz uspravnog stojećeg stava izvodi se maksimalno predručenje i maksimalno odručenje. Nadalje, iz ležanja na leđima izvodi se maksimalno prednoženje. Ispitanici su dobili jasnu uputu o ispravnom izvođenju testa, a ako se pojavila pojedina pogreška tijekom izvođenja (grčenje noge u zglobu koljena, grčenje ruke u zglobu lakta, kompenzacija pokreta i sl.) izvodilo se ponavljanje testa. Ispitanici su ukupno izvodili 3 ispravna ponavljanja za svaki pojedini test.



Slika 2. a) prikaz odručenja; b) prikaz predručenja; c) prikaz prednoženja.



## 2.5. METODE OBRADE PODATAKA

Za potrebe analize dobivenih rezultata koristio se programski paket STATISTICA, ver. 14.0.0.15. Za sve navedene varijable iskazani su deskriptivni statistički parametri, a razlike u opsegu pokreta (za svaku varijablu) između grupa ispitanika testirane su putem multivarijatne analize varijance (MANOVA). Rezultati su smatrani statistički značajnima uz  $p < 0,05$ .

## 3. REZULTATI I RASPRAVA

**Tablica 1.** Rezultati MANOVA-e za promatrane grupe ispitanika

	Vrijednost	F	p
<b>Wilks</b>	0,53	3,63	0,01*

Legenda: F – F-test; p – razina značajnosti razlika, \* - označene vrijednosti su statistički značajne uz  $p < 0,05$ .

U tablici 1. prikazane su razlike između grupa ispitanika za sve promatrane varijable. Multivarijatnom analizom varijance (MANOVA) utvrđena je statistički značajna razlika ( $F=3,63$ ;  $p=0,01$ ) između promatranih skupina.

**Tablica 2.** Deskriptivni statistički parametri i rezultati ANOVA-e za promatrane varijable

VARIJABLA	AS±SD		F	p
	U15	U16		
<b>Odručenje_L</b>	165,00±11,25	158,19±9,52	3,49	0,07
<b>Odručenje_D</b>	167,50±14,75	161,94±11,63	1,31	0,26
<b>Predručenje_L</b>	170,75±11,33	160,88±11,61	4,62*	0,04*
<b>Predručenje_D</b>	174,56±11,30	167,69±10,85	3,80	0,06
<b>Prednoženje_L</b>	80,63±11,31	89,63±9,77	6,52*	0,02*
<b>Prednoženje_D</b>	82,75±10,76	90,94±8,90	4,80*	0,04*

Legenda: AS – aritmetička sredina; SD – standardna devijacija; F – F-test; p – razina značajnosti razlika, \* – označene vrijednosti su statistički značajne uz  $p < 0,05$ .

U tablici 2. prikazani su rezultati MANOVA-e za testirane varijable koje su se promatrale u ovom istraživanju. Iz tablice je vidljivo kako postoji statistički značajna razlika u varijablama predručenje\_L ( $F=4,62$ ;  $p=0,04$ ), prednoženje\_L ( $F=6,52$ ;  $p=0,02$ ) i prednoženje\_D ( $F=4,80$ ;  $p=0,04$ ), dok u ostalim varijablama nije utvrđena statistički značajna razlika.

Deskriptivni pokazatelji pokazuju kako ispitanici starije kadetske kategorije (U16) imaju veći opseg pokreta u donjim ekstremitetima u odnosu na mlađu kadetsku kategoriju (U15). Ispitanici mlađe kadetske kategorije (U15) imali su bolje rezultate, odnosno veći opseg pokreta u gornjim ekstremitetima u odnosu na stariju kadetsku kategoriju (U16). S obzirom da su mobilnost zglobova i fleksibilnost mišića, odnosno općenito opseg pokreta bitni za prevenciju te smanjenje rizika od ozljeđivanja potrebno je kontinuirano pratiti nastanak asimetrije te razinu opsega pokreta pojedinih ekstremiteta kako bi se pravovremeno uključile primjerene trenažne metode s ciljem njihovog otklanjanja. U izvedbi prednoženja najmanja vrijednost ( $63,00^\circ$ ) zabilježena je kod mlađe kadetske kategorije (U15) što posljedično može predstavljati značajan rizik od ozljeđivanja s obzirom na specifičnosti i visoke zahtjeve košarkaške igre. S obzirom da ova selektirana kategorija košarkaša dolazi iz većeg broja klubova, izuzetno je važan individualni pristup i program treninga koji prolaze kroz trenažni proces. Samim time, određeni pojedinci mogu imati nisko ili visoko razvijenu fleksibilnost i mobilnost. Kada je riječ o treningu fleksibilnosti, smatra se da je taj tip treninga potrebno pojačano primjenjivati u razdoblju od 6. do 13. godine jer povećana motorička aktivnost pojedinih dijelova lokomotornog sustava koju ne prati odgovarajuće istežanje može ograničiti amplitudu pokreta (Milanović, 2013). Također, Domínguez-Díez i sur. (2021) promatrali su opseg pokreta u zglobu kuka između košarkaša ( $81,41^\circ$ ) i nogometaša ( $78,76^\circ$ ) te utvrdili kako košarkaši imaju veći opseg pokreta te da opseg pokreta kod mladih sportaša uistinu može biti specifičan za sport. Usporedbom sa istraživa-

njem Domínguez-Díez i sur. (2021) može se zaključiti da su prezentirani rezultati bolji, odnosno testirani košarkaši obje kategorije imaju veće vrijednosti opsega pokreta ( $81,41^\circ$  vs.  $85,98^\circ$ ). Također, Witvrouw i sur. (2003) utvrđuju referentne vrijednosti napetosti mišića stražnje strane natkoljenice koji odgovaraju kutu od  $88^\circ$  tijekom izvedbe fleksije kuka. Iako su ozljede donjih ekstremiteta u košarci češće i utječu na izvedbu igrača, nisu nezaobilazne ozljede i gornjih ekstremiteta. Prema radu Gorgun i sur. (2020) ozljede ramena u košarci nisu česte kao ozljede prstiju ili ruku, ali mogu biti zahtjevnije što se tiče same procjene i liječenja. Sama ozljeda ramena može utjecati na izvedbu sportaša, ali i dovesti do prekida sportske karijere. Potrebno je primjenjivati kombinirane treninge snage, stabilnosti, mobilnosti i fleksibilnosti koji imaju važnu ulogu u prevenciji ozljede ramena. Autori navode kako predsezonski kondicijski treninzi imaju učinkovitu ulogu u smanjenju ozljeda ramena, također se preporučuje jedan dan odmora tjedno i dodatno vrijeme odmora od organiziranih sportova za fizički oporavak i izbjegavanje sagorijevanja. Samim time, za minimiziranje rizika od ozljeđivanja potrebno je kontinuirano provoditi dijagnostiku stanja treniranosti te utvrđivati razinu asimetrije u opsegu pokreta.

#### 4. ZAKLJUČAK

Danas u košarci zbog brzih reakcija igrača, brze promjene smjera kretanja i općenito brze igre dolazi do naglih pokreta koji predstavljaju uzrok velikog broja ozljeda. Kako bi se smanjila pojavnost ozljeda lokomotornog sustava košarkaša važno je u trenažni proces uključiti aktivnosti povećanja opsega pokreta, odnosno razne vježbe mobilnosti i istezanja, s naglaskom na dinamičko istezanje. Fleksibilnost omogućuje veći opseg pokreta, elastičnost i brže opuštanje mišića koji poboljšavaju ukupnu motoričku efikasnost košarkaša. Opseg pokreta u zglobnim sustavima ramena, kuka, koljena i gležnja važni su za nesmetano izvođenje košarkaških elemenata kao što je izvedba skok šuta ili promjene smjera kretanja. Promatrajući i analizirajući dobivene rezultate ovog istraživanja utvrđena je razlika u varijablama predručenje\_L, prednoženje\_L i prednoženje\_D između dvije testirane generacije košarkaša. S obzirom da je limitiran broj istraživanja na ovu temu u kojima su uključeni košarkaši mlađih kategorija, otvara se mogućnost za daljnja istraživanja kako bi se mogli kreirati preventivni programi kojima bi se mogla smanjiti pojavnost ozljeda i primjeren rehabilitacijski program koji bi osiguravao dugoročnu karijeru mladih košarkaša. Također, kroz buduća istraživanja potrebno je povećati uzorak ispitanika te promatrati veći broj varijabli za procjenu opsega pokreta.

#### 5. LITERATURA

1. Andreoli, C.V., Chiamonti, B.C., Buriel, E., Pochini, A.C., Ejnisman, B. i Cohen, M. (2018). Epidemiology of sports injuries in basketball: integrative systematic review. *BMJ open sport & exercise medicine*, 4(1).
2. Domínguez-Díez, M., Castillo, D., Raya-González, J., Sánchez-Díaz, S., Soto-Célix, M., Rendo-Urteaga, T. i Lago-Rodríguez, A. (2021). Comparison of multidirectional jump performance and lower limb passive range of motion profile between soccer and basketball young players. *PLOS ONE*, 16(1).
3. Gorgun, B., Maman, E., Marchi, G., Milano, G., Kocaoglu, B. i Hantes, M. (2020). Shoulder Injuries in Basketball. In: Laver, L., Kocaoglu, B., Cole, B., Arundale, A.J.H., Bytomski, J., Amendola, A. (Eds) *Basketball Sports Medicine and Science*. Springer, Berlin, Heidelberg.
4. Hamersma, D.T., Hofste, A., Rijken, N.H., Rohé, M. R., Oosterveld, F. G. i Soer, R. (2020). Reliability and validity of the Microgate Gyko for measuring range of motion of the low back. *Musculoskeletal Science and Practice*, 45, 102091.
5. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
6. Padua, E., D'Amico, A.G., Alashram, A., Campoli, F., Romagnoli, C., Lombardo, M., Quarantelli, M., Di Pinti, E., Tonanzi, C. i Annino, G. (2019) Effectiveness of Warm-Up Routine on the Ankle Injuries Prevention in Young Female Basketball Players: A Randomized Controlled Trial. *Medicina*, 55(10), 690.
7. Tooth, C., Gofflot, A., Schwartz, C., Croisier, J. L., Beudart, C., Bruyère, O. i Forthomme, B. (2020). Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review. *Sports health*, 12(5), 478–487.
8. Weissland, T., Cozette, M., Doyle, C. i Gabrion, A. (2018). Are there bilateral isokinetic shoulder rotator differences in basketball male players? *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(12), 1768–1773.
9. Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T. i Cambier, D. (2003). Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 31(1), 41-46.

# RAZLIKE U FUNKCIONALNOSTI POKRETA KARATISTA U DISCIPLINAMA KATE I BORBE

Ivana Protuder<sup>1</sup>, Marin Dadić<sup>1</sup>, Marko Milanović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Tehničko veleučilište Zagreb

## 1. UVOD

U sportu gdje je lokomotorni sustav izložen puno većim opterećenjima, nedostatak stabilizacijske funkcije pojedinog zgloba ili nekog više zglobnog sustava dovodi do smanjenja učinkovitosti tehnike kretanja (Okada, Huxel and Nesser, 2011), a često i do povećanja opasnosti od sportskih ozljeda. Karate pripada u skupinu poli strukturnih acikličkih sportova. Karate se dijeli na dvije discipline: Kate i Kumite.

Kata unaprijed predstavlja utvrđen slijed napadačke i obrambene tehnike koja predstavlja stvarnu borbu protiv zamišljenih protivnika (Doria i sur., 2009). Kate se ocjenjuju prema sljedećim parametrima: tehnika, ritam, snaga, izražajnost pokreta i kime, odnosno sila kojom se generira izometrička kontrakcija na kraju tehnike (Busseweiler i Hartmann; 2012). Kate simboliziraju dugi i duboki stavovi koji pružaju stabilnost, snažne i brze pokrete rukama i nogama. Zbog prelaska iz stava u stav kataši trebaju imati jak trup da ih održi stabilnima, da im ne naruši ravnotežu, te mobilne kukove koji će im omogućiti što brži prelazak. Nakon što *aka*(crveni) i *ao*(plavi) natjecatelj odrade kate, suci podižu plave i crvene zastavice te odlučuju o pobjedniku. Počinje se s učenjem učeničkih kata koje traju max. 1min, a nakon toga se prelazi na majstorske koje traju 2-3min ovisno o kati. U katama i u borbama uvijek sudi 5 sudaca, 1 glavni i 4 pomoćna.

Kumite predstavlja pravu borbu protiv jednog protivnika, gdje se dva natjecatelja, pod strogim pravilima i ograničenom području, mogu slobodno kretati, izmjenjivati udarce u obrambenim i napadnim načinima. Borba se odvija bez kontakta. Kretanje u borbama su naprijed, natrag, u stranu, s kratkotrajnim tehnikama napada ili obrane koje se izvode visokim intenzitetom (Beneke i sur., 2004). Natjecatelji u borbama bi trebali imati mobilne kukove zbog napada ili obrane nožnim tehnikama, da mogu dovoljno podignuti koljeno te ispružiti se naprijed i pogoditi poentirajuću zonu. Također trebaju imati stabilna koljena zbog kretanja koje se odvijaju kroz borbe te stabilan trup da ne bi došlo do „propadanja“ tijela što je čest slučaj. Česte nožne tehnike zahtijevaju i mobilne zglobove prilikom napada ili čišćenja.

Zbog svega navedenog odrađeno je FMS™ testiranje na katašima i borbama da se utvrde razlike na temelju njihovih treninga i nastupa na natjecanjima. Cook (2010) s timom stručnjaka razvili su sustav za procjenu funkcionalnog pokreta (eng. Functional Movement Screen™). Danas se uz skroman FMS™ instrumentarij u samo nekoliko minuta može procijeniti kvaliteta pokreta svakog sportaša (Minick i sur., 2010).

Cilj ovog rada je uvidjeti razlike u funkcionalnosti pokreta kod karateka u disciplinama kate i borbe s obzirom na različite vrste treninga koje provode, te otkriti ograničenja u mobilnosti i stabilnosti, različite asimetrije između lijeve i desne strane tijela.

H1: Postoje statistički značajne razlike između kataša i boraca u stabilnosti i mobilnosti procijenjene FMS™ skupom testova.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika čini po 15 natjecatelja u katama i 15 u borbama juniorskog i ml. seniorske dobi od 17 do 22 godine. Većina njih se bavi karateom 9-14 godina, a neki od njih su vrhunski sportaši i redovito nastupaju na domaćim, međunarodnim natjecanjima.

## 2.2. UZORAK VARIJABLI

Sedam motoričkih testova čini 7 osnovnih varijabli: Kada se u obzir uzmu rezultati lijeve i desne strane te konačni rezultat testiranja to podrazumijeva 17 varijabli (Đeko i Milanović, L. 2010). Osnovne varijable čine: duboki čučanj (DC), prekorak (PRE), iskorak na liniji (INL), mobilnost ramena (MR), prednoženje iz ležanja na leđima (PILNL), sklek (SK) i rotacijska stabilnost (RS).

U smislu 17 varijabli navedene su: duboki čučanj, prekorak lijeva noga (PRE l), prekorak desna noga (PRE d), prekorak, iskorak na liniji lijeva noga (INL l), iskorak na liniji desna noga (INL d), iskorak na liniji, mobilnost ramena lijeva ruka (MR l), mobilnost ramena desna ruka (MR d), mobilnost ramena, prednoženje iz ležanja na leđima lijeve noge (PILNL l), prednoženje iz ležanja na leđima desne noge (PILNL d), prednoženje iz ležanja na leđima, sklek i rotacijska stabilnost lijeva ruka (RS l), rotacijska stabilnost desna ruka (RS d), rotacijska stabilnost.

Bodovi za funkcionalnu procjenu pokreta dodjeljuju se u rasponu od nula do tri. Tri je najbolji rezultat. Sportaš dobiva nulu ako prilikom testiranja osjeti bol negdje u tijelu.

## 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

U ovom radu dobiveni podaci obrađeni su osnovni statistički postupci u okviru kojih su utvrđene aritmetičke sredine dobivenih ocjena u FMS testovima. Radi se o osnovnoj deskriptivnoj analizi svakog primijenjenog testa.

Za utvrđivanje razlika između ukupnog skora ocjena u 17 elemenata FMS testiranja između karatista u disciplinama kate i borbe upotrijebljen je t-test razlika za nezavisne uzorke.

## 3. REZULTATI

U tablici 1. prikazane su prosječne ocjene u testovima za određivanje stabilnosti i mobilnosti karatista u disciplini kate i borbe pomoću FMS<sup>TM</sup> procjene gdje se vidi aritmetička sredina ocjena izvedaba svakog pojedinog testa. Kroz testove prekorak, iskorak na liniji, sklek i rotacijsku stabilnosti su uočene najveće numeričke razlike između borbaša i kataša.

Borci su u navedenim testovima postigli bolje rezultate zbog velikih amplituda pokreta koje koriste u treningu, čvrstoće trupa koja im je u borbi potrebna u svakom trenutku te načina kretanja kroz borbu.

**Tablica 1.** Prosječne ocjene u FMS testovima karatista u disciplini kate i borbe (kumite)

	TEST		ARITMETIČKA SREDINA - KATE	ARITMETIČKA SREDINA - KUMITE
1.	DC		2.27	2.33
2.	PRE	l	2.27	<b>2.56</b>
	PRE	d	2.22	<b>2.56</b>
3.	PRE		2.25	<b>2.56</b>
4.	INL	l	2.73	<b>3.00</b>
	INL	d	2.73	<b>3.30</b>
5.	INL		2.73	<b>3.15</b>
6.	MR	l	2.85	2.92
	MR	d	2.92	3.00
7.	MR		2.89	2.96
8.	PILNL	l	2.90	2.92
	PILNL	d	2.91	2.92
9.	PILNL		2.91	2.92
10.	SK		2.47	<b>2.60</b>
11.	RS	l	2.00	<b>2.08</b>
	RS	d	2.00	<b>2.25</b>
12.	RS		2.00	<b>2.17</b>

Legenda: DC(duboki čučanj), PRE(prekorak), INL(iskorak na liniji), MR(mobilnost ramena), PILNL(prednoženje iz ležanja na leđima), SK(sklek), RS(rotacijska stabilnost).

Razlika u zbirnim rezultatima postignutim pri FMS testiranju između kataša i borbaša testirana je t-testom za nezavisne uzorke na razini  $p < 0,05$  te je utvrđeno da se grupe ispitanika statistički značajno razlikuju (tablica 2).

**Tablica 2.** Razlika u finalnom rezultatu FMS testiranja između kataša i borbaša

	Kataši	Borbaši	t-vrijednost	p-vrijednost
	AS ± SD	AS ± SD		
FMS (finalni rezultat)	17,2 ± 1,1	18,5 ± 1,5	<b>-2,84</b>	<b>0,008*</b>

Legenda: FMS-functional movement screen; AS-aritmetička sredina; SD-standardna devijacija, \*-statistička značajnost testirana na razini  $p < 0,0$

#### 4. RASPRAVA

Dobiveni rezultati o statističkoj značajnosti razlika između boraca i kataša utvrđuju da su borci postigli ukupno bolje rezultate prilikom FMS testiranja. Osnovni razlozi za to mogu se obrazložiti time što je karate borba nepredvidiva i sastoji se od složenih kretanja u svim pravcima. Kretanja na prednjem dijelu stopala omogućuje brzu i eksplozivnu motoričku reakciju i izvedbu tehničko taktičkoga elementa. U borbi je najvažnije postići optimalnu distancu s koje se može izvesti napad, pravovremeno reagirati u obrani, te nadmudriti protivnika. U borbi dolazi do raznih opuštanja kod napada rukama ili nogama, jer nam protivnik najčešće ne ostane na mjestu nego se pomakne nazad da izbjegne udarac, a borac mora uložiti dodatni napor da bi došao do protivnika i poentirao (Chaabene i sur., 2012). Borci izvode i nožne udarce prema glavi te prilikom toga koriste velike amplitude pokreta. Kod izvedbe kata nema neočekivanih reakcija. Izmjena napada i blokova odvija se unaprijed zadanim redoslijedom. Tu nema dodatnih opuštanja rukama ili nogama kao u borbama, a nožne tehnike koje se koriste su rjeđe. Kod njih trup i kralježnica trebaju biti cijelo vrijeme stabilni kako bi im omogućili prelazak iz stava u stav uz izvedbe napada i blokova. Kao obrazloženje dobivenih globalnih razlika između kataša i borbaša u izvedbama FMSS zadataka mogu se navesti sljedeće važne konstatacije.

Katašima prilikom čučnja (DC) trup odlazi u pretklon, stopala se usmjeravaju prema unutra, gube kontrolu. Borci kod prekoraka održavaju ravnotežu na jednoj nozi. Karateke u iskoraku ne gube kontrolu trupa i ravnotežu. Dio ih sklek izvodi s uvinućem leđa, dok ga velika većina izvodi bez kompenzacijske naknade.

Testovi duboki čučanj (DC), prekorak (PRE) i iskorak na liniji (INL), najbitniji su testovi mjerenja. Oni opisuju funkcionalnost pokreta u cijelosti jer svojom složenošću otkrivaju multi segmentalnu povezanost lokomotornog sustava. FMS<sup>TM</sup> procjena pokazala je kako karateke juniorskog i ml. seniorke dobi ostvaruju optimalne rezultate u iskoraku, pokretljivosti ramena, aktivnom podizanju opružene noge i skleku, dok su natjecatelji u borbama pokazali to i u prekoraku.

Iskorak je jako važan jer pokazuje kontrolu trupa, mobilnost kukova te stabilnost koljena što je kod karateka jako važno za uspjeh. Iako pokretljivost ramena (MR), nije presudna za uspjeh u karateu kao u nekom drugom sportu optimalna pokretljivost i simetričnost u ovom slučaju svakako omogućuju pravilan razvoj ruku, ramena i torakalnog dijela kralježnice u sklopu kondicijske pripreme te omogućuju slobodno kretanje gornjih ekstremiteta karateka u izmjenama napadačkih i obrambenih tehnika. Prednoženje iz ležanja na leđima (PILNL) u svojoj trojakoj zadaći dalo je puno informacija. Optimalan rezultat kod ispitanika u ovom zadatku primarno dolazi iz vrlo dobre aktivne fleksibilnosti mišića stražnje strane natkoljenice i potkoljenice.

Rezultat i su zaključno pokazali da kataši imaju dosta prostora za napredak te moraju dodatno jačati trup i mišiće stabilizatore koji podupiru kralježnicu.

#### 5. ZAKLJUČAK

Cilj rada bio je utvrditi postoji li razlika u funkcionalnosti pokreta u karate sportu između natjecatelja u katama i natjecatelja u borbama. Zaključujemo da postoji statistički značajna razlika između kataša i boraca u stabilnosti i mobilnosti procijenjena FMS skupom testova. Razlika u finalnim rezultatima FMS testiranja između kataša i borbaša testirana je t-testom za nezavisne uzorke.

Numeričke razlike najviše se uočavaju u prekoraku gdje je prosječna ocjena kod boraca 2.56, iskorku na liniji 3.15, skleku 2.60 i rotacijskoj stabilnosti 2.17. Kataši moraju raditi na poboljšanju stabilnosti i mobilnosti cijelog tijela, s velikim naglaskom na mobilnost kukova, a jedni i drugi na daljnjoj stabilizaciji koljena i jačanju trupa.

Kataši se što prije moraju podvrgnuti korektivnom programu da bi popravili svoje nedostatke kako bi bili na većem nivou treninga i natjecanja i kako bi ispravili pokrete, izvedbe s većim motoričkim pogreškama. U svim fazama stupnjevitoga razvoja nužno je stalno poboljšavati funkcionalnost pokreta.

Na temelju definiranih pokreta može se procijeniti sportaševa stabilnost i mobilnost. Nadogradnja specifičnih sposobnosti i osobina na čvrste temelje omogućit će sportašu dugoročnu sportsku karijeru. Funkcionalni pokret je preduvjet za daljnju nadogradnju motoričkih sposobnosti kao što su brzina, ravnoteža, agilnost i snaga.

## 6. LITERATURA

1. Beneke, R., Beyer, T., Jachner C., Erasmus, J., Hutler, M. (2004). Energetics of karate kumite. (2004). *Eur J Appl Physiol* 92/ 518–523.
2. Bussweiler, J., Hartmann, U. (2012). Energetics of basic karate kata. *Eur J Appl Physiol*, 1-6.
3. Chaabene, H., Hachana, J., Franchini, E., Mikaoer, B. and Chamari, K. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Med*, 42(10)/829-843.
4. Cook, G. (2010). Movement- Functional Movement Systems: Screenening, Assessment and Corrective Strategies.
5. Doria, C., Veicsteinas, A., Limonta, E., Maggioni, M.A., Aschieri, P., Eusebi, F., Fano, G., & Pietrangelo, T. (2009). Energetic of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 107, 603-610.
6. Džeko, D., Milanović, L. (2010). Funkcionalna procjena pokreta. *Kondicijski trening*, 8(2)/ 23-27.
7. Minick, K.I., Kiesel, K.B., Burton, L., Taylor, A., Plisky, P., and Butler, R.J. (2010). Interrater Reliability of the functional movement screen. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2, 479-486.
8. Okada, T., Huxel, K.C. and Nesser T.W. (2011). Relationship between core stability, functional movement, and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1)/252–261.

# DIJAGNOSTIKA MOTORIČKIH ZNANJA U SPECIFIČNIM SITUACIJSKIM UVJETIMA KOŠARKAŠKE IGRE

Stipe Čubrić<sup>1</sup>, Davor Pavlović<sup>2</sup>, Željko Lukenda<sup>3</sup>, Iva Borović<sup>1</sup>, Katarina Knjaz<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>3</sup>Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu

<sup>4</sup>Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

Košarka pripada kompleksnim sportovima koju sačinjavaju ciklička i aciklička gibanja igrača prilagođena specifičnim zahtjevima uspješnog izvođenja tehničko-taktičkih elemenata u igri u okviru propisanih pravila. Košarkaška igra sastoji se od brze i česte izmjene obrambenih i napadačkih akcija tijekom kojih igrači izvode veliki broj sprintova, skokova, promjena smjera i lateralnih pokreta (Rupčić i sur., 2015). U modernoj košarci upravo je šut jedan od glavnih tehničkih elemenata kod taktičkih varijanti trenera (Rojas i sur., 2000., prema Hay, 1994). Kako bi igrač mogao izvesti strukturalno pravilan skok šut adekvatne brzine, što će u konačnici osigurati maksimalnu efikasnost, ključna je između ostalog i njegova pripremna faza prije trenutka prijema lopte. Navedeno se odnosi na nisku poziciju centra težišta tijela te pravilan rad nogu koji omogućava da igrač iskoristi silu reakcije podloge (Matković i sur., 2010). Izrazito važnu ulogu tijekom pripremne faze ima pravilna tehnika zaustavljanja, bilo da je riječ o jednotaktnom ili dvotaktnom zaustavljanju (Čubrić i sur., 2021). Navedeno je važno iz razloga što tehnika zaustavljanja znatno utječe na sposobnost pretvaranja horizontalnog kretanja u vertikalni skok. Nadalje, analizirajući košarkašku igru u segmentu otvaranja i prijema lopte nakon specifičnih kretnji, izuzetno važnu ulogu predstavlja koordinacija pokreta cijelog tijela, s naglaskom na koordinaciju donjih ekstremiteta. Specifična koordinacija obuhvaća sve elemente bazične koordinacije na koju se nadograđuju elementi iz određenog sporta, u ovom slučaju košarkaških elemenata. Razvijenost specifične koordinacije omogućuje precizno i brzo izvođenje košarkaških elemenata te pravovremenu primjenu odnosno korištenje prostorno-vremenskih odnosa lopte i ostalih igrača. Kontinuiranim radom na navedenoj komponenti tijekom trenažnog procesa u konačnici se utječe i na cjelokupnu uspješnost izvedbe igrača tijekom košarkaške igre.

Kao komponenta koja doprinosi razvoju igrača i njegovih tehničko-taktičkih komponenti sve više se izdvaja specifična sportska dijagnostika koja raznim dostupnim modernim tehnologijama i protokolima testiranja može objektivno utvrditi prednosti i nedostatke pojedinog igrača. Informacije dobivene temeljem dijagnostičkih postupaka i naknadne analize omogućuju trenerima prilagodbu trenažnih procesa kako bi ih primjereno usmjerio na deficitarne komponente i razvoj određenih bazičnih i specifičnih sposobnosti ključnih za uspješnost u košarkaškoj igri. Primjerice, velik dio specifičnih dijagnostičkih postupaka u košarci usmjeren je na definiranje razine agilnosti, te kombinacije promjene smjera sa različitim zadacima kontrole i vođenja lopte. Primjerice, Rojas i sur. (2000) promatrali su promjene u određenim kinematičkim parametrima kada se šut izvodio u kontroliranim i situacijskim uvjetima košarkaške igre. Zaključilo se da u situacijskim uvjetima sa aktivnim obrambenim igračem dolazi do značajnih promjena u promatranim kinematičkim parametrima (kutni odnosi gornjih ekstremiteta) koje mogu u određenoj mjeri utjecati i na sam ishod utakmice.

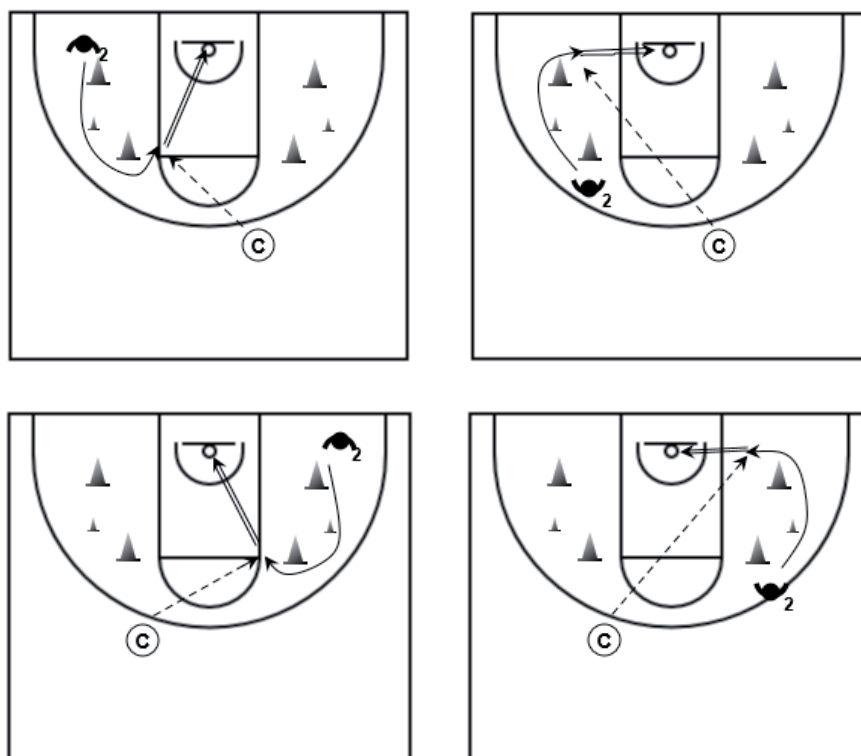
Samim time, ističe se važnost adaptacije košarkaša koji mora prepoznati određenu situaciju u igri i sukladno njima kontinuirano prilagođavati svoje odluke, a da istovremeno značajno ne narušava tehniku izvedbe. U ovom radu bit će prikazane pojedine tehnike otvaranja igrača za prijem lopte s ciljem izvođenja skok šuta za 2 i 3 poena, a koje se mogu primjenjivati u različitim situacijama tijekom košarkaške igre. Usvajanjem ovih tehnika i njihovim kontinuiranim usavršavanjem tijekom treninga može se unaprijediti

spособnost igrača u smislu bolje koordinacije pokreta, boljeg razumijevanja prostorno-vremenskih pokazatelja tijekom igre i ostvarivanja prednosti nad protivničkim igračima.

## 2. PRIMJERI I OPIS POJEDINIH TEHNIKA OTVARANJA PRIJE IZVOĐENJA SKOK ŠUTA

### Tehnika otvaranja prije izvedbe skok šuta za 2 poena

Na igralištu s lijeve i desne strane koša postavljena su dva stalka na udaljenosti od 5 metara od koša. Igrač iz kretanja vrši uvijanje oko stalka te nakon prijema lopte izvodi skok šut. Igrač izvodi 4 (2+2) skok šuta sa svake strane koša.



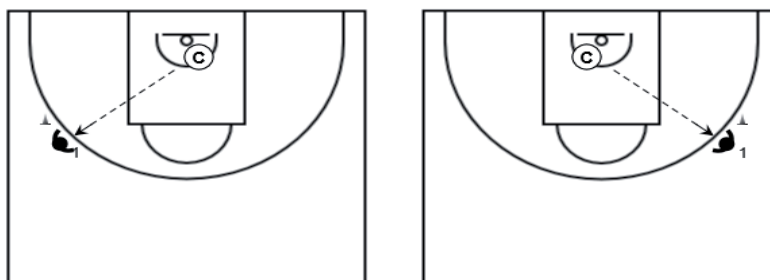
Slika 1. Prikaz tehnike šutiranja nakon uvijanja po fazama kretanja igrača

Promatrajući slikovni prikaz, u ovom zadatku je vidljivo da igrač primjenjuje tehniku uvijanja za prijem lopte. Otvaranje za prijem lopte putem uvijanja je specifična košarkaška situacija, također vrlo česta tijekom košarkaških utakmica. Kako bi igrač bio efikasan tijekom prijema lopte putem uvijanja, potrebna je visoka razina koordinacije koja se u ovom slučaju najviše manifestira kroz tehniku zaustavljanja. Kontrola tijela nakon prijema lopte uvijanjem izrazito je važna zbog pravilnog dolaska u skok šut, te same izvedbe skok šuta, što će u konačnici značajno utjecati na efikasnost.

### Tehnika otvaranja prije izvedbe skok šuta za 3 poena – 45° iz mjesta

Na igralištu s lijeve i desne strane postavljene su oznake koje označavaju mjesto šutiranja. Oznake su postavljene na liniji 3 poena pod kutem od 45° u odnosu na koš. Igrač iz mjesta izvodi prijem lopte te skok šut.





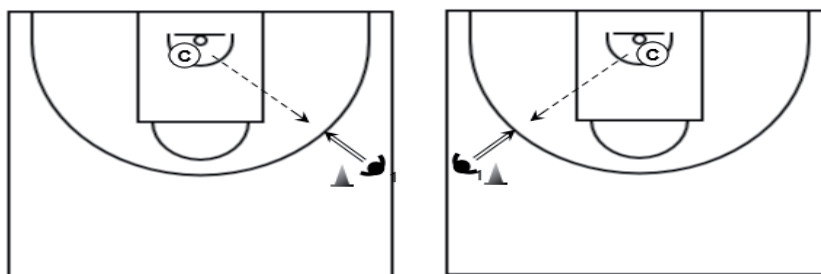
**Slika 2.** Prikaz tehnike šutiranja iz mjesta - 45°

Skok šut iz mjesta je specifični košarkaški element u kojoj igrač nakon prijema lopte, a najčešće se radi o prijemu nakon povratne lopte, iz paralelnog stava izvodi tehniku skok šuta.

Kod ovog načina šutiranja od velike je važnosti da igrač ima dobru početnu poziciju u trenutku prijema lopte. Naglasak je na pozicioniranje općeg centra težišta, odnosno igrač bi trebao ostati nisko u trenutku prijema lopte te prebaciti težište na prednji dio stopala. Upravo niska pozicija omogućuje kraće trajanje šuta, što u konačnici može utjecati i na efikasnost tijekom utakmice. Također, od velike je važnosti i eksplozivnost donjih ekstremiteta koja se manifestira tijekom vertikalnog odraza. Vertikalni odraz omogućuje igraču nesmetano izvođenje šuta bez obzira na poziciju obrambenog igrača. Odnosno, što je obrambeni igrač bliže napadaču, napadač će morati više uključiti donje ekstremitete kako bi mogao šutirati „preko“ obrambenog igrača. U protivnom, bez adekvatnog odraza igrač će imati otežanu poziciju za šut, što će u konačnici utjecati na efikasnost.

#### **Tehnika otvaranja prije izvedbe skok šuta za 3 poena - 45° iz dotrčavanja**

Na igralištu s lijeve i desne strane postavljene su oznake koje označavaju mjesto šutiranja. Oznake su postavljene na liniji 3 poena pod kutem od 45° u odnosu na koš. Tri metra iza mjesta šutiranja nalazi se oznaka odnosno mjesto gdje se igrač nalazi. Igrač izvodi dotrčavanje, prijem lopte na liniji 3 poena te izvodi skok šut.

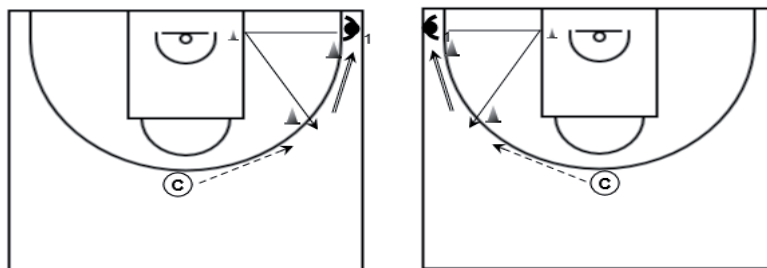


**Slika 3.** Prikaz tehnike šutiranja iz dotrčavanja

Košarkaška utakmica sastoji se od brze i česte izmjene obrambenih i napadačkih akcija tijekom kojih igrači izvode veliki broj sprintova, skokova, promjena smjera i lateralnih pokreta. Upravo zbog dinamičnosti košarkaške igre, skok šut iz prethodne pripremljene kretnje, tj. dotrčavanja je značajan element tehnike čija izvedba utječe na uspješnost pojedinog igrača te cjelokupne ekipe. Skok šut iz dotrčavanja zahtjeva od igrača kvalitetnu tehniku zaustavljanja. U ovoj situaciji tehnika zaustavljanja će omogućiti igraču da uspješno anulira silu inercije koja se stvara tijekom kretanja prema naprijed.

#### **Tehnika otvaranja prije izvedbe skok šuta za 3 poena – šut nakon V kretnje**

Na igralištu s lijeve i desne strane postavljene su oznake koje označavaju mjesto šutiranja. Oznake su postavljene na liniji 3 poena pod kutem od 45° u odnosu na koš. Startna pozicija igrača je u kutu na liniji 3 poena. Igrač izvodi kretanje prema košu, zatim pravocrtnim istrčavanjem ( “V“ kretanje) dolazi na linije 3 poena ta na mjestu šutiranja izvodi prijem lopte i skok šut.

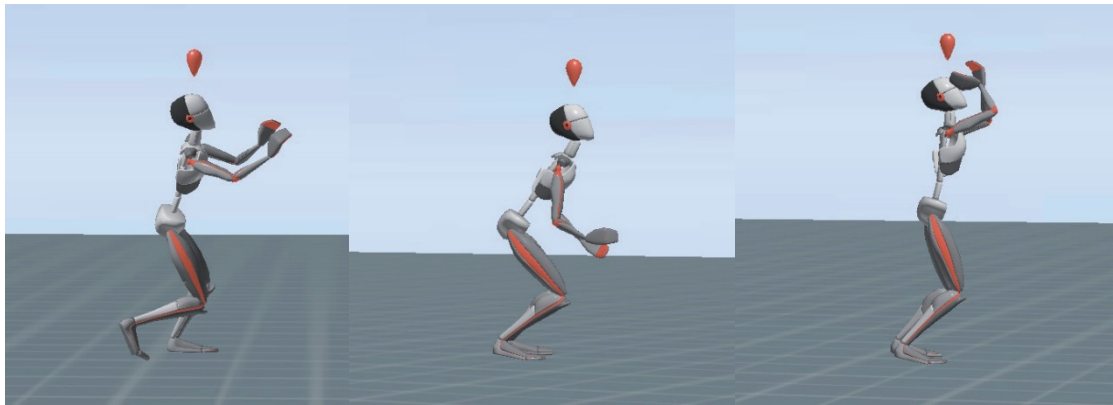


Slika 4. Prikaz tehnike šutiranja nakon „V“ kretanja

Analizirajući strukturu košarkaške tehnike moguće je zaključiti da se tehnika u košarci sastoji od tehnike igrača s loptom i bez lopte. Otvaranje za prijem lopte svrstava se u tehniku bez lopte. Kao što je već opisano, postoje različite tehnike otkrivanja igrača, odnosno otvaranja za prijem lopte. „V“ kretanje je naprednija tehnika koja se koristi u specifičnim situacijama tijekom košarkaške igre. Kako bi se uspješno otvorio za prijem lopte, igrač prije istrčavanja ostvaruje kontakt s obrambenim igračem te na taj način ostvaruje određenu prostornu-vremensku prednost. Također, otvaranje za prijem lopte putem „V“ kretanja zahtjeva visoku razinu razvijenosti motoričkih sposobnosti (npr. koordinacija, startno ubrzanje, agilnost, itd.), ali i visoku razinu usvojenosti različitih motoričkih znanja. Specifično u ovoj tehnici otvaranja je poznavanje različitih tehnika zaustavljanja pivotiranja, hvatanja lopte i šutiranja. U trenutku prijema lopte, zbog specifičnosti same kretnje, igrač mora svladati određene sile kroz tehniku zaustavljanja. Tijekom prijema potrebno je staviti naglasak na pravilnu tehniku hvatanja i pivotiranja. Prethodno navedeno je važno zbog uspostavljanja kontrole tijela što će u konačnici utjecati na brzinu izvođenja skok šuta i na efikasnost.

### 3. SPECIFIČNI KLJUČNI PARAMETRI U SITUACIJSKIM UVJETIMA TESTIRANJA

Različite igračke situacije te šutiranja sa različitih pozicija imaju svoje specifičnosti i karakteristike koje je potrebno kontinuirano usavršavati te definirati njihove obrasce. Za potrebe dijagnostike motoričkih zadataka odnosno šutiranja koriste se različiti dijagnostički uređaji i moderne tehnologije. U posljednje vrijeme učestala je primjena kinematičkih sustava za analizu ljudskog pokreta te senzori koji mjere parametre kretanja lopte. U kinematičkoj analizi skok šuta za 2 poena najčešće se promatraju vrijednosti kuta u ramenu te najviša točka izbačaja šuterske ruke. Informacije o ovim parametrima značajne su zbog prilagodbe samog trenažnog procesa i njegove usmjerenosti na promjenu tehnike šutiranja u smislu postizanja većeg kuta te više pozicije izbačaja lopte, čime se u konačnici može utjecati i na veću preciznost i uspješnost samog šuta. Također, kada se promatra tijelo igrača u pripremnoj i početnoj fazi šutiranja fokus se usmjerava na poziciju centra težišta tijela i njegove oscilacije koje bi trebale biti minimalne od trenutka prijema lopte do trenutka upućivanja lopte na koš. Prethodno navedeno ukazuje na jednu od najčešćih pogrešaka tijekom šuta, a to je trenutak u kojem se igrač nakon prijema lopte nalazi u visokoj poziciji. Zatim slijedi spuštanje u nisku poziciju tijela i lopte, kako bi igrač mogao iskoristiti snagu donjih ekstremiteta. Nakon faze spuštanja dolazi do ponovnog podizanja i na kraju igrač izvodi skok šut. Opisane oscilacije centra težišta utječu na vrijeme trajanja šuta. Idealno vrijeme trajanja šuta u današnjoj košarci je ispod 0,70 sekundi. Također, za one igrač koji šutiraju u rasponu od 0,70 - 0,80 sekundi smatra se da imaju zadovoljavajuću brzinu izvođenja šuta. Trajanje šuta iznad 0,80 sekundi smatra se sporim izvođenjem te je poželjno kod takvih igrača trenažni proces usmjeriti na pripremnu fazu prije samog izvođenja šuta kako bi se skratilo vrijeme potrebno za izvedbu skok šuta. Primjerice, autori Dobovičnik i sur. (2015) su u svojem istraživanju postavili kriterij od 0,70 sekundi za vrijeme trajanja šuta na košarkašima juniorskog uzrasta. Kriterij koji su postavili nije bio zadovoljen ( $0,76 \pm 0,091s$  za bekove), a to su obrazložili prethodno opisanom viškom pokreta kod ispitanika i prevelikim oscilacijama centra težišta. Ukoliko košarkaš ima nisku poziciju tijekom prijema lopte te kraću ekscentričnu fazu šuta, stvara se preduvjet za bržu izvedbu šuta. S obzirom na brzinu današnje igre te organizaciju obrambenih igrača, trajanje šuta predstavlja parametar koji je od izuzetne važnosti za efektivnost igre.



**Slika 5.** Kinematički prikaz izvođenja skok šuta

Također, parabola lopte, odnosno kut pod kojim lopta ulazi u koš ima značajnu ulogu u povećanju mogućnosti postizanja koša. Kut upada lopte u koš predmet je istraživanja u košarci te su, primjerice, autori Rupčić i sur. (2016) utvrdili da tijekom šutiranja s udaljenih pozicija igrači ostvaruju viši kut upada lopte za 3 poena ( $43,30^{\circ} \pm 1,92$ ) u odnosu na šut za 2 poena te postoji statistički značajna razlika između njih ( $p < 0,00$ ). U skladu s ovim rezultatima treba spomenuti da su upravo visina izbačaja i kut pada lopte u koš jedni od najvažnijih kinematičkih parametara o kojima ovisi igračeva uspješnost tijekom šutiranja te su ta dva parametra međusobno povezana (Miller i Bartlett, 1996). U situaciji šutiranja sa linije 3 poena promatraju se jednaki parametri kao kod šutiranja za 2 poena s dodatnim naglaskom na kretanje tijela po horizontalnoj osi. Dijagnostičkim postupcima, odnosno utvrđivanjem karakteristika u različitim situacijama šutiranja mogu se detaljno utvrditi pozitivne i negativne strane tehnike izvedbe. Navedene informacije omogućuju kontinuiranu prilagodbu trenažnog rada s ciljem poboljšanja raznih tehničko-taktičkih elemenata te osiguravaju optimalnu izvedbu igrača neovisno o situacijama tijekom košarkaške igre.

#### 4. ZAKLJUČAK

Kroz primjere i opise tehnika za prijem lopte u ovom radu može se zaključiti da je košarka sportska igra koja zahtjeva visoki stupanj razvijenosti različitih motoričkih sposobnosti te usvojenosti različitih specifično tehničko-taktičkih znanja. Također, uz adekvatnu i modernu dijagnostičku opremu (kinematički sustavi, pametna lopta itd.), ovi načini otvaranja mogu poslužiti kao testovi za procjenu razvijenosti motoričkih sposobnosti i usvojenosti tehničkih elemenata. Važno je napomenuti da je riječ o specifičnim košarkaškim situacijama u kojima se igrač vrlo često nalazi tijekom košarkaške utakmice. Iz tog razloga je važno da se specifične sposobnosti i specifična znanja procjenjuju putem testova koji u sebi sadrže stvarne odnosno situacijske elemente. Nadalje, analizirajući košarkašku igru u segmentu otvaranja i prijema lopte nakon specifičnih kretnji, izuzetno važnu ulogu predstavlja koordinacija pokreta cijelog tijela s naglaskom na koordinaciju donjih ekstremiteta. Specifična koordinacija obuhvaća sve elemente bazične koordinacije na koju se nadograđuju elementi iz određenog sporta, u ovom slučaju košarkaških elemenata. Dijagnostičkim postupcima, odnosno utvrđivanjem karakteristika u različitim situacijama šutiranja mogu se detaljno utvrditi pozitivne i negativne strane tehnike izvedbe. Povratna informacija pruža mogućnost trenerima da kreiraju i prilagođavaju trenažni proces na način da se posveti pažnja na tehnike zaustavljanja i pivotiranja, a posebice na tehniku šutiranja. Na taj način će se posljedično smanjiti greške koje se mogu pojaviti tijekom utakmice.

#### 5. LITERATURA

1. Rupčić, T., Knjaz, D., Baković, M., Devrnja, A., & Matković, B. R. (2015). Utjecaj umora na preciznost i kinematičke parametre šuta u košarci. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 30(1), 15-20
2. Rojas, F. J., Cepero, M., Oña, A., & Gutierrez, M. (2000). Kinematic adjustments in the basketball jump shot against an opponent. *Ergonomics*, 43(10), 1651–1660.
3. Matković, B. i sur. (2010). *Antropološka analiza košarkaške igre*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

4. Čubrić, S., Rupčić, T., Cigrovski, V., Matković, B., Šagat, P. (2021). Relationship Between Pressure Force And Some Kinematic Parameters When Performing Jump Shot In Basketball. *9th International Scientific Conference On Kinesiology*. Šalaj, Sanja; Škegro, Dario (Ur.), Zagreb: University Of Zagreb Faculty Of Kinesiology, Croatia, str. 107-111.
5. Dobovičnik, L., Jakovljević, S., Zovko, V., i Erčulj, F. (2015). Determination of the optimal certain kinematic parameters in basketball three-point shooting using the 94 Fifty technology. *Fizička kultura*, 69(1), 5-13.
6. Rupčić, T., Knjaz, D., Baković, M., Borović, I., Zekić, R. (2016). Razlike u nekim kinematičkim parametrima između šutiranja sa različitih udaljenosti u košarci. *Zbornik radova 25. ljetne škole kineziologa RH „Kineziologija i područja edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije u razvitku hrvatskog društva“* (str. 253- 258). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez

# RAZLIKE UČINKOVITOSTI BRZINE FREKVENCije RUKE IZMEĐU UČENIKA OSNOVNE ŠKOLE KOJI POHAĐAJU GLAZBENU ŠKOLU I UČENIKA KOJI NE POHAĐAJU

Neven Gladović<sup>1</sup>, Irena Vuglovečki<sup>2</sup>, Dino Bartoluci<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Osnovna škola Josipa Jurja Strossmayera

<sup>2</sup>Ekonomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>3</sup>Edward Bernays

## 1. UVOD

Thompson i sur. (2009) ukazuju da razina tjelesne aktivnosti opada s povećanjem životne dobi, odnosno, da su učenici viših razreda manje aktivni od učenika u nižim razredima. Iz navedenog možemo zaključiti kako je tjelesna i zdravstvena kultura (TZK) predmet koji je učenicima od velikog značaja s obzirom da utječe na mnoge zdravstvene dobrobiti. Većina učenika nije tjelesno aktivna u slobodno vrijeme te im je nastava TZK prilika da pridonesu svome tijelu i zdravlju te unaprijede svoja morfološka, motorička i funkcionalna obilježja. Dosadašnja istraživanja ukazuju da djeca u Hrvatskoj koja se u slobodno vrijeme ne bave sportskim aktivnostima u motoričkim znanjima ostvaruju ispodprosječne rezultate, dok djeca koja su uključena u dodatne sportske aktivnosti tek prosječne rezultate u odnosu na normative dobivene za područje SAD-a (Krmptić i sur., 2014). Za zdravlje i skladan rast i razvoj djeteta potrebno je mnogo više kineziološke aktivnosti od dva sata nastave TZK tjedno (Breslauer, 2007). Stoga je nužno povećati u Hrvatskoj dodatne aktivnosti te povećati fond sati tjelesne i zdravstvene kulture u školama. Svi segmenti kinantropoloških obilježja od izuzetne su važnosti jer je njihovo praćenje fundamentalno za razvoj i usmjerenje učenika u sport. To su organizirani sustavi svih sposobnosti, osobina i motoričkih informacija te njihove međusobne koordinacije (Prskalo, 2004). Kako bi mogli pratiti napredak učenika u nastavi tjelesne i zdravstvene kulture, provodi se inicijalno i finalno provjeravanje kinantropoloških obilježja i motoričkih sposobnosti. Jedna od tih motoričkih sposobnosti je brzina frekvencije ruke odnosno fina motorika koja se provjerava testom tapinga. Fine motoričke sposobnosti omogućuju nam koordinirane pokrete ruku i prstiju za, primjerice, hvatanje i rukovanje predmetima. Mogu se procjenjivati zadacima koji zahtijevaju jednu ruku (npr. držanje olovke) ili koordiniranu aktivnost obje ruke (npr. pletenje). Manje je napora potrebno za izvođenje rukom koja se preferira u odnosu na onu koja nije, što je obično povezano sa sporijim i manje točnim pokretima (Serrien i sur., 2014.).

Na Institutu za mozak i kreativnost Sveučilišta Južne Kalifornije grupa znanstvenika ispitivanjem je došla do rezultata da razvoj mozga kod djeteta može biti usko povezan s djetetovim glazbenim iskustvom u ranoj dobi života (Habibi i sur., 2016). S obzirom da mnogi učenici uz redovitu nastavu pohađaju i dodatno glazbenu školu, cilj ovog rada bio je utvrditi razlike učinkovitosti u brzini frekvencije ruke između učenika koji pohađaju glazbenu školu u odnosu na one koji ne pohađaju.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Za potrebe ovog istraživanja koristio se uzorak od 40 učenika oba spola 7 razreda Osnovne škole. Kriteriji za uključivanje u istraživanje bili su sljedeći: u grupu glazbenika mogli su biti uključeni samo učenici koji najmanje 3 godine pohađaju glazbenu školu. Prije uključivanja u istraživanje svi roditelji ispitanika su bili upoznati s ciljevima istraživanja, načinom izvedbe istog i mogućim rizicima. Svi su dobili na čitanje obavijest za ispitanike te je bila potrebna potpisana suglasnost roditelja za sudjelovanje u istraživanju.

## 2.2. PROTOKOL ISTRAŽIVANJA

Razlika učinkovitosti motoričke sposobnosti brzine frekvencije ruke između grupe učenika u 7 razredu koja ne pohađa glazbenu školu u odnosu na grupu koja pohađa glazbenu školu mjerila se testom TAPING RUKOM.

Početni položaj ispitanika uključuje sjedenje za stolom. Boljom rukom dodiruje kružnicu, a slabijom se rukom pridržava za dasku. Ruke su isprepletene križno, tako da je bolja ruka iznad slabije. Kad ispitivač da znak, ispitanik naizmjenice dodiruje jednu pa drugu kružnicu sve dok ne protekne 15 sekundi. Ispitivač se nalazi ispred ispitanika te je dovoljno odmaknut kako ne bi ometao ispitanika. Provjerava je li ispitanik dotaknuo kružnicu svaki put, te unosi rezultate. Vrednuje se broj dodira kružnice u 15 sekundi. Pokušaji koji se broje su samo oni kada ispitanik dotakne drugu kružnicu i vrati se u početni položaj. Navedeni pokušaj broji se kao jedan. Test se mjeri tri puta, a služi za utvrđivanje brzine ruke kao motoričke sposobnosti.

## 2.3. MOTORIČKI TEST TAPING RUKOM (Findak, 2003)

**Pomagala:** daska dimenzija 140 x 30 cm na koju su zalijepljene dvije okrugle drvene ploče debljine 5 mm i promjera 20 cm (centri kružnica udaljeni su 61 cm), štoperica, školska klupa.

### Opis mjesta izvođenja:

Daska na kojoj su okrugli krugovi promjera 20 cm postavlja se na školsku klupu koja je prilagođena učeniku po visini (radna ploha klupe treba biti u razini dna prsne kosti učenika). Ispitanik sjedne na stolac i podvuče noge pod klupu. Ruke su isprepletene križno, tako da je bolja ruka iznad slabije. Kad ispitivač da znak, ispitanik naizmjenice dodiruje jednu pa drugu kružnicu sve dok ne protekne 15 sekundi. Ispitivač se nalazi ispred ispitanika te je dovoljno odmaknut kako ne bi ometao ispitanika. Provjerava je li ispitanik dotaknuo kružnicu svaki put, te unosi rezultate. Vrednuje se broj dodira kružnice u 15 sekundi. Pokušaji koji se broje su samo oni kada ispitanik dotakne drugu kružnicu i vrati

**Svrha testa:** Test se izvodi u svrhu procjene brzine frekvencije ruke kod učenika Osnovnih škola.

## 2.4. METODE OBRADJE PODATAKA

U obradi podataka korištene su standardne statističke metode za utvrđivanje osnovnih deskriptivnih parametara. Shapiro-Wilkovim testom ispitan je normalitet distribucije rezultata. t-testom za nezavisne uzorke ispitana je statistička značajnost razlika između grupa (razina statističke značajnosti je postavljena na  $p < 0,05$ ).

## 3. REZULTATI

Normalna distribucija podataka omogućila je korištenje parametrijske metode (tablica 1.). Također, zadovoljena je i pretpostavka homogenosti varijanci pa je t-testom za nezavisne uzorke analizirana razlika između grupa (tablica 2.).

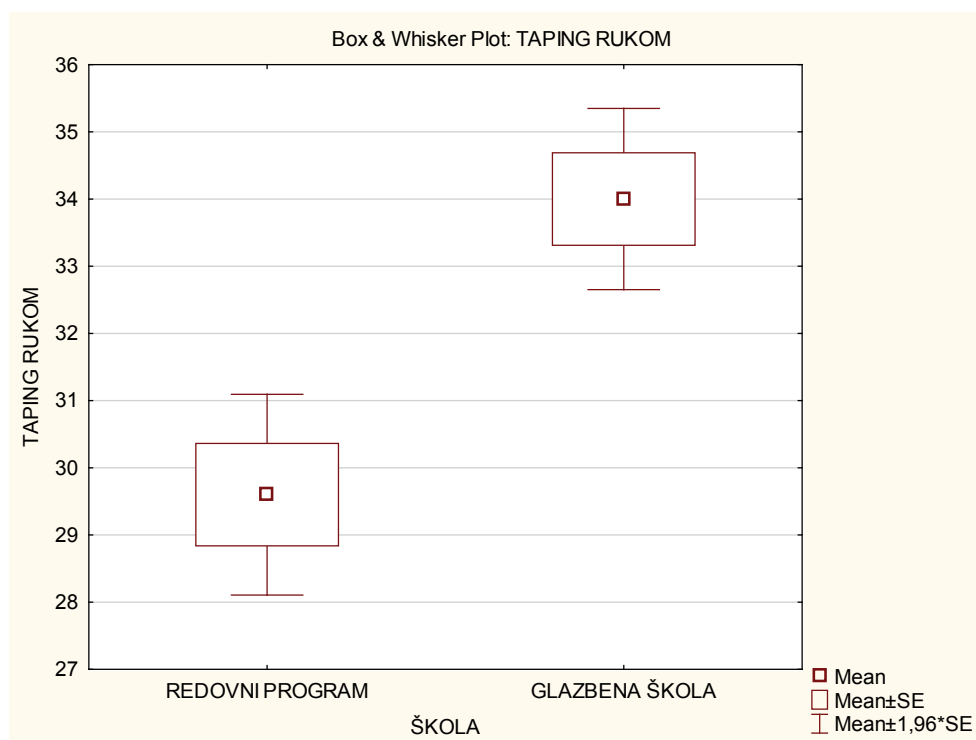
**Tablica 1.** Deskriptivni statistički parametri za taping rukom

TAPING RUKOM	AS ± SD	Min – Max	Shapiro – Wilk W / p
Redovni program	29,60 ± 3,40	24– 36	0,94/ 0,35
Glazbena škola	34,00 ± 3,07	28– 39	0,96/ 0,70

**Tablica 2.** Deskriptivni statistički parametri za TAPING RUKOM

varijabla	AS REDOVITI PROGRAM	AS GLAZBENA ŠKOLA	t	df	p	St.devREDO	St.dev GLAZ	F – omjer varijanci	p - varijance
TAPING RUKOM	29,60	34,00	-4,28	38	0,00	3,40	3,07	1,22	0,66

U odnosu na grupu koja ne pohađa glazbenu školu, zabilježen je statistički značajno bolji rezultat kod grupe učenika 7 razreda koji pohađaju glazbenu školu u izvođenju testa taping rukom (graf 1).



**Graf 1.** Usporedba rezultata u testu taping rukom

#### 4. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Rezultati ukazuju da učenici koji pohađaju glazbenu školu imaju značajno bolje razvijenu motoričku sposobnost brzine frekvencije ruke u odnosu na učenike koji ne pohađaju glazbenu školu.

Istraživanje koje su proveli Mežnarić i sur. (2021) ukazuje da učenici koji su pohađali glazbenu školu, postižu značajno bolje rezultate u finoj motorici u odnosu na učenike koji ne idu u glazbenu školu. Njihovo istraživanje je provedeno uzorku ispitanika koji je uključivao 76 ispitanika, 38 ispitanika po grupi različitih dobnih skupina koji su za procjenu frekvencije brzine ruke testirani MABC (The Movement Assessment Battery for Children – Second Edition, Henderson) testom (Sugden i Barnett, 2007). Iako je istraživanje u okviru ovog znanstvenog rada uključivalo manji broj ispitanika iste dobne skupine, te se koristio taping test za procjenu brzine frekvencije ruke, dobiveni su slični rezultati.

Costa-Giomi (2005) također potvrđuje značajno poboljšanje u brzini frekvencije pokreta rukom kod ispitanika koji su pohađali glazbenu školu klavira u odnosu na one ispitanike koji nikad nisu pohađali niti jednu glazbenu lekciju. Njihovo istraživanje uključivalo je 117 ispitanika iz 16 različitih državnih škola koji su randomizirani slučajnim odabirom u eksperimentalnu grupu koja je tjedno 3.5 sati pohađala individualnu lekciju klavira u vremenskom razdoblju od 2 godine. Za provjeru brzine frekvencije ruke u njihovom se istraživanju koristio test Bruinsky-Oseretsky Motor Proficiency. Spomenuto istraživanje ukazuje da se dodatnim pohađanjem glazbene škole mogu dobiti dugoročni rezultati u poboljšanju brzine frekvencije ruke, što u okviru ovog znanstvenog rada nije dokazano, iako tendencija rezultata ide u tom smjeru.

Studija koju su proveli Lampe i sur. (2015) ukazuje da djeca s poremećajem motorike ruku koja je posljedica ranog oštećenja mozga, značajno mogu poboljšati ujednačenost pritiskanja tipki ako 18 mjeseci pohađaju glazbenu obuku klavira

Iako je u ovo istraživanje uključen mali broj ispitanika te nisu analizirani dugoročni učinci primjene ovakvog istraživanja, nužno je istaknuti limitiranost pri samom zaključivanju. Potrebna su daljnja istraživanja ovog područja za dobivanje jasnije slike te analiziranje učinaka na većem broju ispitanika.

## 6. LITERATURA

1. Breslauer N. (2007). *Utjecaj monostrukturalne aktivnosti u nastavi Tjelesne i zdravstvene kulture na kvantitativne i kvalitativne motoričke sposobnosti. (Doktorska disertacija)*. Zagreb: Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.
2. Costa-Giomi E. (2005). Does music instruction improve fine motor abilities?. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 262–264.
3. Findak, V. (2003). Metodika tjelesne i zdravstvene kulture [*Methodology of Physical Education*]. Školska knjiga.
4. Habibi, A., Cahn, B.R., Damasio, A. i Damasio, H. (2016). Neural Correlates of Accelerated Auditory Processing in Children Engaged in Music Training. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 21, 1-14.
5. Henderson, S.E., Sugden, D.A. i Barnett, A.L. (2007). Movement Assessment Battery for Children-2. London, England: Harcourt Assessment.
6. Krmpotić, M., Stamenković, I. i Šalaj, S. (2014). Motorička znanja djece predškolske dobi. *Kondicijski trening* 12(1), 68-73.
7. Lampe, R., Thienel, A., Mitternacht, J., Blumenstein, T., Turova, V., & Alves-Pinto, A. (2015). Piano training in youths with hand motor impairments after damage to the developing brain. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 11, 1929–1938.
8. Mežnarić, K. (2021). *Razlika u finoj motorici učenika – polaznika i nepolaznika glazbene škole. (Diplomski rad)*. Zagreb: Učiteljski fakultet sveučilišta u Zagrebu.
9. Prskalo, I. (2004). *Osnove Kineziologije*, Udžbenik za studente učiteljskih škola. Petrinja: Visoka učiteljska škola u Petrinji.
10. Serrien, D.J., Sovijärvi-Spapé, M.M., & Rana, G. (2014). Developmental changes in motor control: insights from bimanual coordination. *Developmental psychology*, 50(1), 316–323.
11. Thompson, A.M., McHugh, T., Blanchard, Ch.M., Campagna, Ph.D., Durant, M.A., Rehman, L.A., Murphy, R.J.L. i Wadsworth, L.A. (2009). Physical activity of children and youth in Nova Scotia from 2001./02. and 2005./06. *Preventive medicine*, 49 (5), 407–409.



# RAZLIKE U SOMATOTIPU U RAZLIČITIM KINEZIOLOŠKIM AKTIVNOSTIMA KOD ČLANOVA STUDENTSKIH SPORTSKIH SEKCIJA MEDICINSKOG FAKULTETA

Nika Premuž<sup>1</sup>, Tonči Mašina<sup>1</sup>, Sunčica Delaš Kalinski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Splitu

## 1. UVOD

Studentski sport sastavni je dio akademskog života kojem je cilj unaprjeđenje studiranja i kvalitete života. Osim natjecateljske komponente njegova je uloga promicanje aktivnog i rekreativnog bavljenja sportom te očuvanje zdravlja i borba protiv različitih oblika ovisnosti. Studenti medicinskog fakulteta u Zagrebu preko svoje udruge SPORTMEF na Sveučilišnom prvenstvu grada Zagreba sudjeluju već 30 godina i pri tome bilježe zavidne rezultate. U svrhu optimalne pripreme za natjecanja provode se različiti dijagnostički postupci, između ostalih morfološka antropometrija. Utvrđivanje i prosuđivanje tjelesnih dimenzija zauzima velik značaj u funkcionalno-dijagnostičkim postupcima kod sportaša, a provode se u svrhu selekcije sportaša te za evaluaciju trenažnog procesa. Utvrđivanje konstitucije tijela ili somatotipa koristi morfološko-antropometrijske mjere čovjeka te mu je cilj utvrđivanje triju komponenata somatotipa (endomorfnu, mezomorfnu i ektomorfnu) čija kombinacija daje određen tip temeljen na Sheldonovoj klasifikaciji tjelesnih tipova (Sheldon i sur., 1940). U ovom radu korištena je metoda po Heath-Carteru (1967) koja je ujedno najkorištenija u dijagnostici kondicijske pripreme kako profesionalnih, tako i rekreativnih sportaša (Carter, 2002). Dobiveni somatotip rezultat je naslijeđa i adaptacije na okoliš, gdje prehrana i vrsta aktivnosti kojom se pojedinac bavi igraju značajnu ulogu (Peeters i sur., 2007). U profesionalnom sportu konstitucijske razlike između sportova su izražene zbog specifičnih energetske, motoričke i biomehaničke zahtjeva svakog sporta pa tako svaki sport ima svoj 'idealni' somatotip kojem se teži u trenažnom procesu. Brojne studije provedene na profesionalnim sportašima dokazale su visok stupanj korelacije između somatotipa i vrste sportske aktivnosti (Choudhary i sur., 2007, Mišigoj-Duraković, 1995, Milić i sur., 2012). Što je viši rang natjecanja to su razlike u obrascima somatotipa manje (Carter, 1970). U dostupnoj literaturi nisu zabilježene studije koje analiziraju razlike u somatopu među članovima studentskih sportskih ekipa. Cilj ovog rada bio je utvrditi postoje li razlike u somatopu s obzirom na različite kineziološke aktivnosti kod članova studentskih sportskih sekcija.

## 2. METODE RADA

U istraživanje je bilo uključeno 40 (28 Ž, 12 M spola) studenata Medicinskog fakulteta u Zagrebu. Od toga je njih 13 članica ženske futsal sekcije, 12 članova muške futsal sekcije i 15 članica ženske odbojkaške sekcije. Medijan dobi ispitanika je 21 godina, prosječna tjelesna masa  $69,34 \pm 11,26$  kg, a prosječna tjelesna visina  $174,90 \pm 8,51$  cm. U svrhu utvrđivanja somatotipa (Heath-Carter metoda) izvršena su antropometrijska mjerenja: tjelesne visine i mase (*Tanita BC-418*). Antropometrijski izmjeri kožnih nabora provedeni su HARPENDE kaliperom sa točnošću od 0,2 mm i to na 4 različite lokacije, kožni nabor nadlaktice (KNNT), subskapularni kožni nabor (KNL), suprailiokristalni kožni nabor (KNT) te kožni nabor podkoljenice (KNP).

Svi kožni nabori mjerili su se na desnoj strani tijela, 3 puta u nizu, a za analizu je uzeta središnja od izmjerenih vrijednosti. Opseg nadlaktice (ON) i opseg potkoljenice (OP) izmjereni su centimetarskom vrpcom, a dijametar lakta (DL) i koljena (DK) kliznim šestarom. Korigirani opseg nadlaktice (KON) predstavlja vrijednost dobivenu oduzimanjem izmjerene vrijednosti kožnog nabora nadlaktice (u centimetrima)

od opsega nadlaktice, a korigirani opseg podkoljenice (KOP) je vrijednost dobivena oduzimanjem izmjerene vrijednosti kožnog nabora podkoljenice (u centimetrima) od opsega podkoljenice. Sva antropometrijska mjerenja odrađena su s minimalno odjeće i bez obuće. Komponente somatotipa izračunate su po Heath-Carter metodi korištenjem *Eston's Somatotype Calculator* individualno za svakog ispitanika (Eston, R., 2008). Za izmjerene podatke izračunate su srednje vrijednosti, standardna devijacija i medijan, dok je korištenjem Shapiro–Wilksovog testa ispitan normalitet distribucije ( $p > 0,05$ ) te je potvrđeno daljnje korištenje parametrijskih metoda. Na temelju dobivenih komponenata somatotipa svaki ispitanik je individualno svrstan u jednu od 13 kategorija somatotipova (Carter i Heath, 1990). Ispitanici su podijeljeni u 3 skupine s obzirom na sport kojim se bave te je za svaku skupinu izračunata srednja vrijednost i standardna devijacija za svaku od komponenata somatotipa. Statistička analiza varijance među skupinama provedena je jednosmjernim ANOVA testom i post hoc Bonferronijevim testom. Srednje vrijednosti somatotipa za svaku od skupina ucrtane su u somatoplot (Mišigoj–Duraković, 1995). Svi izračuni su napravljeni korištenjem softverskog paketa Statistica 14.0.0.15

### 3. REZULTATI

Deskriptivni podaci antropometrijskih obilježja za sve ispitivane skupine prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Deskriptivni pokazatelji antropometrijskih obilježja

Varijable	Futsal Ž (N=13)			Odbojka Ž (N=15)			Futsal M (N=12)		
	AS	M	SD	AS	M	SD	AS	M	SD
Dob	19,77	19,00	1,59	21,53	22,00	1,88	22,17	22,00	2,37
TV (cm)	169,08	170,00	7,06	172,93	173,00	5,32	183,67	185,00	6,11
TM (kg)	62,98	61,7	8,14	66,08	67,50	7,37	81,81	82,35	7,52
KNNT(mm)	18,6	18,6	4,7	18,0	16,2	4,3	12,8	10,2	6,0
KNL(mm)	14,8	12,9	5,2	13,6	11,5	5,3	14,3	11,7	7,1
KNT(mm)	12,8	11,9	4,9	11,6	11,1	4,2	11,3	9,5	7,4
KNP (mm)	21,7	21,4	6,9	16,7	15,0	7,1	12,8	1,08	5,8
ON (cm)	28,02	28,20	2,08	27,75	28,00	1,67	33,35	33,65	2,39
KON (cm)	26,16	26,21	1,86	25,95	25,88	1,44	32,07	31,80	2,17
OP(cm)	35,65	35,50	2,24	36,07	36,00	2,50	38,50	38,15	1,84
KOP (cm)	33,48	33,78	2,34	34,40	34,47	2,34	37,22	37,38	1,82
DL (cm)	6,38	6,30	0,88	6,49	6,50	0,35	7,68	7,70	0,63
DK (cm)	10,14	10,40	0,67	9,71	9,70	0,48	9,74	9,95	0,67
HWR	42,63	42,57	1,02	42,92	43,29	1,49	42,42	42,24	1,23

Legenda: AS – Aritmetička sredina, M – medijan, SD – standardna devijacija

Računanjem komponenata somatotipa svakog ispitanika, dobivena je srednja vrijednost somatotipa 4,01-4,22-2,66. U obje skupine ženskih sportašica dominira endomorfna komponenta, koja je kao i mezomorfna izraženija u članica futsal sekcije (Tablica 2). Kod muških sportaša najizraženija je mezomorfna komponenta. Analizom razlika dobivena je statistički značajna razlika među skupinama za mezomorfnu komponentu. Ektomorfna i endomorfna komponenta ne pokazuju statistički značajnu razliku među grupama, no kod endomorfne je  $\eta^2 = 0,156$  što ukazuje na velik učinak grupe. Post hoc Bonferronijevim testom za mezomorfnu komponentu utvrđena je razlika u grupama futsal M i odbojka Ž.

**Tablica 2.** Razlike u somatotipu među analiziranim skupinama

Komponente somatotipa	Futsal Ž (N=13)		Odbojka Ž (N=15)		Futsal M (N=12)		ANOVA test*		
	AS	SD	AS	SD	AS	SD	F	p	$\eta^2$
Endomorf	4,47	0,83	4,13	1,00	3,37	1,51	3.06	0.06	0.142
Mezomorf	4,23	1,16	3,67	1,05	4,91	1,48	3.41	0.04	0.156
Ektomorf	2,63	0,74	2,84	1,09	2,47	0,9	0.54	0.59	0.028

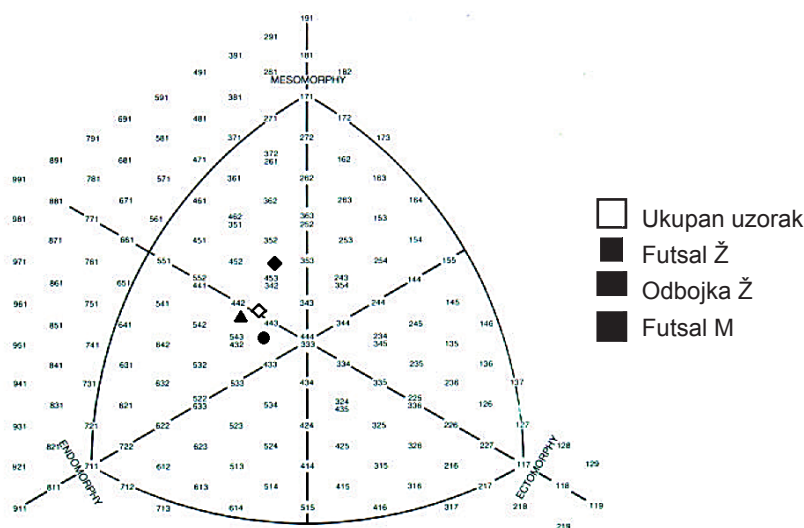
Legenda: \*jednosmjerni ANOVA-test, AS-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, F-omjer, p-vrijednost

Podjelom ispitanika u kategorije somatotipa dobiveno je 10 kategorija (tablica 3). U obje ženske skupine sportašica (futsal i odbojka) prosječan somatotip pripada u kategoriju mezomorf-endomorf, dok je u skupini futsal M prosječna kategorija endomorfni mezomorf.

**Tablica 3.** Frekvencije i udjeli pojedinih kategorija somatotipa u analiziranom uzorku

Kategorija somatotipa	N (40)	%
Centralni	5	12,5
Mezomorfni endomorf	11	27,5
Endomorfni mezomorf	10	25
Endomorfni ektomorf	2	5
Ektomorfni mezomorf	2	5
Mezomorf-endomorf	2	5
Mezomorf-ektomorf	1	2,5
Endomorf-ektomorf	2	5
Balansirani mezomorf	3	7,5
Balansirani ektomorf	2	5

Somatoplot (slika 1) prikazuje prosječne somatotipove za ukupan uzorak te posebno za svaku od skupina prema vrsti aktivnosti.



**Slika 1.** Somatoplot prosječnih somatotipova

#### 4. DISKUSIJA

Analizom izračunatih somatotipova u uzorku koji se sastojao isključivo od članova studentskih sportskih ekipa (SPORTMEF), primijećena je jasna razlika između spolova gdje je muški dio uzorka pokazao veće vrijednosti mezomorfne komponente. Iako razlike u obrascima somatotipova između različitih sportova nisu izražene kao u profesionalnih sportaša, utvrđeno je da postoji značajna razlika u mezomorfnoj komponenti između tri skupine sportaša (futsal M i Ž te odbojka Ž) što korelira s razlikom u spolu (dvije ženske skupine i jedna muška). Takav rezultat posljedica je veće razvijenosti muskuloskeletnog sustava koje su dio bioloških razlika među spolovima pri čemu muškarci u odnosu na žene imaju veći udio mišićne mase u gornjem dijelu tijela. Spolne razlike u vrijednostima masne i nemasne komponente uočavaju se već od najranije dobi, a razlika se povećava u doba adolescencije kada djevojke dvostruko premašuju mladiće u prirastima masne mase tijela dok mladići dvostruko premašuju djevojke kada je riječ o prirastima nemasne mase tijela (Mišigoj-Duraković, 2008).

Dobiveni su obrasci somatotipa karakteristični za rekreativne sportaše gdje je zbog drugačijih kriterija selekcije te nedostatnog volumena opterećenja izražena endomorfna komponenta. Moguće razloge za ovakve rezultate treba potražiti u drugim sociodemografskim pokazateljima koji nisu bili dio ovog istraživanja. Pretpostavka je da je stil života ispitanika u ovom istraživanju puno bliži stilu života opće studentske populacije nego stilu života vrhunskih profesionalnih sportaša. Prethodna istraživanja na populaciji studenata medicinskog fakulteta pronalaze kako studenti koji žive u obiteljskom domu više skrbe da budu tjelesno aktivni od studenata koji žive u studentskim domovima (Mašina i Milošević, 2012). Istraživanjem o sudjelovanju studentica i studenata u kineziološkim aktivnostima došlo se do podataka da je samo 20,2% studenata i studentica bilo aktivno na preporučenom nivou, najmanje 3 puta tjedno u minimalnom trajanju od 30 minuta (Ćurković, 2010). Mogući razlog za takav rezultat može biti neprimjeren prehrana koja je uz tjelesno vježbanje najučinkovitije sredstvo za redukciju potkožnog masnog tkiva te se kao logičan zaključan nameće potreba za organizacijom dodatnih trenažnih jedinica te korekcije prehrambenih navika.

Sjedilački način života je ozbiljna prijetnja populaciji studenata pri čemu su u odnosu na ostale vršnjake, studenti izloženi akademskom stresu te većinu slobodnog vremena provode u prilagodbi na novonastale okolnosti.

Ektomorfna komponenta ne pokazuje statistički značajne razlike među grupama što može biti objašnjeno načinom selekcije i neprimjerenim trenažnim procesom studentskih sportskih ekipa.

Rezultati ovog istraživanja ograničeni su zbog malog i nereprezentativnog uzorka i nezastupljenosti većeg broja sportova u istraživanju.

#### 5. ZAKLJUČAK

Morfološko-antropometrijske analize i individualno određivanje somatotipa pronalazi mjesto u svakodnevnom radu sportskih trenera kao jedan od kriterija selekcije sportaša te evaluacije trenažnog procesa. Određivanje somatotipa uz izradu somatoplota omogućuje individualizirani pristup u složenom procesu planiranja i programiranja trenažnog procesa za sve sportaše bez obzira na rang natjecanja. U studentskom sportu, najveće rezerve u djelovanju na pojedine komponente somatotipa nalaze se u upoznavanju studenata s načinima unaprjeđenja različitih sastavnica životnog stila koje koreliraju s nekom od komponentata somatotipa.

#### 6. LITERATURA

1. Carter, J. (2002). *The Heath—Carter Anthropometric Somatotype—Instruction Manual*. Surrey TeP and ROSSCRAFT
2. Carter, J.L. (1970). The somatotypes of athletes—a review. *Human Biology*, 1, 535-569.
3. Ćurković, S. (2010). *Kineziološke aktivnosti i rizična ponašanja studenata*. Disertacija, Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
4. Choudhary, S., Singh, S., Singh, I., Varte, L.R., Sahani, R., i Rawat, S. (2019). Somatotypes of Indian Athletes of Different Sports. *Online J Health Allied Scs*, 18(2), 6.
5. Eston, R. (2008). *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data, Volume One: Anthropometry* (3<sup>rd</sup> ed.). Routledge.
6. Heath, B.H. i Carter, J.E.L. (1967). A modified somatotype method. *Am J Phys Anthropol*. 27(1), 57-74.

7. Mašina T, Milošević M. (2012). Neke odrednice ponašanja prema zdravlju studenata medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. *Cvagtetovi dnevni javnega zdravja 2012, u Kongres športne rekreacije 2012 Javnozdravstveni vidiki telesne dejavnosti*, 105-110
8. Milić M., Grgantov Z., i Katić R. (2012). Somatotype of Young Female Volleyball Players. *Exercise And Quality Of Life*, 4(2), 7-14.
9. Mišigoj-Duraković, M. (1995). *Morfološka antropometrija u sportu*. Zagreb, Republika Hrvatska. Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu
10. Mišigoj-Duraković M. (2008). *Kinantropologija : biološki aspekti tjelesnog vježbanja*. Zagreb: Kineziološki fakultet.
11. Peeters, M.W., Thomis, M.A., Loos, R.J., Derom, C.A., Fagard, R., Claessens, A.L., Vlietinck, R.F., i Beunen, G.P. (2007). Heritability of somatotype components: a multivariate analysis. *International Journal of Obesity*, 31(8),1295.
12. Sheldon, W. H., Stevens, S. S., & Tucker, W. B. (1940). *The varieties of human physique*. Harper

# RAZLIKA U BRZINI SPINTA I BRZINI VOĐENJA LOPTE U KATEGORIJI POČETNIKA

Hrvoje Ajman, Robert Bilbija, Zoran Špoljarić

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku*

## 1. UVOD

Nogometna igra pripada skupini polistrukturalnih acikličkih gibanja. Za uspjeh u nogometu, prema Dujmoviću (2000), potreban je velik broj sposobnosti, osobina i znanja. Prvenstveno je riječ o antropološkim značajkama, specifičnim sposobnostima i znanjima nogometaša te situacijskoj efikasnosti i rezultatu na natjecanjima. U području motoričkih sposobnosti temeljna je visoka razina eksplozivno brzinskih sposobnosti nogometaša. Eksplozivna snage omogućava nogometašu da postigne maksimalno ubrzanje vlastita tijela ili lopte. Očituje se u aktivnostima sprinta, skoka i udarca po lopti. U nogometu je najbitnija brzina sprinta koja u sebi sadrži veći broj dimenzija brzine (startnu brzinu frekvencije pokreta, brzinu pojedinačnoga pokreta, maksimalnu brzinu). Osim brzine sprinta u nogometu, značajna je i brza promjena smjera kretanja.

U kategoriji početnika, dob od 9-10 i 10-11 godina, razvojna obilježja ukazuju da gotovo nema razlike između djevojčica i dječaka, izražena je potreba za kretanjem, visok je natjecateljski duh, koncentracija je na niskoj razini, visok je stupanj emocionalne osjetljivosti, igrači su orijentirani samo na loptu, niska je razina koordinacije i nerazvijena je mišićna snaga nogometaša. Ciljevi u području tehničke pripreme u ovoj kategoriji su naučiti najvažnije elemente tehnike (u početnome obliku). Također, početnici trebaju biti podučeni svim vrstama kretanja bez lopte: trčanjima, skokovima, bacanjima, udarcima, penjanjima, povlačenjima i balansiranjima.

Cilj ovoga rada je utvrditi razlike u brzini sprinta i brzini pravocrtnog vođenja lopte na dionicama od 5 m, 20 m i 50 m te utvrditi razlike između napadača, obrambenih i veznih igrača.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika tijekom istraživanja činio je 36 nogometaša, koji su polaznici Akademije Krpan & Babić, životne dobi od 9 i 10 godina, iz kategorije početnika. Prosječna dob nogometaša iznosila je 9.75 godina, prosječna tjelesna visina 148.8 centimetra a prosječna tjelesna težina 38.2 kilograma.

### 2.2. UZORAK VARIJABLI

Uzorak varijabli čini osam varijabli od kojih su dvije morfološke karakteristike te šest varijabli brzine nogometaša na dionicama duljine 5 m, 20 m i 50 m s loptom i bez lopte. Mjerenje brzine sprinta i brzine vođenja lopte na dionicama duljina 5 m, 20 m i 50 m provedeno je pomoću aplikacije Photo Finish (Version 2.30) i dvaju pametnih telefona. Prije testiranja sa svim je ispitanicima proveden uvodno-pripremni dio treninga koji se sastojao od trčanja niskim intenzitetom i dinamičkoga istezanja ukupnoga trajanja 25 minuta.

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Podatci su obrađeni pomoću programa za statističku analizu STATISTICA 10.0. Izračunati su osnovni deskriptivni parametri za sve varijable, a za utvrđivanje razlika u brzini sprinta i vođenja lopte korišten je T-test za nezavisne uzorke. Nadalje, korišten je i Kolmogorov-Smirnov test (K-S) za testiranje normalnosti distribucije varijabli.

### 3. REZULTATI

Analizirani su podaci deskriptivnih pokazatelja morfoloških dimenzija cijelog uzorka nogometaša zatim subuzoraka po pozicijama, rezultati brzine sprinta i brzine pravocrtnog vođenja lopte na dionicama duljina 5 m, 20 m i 50 m te analiza razlika među pozicijama igrača te završno, njihove razlike na istim dionicama s i bez lopte. U Tablici 1. prikazani su deskriptivni pokazatelji morfoloških dimenzija nogometaša.

**Tablica 1.** Deskriptivni pokazatelji morfoloških dimenzija nogometaša po pozicijama

VARIJABLE	N	AS	SD	MIN	MAX
<b>NAPADAČI</b>					
TV	12	147.33	9.23	130.00	165.00
TT	12	37.67	6.33	27.00	50.00
<b>VEZNI</b>					
TV	12	146.75	6.08	132.00	152.00
TT	12	35.42	4.38	30.00	41.00
<b>OBRAMBENI</b>					
TV	12	152.33	6.14	144.00	164.00
TT	12	43.08	8.01	35.00	57.00

Legenda: N – broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, MIN – minimalni rezultat, MAX – maksimalni rezultat, TV – tjelesna visina, TT – tjelesna težina

Vidljivo je da su u prosjeku obrambeni igrači najveće tjelesne visine i mase, zatim napadači te vezni igrači. U Tablici 2. prikazani su deskriptivni pokazatelji varijabli brzine sprinta i brzine vođenja nogometaša podijeljenih prema pozicijama.

**Tablica 2.** Deskriptivni pokazatelji varijabli brzine sprinta i brzine vođenja lopte po pozicijama

VARIJABLA	N	AS	SD	MAX	MIN
<b>NAPADAČI</b>					
Sprint na dionici duljine 5 m	12	1.942	0.09	2.06	1.79
Sprint na dionici duljine 20 m	12	4.78	0.29	5.25	4.22
Sprint na dionici duljine 50 m	12	10.13	0.52	10.97	9.45
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 5 m	12	2.57	0.31	3.09	2.07
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 20 m	12	6.16	0.82	8.08	4.95
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 50 m	12	12.14	0.92	14.21	10.41
<b>VEZNI</b>					
Sprint na dionici duljine 5 m	12	1.944	0.10	2.14	1.79
Sprint na dionici duljine 20 m	12	4.90	0.27	5.40	4.49
Sprint na dionici duljine 50 m	12	10.33	0.64	11.27	9.25
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 5 m	12	2.51	0.17	2.88	2.26
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 20 m	12	6.06	0.47	7.23	5.35
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 50 m	12	12.59	0.89	14.29	11.35
<b>OBRAMBENI</b>					
Sprint na dionici duljine 5 m	12	1.99	0.14	2.19	1.75
Sprint na dionici duljine 20 m	12	5.03	0.39	5.66	4.36
Sprint na dionici duljine 50 m	12	10.63	0.94	12.40	9.19
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 5 m	12	2.65	0.19	2.93	2.32
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 20 m	12	6.36	0.69	7.84	5.40
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 50 m	12	13.27	1.70	16.58	11.45

Legenda: N – broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, MIN – minimalni rezultat, MAX – maksimalni rezultat

Vidljivo je da su napadači postigli najbolje vrijeme u testu sprinta na dionici duljine 5 m, zatim vezni igrači te obrambeni. U varijabli sprint na dionici od 20 m najbrži su vezni igrači, nakon njih napadači pa obrambeni igrači. U sprintu na dionici od 50 m najbrže vrijeme imaju napadači, vezni igrači te obrambeni igrači. U Tablici 3. pomoću T-testa za nezavisne uzorke analizirane su razlike u svim varijablama među pozicijama nogometaša na razini značajnosti  $p < 0.05$ .

**Tablica 3.** Razlike između sprinta i brzoga vođenja lopte na dionicama duljina 5 m, 20 m i 50 m prema pozicijama

VARIJABLE	N	O	AS (N)	AS (O)	p
Sprint na dionici duljine 5 m	12	12	1.942	1.99	0.29
Sprint na dionici duljine 20 m	12	12	4.78	5.03	0.09
Sprint na dionici duljine 50 m	12	12	10.13	10.63	0.13
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 5 m	12	12	2.57	2.65	0.41
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 20 m	12	12	6.16	6.36	0.53
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 50 m	12	12	12.14	13.27	0.06
VARIJABLE	V	N	AS (V)	AS (N)	p
Sprint na dionici duljine 5 m	12	12	1.944	1.942	0.97
Sprint na dionici duljine 20 m	12	12	4.90	4.78	0.29
Sprint na dionici duljine 50 m	12	12	10.33	10.13	0.41
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 5 m	12	12	2.51	2.57	0.60
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 20 m	12	12	6.06	6.16	0.70
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 50 m	12	12	12.59	12.14	0.24
VARIJABLE	O	V	AS (O)	AS (V)	p
Sprint na dionici duljine 5 m	12	12	1.99	1.944	0.32
Sprint na dionici duljine 20 m	12	12	5.03	4.90	0.37
Sprint na dionici duljine 50 m	12	12	10.63	10.33	0.38
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 5 m	12	12	2.65	2.51	0.07
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 20 m	12	12	6.36	6.06	0.22
Brzo vođenje lopte na dionici duljine 50 m	12	12	13.27	12.59	0.23

Legenda: N – napadači, O – obrambeni igrači, V – vezni igrači, AS(N) – aritmetička sredina napadača, AS(O) – aritmetička sredina obrambenih igrača, AS(V) – aritmetička sredina veznih igrača, p – p vrijednost

#### 4. RASPRAVA

Rezultati ovog istraživanja potvrdili ukazuju da napadači imaju najbrže vrijeme sprinta na dionicama duljina 5 m, 20 m i 50 m. S rezultatom 1.942 s na dionici duljine 5 m, rezultatom 4.78 s na dionici duljine 20 m i rezultatom 10.13 s na dionici duljine 50 m napadači su najbrži iz cijelog uzorka tijekom provedbe testiranja. Također, treba napomenuti da su vezni igrači na dionici duljine 5 m imali gotovo jednak rezultat kao i napadači (1.944s). Vezni igrači imaju najbrže vrijeme pravocrtnog vođenja lopte na dionicama duljina 5 m, 20 m i 50 m. Vezni igrači su ostvarili najbrže vrijeme na dionici duljine 5 m s rezultatom 2.51 s i na dionici duljine 20 m s rezultatom 6.06 s, ali na dionici duljine 50 m najbrži rezultat imaju napadači s rezultatom 12.14 s. Vezni igrači imaju najmanju razliku u brzini sprinta i brzini pravocrtnog vođenja lopte na dionicama duljina 5 m, 20 m i 50 m. Vezni igrači imaju najmanju razliku na dionicama duljina 5 m i 20 m s razlikom 0.57 s i 1.16 s, ali na dionici duljine 50 m najmanju razliku imaju napadači s razlikom 2.01 s. Treba napomenuti da obrambeni igrači imaju na svim dionicama najlošije vrijeme i najveću razliku u brzini sprinta i brzini pravocrtnog vođenja lopte na dionicama duljina 5 m, 20 m i 50 m.

Ako se usporede rezultati ovoga istraživanja s rezultatima dosadašnjih istraživanja, ponajprije istraživanja koje su proveli Sariati, D. i sur. (2020), kojima je bio cilj ispitati odnos između promjene smjera kretanja s i bez lopte i brzine sprinta na dionicama duljina 5 m i 20 m kod elitnih nogometaša ( $n = 40$ ) gdje nije utvrđena statistički značajna razlika između pozicija u promjeni smjera kretanja s loptom. Jedina je razlika koja je statistički značajna u sprintu na dionici od 20 m, gdje su napadači ( $2.67 \pm 0.08$  s) bili brži od veznih



igrača ( $2.67 \pm 0.08$  s). Može se zamijetiti da su u ovome radu vezni igrači ( $4.90 \pm 0.27$  s) brži od napadača ( $4.78 \pm 0.29$  s) u sprintu na dionici duljine 20m, ali ne statistički značajno. Nadalje, Reinholz, K., Zubčić, D. & Vučetić, V. (2015) provode istraživanje u kojemu analiziraju razlike kod nogometaša u varijablama linearnog sprinta na dionici duljine 20 m uspoređujući parcijalna vremena na dionicama duljina 5 m i 10 m, u kategorijama od U8 do U19. U kategoriji U10 rezultat je u sprintu na dionici duljine 5 m 1.88 s, dok je rezultat sprinta na dionici duljine 20 m  $4.69 \pm 0.22$  s. Uspoređujući rezultate s rezultatima koji su dobiveni u ovome radu u sprintu na dionici duljine 5 m ( $1.96 \pm 0,11$  s) i sprintu na dionici duljine 20 m ( $4.90 \pm 0.33$  s), vidljivo je da su nogometaši na istim dionicama sprinta u prosjeku sporiji nego u navedenom istraživanju.

## 5. ZAKLJUČAK

Iz ovoga istraživanja i rezultata koji su dobiveni može se zaključiti da su napadači u prosjeku najbrži u sprintu na dionicama duljina 5 m, 20 m i 50 m i time su najeksplozivniji i imaju bolju sposobnost održavanja brzine od obrambenih i veznih igrača. Također, zaključuje se da su vezni igrači u prosjeku tehnički bolji i brži jer imaju bolju kontrolu lopte na dionicama duljina 5 m i 20 m, a na dionici duljine 50 m napadači. Isto tako, može se zaključiti da su obrambeni igrači u prosjeku u sprintu i brzome vođenju lopte najsporiji te da imaju najveću razliku između brzine sprinta i brzine pravocrtnog vođenja lopte.

## 6. LITERATURA

1. Dujmović, P. (2000). *Škola nogometa*. Zagrebački nogometni savez, Zagreb.
2. Krmek, M. (2018). *Morfološke karakteristike i motoričke sposobnosti mladih nogometaša*. Doktorska disertacija. Kineziološki fakultet Zagreb. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.
3. Reinholz, K., Zubčić, D. & Vučetić, V. (2015). Age-related sprint performance characteristics of elite male soccer players. In *10<sup>th</sup> International Conference on Kinanthropology* (p. 179).
4. Sariati, D., Hammami, R., Chtara, M., Zagatto, A., Boullosa, D., Clark, C. C., ... & Zouhal, H. (2020). Change-of-direction performance in elite soccer players: preliminary analysis according to their playing positions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(22). 8360.

# RAZLIKE VRHUNSKIH RUKOMETAIŠICA KADETSKE (U 15) I SENIORSKE DOBI U BRZINSKO-EKSPLOZIVNIM SVOJSTVIMA

Andrija Mikša

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Brzinsko-eksplozivna svojstva kao što su brzina, agilnost i skočnost su ključni dijelovi brojnih sportova pa tako i rukometa koji uvelike određuju situacijsku efikasnost na natjecanju. Rapidna ubrzanja, promjene smjera kretanja i skokovi su centralni faktor većine tehničko-taktičkih akcija u rukometnoj igri (Karcher i Bucheit, 2014). Istraživanja pokazuju da navedeni faktori razlikuju elitne rukometaše od rukometaša slabijih rangova natjecanja (Gorostiaga i sur., 2005; Fernandez-Romero i sur., 2016). Osim toga, većina „bitnih“ sposobnosti je razvijenija kod starijih u odnosu na mlađe dobne kategorije (Hammami i sur., 2019; Ingebritsen i sur., 2013). Međutim, to nije uvijek slučaj (Ingebritsen i sur., 2013). Osim toga, većina istraživanja je provedena na muškim rukometnim ekipama te su pred ženske ekipe postavljeni drukčiji zadatci u rukometnoj igri zbog različitih zahtjeva i različitog stila igre između rukometaša i rukometašica (Michalsik i Aagaard, 2015). Uz to, poznato je da se često za brzinsko eksplozivna svojstva u praksi govori da se teško razvijaju, da su jako genetski uvjetovana te da se nakon određene dobi ne mogu razviti. Nadalje, često se navedene sposobnosti stavljaju „u isti koš“ te se treniraju sve na isti način, što je opovrgnuto u brojnim istraživanjima, te je dokazano da su navedene sposobnosti neovisni faktori (Šalaj i Marković, 2011). S obzirom na navedeno, cilj ovog istraživanja je usporediti kadetske igračice (U15) i seniorke iste rukometne ekipe, najvišeg ranga natjecanja, u određenim testovima startnog ubrzanja, agilnosti i skočnosti, utvrditi u kojim se sposobnostima razlikuju te diskutirati o potencijalnim praktičnim aplikacijama navedenih rezultata.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak je činio 14 vrhunskih hrvatskih rukometašica te 16 kadetkinja (U15) jedne ekipe elitnog ranga natjecanja. Višegodišnje rukometno iskustvo i rang natjecanja govore da se radi o vrlo selekcioniranome uzorku ispitanica. Mjerenja su provedena u skladu s etičkim pravilima, a na dan testiranja sve rukometašice su bile zdrave i bez drugih ograničenja.

### 2.2. UZORAK VARIJABLI

Uzorak varijabli čini pet antropometrijskih varijabli rukometašica: koraci u stranu (MAGKUS), sprint na 10 metara (MES10m), skok s pripremom (MESCMJ), skok s pripremom jednonožni s desne noge (MESCMJD), te skok s pripremom jednonožni s lijeve noge (MESCMJL).

### 2.3. PROTOKOL TESTIRANJA

Ispitanice su mjerene po standardnom protokolu i pod vodstvom kvalificiranih mjeritelja u Sportsko dijagnostičkom centru Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

## 2.4. METODE OBRADJE PODATAKA

Svi podatci su obrađeni u računalnim programima Microsoft Excel i MedCalc. T-test za nezavisne uzorke je korišten za utvrđivanje razlika u varijablama brzinsko-eksplozivnih svojstava između U15 i seniorskih rukometašica.

## 3. REZULTATI

**Tablica.** Osnovni statistički parametri (aritmetička sredina (AS) i standardna devijacija (SD)) te p vrijednost t testa

	SENIORKE (AS)	SD	U15 (AS)	SD U15	p
MAGKUS	8,55	0,36	8,92	0,42	0,02
MES10m	2,40	0,06	2,37	0,13	0,56
MESCMJ	36,82	3,23	37,44	3,01	0,60
MESCMJD	26,63	2,41	25,96	3,04	0,53
MESCMJL	26,17	2,44	25,70	2,40	0,61

Legenda: MAGKUS – koraci u stranu, MES10m – sprint 10 m, MESCMJ – skok s pripremom, MESCMJD- skok s pripremom jednonožni s desne noge, MESCMJL- skok s pripremom jednonožni s lijeve noge

Osnovni statistički pokazatelji, te rezultati t testa su prikazani u tablici 1. Seniorke u varijabli MAGKUS postižu vrijednost  $8,55 \pm 0,36$ , dok U15 rukometašice postižu  $8,92 \pm 0,42$  što je statistički značajno ( $p < 0,05$ ). U varijabli MES10m seniorke postižu vrijednosti  $2,40 \pm 0,06$ , dok U15 igračice postižu nešto manje numeričke vrijednosti  $2,37 \pm 0,13$  što je bolje jer je varijabla obrnuto skalirana, ipak statistička značajnost nije postignuta. Nadalje u varijabli MESCMJ seniorke postižu manje vrijednosti ( $36,82 \pm 3,23$ ) od U15 rukometašica ( $37,44 \pm 3,01$ ). U varijabli MESCMJD seniorke su bolje ( $26,63 \pm 2,41$ ) od U15 ( $25,96 \pm 3,04$ ). Finalno, u varijabli MESCMJL seniorke postižu bolje rezultate ( $26,17 \pm 2,44$ ) od U 15 igračica ( $25,70 \pm 2,40$ ). U niti jednoj varijabli osim MAGKUS nije postignuta statistička značajnost.

## 4. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi razlike između U15 rukometašica i seniorki u nekim varijablama koje opisuju njihov brzinsko-eksplozivni profil. Rezultati ukazuju da seniorke postižu više i bolje vrijednosti u varijabli MAGKUS dok u drugim varijablama nema statistički značajne razlike između ove dvije kategorije rukometašica. Navedeno ukazuje na to da su vrhunske rukometašice superiorne u bočnoj agilnosti u odnosu na U15 dobnu kategoriju, dok u startnom ubrzanju i skočnosti razlike nema. Bočna kretanja su ključan faktor igre u obrani te jedan od glavnih determinanti uspješnosti u rukometnoj igri. Što je brže bočno kretanje to se lakše zatvara prostor u obrani, lakše se dolazi do protivničkih igrača te se tako lakše može napraviti faul ili zaustaviti protivničkog igrača. Istraživanja ukazuju na to da je igra u obrani upravo jedna od glavnih determinanti uspješnosti te razlikuju uspješne od neuspješnih ekipa (Mikša i sur., 2021). Primjerice, Mikša i sur., (2021) su utvrdili da broj osvojenih lopti značajno razlikuje uspješne od neuspješnih ekipa te da je jedan od glavnih prediktora pobjede na rukometnoj utakmici. Osim toga, utvrđeno je da je broj izgubljenih lopti jedan od glavnih prediktora poraza. Taj faktor indirektno ukazuje i na uspješnost igre u obrani i samim time potencijalno i na brzinu bočnog kretanja. Odnosno, ako je brža i bolja igra u obrani, više je osvojenih lopti i više je pogrešaka protivnika u napadu. Nadalje, druga istraživanja ukazuju na to da seniori postižu više vrijednosti u agilnosti od mlađih dobnih kategorija (Ruscello i sur., 2021). Navedeno može biti proizvod razlike u dobi, dok može biti i zbog veće količine akumuliranih treninga i utakmica u seniorskoj kategoriji i samim time veću razvijenost navedenih svojstava. Uz to moguće je su zbog procesa selekcije u seniorskoj kategoriji igračice agilnije.

U startnom ubrzanju nema razlika između seniorki i U15 dobne kategorije. Moguće je da navedena sposobnost nije toliko bitna za uspješnost u rukometnoj igri, iako druga istraživanja sugeriraju drugačije te ukazuju da su seniori bolji od mlađih dobnih kategorija u startnom ubrzanju (Ingebritsen i sur., 2013). Ipak, istraživanja ukazuju na to da je u ženskom rukometu manje visoko intenzivnih kretnji trčanja nego u muškom te prevaljuju veće udaljenosti tijekom igre (Michalsik i Aagaard, 2015). Samim time moguće je da startno ubrzanje nije presudno zbog navedenih razlika i drugačijeg stila igre između muških i žen-

skih ekipa. Nadalje, moguće je da su U15 igračice dostigle vrhunac u startnom ubrzanju te da se kasnije navedena sposobnost nije razvijala ili zbog nepostojeće potrebe ili zbog neadekvatnog naglaska u trenin- gu. Osim toga, djevojke prije postižu zrelost od muškaraca te samim time prije dostižu vrhunac određenih sposobnosti, što može isto biti uzrok dobivenih rezultata.

Osim navedenog iz numeričkih pokazatelja se mogu uočiti neke zanimljivosti koje bi praktičarima mo- gle pomoći u programiranju trenažnog procesa. Naime, u varijabli MESC MJ U15 postižu bolje rezultate od seniorke. Navedena varijabla opisuje skok s pripremom s dvije noge. U varijablama MESC MJ D i MESC MJ L seniorke postižu bolje numeričke vrijednosti. Stoga, iako su navedeni testovi vrlo slični i mjere „istu sposobnost“ seniorke su bolje u testu s jednom nogom dok su U15 bolje u testu s drugom. To ukazuje da ne postoji generalna „skočnost“ ili „eksplozivnost“ već da na vrhunskom nivou postoje razlike i u najsitni- jim modifikacijama određenog testa i sposobnosti te ukazuje na važnost specifičnog kondicijskog trenin- ga. U rukometu se odraz većinom vrši s jedne noge te testovi MESC MJ D i MESC MJ L bolje procjenjuju skok u rukometnoj igri od MESC MJ. Dakle, iako su U15 skočnije u odrazu s 2 noge, slabije su u odrazu s jednom. Stoga, specifična kondicijska priprema u kojoj su obrasci aktivacije mišića što sličniji obrascima aktivacije u samoj igri se preporučuje kako bi se na najefikasniji način poboljšale one sposobnosti i kreta- nja koje su najbitnije u igri. Navedeni rezultati potencijalno mogu biti greška mjerenja, a i nije postignu- ta značajnost, međutim važno je ukazati na navedeno jer se neuromuskularni sustav razvija u sportskom treningu i svaki pomak od specifične izvedbe će na nešto drugačiji način aktivirati neuromuskularni su- stav i samim time neće na optimalan način razviti određeni obrazac pokreta. Opća kondicijska priprema je bitna, međutim još se dan danas događa da praktičari zanemaruju specifičnu pripremu što zasigurno nije optimalno za razvoj specifičnih sposobnosti određenog sportaša. S obzirom na navedeno praktičari- ma se preporučuje da razvijaju najbitnije sposobnosti i kretanje u rukometu na jedan sveobuhvatan način, gdje se svaki aspekt izvedbe određene kretanje pomno analizira te se temeljem toga odrede najprimjereniji trenažni operatori za razvoj istih.

## 5. ZAKLJUČAK

Vrhunske rukometašice se razlikuju od U15 dobne kategorije u varijabli MAGKUS, dok u drugim varijablama razlika nije utvrđena. Navedeno ukazuje na važnost bočnog kretanja i brze promjene smjera kretanja u rukometnoj igri, posebice u fazi obrane. S obzirom na to, bočna kretanja se ne smiju zanema- riti u kondicijskoj pripremi rukometašica jer razlikuju rukometašice vrhunske razine od mlađih igračica. Daljnja istraživanja s većim uzorcima i sa širom baterijom testova se moraju provesti da bi se detaljnije utvrdile razlike između vrhunskih rukometašica i mlađih dobnih kategorija i tako pomogla trenerima da utvrde koliko je koja igračica daleko od željene razine razvijenosti određenog svojstva te koja svojstva su najbitnija u rukometnoj igri.

## 6. LITERATURA

1. Fernández-Romero, J. J., Suárez, H. V., i Cancela, J. M. (2016). Anthropometric analysis and performance characteristics to predict selection in young male and female handball players. *Motriz: Revista de Educação Física*, 22, 0283-0289.
2. Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., i Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International journal of sports medicine*, 26(03), 225-232.
3. Hammami, M., Hermassi, S., Gaamouri, N., Aloui, G., Comfort, P., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2019). Field tests of performance and their relationship to age and anthropometric parameters in adolescent handball players. *Frontiers in physiology*, 10, 1124.
4. Ingebrigtsen, J., Jeffreys, I., i Rodahl, S. (2013). Physical characteristics and abilities of junior elite male and female handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(2), 302-309.
5. Karcher, C., i Buchheit, M. (2014). On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports medicine*, 44(6), 797-814.
6. Michalsik, L. B., i Aagaard, P. (2015). Physical demands in elite team handball: Comparisons between male and female players. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(9), 878-891.

7. Mikša, A., Milanović, M. i Jerak, T. (2021). Standard performance indicators as factors of men's team performance at the 2019 world handball championship. *U S. Šalaj i D. Škegro (ur.), 9<sup>th</sup> international scientific conference on kinesiology*, Opatija 15-19. rujan 2021., str 798-802. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
8. Ruscello, B., Castagna, C., Carbonaro, R., Gabrielli, P. R., i D'Ottavio, S. (2021). Fitness profiles of elite male Italian teams handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(5), 656-665.
9. Šalaj, S., i Marković, G. (2011). Specificity of jumping, sprinting, and quick change-of-direction motor abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(5), 1249-1255.

# TESTOVI ZA PROCJENU BRZINE PROMJENE SMJERA KRETANJA I REAKTIVNE AGILNOSTI U TENISU

Filip Sinković<sup>1</sup>, Dario Novak<sup>1</sup>, Nenad Krošnjar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Filozofski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

Tenis kao kompleksnu polistrukturalnu aktivnost karakterizira niz specifičnih kretnih struktura koje se izmjenjuju ovisno o situaciji, a pretežno se izvode kretnje maksimalnom brzinom u određenom vremenskom razdoblju (Čanaki i Birkić, 2009). Zbog reaktivnih zahtjeva igre, ukupnog trajanja meča, podloge na kojoj se igra i energetske potrošnje, može se reći kako jedan od glavnih ciljeva kondicijskog treninga tenisača mora biti usmjeren prema razvoju i održavanju brzinsko-eksplozivnih sposobnosti, a to su brzina, agilnost i eksplozivna snaga. Ove se sposobnosti tretiraju zajednički jer koriste iste energetske resurse, na sličan način podražuju živčani sustav, imaju zajedničke faktore o kojima ovisi razina pojedine sposobnosti i potrebno je zadovoljiti iste preduvjete za intenzivan trening pojedine motoričke sposobnosti (Milanović, Bašić i Milanović, 2005).

Agilnost se smatra jednom od najznačajnijih sposobnosti za uspjeh u mnogim sportovima pa tako i u tenisu (Paul, Gabbett i Nassis, 2016). Definira se kao sposobnost brze i efikasne promjene smjera i/ili pravca kretanja (Sekulić i Metikoš, 2007). Postoje dva, relativno nezavisna, manifestna oblika agilnosti. Prvi je nereaktivna ili predplanirana brzina promjene smjera kretanja (CODS-change of direction speed) dok je drugi reaktivna ili neplanirana agilnost (RAG-reactive agility) (Zeljko, Gilić i Sekulić, 2020). Upravo je cilj ovog rada naglasiti razliku u terminologiji između ta dva pojma te navesti neke od testova koji se koriste za mjerenje istih.

## 2. BRZINA PROMJENE SMJERA KRETANJA (CODS) I REAKTIVNA AGILNOST (RAG) U TENISU

Budući da u tenisu igrači vrlo često mijenjaju pravac kretanja, brzina promjene smjera kretanja (CODS) i reaktivna agilnost (RAG) smatraju se vrlo važnim motoričkim dimenzijama (Gilić, Uljević i Tokić, 2019). Tako brzu promjenu smjera kretanja (CODS) karakterizira promjena smjera kretanja koja je već unaprijed poznata, odnosno planirana i igrači ne trebaju reagirati na određeni podražaj. Kod testova brze promjene smjera kretanja (CODS) nema faktora donošenja odluka te su samim time ispitanici manje podložni utjecaju greške prilikom izvođenja (Zeljko, Gilić i Sekulić, 2020).

Za razliku od brze promjene smjera kretanja (CODS), reaktivna agilnost (RAG) uključuje kognitivnu komponentu, odnosno faktore zapažanja i donošenja odluka (Zeljko, Gilić i Sekulić, 2020). Dakle, može se zaključiti kako se reaktivna agilnost (RAG) manifestira u uvjetima kada osoba treba izvesti agilnu kretnju, ali tako da mora reagirati na nekakav podražaj. Najčešće se u prostoru reaktivne agilnosti (RAG) zapravo radi o vizualnom podražaju, a što je u području sporta potpuno jasno jer sportaši agilne strukture kretanja u pravilu izvode temeljem vizualnog zapažanja bilo protivnikovog kretanja ili putanje nadolazeće loptice (Sekulić i sur., 2017). Testovi reaktivne agilnosti (RAG) se zbog većeg zahtjeva na brzinu reakcije smatraju složenijim i težim za samu izvedbu s toga je logično da će i rezultat biti nešto slabiji u odnosu na sposobnost brze promjene smjera kretanja (CODS). Sukladno svemu navedenom, vidljivo je kako na reaktivnu agilnost (RAG) ne utječu samo motoričke sposobnosti, već i mnogi ostali kognitivni faktori kao što su zapažanje, percepcija, anticipacija ili brzina donošenja odluka na neki podražaj (Sekulić i sur., 2014).

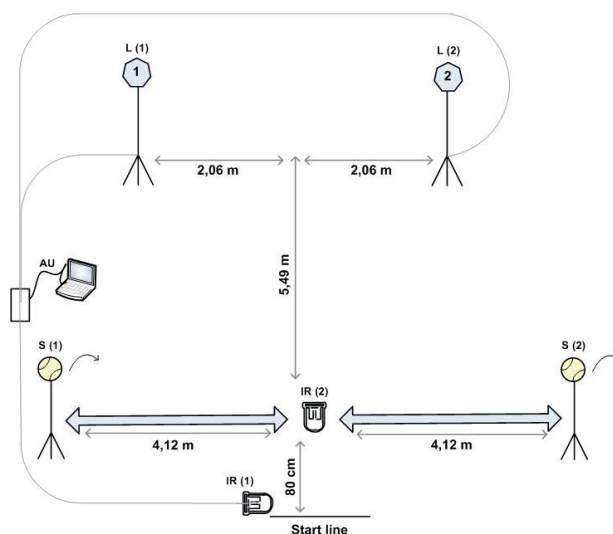
### **3. TESTOVI BRZINE PROMJENE SMJERA KRETANJA (CODS) I REAKTIVNE AGILNOSTI (RAG) U TENISU**

Sportaši kao i njihovi treneri nastoje pronaći nove načine za poboljšanje pojedinih motoričkih sposobnosti, a samim time i poboljšanje rezultata u pojedinim sportovima. Sukladno tome, u današnje vrijeme javlja se sve veći broj testova i metoda za mjerenje i praćenje motoričkih sposobnosti samih sportaša. Bez obzira na važnost brze promjene smjera kretanja (CODS) i reaktivne agilnosti (RAG) u tenisu, vrlo je mali broj znanstvenih istraživanja koja su se bavila ovim motoričkim dimenzijama, posebno u specifičnim uvjetima. Osnovni problem za nedostatak takvih istraživanja vezan je uz nepostojanje adekvatnih testova s toga je sve izraženiji trend konstrukcije i validacije novih. Da bi novo konstruirani test bio upotrebljiv on mora imati dobre metrijske karakteristike, a tu se prvenstveno misli na pouzdanost i valjanost (Zeljko, Gilić i Sekulić, 2020). Sport specifični testovi daju detaljnije informacije o stvarnom stanju onih osobina i sposobnosti koje u konačnici osiguravaju uspjeh igrača na vrhunskoj razini natjecanja. Također, takvi testovi uvijek bolje opisuju učinkovitost igračeve motorike povezane s tehničkom izvedbom nego što je to slučaj s bazičnim testovima (Gilić, Uljević, Tokić, 2019).

Do sada se brzina promjene smjera kretanja (CODS) u tenisu većinom mjerila standardiziranim bazičnim testovima. Istraživanja koja za primarni cilj imaju konstrukciju novih sport specifičnih testova za procjenu brzine promjene smjera kretanja (CODS) u pravilu se baziraju na modifikaciji već postojećih bazičnih testova. Tako primjerice Sassi i sur. modifikaciju „T-TEST-a“ izvode na način da zadržavaju strukture kretanja kao kod izvorne verzije testa, ali smanjuju udaljenost između markiranih oznaka u odnosu na koje se ispitanik kreće (Sassi i sur., 2009). Pauole i sur. navedeni „T-TEST“ modificiraju uz pomoć tehnološki visoko razvijene mjerne opreme na način da pri svakoj promjeni smjera kretanja ispitanik aktivira jedan od senzora koji se nalaze na markiranim oznakama. Kao rezultat aktivacije senzora javlja se zvučni signal, čiji izostanak rezultira ponovljenom izvedbom ispitanika (Pauole i sur., 2000). Modifikaciju „T-TEST-a“ u svrhu utvrđivanja asimetrije donjih ekstremiteta i utvrđivanja njegove pouzdanosti izvode i Hickey i sur. Test je zadržao iste strukture kretanja s time da se posebno izvodio u lijevu i desnu stranu. Također, promijenjena je udaljenost između markera, kao i sam protokol izvedbe (Hickey i sur., 2009). Gabbett i sur. modificiraju „505 test agilnosti“ na način da ispitanici provode povratni sprint na udaljenosti od 5 m bez prethodnog ubrzanja (10 m) koje se izvodi u standardnom „505 testu agilnosti“ (Gabbett i sur., 2008).

Svi prethodno navedeni testovi kreirani su kako bi mjerili brzinu promjene smjera kretanja (CODS) koja je unaprijed poznata, odnosno planirana i igrači ne trebaju reagirati na određeni podražaj. Međutim, u novije vrijeme je primjetan trend razvoja sport specifičnih testova koji procjenjuju reaktivnu agilnost (RAG). Tako su u svom istraživanju Zeljko i sur. na uzorku od 30 ispitanika razvili pouzdan i valjan test za procjenu reaktivne agilnosti kod futsal igrača (Zeljko, Gilić i Sekulić, 2020). Osim futsala, razvijeni su protokoli za validaciju specifičnih testova za procjenu reaktivne agilnosti na uzorku nogometaša (Gilić, Uljević, Tokić, 2019) i košarkaša (Sekulić i sur., 2017). Zajednička karakteristika ovih testova jest ta što svi koriste vizualne podražaje u vidu svjetlosnih signala na koje ispitanik reagira.

Što se tiče testova reaktivne agilnosti u tenisu, očito je da takvih nedostaje. Jedan od primjera takvog testa dobro je opisan u istraživanju u kojem je konstruiran novi test reaktivne agilnosti, a isti je pokazao izrazito dobre metrijske karakteristike. U navedenom istraživanju testovi su se mjerili sustavom SportReact (Zagreb, Hrvatska), a test je konstruiran je na način da ispitanici oponašaju specifične kretanje u tenisu (Slika 1.) (Sinković, Foretić i Novak, 2022).



Slika 1. Prikaz TENRAG testa

Kod TENRAG testa ispitanici kreću s unaprijed određene startne crte. U onom trenutku kada se „split stepom“ prekine infracrveni signal ( $IR_1$ ) koji se nalazi pored startne linije, počinje se mjeriti vrijeme i pali se jedna od dvije postavljene lampice ( $L_1$  ili  $L_2$ ). Ispitanik treba prepoznati koja se lampica upalila, dotrčati prekoračnom i bočnom tehnikom u stranu do postavljenog stalka s lopticom ( $S_1$  ili  $S_2$ ) i udariti istu forhend ili bekind udarcem ispred tijela dovoljnom jačinom da loptica dotakne podlogu. Nakon odigranog udarca, igrač se treba što brže vratiti do uređaja ispred startne crte te ponovno prekinuti infracrveni signal ( $IR_2$ ) čime završava mjerenje. Svaki test izvodi se devet puta s trajanjem pauze od 60 sekundi između čestica mjerenja, a za daljnju obradu uzima se srednja izmjerena vrijednost kod oba testa (Sinković, Foretić i Novak, 2022).

#### 4. ZAKLJUČAK

Brzu promjenu smjera kretanja (CODS) karakterizira promjena smjera kretanja koja je već unaprijed poznata, odnosno planirana i igrači ne trebaju reagirati na određeni podražaj dok reaktivna agilnost (RAG) uključuje kognitivnu komponentu, odnosno faktore zapažanja i donošenja odluka. Bez obzira na važnost brze promjene smjera kretanja (CODS) i reaktivne agilnosti (RAG) u tenisu, osnovni problem za nedostatak znanstvenih istraživanja koja su se bavila ovim motoričkim dimenzijama vezan je uz nepostojanje adekvatnih testova koji se u pravilu baziraju na modifikaciji već postojećih bazičnih testova. S toga, cilj budućih istraživanja trebao bi biti usmjeren prema konstrukciji i validaciji novih sport specifičnih testova.

#### 5. LITERATURA

1. Čanaki, M. i Birkić, Ž. (2009). Specifičnosti pliometrijskog treninga tenisača. *Hrvatski sportskomedicinski vjesnik*, 24(1), 45-50.
2. Gabbett, T.J., Kelly, J.N., i Sheppard, J.M. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 174-181.
3. Gilić, B., Uljević, O. i Tokić A. (2019). Utjecaj morfoloških karakteristika i motoričkih sposobnosti na reaktivnu i nereaktivnu agilnost mladih nogometaša. *Deveta međunarodna konferencija Sportske nauke i zdravlje*, str. 185-191. Banja Luka.
4. Hickey, K.C., Quatman, C.E., Myer, G.D., Ford, K.R., Brosky, J.A., i Hewett, T.E. (2009). Methodological report: Dynamic field tests used in an NFL combine setting to identify lower extremity functional asymmetries. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2500-2510.
5. Milanović, L., Bašić, M. i Milanović, M. (2005). Razvoj brzinsko-eksplozivnih svojstava u tenisu (SAQ). *Zagreb: Hrvatski kineziološki savez*, 328-331.
6. Paul, D.J., Gabbett, T.J., i Nassis, G.P. (2016). Agility in Team Sports: Testing, Training and Factors Affecting Performance. *Sports medicine*, 46(3), 421-442.



7. Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M., i Rozenek, R. (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college aged men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 443-450.
8. Sassi, R.H., Dardouri, W., Yahmed, M.H., Gmada, N., Mahfoudhi, M.E. i Gharbi, Z. (2009). Relative and absolute reliability of a modified agility T-test and its relationship with vertical jump and straight sprint. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1644-1651.
9. Sekulić, D., Pehar, M., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O. i Calleja-González, J., Sattler T. (2017). Evaluation of Basketball-Specific Agility: Applicability of Preplanned and Nonplanned Agility Performances for Differentiating Playing Positions and Playing Levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(8), 2278-2288.
10. Sekulic, D., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O. i Peric, M. (2014). The development of a new stop'n'go reactive-agility test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3306–3312.
11. Sekulić, D. i Metikoš, D. (2007). Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji uvod u osnovne kineziološke transformacije. Split: Fakultet prirodoslovno matematičkih znanosti i kineziologije.
12. Sinkovic, F., Foretic, N. i Novak, D. (2022). Reliability, Validity and Sensitivity of Newly Developed Tennis-Specific Reactive Agility Tests. *Sustainability*, 14(20), 13321.
13. Zeljko, I., Gilic, B. i Sekulic, D. (2020). Validity, reliability and correlates of futsal- specific pre-planned and non-planned agility testing protocols. *Kinesiologia Slovenica*, 26(2), 25-34.

# MERENJE KOORDINACIJE I PSIHOMOTORNE BRZINE STOLNOTENISAČICA PRIMJENOM CRD BATERIJE TESTOVA

**Branko Đukić, Snežana Vujanović**

*Pokrajinski zavod za sport i medicinu sporta, Novi Sad*

## 1. UVOD

Suvremeni pristup sportskom treningu, od sportskih stručnjaka, podrazumijeva poznavanje tjelesnih, mentalnih i tehničko-taktičkih zahtjeva sporta, kako bi igrači na uspješan način učestvovali u igri. Prepoznavanje važnih sposobnosti u realizaciji igre u mnogome pomaže pravilnom izboru trenažnih sadržaja. U cilju planiranja trenažnog procesa, za trenere je od presudnog značaja uvid u trenutno psihofizičko stanje sportaša. Treneri primjenjuju različite trenažne metode i opterećenja kako bi unaprijedili najvažnije sposobnosti i karakteristike sportaša, sa ciljem da ih uz primjenu određenih mjernih instrumenata mjere i kontroliraju.

Nemoguće je uspješno programirati trening, ukoliko ne raspolažemo sa što više informacija o faktorima od kojih zavisi efikasnost, tj. uspješnost u određenoj sportskoj grani. U takvim uvjetima dolazi do intuitivnog i stihijskog rada. Samo one antropološke karakteristike, koje su direktno odgovorne za postizanja sportskog rezultata, a pojedinac ih prirodno (genotipski) posjeduje, treba sistematski usavršavati (fenotipski). Važno je raspolagati i sa informacijom o genetskoj urođenosti svake od bitnih osobina, sposobnosti i karakteristika (Fratrić, 2006).

Stolni tenis ima reputaciju najbrže igre s loptom. Brzina loptice u stolnom tenisu ovisi od vrste udarca i energije uložene u sam udarac. Tako se brzine kreću od 20-160km/h. Brzine ruke s reketom dostižu od 50-70km/h (Kondrić, Hudetz, & Furjan-Mandić, 2010). Stolnoteniska igra, koju krasi veoma složeni elementi i brzina njihovog izvođenja, pored drugih karakteristika, u velikoj mjeri je određena koordinacijom pokreta i brzinom reakcije. Uspješno izvođenje određenog udarca zahtjeva usklađeno djelovanje pojedinih dijelova tijela i njihovo pravovremeno izvođenje. Kako je veoma malo vremena na raspolaganju između dva udarca, igrači moraju veoma brzo donijeti odluku o načinu i izboru udarca, reagirati i kretanjima zauzeti poziciju i izvršiti udarac.

Pretpostavka za dobivanje poena je uspješna primjena što većeg broja različitih udaraca. Svaki od njih ima svoj način izvođenja, svoju ulogu u poenu, te u odnosu na kvalitetu i kvantitetu njihove primjene determinira se natjecateljsko postignuće, odnosno stil i koncept igre igrača (Đukić i Ivanek, 2020). Jedna od dominantnijih sposobnosti koju trebaju imati uspješni stolnotenisači je svakako brzina. Nesumnjivo je da je veliki utjecaj brzine, agilnosti, eksplozivnosti i koordinacije u izvođenju natjecateljskih aktivnosti u stolnom tenisu, te njihova dijagnostika treba biti sastavni dio trenažnog rada.

Rezultat u stolnom tenisu, kao što je i rečeno, determinira kvaliteta i kvantiteta motoričkih znanja i onih antropoloških obilježja najznačajnijih za ovu sportsku granu. Poznavanje hijerarhije značajnih čimbenika uspješnosti stolnoteniske igre je prvi preduvjet koji sportski stručnjaci i igrači trebaju znati da bi sportski trening bio adekvatan (Đukić, Ivanek, Vujanović i Glamočić, 2018). Natjecateljski uvjeti su istovremeno fizički, tehničko-taktički, ali i mentalni. Važnost mentalnih faktora ima svoju potvrdu u svakom natjecanju (Lazarević, 2003).

CRD baterija testova predstavlja psiho dijagnostičku proceduru kojom se utvrđuje razina razvoja određenih kognitivnih sposobnosti: pažnje, koordinacije, orijentacije u prostoru, spacijalne vizualizacija, pamćenja, inteligencije, psihomotorne brzine, kao i funkcionalnih i emocionalnih karakteristika koje mogu utjecati na sportsku učinkovitost. Uz navedeno, predmet mjerenja je i način funkcioniranja živčanih struktura, što sve zajedno opisuje mentalni potencijal sportaša. U odnosu na zahtjeve određene sportske discipline, različite kognitivne sposobnosti su više ili manje zastupljene i predstavljaju značajne faktore u ostvarenju

sportskog rezultata. Karakteristike stolnoteniske igre, u smislu velikog broja natjecateljskih aktivnosti i potrebe za njihovim brzim izvođenjem, zahtijevaju od sportaša dobro razvijenu koordinaciju i psihomotornu brzinu kako bi brzo i uspješno izvodili servise, top spinove, završne udarce i druge tehničko-taktičke elemente stolnoteniske igre.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Ovo istraživanje je transverzalnog karaktera, što znači da je provedeno samo jedno testiranje sportašica. Uzorak ispitanika čini 10 mladih stolnotenisačica uzrasta od 17 do 19 godina, koje su nastupale sa juniorsku stolnotenisku reprezentaciju Srbije. Laboratorijsko testiranje je obavljeno u kabinetu za psiho dijagnostička testiranja Pokrajinskog zavoda za sport i medicinu sporta u Novom Sadu, primjenom CRD baterije testova.

### 2.2. UZORAK MJERNIH INSTRUMENATA

Za potrebe istraživanja korišten je *Test CRD 4-11*, koji sadrži signalni sklop od četiri lampice tako da ocrtavaju kutove trapeza. U donjem kutu se nalaze lampice koje predstavljaju signale za odgovor nogama. U zadatcima se pale od jedne do tri lampice na koje treba odgovoriti pritiskom na tipke za odgovor jednim ili sinkroniziranom kombinacijom ekstremiteta. Test mjeri koordinaciju pokreta, odnosno operativno mišljenje pri upravljanju sinkroniziranim radom ruku i nogu.

*Test CRD 4-33* sadrži signalni sklop od jedne lampice i jedne tipke za aplikaciju odgovora. Zadatak ispitanika je da na pojavu svjetlosnog signala što brže pritisne tipku za odgovor, dok se pritisak na tipku prije pojave signala registrira kao greška. Test sadrži 35 zadataka i mjeri brzinu jednostavne psihomotorne reakcije (Đukić, Vujanović, Strajnić i Ivanek, 2018).

Za procjenu efikasnosti sportaša, u ovom radu varijable mentalnog potencijala predstavljene su kroz: vrijeme, točnost i balast. *MV* - Najkraće vreme rješavanja testa predstavlja potencijalnu mentalnu brzinu, koja je najbliža "tjelesnoj granici" mogućnosti funkcioniranja mehanizma kojim se ostvaruje mentalna funkcija; *UV* - Ukupno vrijeme rješavanja testa predstavlja interakciju svih faktora koji određuju uspješnost rješavanja testa; tj. uzajamno djelovanje brzine, stabilnosti, točnosti i izdržljivosti; *UG* - Ukupan broj grešaka je pokazatelj pouzdanosti odvijanja neuropsiholoških funkcija i operativnog izvođenja mentalnih aktivnosti, kao indikator disocijacije i koncentracije; *UB* - Balast ili ukupno izgubljeno vrijeme je indikator stabilnosti odvijanja mentalne funkcije, tj. pokazatelj neracionalno utrošenog vremena u rješavanju cjelokupnog testa.

*CRD serija psiho dijagnostičkih testova* sadrži 38 standardiziranih testova primjerenih za utvrđivanje (dijagnostiku i praćenje): perceptivnih sposobnosti, mišljenja, pamćenja, kao i različitih oblika psihomotornih reakcija. (Drenovac, 1994).

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Za potrebe istraživanja su korišteni centralni i disperzivni parametri promatranog uzorka primjenom statističkog programa SPSS 20.0.

## 3. REZULTATI I RASPRAVA

Istraživanje se odnosi na analizu osnovne deskriptivne statistike i analize aritmetičkih sredina varijabli kojima se procjenjuje efikasnost psihomotorne koordinacije i brzine reakcije mladih stolnotenisačica, članica juniorske reprezentacije Srbije.

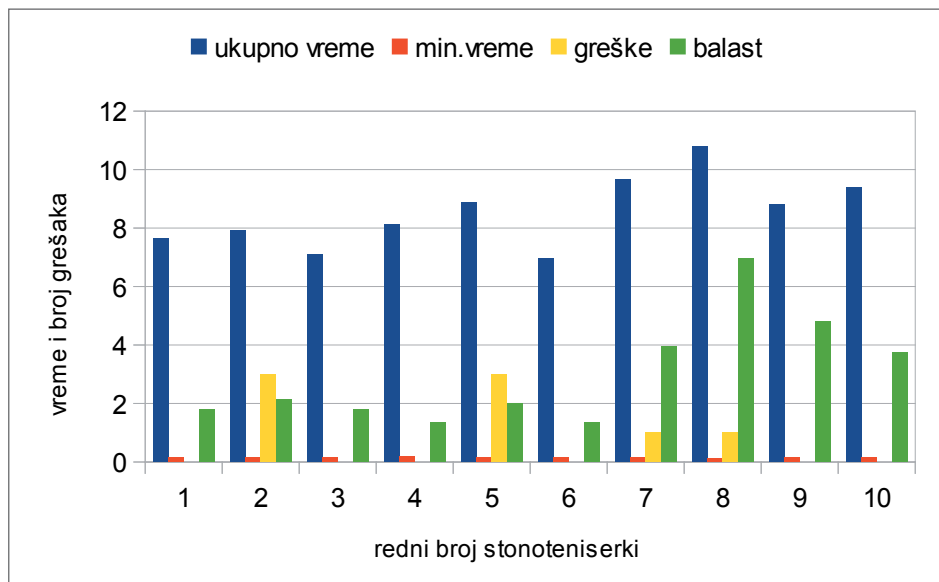
Vrijednosti koeficijenta asimetričnosti ( $Sk$ ) koji se kreće u rasponu od -0.17 do 1.36, pokazuje da se radi o zanemarivoj asimetriji. Vrijednosti koeficijenta zakrivljenosti ( $Kurt-kurtosis$ ) je u rasponu od -0.32 do 1.00, oko vrijednosti 0, te ukazuju na platurkurtičnost, odnosno spljoštenost distribucije (Tablica 1).

**Tablica 1.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli mentalnog potencijala psihomotorne brzine reakcije

Varijabla	N	Min	Max	AS	SD	Skew	Kurt
BRUV	10	6.95	10.79	8.52	1.21	0.48	-0.32
BRMV	10	0.13	0.19	0.16	0.02	-0.17	0.42
BRUG	10	0	3	0.8	1.23	1.36	0.37
BRUB	10	1.35	6.97	2.99	1.84	1.25	1

Legenda: N – broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, Min – minimalne vrijednosti rezultata mjerenja, Max – maksimalne vrijednosti, BRUV – brzina reakcije ukupno vrijeme, BRMV – brzina reakcije minimalno vrijeme, BRUG – brzina reakcije ukupno grešaka, BRUB – brzina reakcije balast

Distribucija varijabli kojima se opisuje učinak psihomotorne brzine reakcije i koordinacije prikazana je u grafikonima 1 i 2 gdje stupići označavaju varijable za sve ispitanice obuhvaćene ovim istraživanjem. Ukupno vrijeme, minimalno vrijeme i broj grešaka su obrnuto proporcionalni sa učinkom, kao i balast koji predstavlja neracionalno utrošeno vrijeme u rješavanju testa u cjelini.

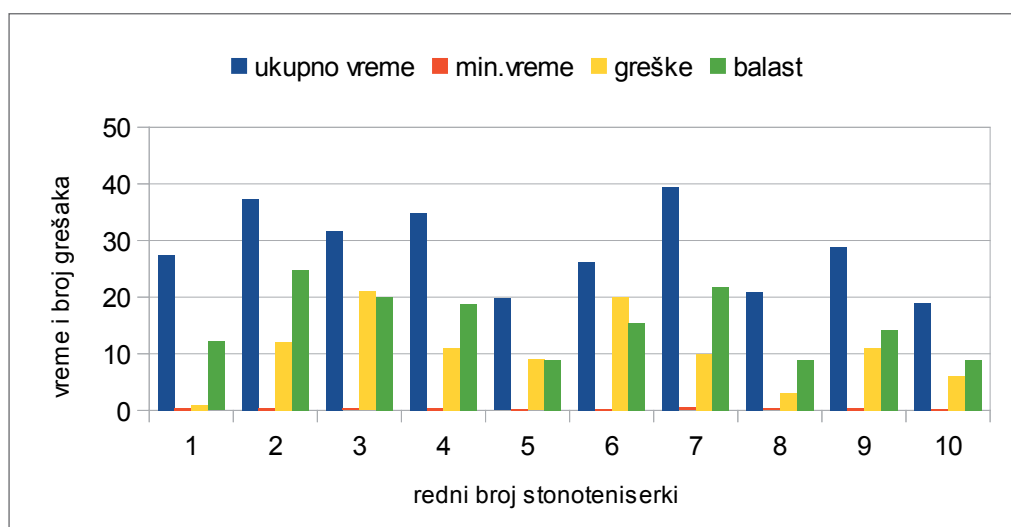
**Grafikon 1.** Prikaz varijabli mentalnog potencijala psihomotorne brzine reakcije

Analizom rezultata deskriptivne statistike varijabli kojima se procjenjuje učinak psiho motorne koordinacije stolnotenisera koji su prikazani u tablici 2., može se konstatirati da nema značajnih odstupanja od normalne distribucije. Pozitivne vrijednosti asimetrije (Skew) koje su u rasponu od 0.08 – 0.5 ukazuju da je većina rezultata lijevo od srednje vrijednosti, među manjim vrijednostima. Vrijednosti Kurt su u rasponu od -1.31 do -0.22, te se vidi negativan predznak što potvrđuje da je raspodjela plosnatija od normalne, te da ima više slučajeva nagomilanih na repovima raspodjele.

**Tablica 2.** Osnovni deskriptivni pokazatelji varijabli mentalnog potencijala psihomotorne koordinacije

Varijabla	N	Min	Max	AS	SD	Skew	Kurt
KOUV	10	19.01	39.46	28.57	7.31	0.08	-1.3
KOMV	10	0.29	0.5	0.38	0.07	0.5	-1.29
KOUG	10	1	21	10.4	6.43	0.4	-0.22
KOUB	10	8.82	24.76	15.39	5.79	0.26	-1.31

Legenda: N – broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, Min – minimalne vrijednosti rezultata mjerenja, Max – maksimalne vrijednosti, KOUV – koordinacija ukupno vrijeme, KOMV – koordinacija minimalno vrijeme, KOUG – koordinacija ukupno grešaka, KOUB – koordinacija balast



**Grafikon 2.** Prikaz varijabli mentalnog potencijala psiho motorne koordinacije

Model po kojem je koncipirana CRD baterija testova kreće od ideje po kojoj se psihički procesi tretiraju sa stajališta procesuiranja informacija. Mentalni potencijal i funkcionalne karakteristike izvođenja mentalnih aktivnosti, prema tom pristupu, određeni su indikatorima učinka i indikatorima funkcionalnih karakteristika različitih oblika i mehanizama procesuiranja i memoriranja (Drenovac, 2009).

Za potrebe ovog rada razmatrana su dva indikatora kapaciteta mentalnog potencijala: pažnja i operativno mišljenje, mjerena preko tri varijable koje ukazuju na mentalni učinak: vrijeme, broj grešaka i balast.

Pažnja: uočavanje pojave signala je početna faza svakog receptivnog procesa u kome se samo registrira pojava signala, a ne spoznaje značenje. Austrijski fiziolog Eksner koji je definirao naziv „vrijeme reakcije“ za označavanje vremena potrebnog za svjesni odgovor na određeni senzorni podražaj, otvara jedno od vrlo aktualnih pitanja - zavisnost vremena reakcije od različitih subjektivnih i objektivnih faktora preko individualnih obilježja (spol, uzrast...) i osobina ispitanika, modaliteta podražaja do uvjeta u kojima se odvija eksperiment. Eksner je prvi opisao ispitanikovo stanje iščekivanja i spremnosti u pripremi za reakciju, između pred signala i podražaja, kao i utjecaj sporednih i neadekvatnih podražaja na vrijeme jednostavne reakcije (Malacko, Doder i Vujanović, 2010).

Najjednostavniji oblik mentalne aktivnosti opažanja očekivanog signala Donders je nazvao A reakcija, a Wundt jednostavna reakcija. Jednostavna psihomotorna reakcija sadrži samo dva unaprijed utvrđena elementa: očekivani signal i unaprijed određeni jednostavni motorički odgovor. Operativno mišljenje predstavlja složenu mentalnu aktivnost strukturiranja elemenata koji su sastavni dio obrasca reagiranja ili pokretanja iz trajne memorije naučenog odgovora na aktualni podražaj, te formiranje operativnog vođenja procesa i kontrole izvođenja takvog obrasca djelovanja (Drenovac, 1994).

#### 4. ZAKLJUČAK

Budući da je stolnoteniska igra veoma brza, te glasi za jednu od najbržih sportskih igara sa loptom, brzina reakcije i koordinacija čine sposobnosti od čijih razvijenosti ovisi natjecateljska uspješnost. Stolni tenis danas, zasniva se na zahtjevima za velikom brzinom izvođenja natjecateljskih elemenata. Igrači da bi bili uspješni moraju što brže reagirati te moraju imati što bolju sposobnosti anticipacije aktivnosti koje će se dogoditi u daljem tijeku poena.

S obzirom na skraćeno vrijeme za odigravanje pojedinih elemenata, igrač treba u vrlo kratkom razdoblju izabrati odgovarajuću vrstu udarca, te izvesti ispravan pokret udarca u pravo vrijeme u odnosu na let loptice („timing“ udarca), a nadmoć u igri ima igrač koji se brže i sigurnije prilagodi promjenjivim okolnostima u tijekom igre (Hudetz, 2000).

Imajući u vidu gore navedeno, može se zaključiti da će igrač sa boljom koordinacijom čiju osnovu čini složena mentalna aktivnost na nivou operativnog mišljenja, kojim se kontroliraju i izvede složeni naučeni motorički obrasci, biti uspješniji u odgovoru na zahtjeve složene stolnoteniske igre.

Psihomotorna brzina reakcije, kao sposobnost koja je 95% genetski uvjetovana, u stolnom tenisu je jedan od presudnih faktora, a u maloj mjeri se može unaprijediti treningom. Primjena CRD baterije testova u procjeni psihomotorne reakcije omogućava sportskim stručnjacima i sportašima uvid u stupanj razvoja nasljednog potencijala ove sposobnosti, te upućuje na izbor odgovarajućeg stila i koncepcije igre koja najviše odgovara natjecatelju u odnosu na njegove performanse.

## 5. LITERATURA

1. Đukić, B., Ivanek, V., Vujanović, S., Glamočić, G. (2018). Relacije kompozicije tela i maksimalne potrošnje kiseonika mladih stonoteniserki. *Zbornik radova, Panevropski univerzitet, Banja Luka: Osmo međunarodna konferencija „Sportske nauke i zdravlje“*
2. Kondrić, M., Hudetz, R., Furjan-Mandić, G. (2010). *Osnove stolnoga tenisa*. Zagreb: Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
3. Đukić, B., Ivanek, V. (2020). Karakterisitke i efikasnost servisa kod mladih stonoteniserki. *Panevropski univerzitet: Sports Science and Health*. Volume 10, Issue 2, str. 93-101.
4. Hudetz, R., (2000). *Stolni tenis, tehnika s Vladimirom Samsonovom*. Zagreb: Huno sport.
5. Fratrić, F. (2006). *Teorija i metodika sportskog treninga*. Novi Sad: Pokrajinski zavod za sport.
6. Lazarević, Lj. (2003). *Psihološka priprema sportista*. Beograd: Viša škola za sportske trenere
7. Drenovac, M. (1994). „*CRD serije psihodijagnostičkih testova*“. Zagreb: AKD.
8. Drenovac, M. (2009). „*Kronometrija dinamikementalnog procesiranja*“. Osijek: Sveučilište Josipa Jurija Strossmayera, Filozofski fakultet.
9. Đukić, B., Vujanović, S., Strajnić, B. Ivanek, V. (2018). Differences in mental potential of young female athletes. *Sport Scientific And Practical Aspects. International Scientific Journal of Kinesiology*, Vol. 15 Issue 2: 15-19.
10. Malacko, J., Doder, D. i Vujanović, S. (2010). „*The differences in the movement structures of Kata, fights and mental potentials between boys and girls who train karate*“ *Acta Kinesiologica, Internationala Sciencific Journal of Kinesiology*, Vol. 4, Issue2, str. 28-32.

# UPOTREBA MOBILNE APLIKACIJE SWINGVISION U TENISU

Sara Šanjug, Zlatan Bilić, Dario Novak  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Praćenje trenažnog opterećenja i zahtjeva određenog sporta od velike je važnosti u profesionalnom, ali i u rekreativnom sportu. Ono nam omogućuje dobivanje objektivnih povratnih informacija o vanjskom i unutarnjem opterećenju sportaša (Adesida i sur., 2019; Kramberger i sur., 2022; O'Donoghue i Ingram, 2001). Navedeno predstavlja temelj planiranja, periodizacije i evaluacije trenažnog procesa. Uključivanjem moderne tehnologije u tenis dolazi do boljeg razumijevanja teniske igre, praćenja trenažnih opterećenja i sportske izvedbe (Fernandez-Garcia i Torres-Luque, 2018). Posljednjih su se godina na tržištu pojavili prijenosni senzori specifični za tenis, koji zbog svoje male veličine i potrošnje omogućuju praćenje izvedbe na terenu bez njenog ometanja (Pardo i sur., 2019; Kos i Kramberger, 2019). Ipak, sve je veći naglasak na razvoju softvera i aplikacija koje u stvarnom vremenu pružaju informacije o tehničko-taktičkoj izvedbi na terenu (Wu, 2021; Fernández-García i Torres-Luque, 2018). Svi navedeni uređaji imaju za cilj omogućiti igraču i trenerskom timu uvid u veliki broj tehničkih, taktičkih, fizioloških, kinetičkih i statističkih parametara teniske izvedbe. Nadalje, oni omogućuju kvantifikaciju karakteristika udaraca, kao što su broj i vrsta udaraca te njihova brzina. Praćenje trenažnog opterećenja smatra se jednim od najvažnijih dijelova sportske pripreme radi kontrole treniranosti sportaša i prevencije ozljeda (Dennis i sur., 2003). Količina podataka dobivena različitim sensorima i aplikacijama je velika, te je od izuzetne važnosti odabir relevantnih podataka obzirom na postavljene ciljeve (Fernández-García i Torres-Luque, 2018). Upotreba tehnologije u tenisu omogućuje kvalitetniji, efikasniji i motiviraniji pristup trenažnom programu (Born i Ger, 2018). Praćenje novih trendova jedna od odlika kvalitetnih, educiranih i kreativnih trenera.

## 2. KARAKTERISTIKE SWINGVISION APLIKACIJE

Swingvision je mobilna aplikacija za tenis koja koristi umjetnu inteligenciju za analizu videa u stvarnom vremenu. Razvijena je 2014. godine s ciljem da širem spektru korisnika omogući specifične parametre teniske izvedbe, koji su prisutni na najvišem rangu teniskih natjecanja. Do danas je postala službena aplikacija nacionalnih teniskih saveza Australije i Engleske, kao i brojnih američkih sveučilišta. Naime, na tržištu postoje sustavi koji omogućuju automatsku video analizu teniske izvedbe i specifične parametre izvedbe tenisača, ali su zbog svoje složenosti i visoke cijene namijenjeni samo najvišem rangu profesionalnog tenisa. Jedan od najpoznatijih takvih primjera jest Hawk-eye sustav (Baodong, 2014).

Zbog svoje jednostavne upotrebe i relativno niske cijene Swingvision aplikacija dostupna je širem krugu korisnika. Predstavlja objektivan način kvantifikacije teniske izvedbe i njena upotreba može predstavljati pomoćno sredstvo u trenažnom procesu tenisača svih razina uspješnosti.

Trenutno je aplikacija kompatibilna samo s iOS mobilnim uređajima i „apple watchom“. Snimanje teniske izvedbe provodi se pomoću iPhone uređaja postavljenog na žicama koje ograđuju teniski teren, prema uputama unutar aplikacije. U slučaju korištenja „apple watcha“, aplikacija u stvarnom vremenu bilježi i prikazuje podatke o rezultatu meča. Također, omogućuje usporenim prikazom provjeru mjesta kontakta loptice s podlogom, odnosno je li loptica odskočila u teren ili izvan terena za igru.

Prednost ove aplikacije u odnosu na druge jest i to da se vrijeme između poena, odnosno vrijeme neaktivne igre, automatski izrezuje što značajno skraćuje cjelokupni video i pojednostavljuje naknadni uvid u odigrani meč ili trening.

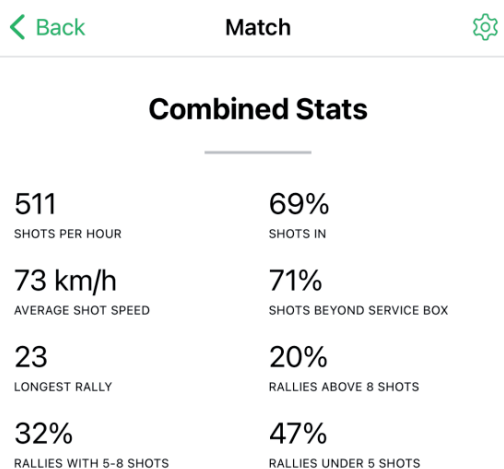


Slika 1. Prikaz uvida u snimljeni meč pomoću Swingvision aplikacije

Swingvision aplikacija u stvarnom vremenu bilježi karakteristike odigranih udaraca i kretanje tenisača. Nakon završetka snimanja meča ili treninga automatskom obradom podataka daje uvid u statističke parametre tehničko-taktičke izvedbe oba tenisača. Praćenjem kretanja tenisača i smjera odigravanja loptice dobivaju se statistički podaci o uspješnosti i karakteristikama udaraca tenisača te njihovom kretanju i pozicioniranju na teniskom terenu.

Aplikacija automatski stvara kratke video isječke pojedinih tehničko-taktičkih situacija u igri što omogućuje naknadni uvid u tehničku izvedbu pojedinih udaraca. Praćenje trenda razvoja različitih aspekata igre moguća je usporedbom snimljenih trenažnih sesija ili mečeva. Uvid u progresiju izvedbe tenisača preduvjet je evaluacije i kontrole trenažnog procesa. Na osnovu spomenutih podataka aplikacija nudi prijedloge trenažnih vježbi radi unapređenja zapaženih deficita teniske izvedbe.

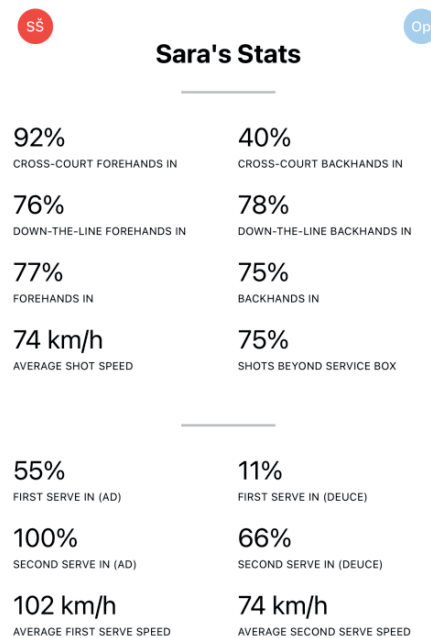
Nakon automatske obrade videa, aplikacija prikazuje kombiniranu statistiku oba igrača (Slika 2.). Na taj način dobiva se uvid u broj odigranih udaraca po satu (tempo igre), uspješnost osnovnih udaraca obzirom na smjer odigravanja, prosječnu brzinu udaraca te postotak zastupljenosti poena na osnovu broja odigranih udaraca.



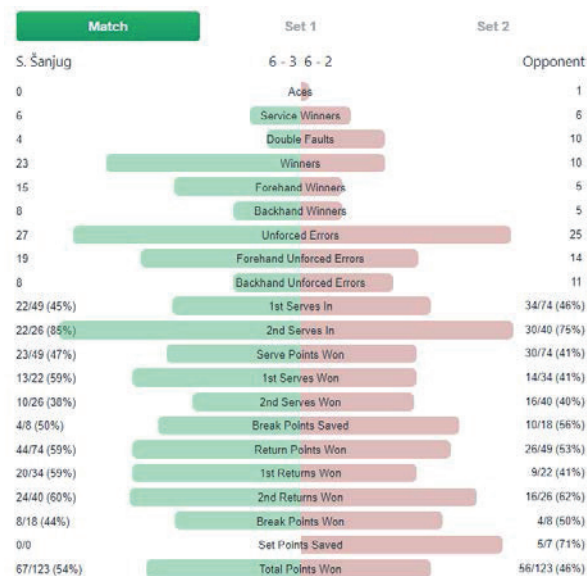
Slika 2. Prikaz kombinirane statistike oba tenisača



Nadalje, aplikacija prikazuje statističke parametre posebno za svakog igrača (Slika 3. i Slika 4.), na osnovu čega se može zaključivati o parametrima koji razlikuju pobjednika od poraženog u odigranom meču. Podaci se odnose na efikasnost forhend i bekind udarca obzirom na smjer odigravanja, prosječnu brzinu udarca, podaci o dubini odigranih udaraca, postotak ubačenih prvih i drugih servisa na obje strane te brojne druge statističke parametre o uspješnosti izvedbe tenisača.

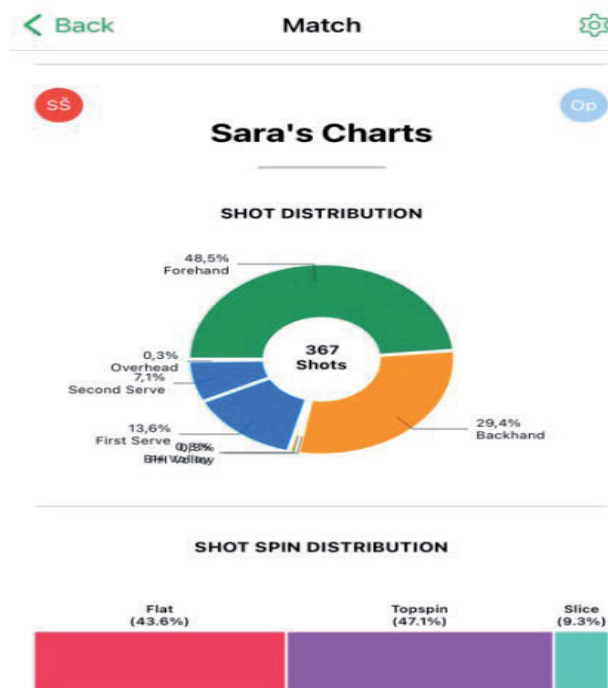


Slika 3. Prikaz pojedinih statističkih za svakog tenisača

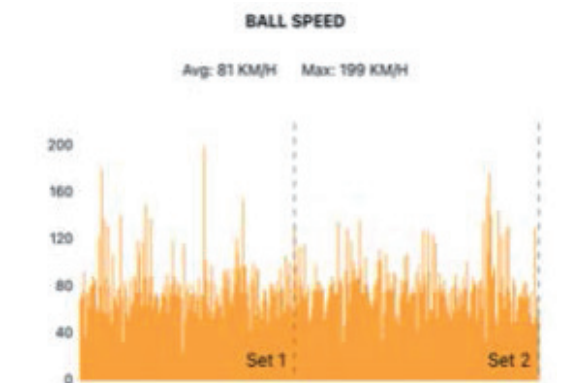


Slika 4. Prikaz statističkih parametara o uspješnosti tenisača u pojedinim segmentima igre

U sljedećem dijelu prikaz je grafikona s distribucijom udaraca obzirom na vrstu i rotaciju udarca (Slika 5.). Ovaj prikaz pruža informacije o ukupnom broju udaraca, broju odigranih osnovnih udaraca, njihovoj brzini (Slika 6.), te postotku zastupljenosti spin, slice i flat udaraca. Navedene informacije omogućuju pomoć prilikom programiranja treninga.

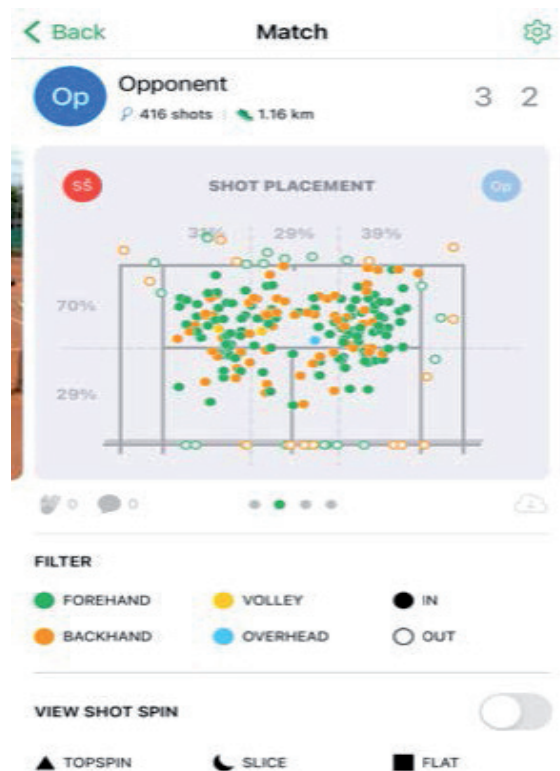


Slika 5. Prikaz distribucije udaraca obzirom na rotaciju loptice i vrstu udaraca



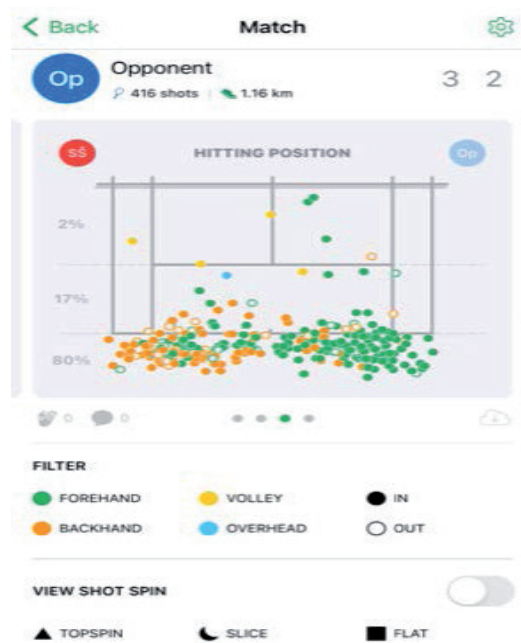
Slika 6. Prikaz prosječne brzine odigranih udaraca te brzine svakog udaraca

Za svakog igrača dostupan je prikaz terena s mjestom plasiranja udaraca obzirom na njegov smjer i dubinu (Slika 7.). Uz to postoji i mogućnost filtriranja prikazanih podataka na osnovu vrste i rotacije udaraca te njihove uspješnosti. Tako se dobiva uvid u kvalitetu i distribuciju odigranih udaraca te razlog najčešćih pogrešaka. Dubina udaraca jedna je od karakteristika kvalitete izvedbe. Smjer odigravanja udaraca također je od velike važnosti kada se govori o kvalitetnoj taktičkoj izvedbi. Odigravanje većeg broja loptica i stvaranja pritiska na protivnikov slabiji udarac, te odigravanje loptica van komforne zone protivničkog tenisača, odlike su kvalitetne igre.



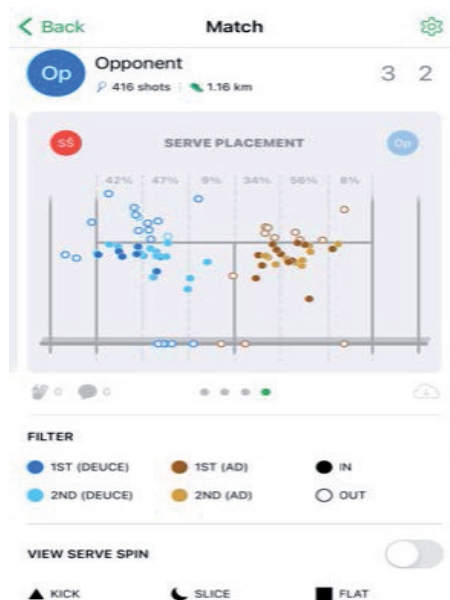
Slika 7. Prikaz mape terena sa mjestom odigravanja udaraca

Slijedeća mapa terena (Slika 8.) prikazuje pozicije igrača na terenu u trenutku odigravanja udaraca. Ovaj prikaz omogućuje analizu taktičkog aspekta igre, odnosno pruža informacije o pozicioniranju tenisača na terenu. Navedeno ovisi o karakteristikama igre tenisača, ali i o stilu i načinu igre protivnika.



Slika 8. Prikaz mape terena s pozicijom igrača na terenu u trenutku kontakta reketa i loptice

Posljednja mapa terena (Slika 9.) pruža podatke o karakteristikama servisa na strani izjednačenja i prednost strani. Prikazana je distribucija servisa obzirom na njegov smjer odigravanja (u sredinu terena, u tijelo protivnika, na van). Također prikaz omogućuje informacije o mjestu najčešćih pogrešaka servisa. Navedeni podaci od velike su važnosti za natjecateljsku uspješnost jer kvalitetnim servisom, te njegovom preciznošću, varijabilnošću i visokim postotkom uspješne realizacije, se stvara inicijalna prednost i kontrola u poenu.



Slika 9. Prikaz mape terena s mjestom odigravanja servis udarca na stranu izjednačenja i prednost stranu terena

### 3. ZAKLJUČAK

Korištenje moderne tehnologije na teniskom terenu pruža razne mogućnosti i prednosti. Jedna od ključnih stvari trenažnog procesa je objektivna povratna informacija trenerima i igračima. Čak se i profesionalni tenisači susreću s nedostatkom informacija i statističkih parametara ne samo na treningu već i na natjecanjima. Treneri se moraju oslanjati na vlastitu intuiciju zbog nedovoljne količine podataka i preporuka o volumenu trenažnog opterećenja, što često dovodi do podtrenažnosti ili pretrenažnosti sportaša. Moderna tehnologija, kao što je Swingvision aplikacija, omogućuje praćenje trenažnog opterećenja na osnovu objektivnih podataka, a ne na temelju subjektivne procjene sportaša i trenerskog tima. Aplikacija je svoje mjesto pronašla u svijetu rekreativnog i natjecateljskog tenisa. Statistički podaci dobiveni ovom aplikacijom daju detaljan uvid u tenisku izvedbu i olakšavaju kontrolu trenažnog procesa i natjecateljske izvedbe. Ona predstavlja pomoćno sredstvo u unapređenju izvedbe tenisača svih razina igre. Podaci o karakteristikama i opterećenjima na meču smjernice su pri planiranju i programiranju specifičnog trenažnog programa. Jedino se kontroliranim trenažnim procesom i objektivnim bilježenjem uspješnosti igrača može pratiti trend razvoja igre i omogućiti progresija tenisača.

### 4. LITERATURA

1. Adesida, Y., Papi, E., & McGregor, A. H. (2019). Exploring the role of wearable technology in sport kinematics and kinetics: A systematic review. *Sensors*, 19(7), 1597.
2. Baodong, Y. (2014). Hawkeye technology using tennis match. *Computer Modelling & New Technologies*, 18, 400-402.
3. Benages Pardo, L., Buldain Perez, D., & Orrite Urunuela, C. (2019). Detection of tennis activities with wearable sensors. *Sensors*, 19(22), 5004.
4. Born, P., & Vogt, T. (2018). Video analysis and video feedback in tennis: Using mobile devices to benefit digital teaching and learning. *Coaching & Sport Science Review*.

5. Dennis, R., Farhart, R., Goumas, C., & Orchard, J. (2003). Bowling workload and the risk of injury in elite cricket fast bowlers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 6(3), 359-367.
6. Fernández-García, A. I., & Torres-Luque, G. (2018.) Intelligent devices for tennis rackets, *Coaching & Sport Science Review*.
7. Kramberger, I., Filipčič, A., Germič, A., & Kos, M. (2022). Real-life application of a wearable device towards injury prevention in tennis: A single-case study. *Sensors*, 22(12), 4436.
8. Kos, M., & Kramberger, I. (2019). Smart wearables for tennis game performance analysis. *Proceedings of the Sports Science and Human Health-Different Approaches*, 1-18.
9. Wu, G. (2021). Monitoring system of key technical features of male tennis players based on internet of things security technology. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2021, 1-6.

*Stručni rad*

# RAZLIKE U FREKVENCiji SRCA TAEKWONDO BORCA PRILIKOM BORBE NA TRENINGU I NA NATJECANJU

Luka Horvat

*Taekwondo klub Dubrava, Zagreb*

## 1. UVOD

Taekwondo je borilačka vještina i olimpijski sport koji se usredotočuje na vještine nogu (Ahn, Hong i Park., 2009), a karakteriziraju ga brze izmjene udaraca od kojih se razlikuju udarci u tijelo, glavu iz okreta te brze kretanje u gardu (Horvat, 2019).

Taekwondo zahtijeva izvrsne motoričke sposobnosti, taktičku izvrsnost i visoku razinu kondicijske pripremljenosti kako bi se postigao vrhunski rezultat. Konkretno, tijekom taekwondo borbe sportaši izvođe 3-5 sekundi pokreta visokog intenziteta te izmjenično nakon toga slijede periodi niskog intenziteta tijekom kojih brzina otkucaja srca može doseći razinu od čak 100% maksimalnih vrijednosti. (Marković, Vučetić i Cardinale, 2008).

Unatoč pojavi taekwondo kao modernog olimpijskog sporta relativno malo je poznato o fiziološkim opterećenjima taekwondo borbe na natjecanjima (Bridge, Jones i Drust, 2009). Većina istraživanja fizioloških opterećenja taekwondo borbe usmjerena je na opterećenje u taekwondo borbi za vrijeme treninga ili na simuliranim natjecanjima dok su na pravim natjecanjima napisana dva rada od čega jedan (Chiodo i sur., 2011) na nacionalnom prvenstvu Italije, a drugi (Bridge, Jones i Drust, 2009) na Sweden open - G1 turnir.

Problem koji se javlja postoji li razlika u frekvenciji srca taekwondo borca prilikom borbe u trenažnim i natjecateljskim uvjetima te kakav je podražaj sportašima borba na treningu u odnosu na borbu na natjecanjima i samim time jesu li relevantni radovi koji prate frekvenciju srca taekwondo boraca prilikom borbe za vrijeme treninga.

Stoga hipoteza ovog rada je kako ne postoji razlika u frekvenciji srca taekwondo borca prilikom borbe u trenažnim i natjecateljskim uvjetima.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Ispitanik je hrvatski taekwondo reprezentativac u trenutku ispitivanja 27. mjesto na olimpijskoj rang listi, prvak Hrvatske -80 kg (23 godine, 188 cm, 78 kg). Ispitanik je dobrovoljno pristao na sudjelovanje u istraživanju i prije istraživanja upoznat je s postupcima i protokolom istraživanja.

### 2.2. PROTOKOL ISTRAŽIVANJA

Prije samih borbi ispitani se zagrijavao na isti način. Trčanjem, prolazima atletskih vježbi trčanja dva puta po 10 metara (niski skip, visoki skip, podizanje koljena naizmjenično, dječjim poskocima, skokovima s noge na nogu) te ispućavanjem udaraca na fokusere. Zagrijavanje je trajalo 30 minuta. Nakon čega je uslijedila pauza od 15 minuta na treningu, a na natjecanju do početka borbe otprilike 15 minuta.

Obje borbe (trenažna i natjecateljska) su održane prema službenim pravilima WT-a. Borbe su održane na oktagon borilištu dimenzija 8 x 8 metara s tatami podlogom. Borbe su trajale 3 runde po 2 minute s 1 minutom odmora između svake runde.

Natjecanje na kojemu je održana borba je Grand prix turniru (turnir 32 najboljih boraca svake olimpijske kategorije) što je borba na najvišoj mogućoj razini natjecanja. Protivnik je tada 5. borac na olimpijskoj listi.

Protivnik u borbi na treningu bio je prvak Hrvatske -74 kg (ista olimpijska kategorija kao i ispitanik). Nakon obje borbe na računalu su preuzeti podaci s mjerača frekvencije srca.

### 2.3. MJERNI INSTRUMENTI

Mjerenje frekvencije srca ispitanika očitavalo se pomoću mjerača frekvencije srca Polar M400. Pojas za mjerenje frekvencije srca se nalazio ispitaniku na dnu prsne kosti, a sat za očitavanje frekvencije srca bio je pored borilišta.

### 2.4. UZORAK VARIJABLI

U ovom istraživanju promatrane su varijable frekvencije srca na početku runde (HR1START, HR2START i HR3START), na kraju runde (HR1END, HR2END i HR3END) te maksimalna frekvencija srca u rundi (HR1MAX, HR2MAX i HR3MAX). U svim varijablama mjerna jedinica je broj otkucaja u minuti (otk./min)

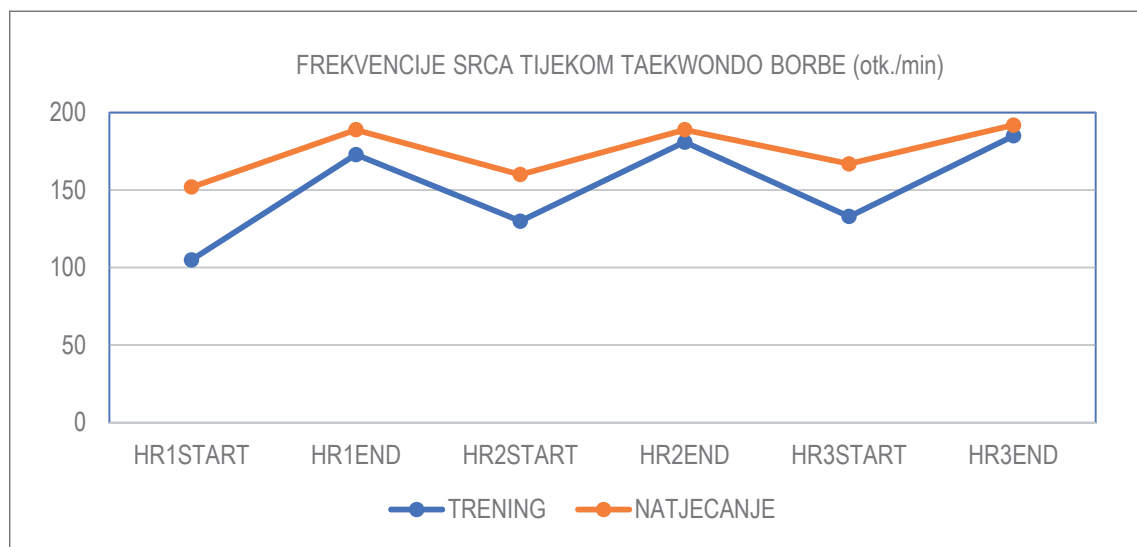
### 2.5. METODE OBRADE PODATAKA

Obrada dobivenih podataka napravljena je u programu MS Office Excel.

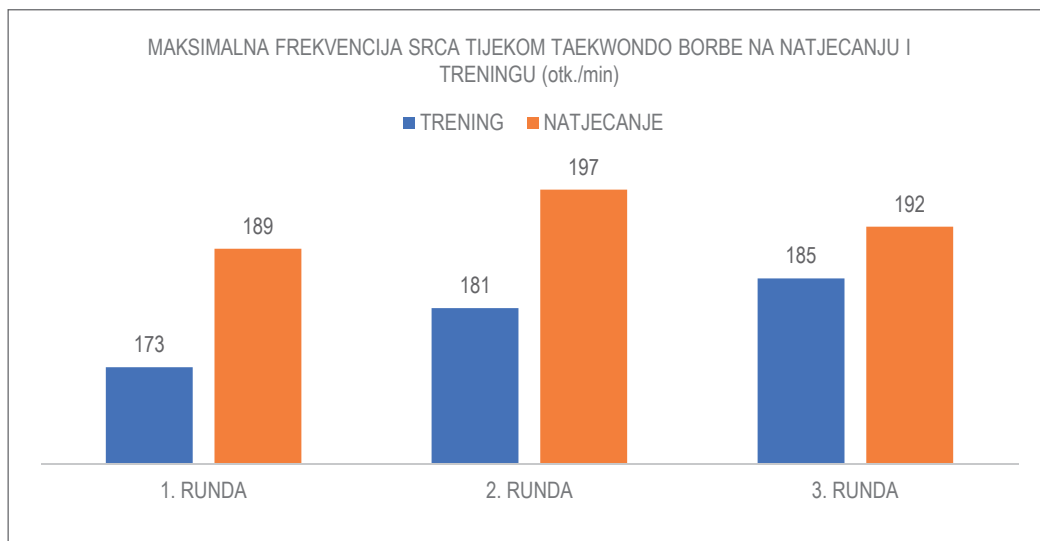
## 3. REZULTATI

**Tablica 1.** Rezultati svih varijabli svih ispitanika

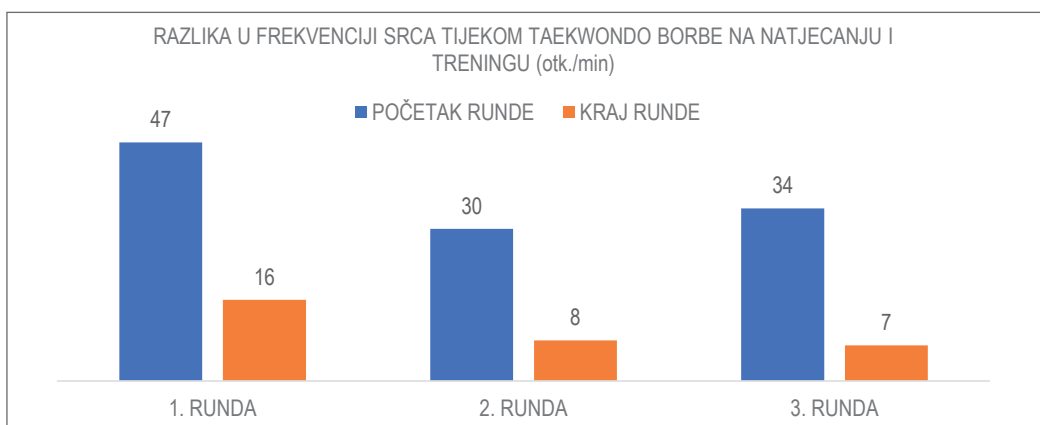
	HR1POC	HR1END	HR1MAX	HR2POC	HR2END	HR2MAX	HR3POC	HR3END	HR3MAX
TRENING	105	173	173	130	181	181	133	185	185
NATJECANJE	152	189	192	160	189	197	167	192	192
RAZLIKA	47	16	19	30	8	16	34	7	7



**Graf 1.** Kretanje frekvencije srca tijekom taekwondo borbe na treningu i na natjecanju



Graf 2. Maksimalna frekvencije srca tijekom taekwondo borbe na treningu i na natjecanju po rundama



Graf 3. Razlike u frekvenciji srca tijekom taekwondo borbe na treningu i na natjecanju

#### 4. DISKUSIJA

Postavljena hipoteza nije dokazana jer je vidljivo da postoji razlika u frekvenciji srca taekwondo borca prilikom borbe u trenažnim i natjecateljskim uvjetima.

Iz grafa 1. moguće je vidjeti isti obrazac kretanja frekvencije srca na početku runde vrijednost je niža i raste kroz cijelu rundu dok u pauzu vrijednost se spušta na nešto malo veću razinu od početka prethodne runde. Iako imaju isti obrazac kretanja frekvencije srca postoje razlike između borbe u trenažnim i natjecateljskim uvjetima. Razlike su veće na početku svake runde u odnosu na kraj runde što je i vidljivo u grafu 3. Najveća razlika bila je na početku prve runde i iznosila je 47 otkucaja u minuti što se može pripisati tremi i uzbuđenju sportaša prije nastupa na velikom natjecanju.

Razlozi postojanja razlika između borbe na treningu i na natjecanju može se pronaći u tremi i uzbuđenju sportaša, ali i u razlici kvalitete protivnika koji je na natjecanju bio nešto kvalitetniji od onoga na treningu.

#### 5. ZAKLJUČAK

Vidljivo je kako postoje razlike u frekvenciji srca taekwondo borca prilikom borbe na treningu i natjecanju. Vrijednosti frekvencije srca nešto su niže na treningu nego na natjecanjima. Za povećanje vrijednosti frekvencije srca na treningu može se smanjiti odmor između rundi ili povećati trajanje borbe, a novim istraživanjima treba provjeriti njihov utjecaj na frekvenciju srca sportaša na treningu i odnos s frekvencijom srca sportaša u borbi na natjecanju.



Kako bi se utvrdile relevantnije spoznaje istraživanje je potrebno provesti na većem uzorku ispitanika kako muških tako i ženskih te u različitim težinskim kategorijama.

## 6. LITERATURA

1. Ahn, J. D., Hong, S. H., Park, Y. K. (2009). The Historical and Cultural Identity of Taekwondo as a Traditional Korean Martial Art. *The International Journal of the History of Sport*, 26, 11
2. Horvat, L., (2019). *Fiziološko opterećenje u taekwondo borbi*. (Diplomski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
3. Marković, G., Vučetić, V., Cardinale, M. (2008). Heart rate and lactate responses to taekwondo fight in elite women performers. *Biology of Sport*, 25(2), 135-146.
4. Bridge, C. A., Jones M. A., Drust B. (2009). Physiological responses and perceived exertion during international Taekwondo competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4, 485-493.
5. Chiodo, S., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., Ammkrājolia, A., Iona, T., Capranica, L. (2011). Effects of official taekwondo competitions on all-out performances of elite athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 334-339.

# POVEZANOST IZMEĐU MAKSIMALNOG PRIMITKA KISIKA I AGILNOSTI KOD SREDNJOŠKOLACA

Matija Jandrić

Gimnazija Petra Preradovića, Virovitica

## 1. UVOD

Opće je poznato da je najvaljaniji fiziološki pokazatelj kardiovaskularne funkcije čovjeka maksimalni primitak kisika ( $VO_2\max$ ) (Cooper, 2005).  $VO_2\max$  i kardiorespiratorna sposobnost (KS) ključne su odrednice i vrhunske izvedbe u sportovima izdržljivosti (trčanje na duge i srednje udaljenosti, plivanje, biciklizam, nogomet itd.) i smrtnosti u općoj populaciji (Joyner i Coyle, 2008; Pedersen i Saltin, 2015). Najčešće korišten terenski test za procjenu  $VO_2\max$  je Beep test (BT) (Cooper, 2005), a također se koristi i u nastavi Tjelesne i zdravstvene kulture (TZK). Još je poznat pod nazivima 20 m shuttle run test, Bleep test, The multistage fitness test. S druge strane, agilnost se općenito može definirati kao brzo kretanje cijelog tijela i mijenjanje brzine ili smjera kretanja kao odgovor na podražaj (Sheppard i Young, 2006). Zapravo je to vještina koja se izvodi u okruženju koje se stalno mijenja, gdje odgovor na nepredvidive podražaje, kao što su protivnički pokreti, postavlja veće zahtjeve za sportaševu percepciju i sposobnost donošenja odluka, ali i sposobnost brzog reagiranja (Kovacikova i Zemkova, 2020). Službeni test kojim se u nastavi TZK mjeri motorička sposobnost agilnost je prenošenje pretrčavanjem (MAGPRP). Povezanost između  $VO_2\max$  i indeksa tjelesne mase, tjelesne visine, tjelesne težine već je definirana u brojnim studijama, a isto tako i povezanost agilnosti s drugim sposobnostima (De Araujo i sur., 2015; Arnaoutis i sur., 2018). No, prema znanju autora vrlo je malo istraživanja koja se odnose na povezanost  $VO_2\max$  i agilnosti u srednjoškolskoj populaciji. Istraživanja koja postoje kontradiktorna su jedna drugima pa je zbog toga cilj ovog istraživanja utvrditi povezanost između  $VO_2\max$  i agilnosti u srednjoškolskoj populaciji.

## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika čini 204 učenika Gimnazije i Industrijsko – obrtničke škole u Virovitici. Od toga je 120 mladića prosječne dobi od  $15,34 \pm 0,99$  godina i 84 djevojke prosječne dobi od  $15,38 \pm 1,09$ . Od 120 mladića 47 ih se bavi sportom, a od 84 djevojke njih 15. Od 204 srednjoškolca 62 (30,4%) se bave sportom barem 3 godine. Svi učenici koji su sudjelovali u istraživanju su bili klinički zdravi i bez ikakvih ozljeda koje bi mogle utjecati na rezultat u bilo kojem testu.

### 2.2. UZORAK VARIJABLI

Uzorak varijabli čine: dob, tri antropometrijske mjere (tjelesna visina, tjelesna težina, opseg podlaktice), indeks tjelesne mase (ITM) i rezultati srednjoškolca u MAGPRP te BT. Dob je izračunata formulom:  $\text{dob (godine)} + \text{dob (mjeseci)} / 12$ , a mjerenje antropometrijskih dimenzija detaljno je opisano u literaturi (Mišigoj-Duraković, 1995). ITM je izračunat formulom  $\text{kg/m}^2$ . Mjerenje testova proveo je iskusni mjeri-oc kineziolog na satu Tjelesne i zdravstvene kulture. Test MAGPRP koristio se u svrhu procjene agilnosti, odnosno sposobnosti brze promjene smjera kretanja okretom u mjestu za 180 stupnjeva. Test se izvodio u zatvorenom prostoru (dvorani) u kojem su na tlu bile označene dvije paralelne linije međusobno udaljene 9 metara. Jedna linija je bila startna linija dok su se kod druge linije nalazile dvije školske spužve. Početni položaj učenika bio je s vanjske strane startne linije. Učenici su kretali na znak mjerioca iz visokog startnog položaja. Zadatak učenika je bio da što brže iz startnog položaja pretrči prostor od 9 metara te uzme jednu spužvu koju prenosi na drugu stranu iza startne linije i sve to isto ponovi sa drugom spužvom. Mje-

rioc zaustavlja vrijeme kada učenik drugu spužvu spusti na tlo iza startne linije. Mjerenje se provodilo tri puta, te se je u obzir uzimao najbolji rezultat (Neljak i sur., 2012). Metrijske karakteristike MAGPRP su zadovoljavajuće (Vrbik, 2015; Vidranski, 2020; Tomljenović, 2018). BT se koristio u svrhu mjerenja aerobne izdržljivosti, odnosno procjene  $VO_2max$ . To je kontinuirani maksimalni test koji ima zadovoljavajuću pouzdanost, valjanost i osjetljivost za procjenu KS učenika srednje škole (Jandrić, 2022). Broj zadnje razine do koje je učenik došao u testu koristio se za procjenu  $VO_2max$  iz brzine (X, km/h) koja odgovara toj razini (brzina =  $8 + 0,5 \times$  broj razine) i dobi učenika (A, godine). Prema tome, formula kojom je procijenjen  $VO_2max$  glasi:

$$VO_2max \text{ (ml/kg/min)} = 31,025 + 3,238X - 3,248A + 0,1536AX \text{ (Leger i sur., 1988)}$$

Test se izvodio u zatvorenom prostoru gdje su na tlu bile označene dvije paralelne linije na udaljenosti od 20 metara. Od učenika se zahtjevalo da neprekidno trče dionice od 20 metara na zvučni signal pri čemu pojedinac mora doći do suprotne linije prije nego što se oglasi sljedeći zvučni signal. Vrijeme između snimljenog zvučnog signala smanjuje se svake minute, prisiljavajući pojedince da trče brže. Protokol koji se koristio u ovom istraživanju ima početnu brzinu trčanja od 8,5 km/h, a svake sljedeće minute brzina trčanja se povećava za 0,5 km/h (Leger i sur., 1988).

### 2.3. PROTOKOL ISTRAŽIVANJA

Studija je provedena u skladu s preporukama navedenim u Helsinškoj deklaraciji. Roditelji ispitanika potpisali su obrazac informiranog pristanka. Antropometrijske mjere su izmjerene prije mjerenja testova agilnosti i aerobne izdržljivosti (početkom školske godine, rujan 2022.). Prije provedbe mjerenja učenici- ma je bio objašnjen i videom prikazan svaki test. Nakon objašnjenja i video demonstracije provedeno je zagrijavanje (15 minuta) koje je uključivalo: lagano trčanje, kratka ubrzanja, razgibavanje i različite vježbe dinamičkog istezanja. Kako bi se izbjegao umor, testovi su provedeni u dva dana, s 1 ili 2 dana odmora između, unutar 1 tjedna. Učenicima se ukazalo na važnost koncentracije i maksimalnih napora prilikom izvođenja svakog testa.

### 2.4. METODE OBRADE PODATAKA

Podaci su obrađeni primjenom programskog paketa Statistica for Windows (Version 14; Copyright 1984 - 2020 TIBCO Software Inc). Izračunati su osnovni deskriptivni parametri: aritmetička sredina, standardna devijacija. Za provjeru normaliteta distribucije koristio se Kolmogorov - Smirnovljev test. Nakon što je potvrđena normalnost distribucije, Pearsonovim koeficijentom korelacije utvrđena je povezanost između varijabli. Pa je tako 0 – 0,25 slaba linearna povezanost, 0,25 – 0,64 povezanost srednje jačine i 0,64 – 1 čvrsta povezanost. Razina statističke značajnosti postavljena je na  $p < 0,05$ .

## 3. REZULTATI

U tablici 1. prikazane su aritmetičke sredine i standardne devijacije antropometrijskih mjera i testova za procjenu agilnosti i  $VO_2max$ .

**Tablica 1.** Deskriptivni pokazatelji antropometrijskih, funkcionalnih i motoričkih varijabli srednjoškolaca (aritmetička sredina  $\pm$  standardna devijacija)

	SVI (N=204)	M (N=120)	Ž (N=84)
<b>DOB (god)</b>	15,36 $\pm$ 1,03	15,34 $\pm$ 0,99	15,38 $\pm$ 1,09
<b>ATV (cm)</b>	172,12 $\pm$ 8,97	176,20 $\pm$ 8,52	166,30 $\pm$ 5,86
<b>ATT (kg)</b>	65,99 $\pm$ 14,72	69,87 $\pm$ 14,52	60,45 $\pm$ 13,23
<b>ITM (kg/m<sup>2</sup>)</b>	22,16 $\pm$ 4,14	22,42 $\pm$ 3,97	21,80 $\pm$ 4,37
<b>AOP (cm)</b>	25,00 $\pm$ 2,53	25,93 $\pm$ 2,43	23,66 $\pm$ 2,05
<b>MAGPRP (sek)</b>	11,53 $\pm$ 1,38	10,95 $\pm$ 1,25	12,35 $\pm$ 1,10
<b>VO<sub>2</sub>max (ml/kg/min)</b>	48,07 $\pm$ 8,88	50,99 $\pm$ 9,07	43,90 $\pm$ 6,71

Legenda: ATV - tjelesna visina; ATT - tjelesna težina; AOP - opseg podlaktice; MAGPRP - prenošenje pretrčavanjem;  $VO_2max$  - maksimalni primitak kisika

Iz tablice 1. možemo zaključiti da mladići u ovom uzorku u prosjeku postižu bolje rezultate u MAGPRP i imaju veći  $VO_2\max$  te da su u prosjeku viši, teži i imaju veći opseg podlaktice. Pearsonovim koeficijentom korelacije utvrđena je povezanost između antropometrijskih, funkcionalnih i motoričkih varijabli (Tablica 2).

**Tablica 2.** Pearsonove korelacije (r) između antropometrijskih, funkcionalnih i motoričkih varijabli srednjoškolaca

$VO_2\max$	DOB	ATV	ATT	ITM	AOP	MAGPRP
Svi	-0,01	0,33*	-0,07	-0,26*	-0,03	-0,69*
M	0,06	0,16	-0,24*	-0,36*	-0,24*	-0,62*
Ž	-0,13	0,11	-0,21	-0,27*	-0,28*	-0,64*

Legenda: \* - korelacija značajna na  $p < 0,05$ ; ATV - tjelesna visina; ATT - tjelesna težina; AOP - opseg podlaktice; MAGPRP - prenošenje pretrčavanjem;  $VO_2\max$  - maksimalni primitak kisika

U tablici 2. možemo vidjeti da postoji slaba povezanost između dobi i  $VO_2\max$ . Što znači da promjena vrijednosti jedne varijable ne utječe ili ima vrlo slab utjecaj na promjenu vrijednosti druge varijable. Postoji srednja značajna povezanost između  $VO_2\max$  i ATV kod svih srednjoškolaca, slaba negativna značajna povezanost između  $VO_2\max$  i ATT kod mladića,  $VO_2\max$  i AOP kod mladića i srednja negativna značajna povezanost između  $VO_2\max$  i AOP kod djevojaka, srednja negativna značajna povezanost između  $VO_2\max$  i ITM kod djevojaka i mladića te čvrsta negativna značajna povezanost između  $VO_2\max$  i MAGPRP kod mladića i djevojaka. Dakle, ako je rezultat u varijabli  $VO_2\max$  veći onda je rezultat u varijabli MAGPRP bolji (manji). Manji rezultat u MAGPRP znači bolju sposobnost brze promjene smjera kretanja.

#### 4. RASPRAVA

Svrha ovog istraživanja bila je utvrditi povezanost između  $VO_2\max$  i agilnosti u srednjoškolskoj populaciji. Glavni nalaz ovog istraživanja pokazao je da postoji čvrsta negativna značajna povezanost između  $VO_2\max$  i agilnosti kod učenika srednjoškolske dobi ( $r = -0,69$ ). To bi značilo da učenici koji imaju veći  $VO_2\max$  (veću KS) imaju i veću sposobnost brze promjene smjera kretanja, odnosno kako se  $VO_2\max$  učenika povećava, vrijeme koje je učeniku potrebno da završi test agilnosti se smanjuje. Naime, postoje istraživanja koja su kontradiktorna ovome. Kumar i Laroia (2017) su dobili statistički beznačajnu korelaciju između  $VO_2\max$  i agilnosti. Tvrde kako  $VO_2\max$  nema nikakve veze s agilnošću ili obrnuto. Prema njima, za poboljšanje agilnosti potrebno je raditi samo vježbe agilnosti, a za poboljšanje  $VO_2\max$  treba raditi vježbe izdržljivosti. No, kontradikcije u istraživanjima se možda mogu objasniti u tome da su Kumar i Laroia koristili vrlo mali uzorak (10 studenata) te da su za procjenu  $VO_2\max$  koristili Bruceov protokol na pokretnom sagu. Dakako, na pokretnom sagu nema promjena smjera kretanja koja je karakteristična za BT, testove agilnosti i agilnost pa se zbog toga u tome možda mogu očitovati razlike u istraživanjima. Također, istraživanje Handarua i sur. (2019) je dalo rezultate koji kažu da nema statistički značajne povezanosti između  $VO_2\max$  i agilnosti. Istraživanje je također provedeno na vrlo malom uzorku (26 igrača badmintona). Zapravo, u tom istraživanju se htjelo ukazati na povezanost  $VO_2\max$  i agilnosti sa profilom mišićno – koštanih ozljeda. Razlike se možda mogu objasniti tako što se u prethodno navedenom istraživanju koristio vrlo mali uzorak te se je igrače klasificiralo kroz broj ozljeda koje su imali. Htjelo se kroz testove agilnosti i aerobne izdržljivosti predvidjeti buduće ozljede sportaša. Dakako, razlike se mogu očitovati i u testu agilnosti (Badminton agility test) koji se koristio, a specifičan je upravo za badminton igrače. Prema studiji Sathya i Parekha (2018) rezultati otkrivaju da postoji negativna značajna korelacija između agilnosti i  $VO_2\max$  što sugerira da je  $VO_2\max$  neizravno proporcionalan agilnosti. Također, u prilog ovom istraživanju idu i druga istraživanja u kojima je pronađeno značajno poboljšanje  $VO_2\max$  sa nekoliko tjedana treninga agilnosti (Walker i Lennemann, 2010; Sporiš, Ružić i Leko, 2008). U studiji Venckunasa, Mieziene i Emeljanovasa (2018) test agilnosti je bio najjače povezan s aerobnim kapacitetom. Dio takve relativno jake veze može se objasniti kroz sličnosti obrasca pokreta između testa izdržljivosti i agilnosti, te uključenosti istih mišićnih skupina (ekstenzora nogu) koji su ključni za kretanje u ovim testovima. Ipak, možemo reći da treningom agilnosti možemo značajno utjecati na poboljšanje  $VO_2\max$  te da su  $VO_2\max$  i agilnost definitivno povezani na način da treningom za poboljšanje aerobne izdržljivosti možemo utjecati na poboljšanje agilnosti i obrnuto. Ovo istraživanje ima i ograničenje koje se očituje u tome da s obzirom da se koristila metoda

korelacije ne možemo uzročno – posljedično zaključivati. Buduće studije bi trebale koristiti metode kojima se može utvrditi uzročno – posljedična veza jer je očigledno da postoje kontradikcije u istraživanjima.

## 5. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da postoji čvrsta značajna negativna povezanost između  $VO_2\text{max}$  i agilnosti. Neka istraživanja tvrde suprotno, ali s obzirom na sve navedeno ipak se može reći da se treningom agilnosti može utjecati na  $VO_2\text{max}$  i obrnuto. Ove spoznaje jako su korisne za nastavnike TZK, trenere i ostale sudionike u sportu i tjelesnoj aktivnosti jer su upravo to ljudi koji kreiraju planove i programe, kurikulume i u direktnom su doticaju sa mladim ljudima kojima je potrebno stručno vodstvo kako bi njihov tjelesni i psihički razvoj bio što uspješniji i dugotrajniji.

## 6. LITERATURA

1. Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: the physiology of champions. *The Journal of physiology*, 586(1), 35–44.
2. Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 25 Suppl 3, 1–72. <https://doi.org/10.1111/sms.12581>
3. Cooper, S. M., Baker, J. S., Tong, R. J., Roberts, E., & Hanford, M. (2005). The repeatability and criterion related validity of the 20 m multistage fitness test as a predictor of maximal oxygen uptake in active young men. *British journal of sports medicine*, 39(4), e19.
4. Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of sports sciences*, 24(9), 919–932.
5. Kovacicova, Z., & Zemková, E. (2020). The Effect of Agility Training Performed in the Form of Competitive Exercising on Agility Performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1–8.
6. De Araujo, S. S., Miguel-dos-Santos, R., Silva, R. J. S., & Cabral-de-Oliveira, A. C. (2015). Association between body mass index and cardiorespiratory fitness as predictor of health status in schoolchildren. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 8(2), 73–78.
7. Arnaoutis, G., Georgoulis, M., Psarra, G., Milkonidou, A., Panagiotakos, D. B., Kyriakou, D., Sidossis, L. S. (2018). Association of Anthropometric and Lifestyle Parameters with Fitness Levels in Greek Schoolchildren: Results from the EYZHN Program. *Frontiers in Nutrition*, 5.
8. Mišigoj-Duraković, M. i sur. (1995). *Morfološka antropometrija u sportu*. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
9. Neljak, B., Novak, D., Sporiš, G., Višković, S. & Markuš, D. (2012). Cro – fit norme. Zagreb. Neljak Boris.
10. Vrbik, I. (2015). Učinci različitih metrijskih protokola na procjenu motoričkog statusa u primarnom obrazovanju (Disertacija). Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:289727>
11. Vidranski, T. (2020). Pouzdanost i orijentacijske vrijednosti CROFIT testova u razrednoj nastavi. Napredak, 161 (3 - 4), 185-202. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/249635>
12. Tomljenović, B. (2018). *Struktura i razlike antropoloških obilježja učenika i učenica razredne nastave gradskih i seoskih sredina Like* (Disertacija). Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:117:685162>
13. Jandrić, M. (2022). 20m SHUTTLE RUN TEST KAO MJERNI INSTRUMENT ZA MJERENJE FUNKCIONALNIH SPOSOBNOSTI UČENIKA. U G. Leko (ur), 30. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske, *Zbornik radova međunarodno znanstveno-stručnog skupa, Zadar, 29. lipnja – 2. srpnja 2022.*, str. 245 – 253. Hrvatski kineziološki savez.
14. Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences*, 6(2), 93–101.
15. Kumar, N. & Laroiya, N. (2017). Association of  $VO_2\text{Max}$ , Agility and BMI among Collegiate Athletes. Scimed Central, 4.
16. Handaru, G. & Rika, I. & Prastowo, N. (2019). The Correlation between  $VO_2\text{max}$  with Agility and Musculoskeletal Injury Profile Among Teenage Badminton Athletes. *Quality in Sport*, 5, 44.
17. Sathya, P., & Parekh, R.N. (2018). Association between Agility and  $VO_2\text{max}$  in Badminton and Tennis Players. *International Journal of Health Sciences and Research*, 8, 87-91.

18. Walker, T.B., Lennemann, L. (2010). The Influence of Agility Training On Physiological and Cognitive Performance, AFRL-RH-BR-TR-2010- 0070.
19. Sporis, G., Ruzic, L., & Leko, G. (2008). Effects of a new experimental training program on VO<sub>2</sub>max and running performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Jun;48(2):158-65.
20. Venckunas, T., Mieziene, B., & Emeljanovas, A. (2018). Aerobic Capacity Is Related to Multiple Other Aspects of Physical Fitness: A Study in a Large Sample of Lithuanian Schoolchildren. *Frontiers in Physiology*, 9. doi:10.3389/fphys.2018.01797

# **RAZLIKE U KINANTROPOLOŠKIM OBILJEŽJIMA KOD DJECE OSNOVNOŠKOLSKOG UZRASTA**

**Filip Svalina**

*Osnovna škola Zapruđe*

## **1. UVOD**

Sjedilački način života i nedovoljna tjelesna aktivnost mladih su jedni od glavnih uzroka prekomjerne tjelesne težine i pretilosti u djetinjstvu (Prentice-Dunn H. i Prentice-Dunn S., 2012; Strong, Malina, Cameron, Blimkie i sur. 2005). Redovita tjelovježba u djetinjstvu smanjuje rizik od prekomjerne tjelesne težine u pubertetu i adolescenciji (Herman, Craig, Gauvin i Katzmarzyk, 2009). Centar za kontrolu i prevenciju bolesti predlaže da je djeci i adolescentima potrebna dnevna tjelesna aktivnost u trajanju od 60 minuta (CDC, 2010). Prema Troiano i sur. (2008) samo 8% djece i mladih ispunjava taj kriterij. Škola je idealno okruženje za ranu intervenciju i promociju tjelesne aktivnosti zbog snažnog potencijalnog utjecaja na ponašanje i navike djece i mladih (Edmunds i sur. 2001). Predmetna nastava osnovne škole, razdoblje od petog do osmog razreda, je prepoznata kao važno razdoblje u razvoju mladih, njihovih znanja, stavova i ponašanja vezanih uz tjelesnu aktivnost (Mohnsen, 2008, Furong, Chepyator-Thomson, Wenhao i Schmidlein, 2010). Nedostatak primjerene tjelesne aktivnosti utječe negativno na rast i razvoj djece u pubertetu i na normalno funkcioniranje svih organa. Adekvatno tjelesno vježbanje doprinosi razvoju antropoloških obilježja djece (Vlahović, 2012).

Redovito praćenje i mjerenje kinantropoloških obilježja djece i mladih daje kvalitetniji uvid u trenutno stanje učenika, na temelju čega se mogu planirati dodatne intervencije promocije tjelesne aktivnosti. Osnovni cilj ovog istraživanja je utvrditi razlike između djevojčica i dječaka u određenim antropološkim obilježjima i motoričkim sposobnostima učenika/ca 6. razreda osnovne škole. Svi su podaci prikupljeni za vrijeme redovite nastave Tjelesne i zdravstvene kulture predviđene redovitim kurikulumom predmeta.

## **2. METODE RADA**

### **2.1. UZORAK ISPITANIKA I VARIJABLI**

Svi ispitanici su učenici polaznici redovitog programa školovanja u zagrebačkoj osnovnoj školi (N= 38, Dječaci= 32, Djevojčice=26). Svi analizirani učenici pohađaju šesti razred osnovne škole (Dob= 12 godina). Uzorak varijabli sastojao se od tri testa procjene morfoloških obilježja: tjelesna visina (ATJVIS), tjelesna težina (AITJMS) i indeks tjelesne mase (AITJMS). Varijabla kojom se procjenjuje aerobna sposobnost ispitanika je 20m shuttle run test, podaci su prikazani kao metri pretrčani u testu. Eksplozivna snaga tipa skočnosti procijenjena je testom skok u dalj iz mjesta i skok u vis prekoračnom tehnikom. Kod skoka u dalj iz mjesta analiziran je najbolji pokušaj od tri. Kod skoka u vis je analizirana je zadnja preskočena visina ispitanika na testu.

Progresivni test aerobnih sposobnosti s više razina (Multistage 20-m shuttle run test) originalno je osmišljen od strane Leger i Lambert (1982). Test se provodi u sportskoj dvorani i zahtijeva od ispitanika trčanje do i od oznaka udaljenih 20 metara jedne od druge. Brzina trčanja određena je audio zapisom koji pušten putem zvučnika. Svaka razina sastoji se od više dužina trčanja, a ispitanici su upućeni da trče brzinom koju određuje audio zapis. Test završava kada ispitanik više ne može pratiti ritam, odnosno brzinu koja je određena audio zapisom za određenu razinu.

## 2.2. METODE OBRADJE PODATAKA

Prikupljeni podaci analizirani su u programu Statistica 13.0. Izračunate su aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalne i maksimalne vrijednosti analiziranih varijabli. Razlike u odabranim varijablama po spolu analizirane su t-testom za nezavisne uzorke.

## 3. REZULTATI I RASPRAVA

Ukupan broj ispitanika je 57, od čega je 31 učenika i 26 učenica. U tablici 1. vidljivi su deskriptivni podaci analiziranih varijabli. Vidljiva je velika varijabilnost unutar grupe što je očekivano s obzirom da se radi o djeci koja ulaze u pubertet.

**Tablica 1.** Deskriptivna statistika analiziranih varijabli za sve ispitanike

Varijabla	N	AS	Min	Max	Std. Dev.
ATJVIS	57	155,94	136,00	173,00	7,46
ATJTEZ	54	47,30	25,10	75,50	11,26
AITJMS	54	19,34	13,57	27,40	3,51
20mSRT (pretrčana udaljenost u metrima)	40	489,00	180,00	1260,00	219,83
Skok u vis (prekoračnom tehnikom)	52	96,06	65,00	115,00	13,03
Skok u dalj iz mjesta	51	154,06	111,00	195,00	20,42

Legenda: tjelesna visina (ATJVIS), tjelesna težina (AITJMS) i indeks tjelesne mase (AITJMS)

Tablica 2. daje usporedni prikaz dobivenih rezultata po spolu. Rezultati pokazuju slične vrijednosti tjelesne težine i visine kod dječaka i djevojčica, veća razlika je vidljiva kod testova motoričkih sposobnosti.

**Tablica 2.** Deskriptivna statistika analiziranih varijabli za učenike i učenice po spolu

	N		AS		Std.dev.	
	Dječaci	Djevojčice	Dječaci	Djevojčice	Dječaci	Djevojčice
ATJVIS	31	26	155,35	156,65	7,81	7,10
ATJTEZ	31	23	47,75	44,93	12,94	12,22
AITJMS	31	23	19,6	19,11	3,80	3,12
20mSRT (pretrčana udaljenost u metrima)	21	19	561,90	408,42	235,70	172,98
Skok u vis (prekoračnom tehnikom)	30	22	99,33	91,59	13,33	11,50
Skok u dalj iz mjesta	31	20	155,80	151,35	17,65	24,34

Legenda: tjelesna visina (ATJVIS), tjelesna težina (AITJMS) i indeks tjelesne mase (AITJMS)

Radi utvrđivanja statističke značajnosti razlike između dvije grupe proveden je t-test za nezavisne uzorke. Dobivena je statistički značajna razlika između dječaka i djevojčica u varijablama 20mSRT (20m shuttle test)  $t=-2,33$  ( $p=0,03$ ) i skok u vis  $t=-2,19$  ( $p=0,03$ ). Dječaci su ostvarili bolje rezultate u testu aerobne sposobnosti i u testu eksplozivne snage donjeg dijela trupa. Vidljiva je i razlika u ostvarenom rezultatu u skoku u dalj iz mjesta, ali ta razlika nije statistički značajna.



**Tablica 3.** T-test za nezavisne uzorke prema spolu

Varijabla	AS Djevojčice	AS Dječaci	t-value	p
ATJVIS	156,65	155,35	0,65	0,52
ATJTEZ	46,70	47,75	-0,34	0,74
AITJMS	19,11	19,50	-0,41	0,69
20mSRT (pretrčana udaljenost u metrima)	<b>408,42</b>	<b>561,91</b>	<b>-2,33</b>	<b>0,03</b>
Skok u vis (prekoračnom tehnikom)	<b>91,59</b>	<b>99,33</b>	<b>-2,19</b>	<b>0,03</b>
Skok u dalj iz mjesta	151,35	155,81	-0,76	0,45

Legenda: tjelesna visina (ATJVIS), tjelesna težina (AITJMS) i indeks tjelesne mase (AITJMS)

#### 4. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da dječaci ostvaruju bolje rezultate u određenim testovima motoričkih sposobnosti. Potreban je veći uzorak ispitanika iste dobne skupine kako bi rezultati bili pouzdaniji. Buduća istraživanja dat će bolji uvid u stanje populacije ukoliko se obuhvati veća dobna skupina, svi razredi predmetne nastave u osnovnoj školi. Redovito sudjelovanje na nastavi tjelesne i zdravstvene kulture osigurat će učenicima poboljšanje motoričkih sposobnosti i pravilan razvoj morfoloških obilježja. Najveći utjecaj nastave tjelesne i zdravstvene kulture je na onu djecu koja nisu uključena u sportske klubove izvan škole. Smanjenje negativnog utjecaja modernog sjedilačkog načina života moguće je i povećanjem fonda sati tjelesne i zdravstvene kulture u osnovnim školama.

#### 5. LITERATURA

- Center for Disease Control and Prevention (2010) *Prevalence of Obesity among Children and Adolescents: United States, Trends 1963–1965*.
- Edmunds, L., Water, E., and Elliott E.J. (2001) Evidence based management of childhood obesity. *British Medical Journal* 323: 916–19.
- Furong, X., Chepyator-Thomson, J., Wenhao, L., i Schmidlein, R. (2010). Association between social and environmental factors and physical activity opportunities in middle schools. *European Physical Education Review*, 16(2), 183–194. doi:10.1177/1356336x10381308
- Herman, K.M., Craig, C.L., Gauvin, L., Katzmarzyk, P.T. (2009). Tracking of obesity and physical activity from childhood to adulthood: the Physical Activity Longitudinal Study. *Int J Pediatr Obes*;4(4):281-288.
- Léger, L.A. i Lambert, J. A (1982). Maximal Multistage 20-m Shuttle Run Test to Predict VO<sub>2</sub> Max. *Eur. J. Appl. Physiol*, 49, 1–12
- Mohnsen, B.S. (2008) Teaching Middle School Physical Education (2<sup>nd</sup> edn). Champaign, IL: *Human Kinetics*.
- Prentice-Dunn, H., Prentice-Dunn, S. (2012). Physical activity, sedentary behavior, and childhood obesity: a review of cross-sectional studies. *Psychol Health Med*;17(3):255-273
- Strong, W.B., Malina, R.M., Cameron, J.R., Blimkie, C.J. et al. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*;146:732-737.
- Troiano, R., Berrigan, D., Dodd, K., et al. (2008) Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(1): 181–8..
- Vlahović, L. (2012). *Vrednovanje motoričkih znanja kod učenika petih razreda osnovne škole (Doktorska disertacija)*. Split: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Splitu

# RAZLIKE U JAKOSTI DONJIH EKSTREMITETA IGRAČICA U15 KATEGORIJE PRVE HRVATSKE NOGOMETNE LIGE ZA ŽENE

Melisa Babić, Hrvoje Ajman

Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku

## 1. UVOD

Nogomet je sportska igra u kojoj sudjeluju dvije ekipe sa po jedanaest igrača, a može se definirati kao kompleksna kineziološka aktivnost koju definira visok varijabilitet motoričkih radnji. Osnovni cilj nogometne igre je postići više pogodaka od suparničke ekipe i na taj način doći do pobjede (Barišić, 2007).

Za uspješnost u nogometu, potrebno je od najranijih dobnih kategorija raditi na razvoju motoričkih sposobnosti. Pržulj (2016) analizom utjecaja motoričkih pokazatelja na situacijske testove nogometne igre donosi zaključak da visoka razina motoričkih postignuća značajno utječe na situacijsku efikasnost u nogometu. Jakost je najveća voljna mišićna sila koju sportaš može proizvesti u dinamičnom ili statičkom režimu mišićnog rada (Milanović, 2013).

Jakost kod nogometaša su istraživali brojni inozemni autori (Paul i Nassis, 2015.; Buško i sur. 2018.; DeLang i sur., 2019.; de Aguiar Martinelli i sur., 2015.; Chrisman i sur., 2012.; Carvalho i sur., 2016.; Whitley i sur., 2012; Gissis i sur, 2006). Gissis i sur. su 2006. godine u Grčkoj proveli istraživanje na profesionalnim (N=18), amaterskim (N=18) i rekreativnim (N=18) mladim nogometašima. Između ostalog, u istraživanju je uspoređivana maksimalna izometrička snaga quadricepsa između tri skupine te su rezultati pokazali izuzetnu dominantnost rezultata profesionalnih mladih nogometaša nad amaterskim i rekreativnim nogometašima. Istraživanja na ovu temu u području ženskog nogometa u svijetu ima jako malo, dok u Hrvatskoj do sad nije nitko istraživao jakost kod nogometašica.

Cilj ovog rada je utvrditi postoji li statistički značajna razlika u jakosti donjih ekstremiteta igračica ženskog nogometnog kluba Osijek koji se nalazi na prvom mjestu Prve hrvatske nogometne lige za žene i ženskog nogometnog kluba Graničar Županja koji se nalazi na pretposljednem mjestu. Hipoteza istraživanja je, postoji statistički značajna razlika u jakosti donjih ekstremiteta igračica iz dva ženska nogometna kluba.

## 2. METODE RADA

U istraživanju je sudjelovalo 40 nogometašica, 20 iz ŽNK Osijek i 20 iz ŽNK Graničar Županja (prosječne tjelesne visine  $161,42 \pm 8$  cm i tjelesne težine  $53,35 \pm 11,45$  kg), te su se sve nogometašice natjecale u kategoriji do 15 godina. Mjerenje je provedeno na kraju sezone 2021./2022. Ispitanicama je mjerena jakost pri fleksiji i ekstenziji koljena, te pri adukciji i abdukciji kuka.

Tablica 1. Popis varijabli istraživanja

KRATICA VARIJABLE	OPIS VARIJABLE
KLUB	Pripadnost klubu
EKS (N)	Jakost quadricepsa pri ekstenziji koljena (N)
FLE (N)	Jakost stražnje lože pri fleksiji koljena (N)
ADD (N)	Jakost aduktora pri adukciji (N)
ABD (N)	Jakost abduktora pri abdukciji (N)

Mjerenje je provedeno uz pomoć mobilnog ručnog dinamometra Micro Fet 2. Jakost pri pokretu ekstenzije mjerena je dok ispitanica sjedi, na način da joj noge vise u zraku ne dotičući podlogu, mjeritelj postavlja uređaj na donju trećinu prednjeg dijela potkoljenice. Nakon što je uređaj postavljen ispitanica vrši ekstenziju u koljenom zglobu. Nakon toga, mjeritelj premješta uređaj na donju trećinu stražnjeg dijela potkoljenice i ispitanica vrši fleksiju u koljenom zglobu. Sljedeća dva mjerenja obavljaju se u ležećem položaju. Uređaj se postavlja na donju trećinu vanjskog dijela natkoljenice i ispitanica vrši abdukciju u kuku, mjeritelj stoji sa strane noge na kojoj vrši mjerenje. Za posljednje mjerenje uređaj se postavlja na donju trećinu unutarnjeg dijela natkoljenice te ispitanica vrši adukciju u zglobu kuka, dok mjeritelj stoji sa suprotne strane tijela od one na kojoj se vrši mjerenje. Svako mjerenje se ponavlja tri puta i rezultati se iščitavaju u njutnima (N).

Deskriptivni pokazatelji koji su izračunati pri obradi podataka su aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimalni (MIN) i maksimalni (MAX) rezultat. Kolmogorov – Smirnovljevim testom provjerena je normalnost distribucije i utvrđeno je da su sve varijable normalno distribuirane. Za utvrđivanje razlika u jakosti donjih ekstremiteta kod igračica dva kluba korišten je t – test za nezavisne uzorke. Svi testovi provodili su se na razini značajnosti  $p < 0,05$ .

### 3. REZULTATI

U tablici 2. i 3. su prikazani deskriptivni parametri istraživanja i rezultati t – testa za utvrđivanje razlika.

**Tablica 2.** Deskriptivni pokazatelji ispitanica istraživanja

VARIJABLA	N	AS	MIN	MAX	SD
<b>ŽNK OSIJEK</b>					
EKS (N)	20	30,77	16,70	39,60	5,01
FLE (N)	20	33,34	19,70	45,10	6,49
ADD (N)	20	27,41	13,20	41,40	6,44
ABD (N)	20	31,55	14,90	43,20	7,53
<b>ŽNK GRANIČAR ŽUPANJA</b>					
EKS (N)	20	26,22	20,90	32,10	2,99
FLE (N)	20	24,63	18,60	30,00	3,52
ADD (N)	20	24,76	13,70	31,20	4,74
ABD (N)	20	33,07	13,90	40,90	6,07

Legenda: N – broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, MIN – minimalni rezultat, MAX . maksimalni rezultat, SD – standardna devijacija.

Nakon provedenog mjerenja i obrade podataka rezultati su pokazali kako postoji statistički značajna razlika u jakosti pri pokretu ekstenzije ( $p < 0,05$ ) i fleksije ( $p < 0,05$ ). Igračice ŽNK Osijek su ostvarile za 4,55N bolje rezultate u jakosti pri pokretu ekstenzije, dok su u jakosti pri pokretu fleksije imali bolji rezultat za 8,71N.

**Tablica 3.** Rezultati t – testa za nezavisne uzorke

VARIJABLA	AS ± SD (MIN-MAX)	K – S p	p
EKS (N)	28,49 ± 4,68 (16,70 – 39,60)	$p > .20$	0,001233
FLE (N)	28,99 ± 6,78 (18,60 – 45,10)	$p > .20$	0,000006
ADD (N)	26,08 ± 5,74 (13,20 – 41,40)	$p > .20$	0,145631
ABD (N)	32,31 ± 6,79 (13,90 – 43,20)	$p > .20$	0,486237

Legenda: AS±SD(MIN-MAX)-aritmetička sredina plus/minus standardna devijacija uz pripadajući minimalni i maksimalni rezultat; K – S p – pokazatelj normalnosti distribucije; p – statistička značajnost (crveno označava vrijednosti koje su statistički značajne).

#### 4. RASPRAVA

Rezultati ovog istraživanja ukazuju da postoje razlike u pokazateljima jakosti donjih ekstremiteta igračica dva ženska nogometna kluba sa vrha i dna tablice. Analizom rezultata utvrđeno je kako postoji statistički značajna razlika u jakosti pri pokretima ekstenzije ( $p < 0,05$ ) i fleksije ( $p < 0,05$ ) te se time djelomično prihvaća hipoteza istraživanja. Bolja tjelesna i kondicijska pripremljenost će omogućiti sportašu i bolju izvedbu na natjecanjima i utakmicama, što su i pokazali rezultati ovog istraživanja. Igračice ŽNK Osijek koje su zauzele prvo mjesto i tada su bile najbolje u ligi su pokazale i bolje rezultate u mjerenju pokazatelja jakosti donjih ekstremiteta. Slično istraživanje proveli su Chrisman i sur. (2012) u Seattleu u sezoni 2006/2007. U istraživanju je sudjelovalo 50 profesionalnih i 42 amaterske igračice uzrasta 11 – 14 godina. Rezultati su pokazali kako nema statistički značajne razlike u jakosti pri ekstenziji i fleksiji koljena te adukciji i abdukciji kuka između profesionalnih i amaterskih igračica. Uspoređujući rezultate ovog istraživanja i istraživanja kojeg su proveli Chrisman i sur., američke amaterske nogometašice su u prosjeku ostvarile 4,70N bolji rezultat pri pokretu abdukcije, 10,02N pri pokretu adukcije, 10,41N pri ekstenziji te 6,61N bolji rezultat od nogometašica prve hrvatske nogometne lige za žene istog uzrasta.

#### 5. ZAKLJUČAK

S obzirom na dobivene rezultate i na djelomično prihvaćenu hipotezu istraživanja, može se zaključiti da postoji razlika u jakosti donjih ekstremiteta kod igračica koje su testirane u istraživanju, konkretno u jakosti pri pokretima ekstenzije i fleksije. U kondicijskom dijelu ovi rezultati mogli bi značajno utjecati na planiranje budućih trenažnih aktivnosti i sadržaja. Jakost sama po sebi nije dovoljna kako bi nogometašica bila vrhunska ali na ovoj razini čini razliku između ekipa koje su u gornjem i donjem dijelu tablice.

#### 6. LITERATURA

1. Barišić, V. (2007). *Kineziološka analiza taktičkih sredstava u nogometnoj igri (Doktorska disertacija)*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
2. Buško, K., Górski, M., Nikolaidis, P. T., Mazur-Różycka, J., Łach, P., Staniak, Z., Gajewski, J. (2018). Leg strength and power in Polish striker soccer players. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 20(2), 109–116
3. Carvalho, A., Brown, S., Abade, E. (2016). Evaluating injury risk in first and second league professional Portuguese soccer: muscular strength and asymmetry. *Journal of human kinetics*, 51, 19–26.
4. Chrisman, S. P., O’Kane, J. W., Polissar, N. L., Tencer, A. F., Mack, C. D., Levy, M. R., Schiff, M. A. (2012). Strength and jump biomechanics of elite and recreational female youth soccer players. *Journal of athletic training*, 47(6), 609–615.
5. De Aguiar Leonardi, A. B., Martinelli, M. O., Junior, A. D. (2015). Are there differences in strength tests using isokinetic dynamometry between field and indoor professional soccer players?. *Revista brasileira de ortopedia*, 47(3), 368–374
6. DeLang, M. D., Rouissi, M., Bragazzi, N. L., Chamari, K., Salamh, P. A. (2019). Soccer Footedness and Between-Limbs Muscle Strength: Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of sports physiology and performance*, 14(5), 551–562.
7. Gissis, I., Papadopoulos, C., Kalapotharakos, V. I., Sotiropoulos, A., Komsis, G., Manolopoulos, E. (2006). Strength and Speed Characteristics of Elite, Subelite, and Recreational Young Soccer Players. *Research in Sports Medicine*, 14(3), 205–214.
8. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
9. Paul, D. J., Nassis, G. P. (2015). Testing Strength and Power in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1748–1758.
10. Pržulj, R. (2016). Uticaj motoričkih sposobnosti na uspješnost fudbalera. *Sport i zdravlje* 11(1), 44-51.
11. Whiteley, R., Jacobsen, P., Prior, S., Skazalski, C., Otten, R., Johnson, A. (2012). Correlation of isokinetic and novel hand-held dynamometry measures of knee flexion and extension strength testing. *Journal of science and medicine in sport*, 15(5), 444–450.

# RAZLIKE U MORFOLOŠKIM KARAKTERISTIKAMA NOGOMETAŠICA U15 KATEGORIJE

Melisa Babić, Klara Findrik, Zvonimir Tomac  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku*

## 1. UVOD

Nogomet je sportska igra u kojoj se dvije ekipe, koje se sastoje od jedanaest igrača, pokušavaju tehničko – taktičkim potezima nadmudriti u postizanju osnovnog cilja, a to je postizanje pogotka (Mikulić, 2016). Bavljenje nogometom se većinom povezuje sa muškom populacijom, a zbog toga je ženski nogomet sam po sebi slabo istražen. U posljednje vrijeme dolazi do povećanja interesa kod ženske populacije pa samim time dolazi do porasta u broju ženskih nogometnih klubova, ali i do većih spoznaja o samom ženskom nogometu.

Somatotipska obilježja sportaša, odnosno građu tijela, opisuju morfološke mjere. Morfološke karakteristike u nekim sportskim granama značajno utječu na uspjeh, dok je u drugim njihov utjecaj zanemariv. Na razvoj mišićne mase ili redukciju potkožnog masnog tkiva se treningom može utjecati, dok se na morfološka obilježja poput longitudinalnosti i transverzalnosti skeleta treningom ne mogu mijenjati (Milanović, 2013).

Morfološke karakteristike u ženskom nogometu su istraživane od strane raznih autora (Mandić Jelaska i sur., 2013; Strauss i sur., 2021; Queiroga i sur., 2021). Mandić Jelaska i suradnici (2013) su u svom istraživanju došli do zaključka o važnosti ranog i sustavnog razvijanja specifičnih motoričkih sposobnosti kako bi se pozitivno utjecalo na morfološke karakteristike kako kod profesionalnih nogometašica, tako i kod nogometašica mlađih dobnih kategorija.

S obzirom da se klubovi testirani u istraživanju nalaze na vrhu, ŽNK Osijek, i na začelju tablice, ŽNK Graničar Županja, osnovni cilj ovog istraživanja bio je ustanoviti postojanje statistički značajne razlike u morfološkim karakteristikama njihovih nogometašica. Sa spoznajom da je za uspješnost u nogometu potrebna visoka razina kondicijske pripremljenosti i sa činjenicom da se radi o dobnj kategoriji koja prolazi kroz intenzivan dio rasta i razvoj, cilj istraživanja je vidjeti koja je razlika u morfološkim karakteristikama igračica koje su najbolje u ligi i koje se nalaze na pretposljednem mjestu.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Istraživanje je provedeno na 40 ispitanica koje su se natjecale u U15 kategoriji, 20 ispitanica su nogometašice ženskog nogometnog kluba Graničar Županja koje se nalaze na pretposljednem mjestu lige, a 20 su nogometašice ženskog nogometnog kluba Osijek koje se nalaze na prvom mjestu. Od morfoloških karakteristika su uzete mjere tjelesne visine, tjelesne mase, sjedeće visine, dužine noge, opsega natkoljenice te opsega potkoljenice. Na kraju sezone 2021./2022. provedena su sva mjerenja.

### 2.2. MJERNI INSTRUMENTI I VARIJABLE

Mjerenje je provedeno uz pomoć tri instrumenta: centimetarska vrpca, antropometar i digitalna vaga. Tjelesna visina i sjedeća visina su mjerene uz pomoć antropometra, tjelesna masa uz pomoć digitalne vage, a centimetarskom vrpcom su mjereni opsezi potkoljenice i natkoljenice te dužina noge. Popis varijabli s njihovom skraćenicom i mjernom jedinicom se nalazi u Tablici 1.

Tablica 1. Popis varijabli

KRATICA VARIJABLE	OPIS VARIJABLE
KLUB	Pripadnost klubu
TV (cm)	Tjelesna visina (mjereno u centimetrima)
TM (kg)	Tjelesna masa (mjereno u kilogramima)
SV (cm)	Sjedeća visina (mjereno u centimetrima)
DN (cm)	Dužina noge (mjereno u centimetrima)
ON (cm)	Opseg natkoljenice (mjereno u centimetrima)
OP (cm)	Opseg potkoljenice (mjereno u centimetrima)

### 2.3. EKSPERIMENTALNI POSTUPAK

Mjerenje tjelesne visine vršilo se na način da je ispitanica bez obuće stala na postolje antropometra, spojenih peta povučениh do oznake, glava je u položaju frankfurtske horizontale te se tjelesna visina mjeri od najviše točke tjemena do stopala. Nakon izmjerene visine, ispitanica sjeda na postolje antropometra, ravno ispravljenih leđa, glave u položaju frankfurtske horizontale te se pomični krak antropometra postavlja na najvišu točku glave i na taj način je mjerena sjedeća visina (Mišigoj – Duraković, 2008).

Ispitanica je bez obuće, težine podjednako raspoređene na oba stopala, stala na digitalnu vagu ranije postavljenu u nulti položaj te je na taj način mjerena tjelesna masa (Mišigoj – Duraković, 2008).

Uz pomoć centimetarske vrpce je mjerena dužina noge na način da je ispitanica postavljena u raskoračni stav. Vrpca se postavlja na točku vrha zdjelice i mjeri udaljenost do tla. Nakon iščitanoг rezultata, vrpca se postavlja vodoravno ispod glutealne brazde te se mjeri opseg natkoljenice. Nadalje, vrpca se postavlja vodoravno na najširi dio gornje trećine potkoljenice i iščitava se opseg potkoljenice (Mišigoj – Duraković, 2008).

### 2.4. METODE OBRADE PODATAKA

Za obradu podataka je korišten program Statistica 12. te su izračunati deskriptivni pokazatelji: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD) te minimalni (MIN) i maksimalni (MAX) rezultat. Normalnost distribucije ispitana je Kolmogorov – Smirnovljevim testom te je utvrđeno da su sve varijable normalno distribuirane osim varijable dužina noge ( $p < 0,01$ ). T-test za nezavisne uzorke je korišten za utvrđivanje razlika u tjelesnoj visini, tjelesnoj masi, sjedećoj visini, opsegu natkoljenice i opsegu potkoljenice, dok je za utvrđivanje razlika u dužini noge kod igračica dva ženska nogometna kluba korišten Mann – Whitney U test. Razina značajnosti postavljena je na  $p < 0,05$  u svim statističkim testovima.

## 3. REZULTATI

Tablica 2. Deskriptivni pokazatelji ispitanica

VARIJABLA	N	AS	SD	MIN	MAX
ŽNK GRANIČAR ŽUPANJA					
TV (cm)	20	160,50	8,37	141,00	171,00
TM (kg)	20	52,89	11,53	29,20	77,10
SV (cm)	20	80,48	4,69	68,60	86,00
DN (cm)	20	85,83	4,50	77,00	90,00
ON (cm)	20	51,00	6,57	38,00	64,00
OP (cm)	20	34,45	3,42	27,00	41,00

ŽNK OSIJEK					
TV (cm)	20	162,35	7,72	147,00	174,60
TM (kg)	20	53,82	11,65	33,30	87,50
SV (cm)	20	81,96	4,45	73,00	89,00
DN (cm)	20	87,27	8,96	54,00	98,00
ON (cm)	20	52,15	5,57	43,00	64,00
OP (cm)	20	34,40	3,39	29,00	43,00

Legenda: N – broj ispitanika, AS – aritmetička sredina, MIN – minimalni rezultat, MAX . maksimalni rezultat, SD – standardna devijacija.

**Tablica 3.** Deskriptivni pokazatelji na uzorku nogometašica te rezultati t – testa

VARIJABLA	AS ± SD (MIN-MAX)	MAX D	K – S	T – test p
TV (cm)	161,42 ± 8,00 (141,00-174,60)	0,11	p > .20	0,471916
TM (kg)	53,35 ± 11,45 (29,20-87,50)	0,13	p > .20	0,799936
SV (cm)	81,22 ± 4,57 (68,60-89,00)	0,09	p > .20	0,312471
ON (cm)	51,58 ± 6,04 (38,00-64,00)	0,07	p > .20	0,553980
OP (cm)	34,43 ± 3,36 (27,00-43,00)	0,11	p > .20	0,963215

Legenda: AS±SD(MIN-MAX)-aritmetička sredina plus/minus standardna devijacija uz pripadajući minimalni i maksimalni rezultat; MAX D – najveće odstupanje empirijske i teoretske relativne kumulativne frekvencije; K – S p – pokazatelj normalnosti distribucije; t – test p – statistička značajnost varijabli koje su normalno distribuirane.

Analizom podataka utvrđeno je nepostojanje statistički značajna razlika niti u jednoj mjeri morfoloških karakteristika između testiranih igračica ženskih nogometnih klubova. Razlika u varijabli dužina noge, koja nije normalno distribuirana, utvrđena je Mann – Whitney U testom ( $p < 0,31$ ).

#### 4. RASPRAVA

Prikazom rezultata t – testa za nezavisne uzorke vidljivo je da nema statistički značajne razlike u morfološkim karakteristikama igračica dva testirana nogometna kluba. Iz navedenih rezultata možemo zaključiti da su igračice ŽNK-a Osijek ostvarile minimalno veće rezultate u svim mjeranjima, osim u opsegu potkoljenice. No, veći rezultat u ovom slučaju ne mora nužno biti i bolji. Emmonds i sur. (2017) rade istraživanje na engleskim mladim nogometašicama uzrasta U16 (N=46), U14 (N=43), U12 (N=38) i U10 (N=30). Autori su dobili rezultate koji ukazuju na velike razlike u testiranim morfološkim karakteristikama u korist starijih dobnih kategorija. Najveće razlike u morfologiji su vidljive između kategorija U12 i U14 jer u to vrijeme djevojčice ulaze u pubertet i događa se najveći prirast u visinu te nagli dobitak na težini. Problem koji se javlja u Hrvatskoj je što postoji U15 dobnja kategorija koja okuplja djevojčice od 11 do 15 godina. U toj kategoriji se nalaze djevojčice koje još nisu došle do puberteta, ali i djevojčice koje su tu fazu prošle te su zbog toga superiornije nad ostalima. Preporuka za sljedeća slična istraživanja je da se mjera tjelesne težine podjeli na masnu i nemasnu komponentu kao što je u istraživanju Mandić Jelaska i sur. (2013) te su na taj način dobiveni puno precizniji rezultati.

#### 5. ZAKLJUČAK

Ovim istraživanjem se može zaključiti nepostojanje statistički značajnih razlika u morfološkim karakteristikama ispitanih nogometašica. S obzirom da u ovoj dobi djevojčice prolaze kroz period puberteta te dolazi do znatnih promjena u njihovoj morfologiji, iako vrlo bitne za uspješnost u nogometu, u ovom periodu morfološke karakteristike ne mogu poslužiti kao jedne od glavnih pokazatelja pri selekciji mladih nogometašica. Potrebna su dodatna istraživanja o samim morfološkim karakteristikama nogometašica, ali i o ženskom nogometu općenito, kako bi se moglo doprinijeti razvoju ženskog nogometa.

## 6. LITERATURA

1. Emmonds, S., Morris, R., Murray, E., Robinson, C., Turner, L., & Jones, B. (2017). The influence of age and maturity status on the maximum and explosive strength characteristics of elite youth female soccer players. *Science and Medicine in Football*, 1(3), 209–215.
2. Jelaska, P. M., Katić, R., Jelaska, I. (2013). Morphological and motor characteristics of Croatian first league female football players. *Collegium antropologicum*, 37 supplement 2, 69–76.
3. Mikulić, I. (2016). *Razlike u pokazateljima situacijske efikasnosti ekipa u grupnoj fazi U17 svjetskog nogometnog prvenstva 2015. godine u Čileu*. University of Zagreb. Faculty of Kinesiology.
4. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
5. Mišigoj – Duraković, M. (2008). *Kinantropologija*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
6. Queiroga, M. R., da Silva, D. F., Ferreira, S. A., Weber, V. M. R., Fernandes, D. Z., Cavazzotto, T. G., Portela, B. S., Tartaruga, M. P., Nascimento, M. A., Vieira, E. R. (2021). Characterization of Reproductive and Morphological Variables in Female Elite Futsal Players. *Frontiers in psychology*, 12, 625354.
7. Strauss, A., Sparks, M., Pienaar, C. (2021). Comparison of the Morphological Characteristics of South African Sub-Elite Female Football Players According to Playing Position. *International journal of environmental research and public health*, 18(7), 3603.



# METODE I POSTUPCI ODREĐIVANJA SASTAVA TIJELA

Mirjana Đukić

*Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Novom Sadu*

## 1. UVOD

Procjena sastava tijela važni su aspekti zdravstvenog rizika, te je ona široko rasprostranjena u medicini, antropologiji ali i sportskoj znanosti. Znanstvena istraživanja od 1926. godine ljude svrstavaju u različite konstitucijske tipove (Mašanović, 2008). Tjelesni sastav je u direktnoj korelaciji sa kardiovaskularnim bolestima, rakom, dijabetesom, osteoporozom, osteoartritisom (Kuriyan, 2018). Mjerenje sastava tijela omogućava preventivno djelovanje na navedena oboljenja, kao i praćenje rasta i razvoja. Sve je prisutnija pojava pretilosti u svijetu, a upravo su povišeni parametri pri procjeni sastava tijela glavni pokazatelji ove bolesti, dok smanjene vrijednosti ukazuju na različite vrste poremećaja u prehrani. Procjena određenih komponenti, poput mišićne mase, se preporučuje starijim osobama, kako bi preventivno djelovali na pojavu sarkopenije, što predstavlja gubitak mišićne mase uslijed starenja, što uzrokuje smanjenje funkcionalnih sposobnosti osobe (Kaminsky, 2010). Sastav tijela kao takav je vrlo promjenjiv obzirom da na njega utječe životni stil, genetska predispozicija, socijalni status i tjelesna aktivnost (Korovljev et al., 2011).

Sastav tijela se objašnjava kao prisutnost različitih elemenata u ukupnoj tjelesnoj masi čovjeka, a možemo ga razmatrati kroz više razina. Na anatomskom, kao osnovnoj razini zaključuje se o utjecaju različitih elemenata na sastav tijela. Molekularna razina kao i dvokomponentni model analize tjelesnog sastava ukupnu masu tijela dijeli na masnu i bezmasnu komponentu. Trokomponentni model bezmasnu masu dijeli na vodu, proteine i kosti, dok četvorokomponentni model daje analizu masti, proteina, ukupne vode i minerala. Na osnovu staničnog nivoa sastav tijela dijeli se na stanice, ekstra celularnu tekućinu i ekstra celularni matriks. Tkivna razina sastoji se od tkiva, organa i sistema koji imaju sličnu funkciju, dok vezivno tkivo, koje čine koštano i adipozno, i mišićno tkivo čine 75% ukupne tjelesne mase. Razina cijelog tijela podrazumijeva tijelo različitog oblika, veličine i svih ostalih osobina koje možemo izmjeriti. Upravo zbog postojanja ovakvih razina organizacije organizma, možemo primijeniti različite metode analize sastava tijela (Ostojić, 2005).

## 2. METODE I POSTUPCI ODREĐIVANJA SASTAVA TIJELA

Postupke kojima se procjenjuje sastav tijela mogu se podijeliti na direktne i indirektne. U kliničke svrhe koriste se indirektni modeli, gdje se dobivaju podatci o udjelu određenih segmenata sastava tijela, na veoma jednostavan način (Karaba, 2016). Direktne metode su najtočnije, ali su rijetko u upotrebi jer podrazumijevaju seciranje tkiva. Izbor metode koja će se koristiti za određivanje sastava tijela ovisi od točnosti, preciznosti, cijene i izloženosti zračenju (Fosbøl & Zerahn, 2015). U ovom radu biti će opisane indirektne metode procjene sastava tijela, a literatura u kojoj se može pronaći detaljan postupak se nalazi u tablici 1.

**Hidrotenzimetrija**, ili tenzimetrija, je dvokomponentna indirektna metoda procjene sastava tijela, koja je ujedno i najpreciznija od svih. Ova metoda podrazumijeva podvodno mjerenje mase tijela, čiju osnovu predstavlja Arhimedov princip istiskivanja tekućine. Obujam tijela dobije se tako što se mjeri gubitak težine tog dijela tijela kada je uronjeno u vodu, dok se gustoća tijela dobije dijeljenjem tjelesne mase, koja je izmjerena na suhom, sa tjelesnim obujmom, koji je izmjeren hidrostatskim mjerenjem. Pretile osobe će manje potonuti od manje uhranjenih osoba, jer su one lakše pod vodom. Postupak se izvodi u laboratorijama, dugo traje, zahtjeva posebnu opremu i stručnost tehničkog osoblja, a za ispitanike je relativno neugodan.

**Pletizmografija** kao dvokomponentna metoda predstavlja alternativu za analizu sastava tijela, umjesto zahtjevnije tenzimetrije. Obje metode su vrlo slične, ali kod pletizmografije se koristi plin. Za mjerenje neophodna je komora, prilikom mjerenja određuje se obujam i gustoća tijela ispitanika. Pletizmografija je

praktičnija, jer se njome brže određuje i analizira tjelesni sastav, a isto tako jednostavnija i ugodnija za ispitanike. Metoda je veoma precizna, ali skupa i slabo zastupljena u praksi.

Tjelesni sastav se isto tako na veoma jednostavan može analizirati uz pomoć **bioelektrične impedancije**. Iako se u velikoj mjeri danas primjenjuje, i dalje se ispituje valjanost ove metode (Ward, L. C, 2019). Procjena vrši se provođenjem struje slabog intenziteta, pri čemu ona tkiva koja su tekuća imaju veću provodljivost, pa tako najveći otpor pruža masno tkivo, a najmanji krv (Stojiljković, 2012). Uređaj se kalibrira prema osobinama određenog pojedinca, a na osnovu softvera dobije se niz parametara sastava tijela, ukupna količina vode, bezmasna masa, tjelesna mast, ukupnu količinu živih stanica u organizmu, ekstra celularnu masu te staničnu frakciju. Ova metoda je izuzetno jednostavna za korištenje, nije skupa, veoma brzo se dobiju podatci o sastavu tijela a može se koristiti kako u kliničkim, tako i u terenskim uvjetima. Noviji uređaji su u obliku vage, ispitanik stoji na njoj, pri čemu se kontakt ostvaruje putem stopala i dlanova. Iako veoma jednostavna, da bi dobiveni rezultati ovom metodom bili ispravni, potrebno je da ispitanik ima prazan mjehur prije mjerenja, bude normalno hidriran, ne konzumira alkohol najmanje 48 sati te da ne jede 4 sata prije mjerenja. Rezultati mogu ovisiti i od položaja tijela na vagi, trajanju samog mjerenja, faze menstrualnog ciklusa kod žena i mnogih drugih faktora (Karaba-Jakovljević, 2016). Istraživanje (Bradarić, 2016) o utjecaju tjelesne aktivnosti na rezultate mjerenja sastava tijela, pomoću bioelektrične impedancije pokazalo je da se rezultati znatno mijenjaju nakon obavljene tjelesne aktivnosti od strane ispitanika, pa je poželjno da se ne obavlja nikakva tjelesna aktivnost 12 sati prije mjerenja.

**Dvostruko-energetska apsorpcimetrija X zraka** je trokomponentna metoda koja se prije koristila za analizu osteoporoze, a u posljednjih 30 godina je postala veoma pristupačna i veoma često upotrebljiva za analizu sastava tijela. Znanstvena predviđanja ukazuju da će u budućnosti tenzimetriju zamijeniti navedena metoda, jer između ostalog na rezultate ne utječe količina rezidualnog zraka u plućima (Summers et al., 2012). Za ovu metodu se smatra da je zlatni standard za određivanje prisutnosti minerala u kostima (Garg & Kharb, 2013). Postupak se može primjenjivati za analizu mekih tkiva ali i za prisutnost minerala u kostima, bezmasne i masne mase tijela. Osnovu tehnike čine X zrake, različitih energija, koji se usmjeravaju prema tijelu. Upravo te razlike u energijama koriste se za dobivanje podataka o sastavu tijela. Ionizirajuće zrake prolaze kroz tkiva u zavisnosti od njihove debljine. Metoda je pogodna za ispitanike, veoma je brza, mala su zračenja, može se primijeniti na sve uzrasne kategorije, ne zahtjeva određenu pripremu, ni pretjerano iskustvo mjerioca. Smatra se da je uvođenjem ove metode omogućeno lakše analiziranje sastava tijela, bez upotrebe hidrotenzimetrije i pletizmografije, u situacijama kada ove metode nisu dostupne (Heymsfield et al., 2021).

**Kompjuterizirana tomografija** je metoda analize sastava tijela, prilikom koje se koristi ionizirajuće zračenje. Tijekom izvođenja ove metode X zrake prelaze u električne impulse koji se prenose do računala, slabljenjem zraka u nekim dijelovima tkiva dobiva se analiza na magnetnoj ploči, a zatim se rezultat očitava na rendgenskomu filmu. Uz pomoć softvera, dobije se analiza ukupne površine tkiva, površine gdje su zastupljene masti i mišići, te debljinu i obujam tkiva podijeljenog na segmente, masti, mišići i kosti.

**Nuklearna magnetska rezonanca** je metoda vizualizacije koja prvenstveno određuje molekularnu strukturu, te se tako dobivaju podatci o različitim tjelesnim segmentima. Razlikuje se od kompjuterizirane tomografije jer ne koristi ionizirajuće zračenje, već elektromagnetsku radijaciju. Obe metode predstavljaju zlatni standard za analizu sastava tijela na razini tkiva (Đurđević, 2021), a mogu se primijeniti na određenom dijelu tijela ili na cijelom tijelu. Uz pomoć kompjuterizirane tomografije i nuklearne magnetske rezonance može se procijeniti i visceralna mast (Nassis & Sidossis, 2006). Kompjuteriziranu tomografiju karakterizira velika razina zračenja, pa je stoga nuklearna magnetska rezonanca pogodnija, a može se koristiti i kod dječjeg uzrasta. Iako najpreciznije, obje metode su veoma skupe, nisu pristupačne svima i zahtijevaju stručne mjerioce.

**Ultrasonografija** svoju glavnu ulogu ima u zdravstvu, kod bolesti ili trudnoće, te je ultrazvuk prije svega dijagnostički uređaj, ali također i korisna metoda u analizi masnog tkiva. Zasniva se na stvaranju ultrazvučne slike, koja nastaje kao proizvod ultrazvučnih valova koji prolaze kroz kožu, a od tkiva, masti i kostiju se reflektira poput jeke. Ultrazvuk je na frekvenciji većoj od 20 MHz, dok se za ultrazvučno snimanje koriste frekvencije veće od 2 MHz, dok jačina jeke zavisi od promjena akustičnog otpora kod različitih tkiva (Wagner, 2013). Ultrazvučna metoda određivanja sastava tijela je neinvazivna, jeftina, jednostavna i veoma dostupna (Bazzocchi et al., 2016). Postupak se može vršiti i na terenu, sigurniji je jer nema ionizirajuće zračenje. Iako samo mjerenje ne zahtjeva obučenu osobu analiza rezultata zahtjeva stručnost, jer je veoma složena.

**Antropometrijske metode** se mnogo češće koriste u terenskim i laboratorijskim uvjetima, kako bi se odredio sastav tijela pojedinca. Ova metoda nam omogućava praćenje rezultata određenog treninga ili vrste ishrane na tijelo sportaša. Na osnovu rezultata može se usmjeriti djecu ili sportaše ka disciplinama u kojima će njihova tjelesna struktura doprinijeti vrhunskim rezultatima, kao i preventivno djelovati na niz bolesti koje nezdrav način života donosi. Antropometrijske metode obuhvaćaju niz procesa kojima se putem mjerenja određenih dimenzija tijela i korištenjem posebnih jednadžbi dolazi do podataka o gustoći tijela, bezmasnoj i masnoj masi tijela. Iako su veoma jeftine u odnosu na prethodne metode, potrebna je visoka stručnost tehničkog osoblja. Antropometrijske varijable se određuju i mjere po Internacionalnom biološkom programu (Stojiljković, 2012). Najjednostavnije se uz pomoć antropometrijskih metoda mogu izmjeriti tjelesna visina i masa, na osnovu čega se izračunava indeks tjelesne mase – BMI, koji predstavlja stupanj uhranjenosti i najčešće može ukazati na prisutnost pretilosti. Ipak izračunavanje indeksa tjelesne mase kod sportaša nije valjano, jer oni često imaju veću tjelesnu masu, zbog veće mišićne mase, pa se može dogoditi da dvije ili više osoba imaju istu vrijednost indeksa tjelesne mase, ali potpuno različitu masnu masu. Antropometrijskim metodama mjere se i dijametre, obujmi i debljina kožnih nabora. Obično se mjere 4 dijametra, među kojima su dijametar zglobova šake, lakta, koljena i skočnog zgloba. Od obujma se mjere obim nadlaktice, podlaktice, trbuha, struka, kukova i potkoljenica. Odnos struka i kukova najbolje predstavlja distribuciju tjelesne mase, ali može ukazati i na sklonost ka pretilosti i pojavi kardiovaskularnih bolesti, na osnovu čega postoje dva tipa pretilosti, androidni ili jabukoliki, koji se češće javlja kod muškaraca i ginoidni ili kruškoliki, koji se obično javlja kod žena. Rizik od pojave kardiovaskularnih bolesti je veći ukoliko je kod muškarca ovaj odnos veći od 1, a kod žena od 0,8. Mjerenjem kožnih nabora se može izmjeriti i ukupna količina masne mase, čiji je najveći dio u potkožnom masnom tkivu.

**Tablica 1.** Literatura u kojoj se nalaze detaljni postupci

Metoda procjene sastava tijela	Objašnjenje postupka
Tenzitometrija	Đurđević, 2021
Pletizmografija	Karaba-Jakovljević, 2016
Analiza bioelektrične impedancije	Ostojić, 2005
Dvostruko-energetska apsorpciometrija X zraka	Garg & Kharb, 2013
Kompjuterizirana tomografija	Stojiljković, 2012.
Nuklearna magnetska rezonanca	Gronemeyer et al., 2000
Ultrasonografija	Wagner, 2013
Antropometrijske metode	Kaminsky, 2013

### 3. ZAKLJUČAK

Ovaj rad prikazuje važnost određivanja i analize sastava tijela. Čovjek se danas susreće sa nizom životnih uvjeta koji negativno utječu na zdravlje. Smatra se da je analiza sastava tijela važan aspekt zdravstvenog rizika i prevencije mnogih bolesti. Neki od faktora koji utječu na sastav tijela su uvjeti života, genetska predispozicija, socijalni status i tjelesna aktivnost. Postoji veliki broj metoda i postupaka kojim se može procijeniti sastav tijela, koji se dijele na direktne i indirektne. Direktne metode su najtočnije, ali nisu česte u upotrebi jer podrazumijevaju seciranje tkiva. Neke od indirektnih metoda za procjenu i analizu sastava tijela su hidrotenzitometrija, pletizmografija, analiza bioelektrične impedancije, dvostruko energetska apsorpciometrija X zraka, kompjuterizirana tomografija, nuklearna magnetska rezonanca, ultrasonografija i antropometrija. Za najbolje rezultate ne može se koristiti isključivo jedna metoda, već je potrebno kombinirati više metoda. Najjeftinije i one koje su dostupne široj populaciji su antropometrijske metode i analiza bioelektrične impedancije. Ove metode su sigurne i mogu se primijeniti na svim uzrastima, dok druge ipak zahtijevaju skupu opremu ili laboratorijske uvjete, isto tako nisu toliko sigurne obzirom da imaju zračenje. Metode i postupci određivanja analize sastava tijela su predmet mnogih istraživanja, pa su tako u stalnom razvoju. Osim toga metode analize su sve pristupačnije i jednostavnije za rad, što ukazuje na njihov značaj kako u trenažnom procesu, tako i u prevenciji mnogih bolesti.

#### 4. LITERATURA

1. Bazzocchi, A., Filonzi, G., Ponti, F., Albinini, U., Guglielmi, G., & Battista, G. (2016). Ultrasound: Which role in body composition?. *European Journal of Radiology*, 85(8), 1469-1480.
2. Bradarić, M. (2016). *Utjecaj aerobne aktivnosti visokog intenziteta na rezultate bioelektrične impedance* (Doctoral dissertation, College of Applied Sciences »Lavoslav Ružička« in Vukovar. Department for Medical Studies).
3. Đurđević, D. (2021). Analiza telesnog sastava: najčešći modeli i metode ispitivanja1. *Sport - Nauka i Praksa*, Vol. 11, №1, str. 35-42.
4. Fosbøl, M. Ø., & Zerahn, B. (2015). Contemporary methods of body composition measurement. *Clinical physiology and functional imaging*, 35(2), 81-97.
5. Garg, M. K., & Kharb, S. (2013). Dual energy X-ray absorptiometry: Pitfalls in measurement and interpretation of bone mineral density. *Indian journal of endocrinology and metabolism*, 17(2), 203.
6. Heymsfield, S. B., Smith, B., Wong, M., Bennett, J., Ebbeling, C., Wong, J. M., ... & Shepherd, J. (2021). Multicomponent density models for body composition: Review of the dual energy X-ray absorptiometry volume approach. *Obesity Reviews*, 22(8), e13274.
7. Kaminsky, L. (2013). *ACSM Priručnik za procenu fizičke forme povezane sa zdravljem – treće izdanje*. Beograd: Data Status, Beograd
8. Karaba-Jakovljević, D. (2016). Metode za procenu telesne kompozicije. *Praxis Medica*, 45(3/4), 71-77.
9. Korovljev, D., Mikalački, M., & Čokorilo, N. (2011). Starosna dob i tjelesna kompozicija fizički aktivnih žena. VII Kongres Crnogorske sportfiske akademije. VIII Međunarodna naučna konferencija. Časopis "Sport Mont".
10. Kuriyan, R. (2018). Body composition techniques. *The Indian journal of medical research*, 148(5), 648.
11. Mašanović, B. (2008). Telesne kompozicije sportista (magistarska teza). Univerzitet u Novom Sadu fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Novi Sad
12. Nassis, G. P., & Sidossis, L. S. (2006). Methods for assessing body composition, cardiovascular and metabolic function in children and adolescents: implications for exercise studies. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 9(5), 560-567.
13. Ostojić, S. (2005). Savremeni trendovi u analizi telesne strukture sportista. *Sportska medicina*, 5(1), 1-11.
14. Roshe, A., Heymsfield, S. & Lohman, T. (1996). Human body composition. Champaign Illinois: Human Kinetics.
15. Stojiljković, S. (2012). *Personalni fitness*. Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja i autor
16. Summers, L., Clingerman, K. J., & Yang, X. (2012). Validation of a body condition scoring system in rhesus macaques (*Macaca mulatta*): Assessment of body composition by using dual-energy X-ray absorptiometry. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 51(1), 88-93.
17. Wagner, D. R. (2013). Ultrasound as a tool to assess body fat. *Journal of obesity*, 2013.
18. Ward, L. C. (2019). Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. *European journal of clinical nutrition*, 73(2), 194-199.
19. Gronemeyer, S. A., Steen, R. G., Kauffman, W. M., Reddick, W. E., & Glass, J. O. (2000). Fast adipose tissue (FAT) assessment by MRI. *Magnetic resonance imaging*, 18(7), 815-818.

# POVEZANOST IZMEĐU TESTA ZA PROCJENU EKSPLOZIVNE SNAGE TIPRA SKOČNOSTI S TESTOM ZA PROCJENU AGILNOSTI KOD UČENIKA

**Domagoj Bagarić, Bartol Vukelić, Anja Topolovec**  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Učenicima osnovnih i srednjih škola u Republici Hrvatskoj, sukladno nacionalnom kurikulumu i nastavnom planu i programu, na nastavi tjelesne i zdravstvene kulture sustavno se prate i bilježe promjene u određenim dimenzijama antropoloških obilježja. Uvidom, dijagnostikom i utvrđivanjem povezanosti među pojedinim antropološkim značajkama određenih dobnih i spolnih skupina ostvaruju se temeljni kriteriji smislenog i djelotvornog usmjeravanja optimalnog razvoja, unapređenja zdravlja i održavanja razina osobina, sposobnosti i znanja u sportu, edukaciji i rekreaciji. Značajan udio u sportski orijentiranim aktivnostima s aspekta uspješnosti, pripada motoričkim sposobnostima, stoga ovaj rad proučava procijenjene vrijednosti nekih motoričkih sposobnosti učenika i učenica viših razreda osnovne škole.

Prema Milanoviću (2013) eksplozivna snaga je sposobnost davanja najvećeg ubrzanja tijelu te se najbolje manifestira u aktivnostima poput skokova, dok je agilnost sposobnost brze promjene smjera kretanja, odnosno postizanje maksimalnog ubrzanja nakon čega slijedi adekvatno zaustavljanje i ponovna akceleracija u drugom smjeru.

Ovaj znanstveni rad promatra eksplozivnu snagu tipra skočnosti u vezi sa agilnosti u frontalnom kretanju, koja je jedan od akcijskih faktora agilnosti prema Jukiću, Milanoviću i Metikošu (2003). Rezultati dosadašnjih istraživanja pokazali su da su testovi za procjenu eksplozivne snage dominantan faktor u izvođenju testova s promjenama smjera (Kapidžić, Pojskić, Muratović, Užičanin i Bilalić, 2011). Obzirom da je za pojedini sportski uspjeh potrebno zajedničko djelovanje više motoričkih sposobnosti, cilj ovog istraživanja je utvrditi povezanost između testa za procjenu eksplozivne snage tipra skočnosti i testa za procjenu agilnosti na populaciji osnovnoškolskog uzrasta.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Za provođenje ovog istraživanja sudjelovali su učenici šestih i osmih razreda iz osnovne škole na području Grada Zagreba. Dob učenika iznosila je  $13,09 \pm 0,99$  godina. Ukupan broj učenika koji su sudjelovali u istraživanju je 135, od toga 64 djevojčice (ATJVIS  $161,18 \pm 7,93$  cm; ATJTEŽ  $51,24 \pm 9,73$  kg; ITM%  $19,60 \pm 2,71$ ) i 71 dječak (ATJVIS  $165,39 \pm 10,74$  cm; ATJTEŽ  $53,72 \pm 12,04$  kg; ITM%  $19,46 \pm 2,97$ ). Istraživanje je provedeno tijekom nastave sata tjelesne i zdravstvene kulture. Učenici, roditelji i ravnatelj bili su upoznati s protokolom i ciljem istraživanja. Za svakog ispitanika roditelji su potpisali pisani pristanak za sudjelovanje u istraživanju.

### 2.2. UZORAK VARIJABLI

Uzorak varijabli ovog istraživanja sastajao se od dva testa motoričkih sposobnosti i tri morfološke mjere. Od testova motoričkih sposobnosti korišteni su skok u dalj s mjesta (MESSDM) kao test za procjenu eksplozivne snage tipra skočnosti i prenošenje pretrčavanjem (MAGPRP) kao test za procjenu agilnosti. Svaki učenik izvodio je oba testa u tri ponavljanja. Najbolji rezultati testova zabilježeni su i korišteni u daljnjoj analizi.

Skok u dalj s mjesta izvodi se iz uspravnog sprava stopalima postavljenim u raskoračni stav u širini ramena na rubu odskočne daske. Zadatak učenika je sunožnim odrazom i zamahom ruku skočiti što više u dalj na strunjaču. Vrijednost skoka je udaljenost bilježena u centimetrima, mjerena od početne linije iza koje ispitanik stoji (ruba odskočne daske) do zadnjeg obrisa otiska stopala na strunjači.

Prenošenje pretrčavanjem izvedeno je na ravnoj podlozi na kojoj su označene dvije paralelne linije međusobno udaljene 9 metara. Prva linija je startna i završna linija. nalaze se dvije školske spužve. Učenik stoji iza startne linije u položaju visokog starta. Na znak učenik treba što brže pretrčati udaljenost od 9 metara, uzeti prvu spužvu s tla, prenijeti je i spustiti iza startne linije te isto ponoviti s drugom spužvom. Vrijeme potrebno za obavljanje zadatka mjeri se stopericom, a zadatak završava u trenutku kad učenik položi drugu spužvu na startnu liniju, odnosno kada su obje spužve na startnoj liniji.

Visina tijela mjerena je antropometrom s preciznošću od 0,1 cm, dok je tjelesna masa ispitanika izmjerena decimalnom vagom s preciznošću 0,1 kg (Beurer BG 17). Omjerom tjelesne mase u kilogramima i kvadrata vrijednosti tjelesne visine izražene u centimetrima, izračunat je indeks tjelesne mase učenika, koji se koristi kao pokazatelj uhranjenosti osobe (Mišigoj-Duraković i sur., 2008).

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Podaci su obrađeni programom *Statistica for Windows* verzije 14.0. (StatSoft., Inc., Tulsa, OK, USA). Za prikaz osnovnih opisnih pokazatelja korištene su metode deskriptivne statistike. Shapiro - Wilk testom provjerena je normalnost distribucije rezultata u varijablama skok u dalj s mjesta i prenošenje pretrčavanjem. U varijabli prenošenje pretrčavanjem rezultati nisu bili normalno distribuirani te je za daljnju obradu podataka korištena metode neparametrijske statistike, odnosno Spearmanov koeficijent korelacije.

## 3. REZULTATI

U tablici 1. opisani su deskriptivni pokazatelji uzorka ispitanika - aritmetička sredina rezultata i standardna devijacija za varijable dob, visina tijela, masa ispitanika i indeks tjelesne mase te rezultati u varijabli skok u dalj s mjesta i prenošenje pretrčavanjem.

**Tablica 1.** Deskriptivni parametri ispitanika

Varijabla	N		AS		SD	
	M	Ž	M	Ž	M	Ž
SPOL						
DOB	71	64	13,1	13,09	1	1
ATJVIS	71	64	165,39	161,19	10,75	7,93
ATJTEŽ	71	64	53,73	51,24	12,05	9,74
ITM%	71	64	19,47	19,61	2,98	2,71
MESSDM	71	64	177,14	162,66	30,13	23,54
MAGPRP	71	64	10,16	10,74	1,06	0,82

Legenda: N - broj ispitanika, AS- aritmetička sredina, SD - standardna devijacija, M - učenici, Ž - učenice, ATJVIS - visina tijela, ATJTEŽ - masa tijela, ITM% - indeks tjelesne mase, MESSDM - skok u dalj s mjesta, MAGPRP - prenošenje pretrčavanjem

U tablici 2. prikazani su rezultati Spearmanovog koeficijenta korelacije za učenike i učenice. Sa statističkom značajnosti pogreške ( $p \leq 0,01$ ) utvrđena je statistički značajna pozitivna povezanost između varijabli skok u dalj s mjesta i prenošenje pretrčavanjem. Obzirom da je prenošenje pretrčavanjem vremenska varijabla, što znači da niža vrijednost u rezultatu testa predstavlja bolji rezultat, dobivene vrijednosti korelacije su obrnuto skalirane. Rezultati povezanosti između dviju varijabli definirani su kao: mala povezanost ( $r < 0,29$ ), umjerena povezanost ( $0,30 < r < 0,49$ ), visoka povezanost ( $0,50 < r < 1$ ) ("Spearman's correlation", bez dat.). Prema navedenom, Spearmanov koeficijent korelacije visok je u oba spola te za učenike iznosi 0,73, a za učenice 0,59.

**Tablica 2.** Spearmanov koeficijent korelacije

Varijable	N		Spearman R		p-vrijednost	
	M	Ž	M	Ž	M	Ž
MESSDM i MAGPRP	71	64	0,73	0,59	0	0

Legenda: N - broj ispitanika, M - učenici, Ž - učenice, MESSDM - skok u dalj s mjesta, MAGPRP - prenošenje pretrčavanjem

#### 4. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi povezanost između testa za procjenu eksplozivne snage tipa skočnosti (skok u dalj s mjesta) i testa za procjenu agilnosti (prenošenje pretrčavanjem) kod učenika osnovnoškolskog uzrasta. Spearmanovim testom korelacije utvrđena je visoka pozitivna povezanost između tih dvaju testova i kod učenika (0,73) i kod učenica (0,59).

Neka od dosadašnjih istraživanja koja su se bavila povezanošću eksplozivne snage i agilnosti utvrdila su slične rezultate. Asadi (2016) u svojem istraživanju Pearsonovim koeficijentom korelacije potvrđuje pozitivnu povezanost između testova sprinta i agilnosti ( $r = 0,68$ ,  $r = 0,77$ ) skočnosti i sprinta ( $r = 0,76$ ) te skočnosti i agilnosti ( $r = 0,85$ ,  $r = 0,76$ ) kod mladih košarkaša. Također, na uzorku mladih košarkaša, Fratrić (2006) potvrđuje pozitivnu povezanost između testa za procjenu eksplozivne snage s rezultatima testova za procjenu agilnosti ( $r = 0,70$ ). Na uzorku slovenskih elitnih nogometašica prosječne dobi  $18.56 \pm 2.24$  godina opisana je povezanost između t-testa za procjenu agilnosti i vertikalnog skoka s pripremom za procjenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta uz Pearsonov koeficijent korelacije  $r = 0,51$  (Križaj, 2020) što je približno jednako i rezultatima na uzorku ispitanica i ovog istraživanja. Također, trening agilnosti primjenjiv je sa svrhom postizanja visoke razine eksplozivne snage mišića nogu, što je dokazano u eksperimentalnom istraživanju nacrtana randomizirani kontrolirani pokus čija je svrha bila utvrditi učinke treninga agilnosti na izvedbu atletske snage (Sporiš, Milanović, Jukić, Omrčen i Sampedro Molinuevo, 2010).

#### 5. ZAKLJUČAK

Temeljem rezultata ovog istraživanja možemo zaključiti da neovisno o izboru testa za procjenu eksplozivne snage tipa skočnosti i testa za procjenu agilnosti, pa čak i neovisno o uzorku ispitanika, povezanost jest visoka i statistički značajna. Nedostatak broja istraživanja je na uzorku učenika te su dosadašnja istraživanja uglavnom provedena na aktivnim sportašima. Preporuka za buduća istraživanja je uključiti veći broj učenika osnovnoškolskog uzrasta te raščlaniti rezultate po generacijama (uzrastima). Također, učenici koji postižu bolje rezultate u ovim testovima mogu biti usmjeravani u sportove u kojima su opisane motoričke sposobnosti više zastupljene.

#### 6. LITERATURA

- Asadi, A. (2016). Relationship between jumping ability, agility and sprint performance of elite young basketball players: A field-test approach. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 18, 177-186.
- Fratrić, F. (2006). Povezanost eksplozivne snage donjih ekstremiteta sa rezultatima testova za procjenu agilnosti kod mladih košarkaša. *Sport Mont*, IV, 10-11.
- Kapidžić, A., Pojskic, H., Muratovic, M., Užičanin, E., Bilalic, J. (2011). Correlation of tests for evaluating explosive strength and agility of football players. *Sport Scientific and Practical Aspects*. 8(2). 29-34.
- Križaj, J. (2020). Relationship between agility, linear sprinting, and vertical jumping performance in Slovenian elite women football players. *Human Movement*, 21(2), 78-84.
- Jukić, I., Milanović, D., & Metikoš, D. (2003). Struktura kondicijskog treninga. U D. Milanović i I. Jukić (ur.), *Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa Kondicijska priprema sportaša* (str. 26-32). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagrebački športski savez.
- Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.
- Mišigoj-Duraković, M., Borms, J., Duraković, Z., & Matković, B. (2008). *Kinantropologija: biološki aspekti tjelesnog vježbanja*. Kineziološki fakultet.
- Sporiš, G., Milanović, L., Jukić, I., Omrčen, D. i Sampedro Molinuevo, J. (2010). The effect of agility training on athletic power performance. *Kinesiology*, 42. (1.), 65-72.

# KINEMATIČKA ANALIZA TENISKOG SERVISA KOD MLADE TENISAČICE

Lucija Faj, Josip Cvenić

Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku

## 1. UVOD

Moderni pristup dijagnostici ljudskog kretanja, za potrebe medicinskih i sportskih primjena, zasniva se na laboratorijskim biomehaničkim mjerenjima i analizama. Eksperimentalni podaci obuhvaćaju prostorne kinematičke i kinetičke veličine, kao i višekanalnu površinsku elektromiografiju (EMG). Kinematika je dio mehanike koji opisuje gibanja, odnosno gibanje točke ili čestice u prostoru, tj. njezina putanja, brzina i ubrzanje potpuno je određeno ako je poznata promjena njezinih triju koordinata položaja u vremenu. Kinematika ne razmatra uzrok promjene gibanja, odnosno ne razmatra silu nego samo promatra kako se mijenjaju kinematičke veličine. Kinematičkim mjerenjima možemo promatrati i određivati položaj različitih točkaka nekog tijela. Kinematička mjerenja i njihovo pohranjivanje obavlja se kinematografskim ili optoelektroničkim uređajima. Važna svojstva takvih uređaja su prostorna i vremenska rezolucija, prostorni doseg, osjetljivost na osvjetljenje, broj istovrsnih zapisa i dr. Za registraciju sportskih aktivnosti koriste se uređaji visoke vremenske rezolucije. Video kamere zajedno s digitalnim pretvaračem i računalom čine kinematički mjerni sustav. Promatramo li gibanje sportaša tada se točke tijela čiji položaj određujemo i pratimo nazivaju referentne točke (Dželalija i Rausavljević, 2005). Sustav video kamera se postavlja u položaj kako bi se na potpuni način mogli odrediti položaji referentnih točaka tijela u različitim trenutcima. Uporabom određenih modela tijela sportaša moguće je odrediti cjelokupnu strukturu gibanja. Jedna kamera je dovoljna za analizu dvodimenzionalnih gibanja, dok su za analize trodimenzionalnih gibanja potrebne najmanje dvije povezane video kamere.

Predmet ovoga rada je kinematička analiza teniskog servisa, podjela na etape izvođenja i određivanje približnih referentnih točaka. Napravit će se kinematička mjerenja pri teniskom servisu tenisačice natjecateljice, koristeći priručna sredstva (mobilni telefon i besplatnu mobilnu aplikaciju (Coach eye), te dobivene rezultate usporediti s parametrima vrhunskog ATP igrača Grigora Dimitrova. Uz to, dobivene rezultate treba znati prepoznati i primijeniti prilikom planiranja i programiranja kondicijske pripreme koja može također utjecati na kvalitetu servisa i mogućnost ozljede (Martin et al., 2014; Chow et al., 2009). Rezultati mjerenja mogu pomoći tenisačici unaprijediti servis, ispraviti određene nedostatke, te činiti bitan dio u prevenciju ozljeda prilikom treninga i natjecanja.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika čini jedna vrhunska hrvatska tenisačica L. F. seniorske dobi, godina rođenja 2001., visine 168.0 cm, tjelesne mase 60.2 kg, desnom rukom igra. Najbolji rezultat je postigla 2021, igrajući finale seniorskog PH.

### 2.2. UZORAK VARIJABLI

Tehnika servisa se može podijeliti na četiri faze koje ujedno čine varijable i u ovom istraživanju (Du et al., 2016):

- faza pripreme (Stl),
- faza ubrzanja (Sbs),
- prateća faza (Ssu) i
- završetak (Sft).



### 2.3. METODE OBRADJE PODATAKA

Obrada podataka napravljena je primjenom mobilnog telefona iPhone XR s 8Mpi kamerom snimajući tenisačicu iz dva položaja, straga i bočno. Mobilni telefon nije bio postavljen u nepokretni položaj te je referentni sustav, kao i kut pod kojim je snimana tenisačica bio poznat samo približno. Položaje referentnih točaka, brzine gibanja tih točaka i kutevi između kostiju koje povezuju zglobovi mjereni su koristeći mobilni telefon i aplikaciju Couch's eye, TechSmith, USA (Coach eye, 2022). Brzina kretanja referentnih točaka procijenjena je omjerom pređenog puta mjenenog na video snimci i vremena prikazanog na ekranu video snimke.

### 3. REZULTATI

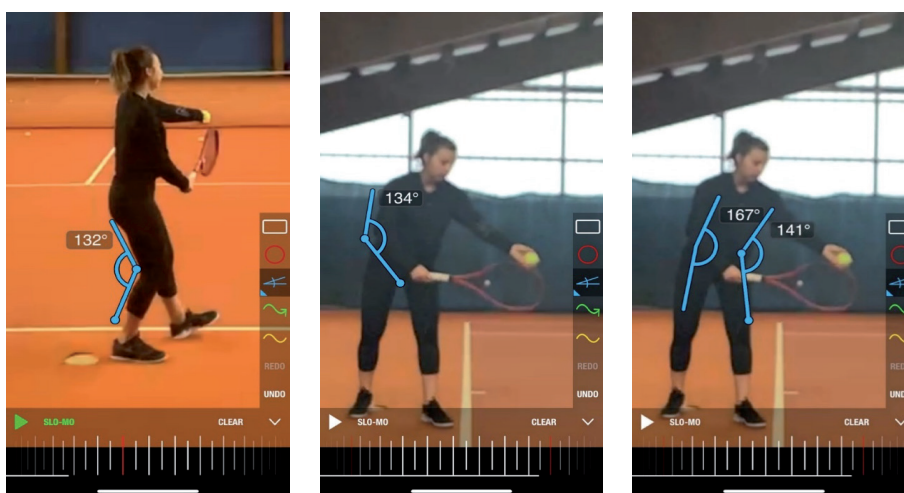
Rezultati mjerenja kinematičkih veličina pripremne faze servisa seniorske tenisačice L. F. prikazani su u Tablici 1. Faza pripreme (Stl) traje od trenutka kada se reket i loptica odvajaju (BRsep) do maksimalne fleksije (KFmax) u koljenima. Kinematičke veličine mjerene u ovoj fazi su: kut lijevog koljenog zgloba, kut desnog koljenog zgloba, kut između kuka i ramena te kut desnog lakta.

**Tablica 1.** Mjerene kinematičke veličine u početnoj fazi servisa seniorske igračice L.F. i usporedba s istim veličinama mjenenim za ATP tenisača G. Dimitrova.

Trenutak	BRsep		KFmax	
	L. F.	G. D.	L. F.	G. D.
Igrači				
Kut lijevog koljena (°)	170	171.0	92	95.4
Kut desnog koljena (°)	132	165.3	98	123.7
Kut između kuka i ramena (°)	13	9.6	39	31.5
Kut desnog lakta (°)	134	167.7	80	78

Legenda: BRsep - trenutak kada se reket i loptica odvajaju; KFmax - maksimalna fleksija u koljenima

Na slici 1. nalazi se prikaz kuta desnog koljenog zgloba snimanog sa stražnje strane, dok se na Slici 2. nalazi prikaz kuta desnog lakta snimljenog sa bočne strane. Na slici 3. su prikazi kuta između kuka i ramena.



**Slika 1-3.** Stl faza servisa seniorke tenisačice s mjenenim kinematičkim veličinama

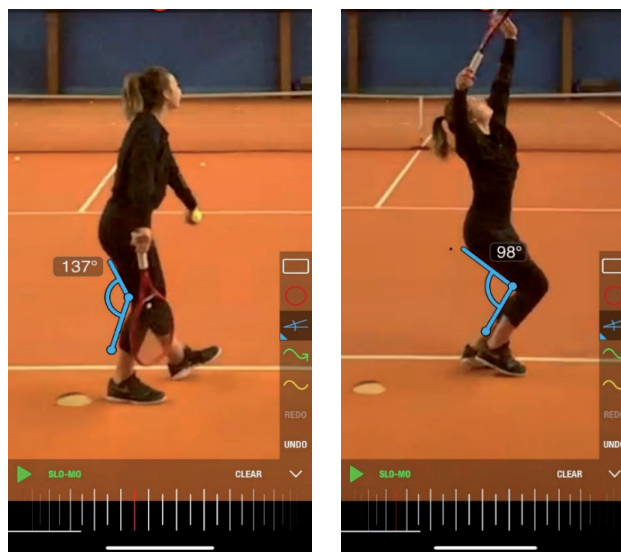
Faza ubrzanja (Sbs) je faza od maksimalne fleksije u koljenima (KFmax) do trenutka kada reket dosegne najnižu poziciju (Rlowest). Kinematičke veličine mjerene u ovoj fazi su: kut lijevog i desnog koljenog zgloba, amplituda ekstenzije lijevog i desnog koljenog zgloba i kut desnog lakta (Tablica 2).

**Tablica 2.** Mjerene kinematičke veličine u Sbs fazi servisa seniorske igrāice i usporedba s istim veličinama mjerenim za ATP tenisača G. Dimitrova (3)

Trenutak	Kut koljena (°)		Amplituda ekstenzije koljena (°)		Kut desnog lakta (°)
	Lijevo	Desno	Lijevo	Desno	
KFmax (L.F.)	92	98	45	77	80
Rlowest (L.F.)	137	175			74
KFmax (G.D.)	95.4	123.7	81.9	44.5	78
Rlowest (G.D.)	177.3	168.2			69.5

Legenda: KFmax -maksimalna fleksija u koljenima; Rlowest - trenutak kada reket doseže najnižu poziciju

Na slici 5. nalazi se prikaz kuta desnog koljenog zgloba u trenutku maksimalne fleksije prije početka sljedeće faze

**Slika 4-5.** Sbs faza servisa seniorke tenisačice s mjerenim kinematičkim veličinama

Od doseganja najniže pozicije reketa do trenutka udarca je prateća faza (Ssu). Mjerene kinematičke veličine u ovoj fazi su: visina bacanja loptice (Hball), visina početne točke, udaljenost od najviše do početne točke, visina početne točke tijela (Tablica 3).

**Tablica 3.** Mjerene kinematičke veličine u Ssu fazi servisa seniorske igrāice i usporedba s istim veličinama mjerenim za ATP tenisača G. Dimitrova

Kinematička veličina	Visina loptice (cm)	Visina početne točke (cm)	Udaljenost od najviše do početne točke (cm)
L.F.	248	232	16
G.D.	324	282	42

Na slici 6. se nalzi prikaz izbačaja loptice igrāice usmjeren ravno prema gore i slikan sa stražnjeg dijela dvorane.

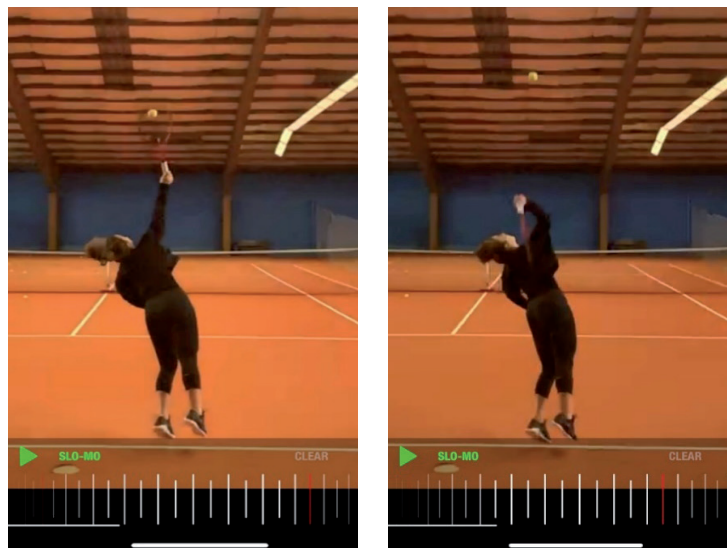


**Slika 6.** Faza servisa Ssu seniorke tenisačice s mjerenim kinematičkim veličinama

Završna faza (Sft) je od trenutka udarca do trenutka kada nam lijeva noga dotakne tlo. Kinematičke veličine mjerene u ovoj fazi su: brzina desnog ramena, brzina desnog lakta, brzina desnog zgloba, brzina reketa.

**Tablica 4.** Mjerene kinematičke veličine u Sft fazi servisa seniorske igračice i usporedba s istim veličinama mjenim za ATP tenisača G. Dimitrova

Kinematička veličina	Brzina desnog ramena (m/s)	Brzina desnog lakta (m/s)	Brzina desnog zgloba (m/s)	Brzina reketa (m/s)
L. F.	2.15	2.24	4.1	18.6
G. D.	3.45	3.82	6.48	25.83



**Slika 7-8.** Sft faza servisa seniorke tenisačice s mjerenim kinematičkim veličinama

#### 4. RASPRAVA

U radu je korištenjem mobilnog telefona i upotrebom aplikacije Coach eye prikazana kinematička analiza servisa seniorske tenisačice u usporedbi s ATP igračem Grigorom Dimitrovim. Teniski servis je podijeljen u četiri faze i snimka servisa tenisačice je analizirana za svaku etapu (slike 1 – 8) te su mjerene kinematičke veličine u tim etapama (Tablice 1 – 4).

Analiza mjerenih kinematičkih veličina pripremnih faza (Tablice 1 i 2) pokazuje sličnosti u tehnici izvođenja servisa. Međutim, mjerenja u Ssu i Sft fazama pokazuju prednosti ATP igrača zbog visine, više izbačene loptice i trenutka udarca (Tablica 3). Time ATP igrač ima 'pogled' na veći dio servis terena te je sigurniji u udarcu i može pogoditi dijelove terena koji su igrači nedostupni. Također, mjerenja pokazuju veću brzinu izvođenja udarca ATP tenisača (Tablica 4) što u konačnici dovodi i do bržeg servisa.

Iako bi već i ovo istraživanje moglo pomoći igračici pri poboljšanju početnog udarca, kinetička mjerenja i njihova analiza bi upotpunila rezultate i dodatno pomogla poboljšanju servis udarca i izbjegavanju ozljeda. To se posebno odnosi na pojedinačnu kinetičku analizu donjih i gornjih zglobova jer je pokazano kako profesionalni igrači povećavaju brzinu loptice koristeći kinematiku donjih zglobova za razliku od prosječnih igrača koji koriste kinematiku gornjih zglobova (Chow et al., 2009). Na taj način su profesionalni igrači manje podložni ozljedama gornjih zglobova od prosječnih. Također se pokazalo da kondicijska priprema naprednijih sportaša smanjuje mogućnost ozljede lumbalnog dijela kralježnice zbog bolje kondicijske pripremljenosti (Šeparović, 2021). Razlog tomu su učestaliji kondicijski treninzi i veća posvećenost kondicijskoj pripremi naprednih sportaša u odnosu na prosječne što doprinosi povećanoj mineralnoj gustoći lumbalne kralježnice u naprednih sportaša.

#### 5. ZAKLJUČAK

Kinematička analiza teniskog servisa igračice može dati vrijedne podatke u vrlo kratkom roku bez korištenja nekog skupog kinematičkog sustava. Na osnovu tih informacija igračica može raditi određene korekcije gibanju u odnosu na modelne parametre koji su u ovom radu preuzeti od jednog vrhunskog ATP igrača. Preporuka je da se ova aplikacija može primijeniti i u treningu sa djecom prilikom ispravljanja osnovne tehnike elemenata, kako servisa tako i ostalih udaraca.

Ograničenja prikazane kinematičke analize svakako je snimanje mobitelom bez točno određenog referentnog sustava. To uzrokuje netočnosti u mjerenjima dimenzija, posebno zbog nepoznavanja kuta između zaslona kamere i igračice koji nije uvijek bio 90°. Nadalje, mobilna aplikacija korištena u ovom radu je besplatna te je pri određivanju nekih od kinematičkih veličina urađena gruba procjena. Moguće je dokupiti opcije u aplikaciji ili koristiti neki kvalitetniji računalni program u kombinaciji s kamerama kojima bi bilo moguće napraviti točniju i sveobuhvatniju analizu teniskog servisa i dati još bolje rezultate.

#### 6. LITERATURA

1. Dželalija, M., Rausavljević, N. (2005). *Biomehanika sporta*. Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja Sveučilišta u Splitu, Split
2. Du, C.J., Zhou, J.H., & Wang, S. (2016). Kinematic Analysis on the Serve Technique of Elite Tennis Player Grigor•Dimitrov Based on 3D Virtual Reality Technology.
3. Martin, C., Bideau, B., Ropars, M., Delamarque, P., & Kulpa, R. (2014). Upper limb joint kinetic analysis during tennis serve: Assessment of competitive level on efficiency and injury risks. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(4), 700–707.
4. Chow, J. W., Park, S. A., & Tillman, M. D. (2009). Lower trunk kinematics and muscle activity during different types of tennis serves. *Sports medicine, arthroscopy, rehabilitation, therapy & technology : SMARTT*, 1(1), 24.
5. Vlatko Šeparović. *Tenis – koraci do uspjeha*

# **POVEZANOST REZULTATA U MOTORČKIM TESTOVIMA S REZULTATOM U SKOKU U VIS KOD VRHUNSKOG SKAKAČA U VIS U ŠKOLSKOJ DOBI**

**Sara Aščić, Jana Gregurić**

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku*

## **1. UVOD**

Izbor i selekcija djece za vrhunski sport važan je preduvjet za uspjeh zbog sve ranijeg početka sportske specijalizacije (Krželj, 2009). To je dugotrajan proces koji za različite sportove i discipline počinje u različitim razdobljima djetinjstva i traje neprekidno do juniorskog staža. Za atletiku je to razdoblje od 6. do 10. godine (Babić i ostali, 2010). Zadatak sportske selekcije je u pravom trenutku ustanoviti motoričke sklonosti i odrediti vrstu sportske specijalizacije (Sergienko, 1999). Kako bi selekcija bila što učinkovitija, potrebno je usmjeriti pažnju na urođene, genetski uvjetovane sposobnosti, ali i na one na koje se može utjecati treningom (Struški, 2015). Odabir i usmjeravanje u pojedini sport ili sportsku disciplinu može se odvijati osobnim odabirom pojedinca ili primjenom znanstvenih metoda i postupaka kojima se otkrivaju čimbenici značajni za uspjeh u određenom sportu (Babić i ostali, 2010). Za prethodno navedeno, od velike je važnosti poznavati bitne sposobnosti koje sportaš mora imati za uspjeh u pojedinom sportu te provesti odgovarajuće testove kako bi se one utvrdile.

Najmasovnije mjesto na kojem se može provoditi prva selekcija za pojedini sport je osnovna škola. Testiranje tako velikog broja ispitanika dug je i skupocjen proces. Iz tog je razloga potrebno koristiti testiranja koja su jednostavna za provođenje na velikom broju ispitanika ili koristiti se rezultatima testiranja koja se već provode.

Milanović (2013) navodi da je na početku osnovne škole, a u nekim primjerima i ranije, poželjno djecu uključiti u testiranje mjernim instrumentima kako bi se procijenile njihove primarne antropološke karakteristike, kao i njihov interes za sport. U Republici Sloveniji, svim učenicima osnovnih škola svake se godine provjeravaju određene antropološke karakteristike. Provođenjem baterija testova motoričkih sposobnosti i antropometrijskih karakteristika, te su ti podaci dani na uvid roditeljima, djeci i profesorima tjelesne i zdravstvene kulture (SLOfit). Te podatke profesori tjelesne i zdravstvene kulture mogli bi koristiti za usmjeravanje učenika u pojedini sport.

Cilj ovog istraživanja jest utvrditi postoji li povezanost rezultata motoričkih testova s rezultatom u skoku u vis kako bi se na temelju dobivenih rezultata konstruirale norme za selekciju učenika za navedenu disciplinu.

## **2. METODE RADA**

### **2.1. UZORAK ISPITANIKA**

Uzorak ispitanika ovog istraživanja čini jedan vrhunski slovenski skakač u vis. Višestruki je nacionalni prvak i reprezentativac atletske reprezentacije Slovenije u raznim dobnim kategorijama te je ujedno i državni rekorder Slovenije. Natjecao se u finalu Svjetskog prvenstva za juniore u Keniji. Ispitanik je tijekom provedbe istraživanja bio star od 7,25 do 15,25 godina.

### **2.2. MJERNI INSTRUMENTI I VARIJABLE**

Uzorak varijabli u ovom istraživanju predstavljali su rezultati antropometrijskih karakteristika i motoričkih testova provedenih tijekom osnovnoškolskog obrazovanja u sklopu *Športnovzgojnog kartona*. Re-

zultati u skoku u vis postignuti u sezoni kada su provedeni testovi za svaku pojedinu godinu preuzeti su sa službene stranice Atletske saveza Slovenije (Slovenska atletika). Popis varijabli, skraćenice i pripadajuće mjerne jedinice nalaze se u tablici 1.

**Tablica 1.** Popis varijabli i mjernih jedinica

Skraćenica	Varijabla	Mjerna jedinica
DOB	Kronološka dob	god
ATV	tjelesna visina	cm
ATT	tjelesna masa	kg
AKG	kožni nabor nadlaktice	mm
DPR	taping rukom	-
SDM	skok u dalj iz mjesta	cm
PON	poligon natraške	s
DT	podizanje trupa	-
PRE	pretklon na klupi	cm
VZG	izdržaj u visu zgibom	s
60M	trčanje 60 m	s
600M	trčanje 600 m	s
SV	skok u vis	cm

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Rezultati testiranja uneseni su u Excel tablicu te je u programu Statistica odrađena deskriptivna statistika. Povezanost varijabli s rezultatom u skoku u vis testirana je Spearmanovim R testom.

## 3. REZULTATI

Deskriptivnom statistikom utvrđene su minimalne i maksimalne vrijednosti provedenih motoričkih testova i izmjerenih antropometrijskih karakteristika. Rezultati deskriptivne statistike prikazani su u tablici 2.

**Tablica 2.** Rezultati deskriptivne statistike antropometrijskih i motoričkih testova

varijabla	minimum	maksimum
DOB	7,25	15,25
ATV	131,30	187,50
ATT	26,20	68,00
AKG	4,00	6,00
DPR	22,00	43,00
SDM	172,00	283,00
PON	64,00	170,00
DT	24,00	63,00
PRE	49,00	55,00
VZG	48,00	85,00
60M	7,80	12,30
600M	99,00	147,00

Legenda: DOB-kronološka dob, ATV-tjelesna visina, ATT-tjelesna masa, AKG-kožni nabor nadlaktice, DPR-taping rukom, SDM-skok u dalj iz mjesta, PON-poligon natraške, DT-podizanje trupa, PRE-pretklon na klupi, VZG-izdržaj u visu zgibom, 60M-trčanje 60 metara, 600M-trčanje 600 metara

Spearmanovim R testom utvrđena je statistički značajna povezanost rezultata u skoku u vis s tapin-gom rukom, poligonom natraške, pretklonom na klupi te trčanju 60 metara. Statistički značajna poveza-nost utvrđena je na razini značajnosti  $p < 0,05$ . Povezanost motoričkih testova s rezultatom u skoku u vis vidljiva je u tablici 3.

**Tablica 3.** Rezultati Spearman R testa

	SV
DPR	<b>0,9747</b>
SDM	1,0000
PON	<b>-0,9000</b>
DT	0,1000
PRE	<b>0,8944</b>
VZG	0,0000
60M	<b>-0,9747</b>
600M	-0,6000

Legenda: SV-skok u vis, DPR-taping rukom, SDM-skok u dalj iz mjesta, PON-poligon natraške, DT-podizanje trupa, PRE-pretklon na klupi, VZG-izdržaj u visu zgibom, 60M-trčanje 60 metara, 600M-trčanje 600 metara

Kretanje rezultata varijabli koje su povezane s rezultatom u skoku u vis, antropometrijskih karakteri-stika te rezultata u skoku u vis po godinama kronološke dobi prikazani su u tablici 4.

**Tablica 4.** Kretanje rezultata varijabli povezanih s rezultatom u skoku u vis

DOB	SV	DPR	PON	PRE	60M
7,25	-	22,00	170,00	49,00	12,30
8,25	-	25,00	152,00	50,00	10,70
9,25	-	28,00	103,00	49,00	9,50
10,25	-	30,00	97,00	50,00	9,50
11,25	146,00	38,00	96,00	50,00	9,20
12,25	160,00	40,00	90,00	50,00	9,20
13,25	187,00	40,00	74,00	50,00	8,60
14,25	206,00	42,00	64,00	52,00	8,10
15,25	220,00	43,00	65,00	55,00	7,80

Legenda: DOB-kronološka dob, SV-skok u vis, DPR-taping rukom, PON-poligon natraške, PRE-pretklon na klupi, 60M-trčanje 60 metara

Kretanje rezultata antropometrijskih testova prikazano je u tablici 5.

**Tablica 5.** Kretanje rezultata antropometrijskih testova

DOB	SV	ATV	ATT
7,25	-	131,30	26,20
8,25	-	139,00	28,50
9,25	-	145,50	33,00
10,25	-	150,50	36,10
11,25	146,00	156,40	40,30
12,25	160,00	165,90	53,00
13,25	187,00	175,60	55,00
14,25	206,00	183,50	63,00
15,25	220,00	187,50	68,00

Legenda: DOB-kronološka dob, SV-skok u vis, ATV-tjelesna visina, ATT-tjelesna masa

#### 4. RASPRAVA

Ovim istraživanjem uočena je povezanost nekih motoričkih testova provedenih u školi s rezultatom u skoku u vis kod jednog vrhunskog skakača u školskoj dobi. Visoka povezanost utvrđena je kod tapinga rukom. Test taping rukom koristi se za uvrđivanje brzine jednostavnih pokreta (Badrić i ostali, 2012). Tim se testom zapravo dobivaju informacije o sposobnosti brzog prenošenja impulsa živčanog sustava i njegovog umora (SLOfit). Mogući razlog povezanosti ovih dvaju varijabli jest taj što je za skok u vis karakteristična brza promjena smjera kretanja prilikom odraza, odnosno preusmjerenje horizontalne sile u vertikalnu, za što je potrebna brza mišićno živčana reakcija (Saratlija, 2020).

Visoka korelacija utvrđena je između rezultata skok u vis i poligona natraške. Test poligon natraške daje informacije o koordinaciji gibanja u prostoru (SLOfit). Stanković i ostali (2016) navode kako kod skakača u vis koordinacija mora biti na vrlo visokoj razini. Jakovljević i ostali (2013) u svom radu također navode kako su skakačke discipline u atletici kompleksne, te je kod njih koordinacija vrlo važna. U još se jednom istraživanju navodi kako je zbog kompleksnosti discipline, važno implementirati vježbe koordinacije u trening (Wang, 2018).

Pretklon na klupi govori nam o fleksibilnosti donjeg dijela kralježnice te stražnjih mišića natkoljenice (SLOfit). Ovaj test za utvrđivanje fleksibilnosti koristili su i Badrić i ostali (2012), a kao alternativa često se koristi i pretklon raznožno. Kod skoka u vis potrebna je velika razina fleksibilnosti kralježnice zbog rotacije trupa koja slijedi nakon odraza te uvinuća iznad letvice što su mnogi autori naveli u svojim istraživanjima (Stanković i ostali, 2016; Pavlović, 2017; Nicholson i ostali, 2022; Radulović i ostali, 2022).

Test trčanja 60 metara koristio se u svrhu utvrđivanja brzine trčanja te je jedna od sposobnosti koja je velikim udjelom genetski uvjetovana (SLOfit). Iz tog je razloga podobna kao smjernica za selekciju prije nego se dijete uključi u sport. Važnost brzine kod skakača u vis u svom istraživanju naglašava i Pavlović (2017). S obzirom da je vertikalna brzina prilikom odraza jedan od najvažnijih parametara u skoku u vis, na koju utječe i brzina zaleta, moguće je naslutiti kako je brzina trčanja važna sposobnost koju bi skakač u vis trebao imati (Nicholson i ostali, 2022). Adashevskiy i ostali (2013) također navode kako je brzina trčanja jedan od važnih parametara uspješnosti u skoku u vis.

Rezultati ovog istraživanja nisu pokazali povezanost skoka u dalj iz mjesta s visinom skoka u skoku u vis. Skok u dalj iz mjesta koristi se kao test za uvrđivanje eksplozivne snage (Badrić i ostali, 2012). Mnogi autori navode eksplozivnu snagu kako važnu komponentu uspješnosti u skoku u vis (Pavlović, 2017; Radulović i ostali, 2022; Stanković i ostali, 2016). Jakovljević i ostali (2013) te također navode kako je u treningu skoka u vis važno utjecati na razvoj eksplozivne snage. Mogući razlog zbog kojeg u ovom istraživanju nije utvrđena statistički značajna povezanost je mal uzorak podataka. Kako bi se sa sigurnošću utvrdila povezanost ovih dviju varijabli potrebno je provesti istraživanje na većem uzorku ili s većim brojem parametara.

S obzirom na utvrđene povezanosti varijabli taping rukom, poligon natraške, pretklon na klupi i trčanje na 60 metara s rezultatom u skoku u vis, rezultati tih testova mogu poslužiti kao normativne vrijednosti za selekciju djece za tu disciplinu. Jednostavnost provođenja ovih testova također ide u prilog tezi da se pomoću testova za procjenu motoričkih sposobnosti može provoditi selekcija za skok u vis djece školske dobi. Za detaljnije uvrđivanje normativa bilo bi potrebno isto istraživanje provesti na većem broju skakača u vis.

#### 5. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja pokazali su povezanost motoričkih testova taping rukom, poligon natraške, pretklon na klupi i trčanje 60 metara s rezultatom u skoku u vis kod vrhunskog skakača u školskoj dobi. Dobiveni rezultati pokazuju kako bi rezultati navedenih motoričkih testova kada bi se sustavno provodili u školi, mogli poslužiti kao smjernice za selekciju djece za skok u vis. Zbog svoje jednostavnosti, lako su provodivi na velikom broju ispitanika u kratkom vremenu. Istraživanje nije pokazalo statistički značajnu povezanost rezultata u skoku u dalj iz mjesta s rezultatom u skoku u vis, no kako velik broj istraživanja ukazuje na povezanost eksplozivne snage s rezultatom u skoku u vis, potrebno je provesti istraživanje na većem broju ispitanika. Rezultati motoričkih testova u različitoj dobi ovog ispitanika mogu poslužiti kao normativne vrijednosti za selekciju.



## 6. PREPORUKE ZA ISTRAŽIVANJA

S obzirom na rezultate dosadašnjih istraživanja, preporuka je provesti istraživanje o povezanosti skoka u dalj iz mjesta s rezultatom u skoku u vis na većem broju skakača u vis školske dobi.

Radi detaljnijeg utvrđivanja normativa za rezultate u motoričkim testovima, preporuka je provesti istraživanje s većim brojem skakača u vis školske dobi.

## 7. LITERATURA

1. Adashevskiy, V. M., Iermakov, S., & Marchenko, A. A. (2013). Biomechanics Aspects of Technique of High Jump. *SSRN Electronic Journal*, 23529(2), 1–45. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2444335>
2. Atletska zveza Slovenije (2023). *Tablice*. Slovenska Atletika.
3. Babić, V., Rakovac, M., Blažević, I., Zagorac, N., & Švigir Potroško, R. (2010). Terenski testovi bazičnih motoričkih sposobnosti i morfoloških obilježja za otkrivanje djece talentirane za sprint. *8. godišnja međunarodna konferencija „Kondicijska priprema sportaša 2010“*, 8, 494–498.
4. Badrić, M., Sporiš, G., Trklja, E., & Petrović, J. (2012). Trend razvoja motoričkih sposobnosti učenika od 5. do 8. razreda. *21. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske*, 115–121.
5. Jakovljević, V., Bošnjak, G., & Tešanović, G. (2013). Results analysis of athletic events 100m, high jump and long jump and their interconnectivity. *Anthropological aspects of sports, physical education and recreation*, 4(1), 150–156.
6. Krželj, V. (2009). *Dijete i sport*. [https://bib.irb.hr/datoteka/513581.Dijete\\_i\\_sport.doc%0D](https://bib.irb.hr/datoteka/513581.Dijete_i_sport.doc%0D)
7. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
8. Nicholson, G., Jongorius, N., Tucker, C. B., Thomas, A., Merlino, S., & Bissas, A. (2022). The Association Between Hip-Shoulder Separation Angles and Technique Characteristics in World-Class High Jumpers. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4(May), 1–9.
9. Pavlović, R. (2017). The differences of kinematic parameters high jump between male and female finalists World Championship Daegu, 2011. *Turkish Journal of Kinesiology*, 3(4), 60–69.
10. Radulović, Ni., Pavlović, R., Mihajlović, I., & Milićević, L. (2022). Highjump: Are body height and body weight good predictors of performance in elite high jumpers? *Journal of Physical Education Research*, 9(III), 01–09.
11. Saratlija, P. (2020). *Kinematička i kinetička obilježja specifičnih vježbi odraza skakačica u vis*. <https://repozitorij.kif.unizg.hr/islandora/object/kif:1066>
12. Sergienko, L. (1999). *Genetska utemeljenost prognoze u sustavu sportske selekcije*. 31, 11–16.
13. Stanković, D., Petković, E., Pavlović, R., Raković, A., & Pupiš, M. (2016). Morfo - motor profile of high jumpers. *International Scientific Conference, October*, 53–56.
14. Struški, M. (2015). *Identifikacija i selekcija mladih talenata u školi nogometa* [Međimursko veleučilište u Čakovcu]. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:110:896561>
15. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport (n.d.). *Merske naloge ŠVK v osnovni in srednji šoli*. SLOfit.
16. Wang, P. (2018). *Development of comprehensive performance program for beginner high jump*. Burapha University.

# E-AGROFIT: EKSPERIMENTALNI MODEL PRAĆENJA SASTAVA TIJELA I TJELESNE AKTIVNOSTI STUDENATA AGRONOMSKOG FAKULTETA U ZAGREBU

Romana Caput-Jogunica<sup>1</sup>, Anamarija Jazbec<sup>2</sup>, Sanja Ćurković<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

Od uvođenja obvezne nastave tjelesne i zdravstvene kulture, 1963. godine na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, do danas je objavljen veliki broj znanstvenih i stručnih radova kao i priručnika u kojima se navode ciljevi, zadaće i uloga predmeta kao jedinog predmeta u studijskim programima koji potiče studente na redovito tjelesno vježbanje i brigu o osobnom zdravlju. Prema istraživanjima (Pesussel-Lachance i sur. 2010; Brown i sur. 2014; Romero-Blanco, i sur. 2020) upravo bi studentska populacija trebala biti ciljana populacija za promicanje zdravlja i prevenciju zdravstvenih problema. Brown i sur. (2014) ističu potencijal visokih učilišta i kampusa kao pogodnog okruženja za promjene navika i promicanje zdravlja. Jedno od novijih istraživanja provedeno na 1304 zagrebačkih studenata (Babić, 2020) prije epidemije COVID-19, potvrdio je trend nedostatne tjelesne aktivnosti studenata budući da 43,8% od ispitanih studenata ne zadovoljava kriterij minimalne razine tjelesne aktivnosti u slobodno vrijeme potrebne za ostvarivanje zdravstvene dobrobiti. Sekulić i sur. (2020) su proveli istraživanje na 388 adolescenata, prosječne dobi 16.4 godina, s ciljem utvrđivanja trenda promjena u tjelesnoj aktivnosti. Utvrđen je značajan pad tjelesne aktivnosti (TA), veći kod mladića u odnosu na djevojke. Autori zaključuju da temelje predstavlja tjelesna pismenost koja omogućuje sudjelovanje u različitim TA, a time lakše prevladavanje posljedica epidemioloških mjera. Jedno od rijetkih longitudinalnih istraživanja Karuc i sur. (2020) na 363 ispitanih 2020. godine, prosječne dobi 21 godinu, što je relevantno za ovaj rad, utvrdili su jednako smanjenje razine tjelesne aktivnosti prema spolu, smanjenje razine umjerene do intenzivne tjelesne aktivnosti kod aktivnih osoba. Kod neaktivnih osoba Covid-19 je pobudio interes za promjenom navika u pozitivnom smjeru u svrhu očuvanja zdravlja. Temeljem navedenih istraživanja, a u cilju prevladavanja posljedica uzrokovanih Covid-19, dizajniran je E-Agrofit za studente Agronomskog fakulteta koji žele unaprijediti razinu kondicijskih sposobnosti i/ ili samo razinu tjelesne aktivnosti i više pozornosti usmjeriti na osobno zdravlje. Cilj ovog rada je predstaviti rezultate E-Agrofit programa u kvalitativnom dijelu provedbe (procedura, sadržaj, mišljenje studenata) i u kvantitativnom dijelu analize rezultata za četiri promatrane varijable sastava tijela.

## 2. METODE RADA

Istraživanje je provedeno u ljetnom semestru 2020./2021. akademske godine, u sklopu nastave tjelesne i zdravstvene kulture, na studentima prve i druge godine studija. Analizirani su rezultati studenata koji su u cijelosti ispunili obvezu u ljetnom semestru: pristupili prvom i drugom mjerenju sastava tijela i evidentirali cjelokupnu tjelesnu aktivnost i sudjelovanje u kondicijskim programima tijekom semestra. Analizom podataka, u cijelosti je obveze ispunio 231 student (154 studentica i 77 studenata, 131 prve i 100 druge godine studija).

### 2.1. OPIS MJERNOG POSTUPKA

Studenti su prema osobnom interesu izabrali program u ljetnom semestru koji je sadržavao: mjerenje sastava tijela na početku (do 15.3.2021.) i na kraju semestra (od 20.05. do 5.06. 2021.), dolazak na jedan od kondicijskih programa koji se provodi u sklopu vježbi iz tjelesne i zdravstvene kulture i evidenciju tjelesne

aktivnosti ili pohađanja izvannastavnih sportskih aktivnosti minimalno 1-2x tjedno tijekom min. 8 tjedana. Na kraju semestra studenti su dostavili evidenciju osobne tjelesne aktivnosti izvan nastave (kondicijski programi s opterećenjem (teretana), kondicijski programi na otvorenom (škole trčanja, nordijsko hodanje), evidencija hodanja i ostalih oblika tjelesne aktivnosti praćenja putem mobilne aplikacije i dr.) i na kraju mišljenje o osobnom zadovoljstvu postignutog u odnosu na planirano u E-Agrofitu. Mjerenje sastava tijela su provela dva nastavnika Tanita vagama (BC- 545N) u vlasništvu Agronomskog fakulteta. Sustav mjerenja je temeljen na bioelektričnoj impedancijskoj analizi (BIA), a koji je prema dosadašnjim istraživanjima pokazao zadovoljavajuću pouzdanost (Donini i sur. 2013; Musulin i sur. 2017; Lopez-Valenciano i sur., 2021). Prije mjerenja, nastavnik i student su unijeli osobne podatke o studentu: visinu, dob, spol i status studenta obzirom na angažman u sportu. Na osnovi instaliranog programskog paketa, izračunat je veliki broj varijabli, od kojih za potrebe ovog rada su analizirani rezultati prvog i drugog mjerenja: tjelesne mase (kg), indeks tjelesne mase (ITM), udio masnog tkiva (%) i udio vode u ukupnoj masi (%). Rezultati su evidentirani na evidencijskom kartonu studenta za nastavu TZK i u listama nastavnika (slika 1.a i b).

Za sve analizirane varijable napravljena je deskriptivna statistika. U svim statističkim analizama nivo značajnosti od 5% smatran je statistički značajnim ako drukčije nije navedeno. Razlike za analizirane varijable izračunate su prema: spolu, godini studija, prvom i drugom mjerenju te njihovim interakcijama i potom su testirane analizom varijance ponovljenih mjerenja (RMANOVA)<sup>1</sup>. Za svako mjerenje napravljena je posebna analiza varijance (ANOVA) kojom su testirane razlike prema spolu, godini studija i njihova interakcija (Davis, 2002). Sve statističke analize napravljeni su u statističkom paketu SAS 9.4.

1. Mjerenje		2. Mjerenje	
DATUM:		DATUM:	
Kg		Kg	
BMI		BMI	
%FAT		%FAT	
%H <sub>2</sub> O		%H <sub>2</sub> O	
%MIŠ		%MIŠ	
PHY.R		PHY.R	
%BONE		%BONE	
CAL		CAL	
METAB		METAB	
VISC		VISC	
BF all		BF all	
BM all		BM all	
D R		D R	
L R		L R	
TRB		TRB	
D N		D N	
L N		L N	

Slika 1 a i b. prikaz evidencije prvog i drugog mjerenja

### 3. REZULTATI

U tablici 1. su prikazane deskriptivne vrijednosti za promatrane varijable za 1. i 2. mjerenje prema spolu i prema godini studija

<sup>1</sup> RMANOVA se koristi kod ponovljenih nekoliko mjerenja na istoj eksperimentalnoj jedinici (student), jer ta mjerenja imaju tendenciju da budu međusobno korelirana. Kada se zavisna varijabla (kg, BMi, FAT,...) testira na nezavisnim skupinama (spol, godina studija) te efekte (varijable) nazivamo efektima između subjekata, pri čemu je svaka skupina podvrgnuta različitim uvjetima. Faktor unutar subjekta (mjerenja) nastaje kada se zavisna varijabla (kg, BMI,...) više puta mjeri za svakog studenta iz uzorka. Glavni učinci: spol, godina studija i njihova interakcije te učinak mjerenja kao i sve interakcije s mjerenjem uključene su u model.

**Tablica 1a.** Rezultati mjerenja za varijable tjelesne težine i indeksa tjelesne mase studenata

spol	god. studija/ broj	KG1		KG2		ITM1		ITM2	
		x	sd	x	sd	x	sd	x	sd
studenti	prva/43	76.91	12.10	77.77	12.27	23.96	4.63	24.02	4.38
	druga/34	80.35	16.56	80.52	16.85	23.81	4.07	24.11	4.35
studentice	prva/88	63.15	13.37	63.21	13.19	22.47	4.76	22.74	4.81
	druga/66	63.90	11.75	63.50	11.07	22.50	3.70	22.33	3.48

Prosječne vrijednosti tjelesne mase (kg) za studente i studentice su u skladu s rezultatima istraživanja provedenim na studentskoj populaciji (Vrdoljak, 2020, Lopez-Valenciano i sur. 2019). Prosječne vrijednosti ITM<sup>2</sup> za studente u prvom i drugom mjerenju su u rasponu koji označava idealnu težinu uz naznaku da obzirom na sd 4.07 – 4.38 određen broj studenata ima veći ITM od 25 što znači problem prekomjerne tjelesne težine. Isti problem je prisutan i kod studentica.

**Tablica 1b.** Rezultati mjerenja za varijable postotka udjela masti i postotka udjela vode

spol	god. studija/ broj stud.	% udio masti 1		% udio masti 2		% udio vode 1		% udio vode 2	
		x	sd	x	sd	x	sd	x	sd
studenti	prva/43	17.25	8.04	16.64	8.85	58.01	7.62	59.28	6.59
	druga/34	17.41	6.25	16.64	6.06	58.28	5.17	57.53	8.74
studentice	prva/88	29.79	8.22	28.16	8.45	52.08	5.73	53.30	5.89
	druga/66	30.38	6.94	29.54	6.92	51.92	5.90	52.09	4.80

U tablici 1b su rezultati postotka udjela masti u tijelu te su utvrđene velike razlike prema spolu i u prvom i u drugom mjerenju, a neznatne razlike prema spolu i prema godini studija. Važno je istaknuti smanjenje postotka prosječne vrijednosti udjela masti u drugom mjerenju u odnosu na prvo mjerenje prema spolu i prema godini studija što pridonosi opravdanosti provedbe E-Agrofita. Za žene je preporučeni postotak udjela vode u tijelu u rasponu do 45-60%, a za muškarce od 50-65% (Tanita tablice). Prema rezultatima prikazanim u tablici 1b, udio postotka udjela vode u tijelu studenata i studentica koji su sudjelovali u ovom istraživanju, u prvom i u drugom mjerenju je u navedenom preporučenom rasponu. Za svako mjerenje napravljena je posebna analiza varijance (ANOVA) kojom su testirane razlike prema spolu, godini studija i njihova interakcija te su rezultati prikazani u tablicama 2. – 5.

**Tablica 2.** Rezultati ANOVA za tjelesnu masu u 1. i 2. mjerenju te ANOVA ponovljenih mjerenja za oba mjerenja zajedno

Izvor varijabilnosti	KG1		KG2		KG1 i KG2	
	F	p>F	F	p>F	F	p>F
Spol	<b>65.93</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>73.69</b>	<b>&lt;0.0001</b>	<b>70.38</b>	<b>&lt;0.0001</b>
God. studija	1.27	0.2614	0.69	0.4085	0.96	0.3270
Spol*god. studija	0.52	0.4710	0.45	0.5053	0.49	0.4859
Mjerenje					0.93	0.3350
Mjerenje*spol					3.66	0.0568
Mjerenje*god. studija					2.62	0.1069
Mjerenje*spol*god. studija					0.11	0.7419

<sup>2</sup> ITM manji od 18,5 označava pothranjenost • ITM u rasponu od 18,5 do 24,9 označava idealnu težinu • ITM u rasponu od 25 do 30 označava prekomjernu težinu • ITM veći od 30 označava pretilost

U prvom i drugom mjerenju postoji statistički značajna razlika u tjelesnoj masi prema spolu, što je bilo očekivano. Statistički značajne razlike prema spolu dobivene su i u analizi varijance ponovljenih mjerenja gdje je promatrana aritmetička sredina tjelesne mase u prvom i drugom mjerenju.

**Tablica 3.** Rezultati ANOVA za BMI u 1. i 2. mjerenju te ANOVA ponovljenih mjerenja za oba mjerenja zajedno

Izvor varijabilnosti	ITM1		ITM2		ITM1 i ITM2	
	F	p>F	F	p>F	F	p>F
<b>Spol</b>	<b>5.26</b>	<b>0.0228</b>	<b>6.34</b>	<b>0.0125</b>	<b>5.94</b>	<b>0.0156</b>
God. studija	0.01	0.9245	0.06	0.8008	0.03	0.8607
Spol*god. studija	0.02	0.8825	0.17	0.6788	0.02	0.8936
Mjerenje					1.38	0.2416
Mjerenje*spol					0.40	0.5278
Mjerenje*god. studija					0.23	0.6315
Mjerenje*spol*god. studija					2.97	0.0860

Rezultati prikazani u tablici 3. pokazuju da postoji statistički značajna razlika u ITM prema spolu ali ne i prema mjerenju, što možemo objasniti spoznajom da je većina studenata i studentica u rasponu idealne tjelesne mase.

**Tablica 4.** Rezultati ANOVA za % udjela masnog tkiva u 1. i 2. mjerenju te ANOVA ponovljenih mjerenja za oba mjerenja zajedno

Izvor varijabilnosti	% udjela masti 1		% udjela masti 2		% udjela masti 1 i 2	
	F	p>F	F	p>F	F	p>F
<b>Spol</b>	<b>143.33</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>123.56</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>144.88</b>	<b>&lt;.0001</b>
God. studija	0.12	0.7267	0.39	0.5310	0.26	0.6091
Spol*god. studija	0.04	0.8402	0.39	0.5317	0.19	0.6636
Mjerenje					<b>9.76</b>	<b>0.0020</b>
Mjerenje*spol					0.78	0.3786
Mjerenje*god. studija					0.26	0.6090
Mjerenje*spol*god. studija					0.59	0.4446

Postoji statistički značajna razlika u postotku udjela masti u oba mjerenja prema spolu i statistički značajna razlika u postotku udjela masnog tkiva između 1. i 2. mjerenja. Postotak udjela masnog tkiva u drugom mjerenju je s prosječnih 25.8 smanjio se na 24.7 u drugom mjerenju. Interakcije nisu statistički značajne što nam govori da se postotak udjela masnog tkiva u oba mjerenja ponaša približno jednako prema spolu i prema godini studija.

**Tablica 5.** Rezultati ANOVA za % udjela vode u 1. i 2. mjerenju te ANOVA ponovljenih mjerenja za oba mjerenja zajedno

Izvor varijabilnosti	%vode1		%vode2		%vode1 i %vode2	
	F	p>F	F	p>F	F	p>F
<b>Spol</b>	<b>51.72</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>42.20</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>53.77</b>	<b>&lt;.0001</b>
God. studija	0.00	0.9883	2.85	0.0930	0.78	0.3791
Spol*god. studija	0.06	0.8062	0.09	0.7617	0.00	0.9723
Mjerenje					2.24	0.1360
Mjerenje*spol					0.48	0.4913
<b>Mjerenje*god. studija</b>					<b>5.89</b>	<b>0.0160</b>
Mjerenje*spol*god. studija					0.57	0.4525

Kod postotka udjela vode u tijelu postoji statistički značajna razlika po spolu, gdje studenti imaju statistički značajno veći postotak udjela vode u tijelu. Ne postoji statistički značajna razlika između prvog i drugog mjerenja, ali je dobivena interakcija između mjerenja i godine studija, a što nam ukazuje da se postotak udjela vode u tijelu ne ponaša približno jednako prema godini studija.

### Analiza kondicijskih programa u E-Agrofit programu

Cilj E-Agrofit programa bio je potaknuti studente na veću tjelesnu aktivnost od svakodnevne, osobito nakon epidemije Covid 19. Osim obveznih vježbi iz tjelesne i zdravstvene kulture (kružni trening, funkcionalni trening, kondicijski program s utezima) koji su se provodili u fitnessu Fakulteta, gdje su studenti dobili osnovna temeljna teorijska i praktična motorička znanja, studenti su imali pravo izbora na koji način će pratiti i povećati osobnu tjelesnu aktivnost u slobodno vrijeme tijekom tjedna. Jedan dio studenata redovito sudjeluje u organiziranim kondicijskim programima na otvorenom, u vodi i/ili u zatvorenim prostorima. Studenti koji preferiraju neorganizirane i individualne programe, evidentirali su tjelesnu aktivnost u tjednu putem mobilnih aplikacija tijekom tjedna. Temeljem utvrđenog sastava tijela nakon prvog mjerenja, studenti su definirali osobne ciljeve koje žele postići u narednih 8 tjedana, poštujući pri tome princip postupnosti intenziteta rada. Nastavnici su studentima putem Merlina dostavili obrazovne materijale i upute za praćenje i evidenciju tjelesne aktivnosti. Osim praćenja putem mobilne dokumentacije, studenti su imali obvezu provedbu svih navedenih aktivnosti fotodokumentirati (slika 2. i 3).



Slika 2. i 3. Prikazi evidencije praćenje tjelesne aktivnosti iz prezentacija studenata

## 4. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen E-Agrofit program koji je osmišljen s ciljem prevladavanja negativnih posljedica epidemije Covid-19, a koji se eksperimentalno prvi puta proveo u ljetnom semestru ak. godine 2020./2021. u sklopu nastave tjelesne i zdravstvene kulture za studente prve i druge godine studija na Agronomskom fakultetu. Osim promjena u postotku udjela masnog tkiva između prvog i drugog mjerenja, za vrednovanje E-Agrofit programa prikazat će se dva mišljenja studenata: „...Kad sam prvi put vidjela svoje rezultate mjerenja nisam bila previše zadovoljna, Nakon toga sam krenula pojačano vježbati i hodati. Najviše sam zavoljela vježbati s bučicama te trakom, girjom. Na drugom mjerenju imala sam puno bolje rezultate te sam se osjećala puno bolje u svojoj koži. Ovaj način provedbe nastave mi se jako svidio i mislim da bez nje ne bih imala ovakve rezultate mjerenja niti bih vježbala ili brinula o sebi....“ (studentica, 1. godine), „...Mjerenje sastava tijela i praćenje putem aplikacije me puno motiviralo na način da bih svaki dan odvojio sat vremena minimalno za hodanje i par puta tjedno za trčanje (što prije nisam obraćao pozornost na to) i osjećao bih se bolje. Štoviše, bavljenu tjelesnim aktivnostima podiglo mi je raspoloženje, ublažavalo neugodne osjećaje, tjeskobu i stres....“ (student, 2. godine studij Fitomedicina). Obzirom na rezultate i mišljenje studenata, E-Agrofit program će se nastaviti provoditi i usavršavati jer motivira studente za veću tjelesnu aktivnost u slobodno vrijeme i skrb o osobnom zdravlju, a što je i cilj nastave tjelesne i zdravstvene kulture u visokom obrazovanju.

## 5. LITERATURA

1. Babić J. (2020). *Psihološki čimbenici tjelesne aktivnosti studenata Sveučilišta u Zagrebu. (Doktorska disertacija)*. Zagreb. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
2. Brown, M.Y., D., Kin, H. BSc., Bray, S. R., Beatty, K. R., Kwan, M. Y. W (2014). Healthy Active Living: A Residence Community-Based Intervention to Increase Physical Activity and Healthy Eating During the Transition to First-Year University. *Journal of American College Health*, 62:4: 234-242.
3. Davis C. S. (2002). *Statistical Methods for the Analysis of Repeated Measurements*, Springer, New York.
4. Donini LM, Poggiogalle E, Del Balzo, V., Lubrano, C. Falvia, M., Opizzi, A., Perna, S., Pinto, A., Rondanelii, M. (2013). How to estimate fat mass in overweight and obese subjects? *Int. J. Endocrinol.* doi: 10.1155/2013/285680.
5. Karuc, J., Sorić, M., Radman, I., Mišigoj – Duraković, M. (2020). Moderators of Change in Physical Activity Levels during Restrictions Due to COVID – 19 Pandemic in Young Urban Adults. *Sustainability*.
6. Lopez-Valenciano, A., Suarez-Iglesias, D., Sanchez –Lastra M., Ayan C. (2021). Impact of COVID – 19 Pandemic on University Students' Physical Activity Levels: An Early Systematic Review. *Frontiers in Psychology* 11.
7. Musulin, J., Baretić, M., Šimegi-Đekić, V. (2017). Procjena sastava tijela u bolesnika s tipom šećerne bolesti metodom bioelektrične impedancije. *Liječnički Vjesnik* 2017;139:280–285.
8. Pesusse-Lachance, E., Tremblay, A., Drapeau, V. (2010). Lifestyle factors and other health measures in a Canadian university community. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 35:498-506
9. Romero-Blanco, C., Rodriguez-Almagro, J., Onieva-Zafra, M.D., Parra-Fernandez M., L., Prado-Laguna M., Hernandez-Martinez, A. (2020). Physical Activity and Sedentary Lifestyle in University students: Changes during Confinement Due to the COVID – 19 Pandemic. *IJERPH* 17 (18)
10. Sekulić, D., Blažević, M. Gilić, B., Kvesić, I. i Zenić, N. (2020). Prospective Analysis of Levels and Correlates of Physical Activity During COVID -19 Pandemic and Imposed Rules of social Distancing: Gender Specific Study Among Adolescents from Southern Croatia. *Sustainability* 12, 4072.
11. Vrdoljak, N. (2020). *Usporedba tjelesne aktivnosti i sastava tijela studenata ranog i predškolskog odgoja i obrazovanja. (Diplomski rad)*. Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

# POUZDANOST I VALJANOST MOBILNE APLIKACIJE ZA MJERENJE VREMENA SPRINTA

Atila Salaj, Ivan Paravac

Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku

## 1. UVOD

Razvoj znanosti u 21. stoljeću utjecao je na unaprjeđenje kvalitete trenaznog procesa (Windt i ostali, 2020). Jedna od sportskih djelatnosti koja je najviše uznapredovala razvojem tehnologije je sportska dijagnostika. Treneri i ostali sportski djelatnici pomoću sportske dijagnostike pokušavaju optimizirati razvoj sportaša te ih specifično pripremiti za zahtjeve njihove sportske aktivnosti (Li i ostali, 2016). Brzina je sposobnost koja je važna u mnogim ekipnim i pojedinačnim sportovima (Beato i ostali, 2018) te je kao takva jedna od sastavnih područja interesa sportske dijagnostike. Precizni uređaji za mjerenje maksimalne brzine kretanja su najčešće financijski nedostupni manjim sportskim klubovima stoga treneri često posežu za manje preciznim alternativama (Čoh, 2015). Jedna od takvih alternativa je „*Photo Finish*“ aplikacija za android uređaje. Ova aplikacija omogućuje mjerenje vremena pomoću tehnologije za prepoznavanje položaja trupa prilikom prolaska pored mobilnog uređaja. Pojedini autori su u svojim radovima koristili „*Photo Finish*“ aplikaciju kao alternativu za mjerenje maksimalne brzine trčanja (Bilbija, 2022; Turiman i ostali, 2023). Iako autori ove aplikacije svjedoče o njezinoj pouzdanosti u ovome trenutku ne postoji niti jedno istraživanje koje bi potvrdilo ovu tezu. Svrha ovog rada je ispitati pouzdanost i valjanost „*Photo Finish*“ mobilne aplikacije koja predstavlja jeftinu i pristupačniju alternativu profesionalnim uređajima za mjerenje vremena sprinta.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Istraživanje je provedeno na uzorku od 6 atletičara atletskog kluba Slavonija-Žito. Svi ispitanici su punoljetni i dali su pisani pristanak za sudjelovanje u istraživanju. Prije provedbe istraživanja ispitanici su informirani o cilju i protokolu istraživanja kao i o potencijalnim rizicima.

### 2.2. PROTOKOL ISTRAŽIVANJA

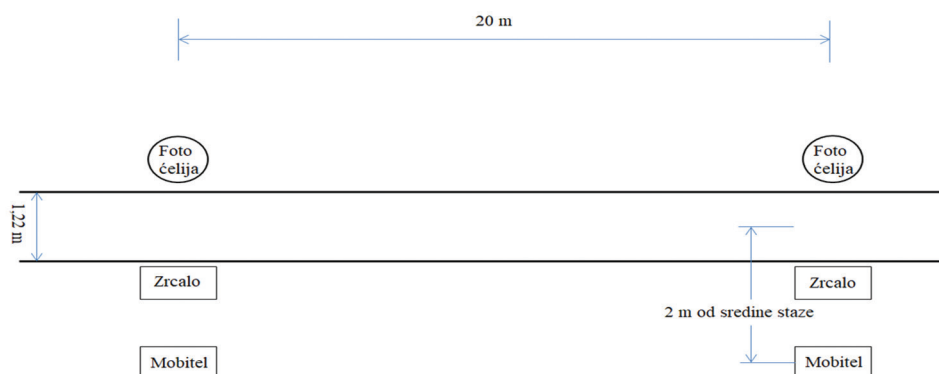
Sva mjerenja provela su se kao dio pripreme za sportski trening. Ispitanici su proveli standardizirano zagrijavanje trčanjem niskog intenziteta u trajanju od 10 min. Nakon zagrijavanja uslijedile su vježbe mobilnosti i dinamičkog istezanja cijeloga tijela u trajanju od 7 minuta. Po završetku vježbi mobilnosti sportaši su pristupali prostoru za mjerenje u kojem su izvodili vježbe metodike trčanja na udaljenosti od 10 m te potom protrčavali kroz zonu za mjerenje od 20 m. Svaki ispitanik je kroz zonu za mjerenje protrčao 5 puta. Ispitivač je dao usmeni znak za početak izvedbe tek kada je oprema za mjerenje bila kalibrirana i spremna za novo mjerenje.

### 2.3. MJERNI INSTRUMENTI

Sva vremena mjerila su se Microgate „Witty“ foto-čelijama sa sposobnošću mjerenja do 1/100 sekunde te pomoću „*Photo Finish*“ aplikacije koja je bila pokrenuta istovremeno na dva pametna telefona: Xiaomi Redmi Note 9 Pro i Xiaomi Redmi Note 8 s mogućnošću snimanja do 240 sličica u sekundi na oba pametna telefona. Dva para foto-čelija korištena su za provedbu istraživanja. Parovi su postavljeni na tronožne stalke te međusobno udaljeni 20 m. Tronožni stalci svakoga para foto-čelija postavljeni su na širinu od 1,22 m



(širina jedne atletske staze). Po jedan mobitel postavljen je na tronožni stalak na isti pravac snimanja kao i jedan od parova foto-čelija ali na udaljenosti 2 m od sredine staze i na visini od 1,30 m (Slika 1). Kalibracijska linija na „Photo Finish“ aplikaciji postavljena je kroz sredinu laserske leće foto-čelija za što preciznije mjerenje. Nakon svakog zabilježenog vremena, sat na foto-čelijama i mobitelu se zaustavio i vratio na nulu.



Slika 1. Položaj mjernih uređaja

## 2.4. METODE OBRADJE PODATAKA

Za unos podataka korišten je MS Excel te za obradu izmjerenih podataka korišten je program IBM SPSS Statistics 20 (v20 - 32bit). Izvršena je deskriptivna analiza za skup podataka dobiven s fotočelijama i aplikacijom te je prikazana aritmetičkom sredinom, standardnom devijacijom, standardnom pogreškom. Korišten je Shapiro-Wilkov test kako bi se ispitala normalnost distribucije.

Konkurentna valjanost aplikacije „Photo Finish“ testirana je pomoću Pearsonovog r koeficijenta s 95% CI te je ocijenjen po principu:  $\leq 0,1$  = trivijalno,  $> 0,1$  do  $0,3$  = malo,  $> 0,3$  do  $0,5$  = umjereno,  $> 0,5$  do  $0,7$  = veliko,  $> 0,7$  do  $0,9$  = vrlo veliko,  $> 0,9$  do  $1,0$  = gotovo savršeno (Hopkins i sur., 2009). Zatim je analiziran nagib linearne regresije između varijabli Fotočelije i Aplikacija.

Pouzdanost aplikacije mjerena je provedbom testa interklasni koeficijent korelacije (ICC test; Two-way Random, Absolute Agreement) s 95% CI. ICC je protumačen na sljedeći način:  $ICC > 0,9$  = odličan,  $0,75-0,9$  = dobar,  $0,5-0,74$  = umjeren,  $< 0,50$  = loš (Koo i Li, 2016).

Kako bi se utvrdila kolinearnost proveden je Durbin-Watson test. Također, je proveden zavisni T-test na varijablama „ČELIJE“ i „APLIKACIJA“ kako bi se pokazala sistematska devijacija od stvarne vrijednosti te su rezultati prikazani pomoću aritmetičke sredine, standardne devijacije i grafa linearne regresije. Usporedba će aritmetičkih sredina biti iskazana u obliku Cohenove veličine efekta (d) te će biti protumačeni na sljedeći način: mal ( $< 0,2$ ), umjeren ( $< 0,5$ ) ili velik ( $> 0,8$ ).

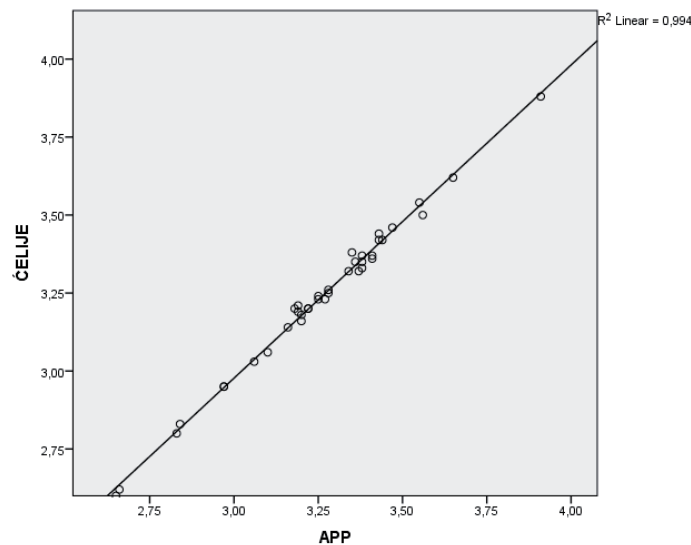
## 3. REZULTATI

Srednje vrijednosti  $\pm$  standardne devijacije za vremenske performanse (s) za letećih 20m s fotočelijama i aplikacijom „Photo Finish“ prikazane su u tablici 1. Pearsonova analiza korelacije također je prikazana u tablici 1. Postojala je vrlo velika korelacija ( $r = .997$ ;  $p < .001$ ) između oba uređaja.

Tablica 1: Deskriptivna statistika i koeficijent korelacije varijabli Fotočelije i Aplikacija

n	Fotočelije	Aplikacija	r	SE	R <sup>2</sup>	p	Veličina
38	3,24 $\pm$ 0,255	3,26 $\pm$ 0,253	0,997	,02064	0,994	<0.001	Gotovo savršeno

Testiranje normalnosti distribucije obje varijable Shapiro-Wilkovim testom pokazalo je da je distribucija normalna (Fotočelije ( $p > 0,05$ ) i Aplikacija ( $p > 0,05$ )). Analiza skupa podataka pokazala je vrlo visoku korelaciju između aplikacije „Photo Finish“ i foto-čelija za mjerenje ukupnog vremena u testu letećih 20 metara ( $r = 0,997$ ;  $p < 0,001$ ;  $SE = 0,0206$ ;  $R^2 = 0,994$ ;  $p < 0,001$ ). Nije primijećena kolinearnost Durbin-Watson testom ( $d = 2,353$ ).



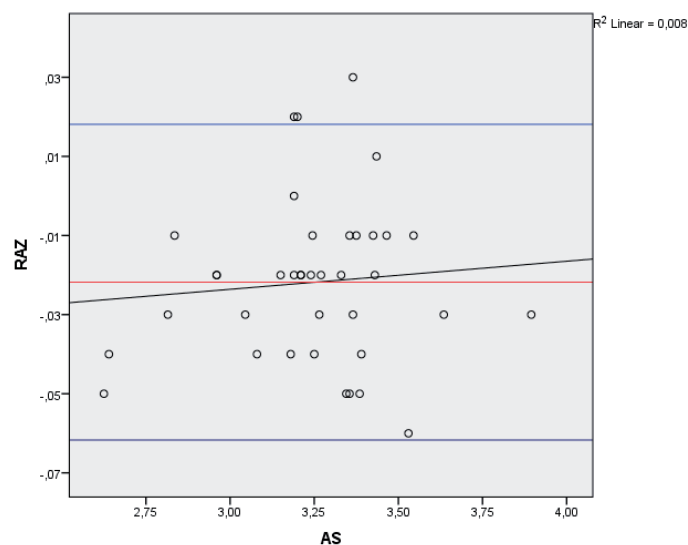
**Graf 1.** Graf linearne regresije podataka iz varijabla fotočelija (ČELIJE) i aplikacije (APP)

Uočene su statistički neznačajne razlike u ukupnom vremenu testa između aplikacije i fotočelija te su rezultati prikazani u tablici 2.

**Tablica 2:** Rezultati T-testa zavisnih varijabli

Razlika aritmetičkih sredina (M)	Standardna pogreška (SE)	95% CI	p	Veličina efekta
-0,022 ± 0,02	0,003	-0,029 do -0,015	<0,001	0,008 – mal

Analiza Bland-Altmanove krivulje pokazala je sustavnu pristranost između aplikacije i fotočelija za ukupno vrijeme (pristranost = -0,02 s; 95% intervalima pouzdanosti = -0,0617 do 0,0181 s). Konačno, regresijska linija u Bland-Altmanovom dijagramu nije pokazala heteroskedastičnost u distribuciji razlike između uređaja kao što je otkriveno regresijskom linijom ( $r^2 = 0,008$ ). Test interklasnog koeficijenta korelacije je pokazao vrlo visoko slaganje između aplikacije i fotočelija za mjerenje ukupnog vremena u testu promjene smjera (ICC = 0,997; 95% CI = 0,962 do 0,999).



**Graf 2.** Bland-Altmanov dijagram koji prikazuje pristranost (s 95% intervalima pouzdanosti; crvena linija) između instrumenata, njegove granice pouzdanosti ( $\pm 1,96$  standardnih devijacija; plave linije) i regresijsku liniju reziduala (zelena linija).

#### 4. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je testirati valjanost i pouzdanost Android aplikacije „Photo Finish“. Potvrđivanjem tih kriterija potičemo korištenje efektivne i pristupačnije varijante mjerenja vremena. Testiranjem pouzdanosti i valjanosti aplikacije u odnosu na fotočelije pokazane su visoke, gotovo savršene vrijednosti za pouzdanost ( $ICC = 0,997$ ) i valjanost mjerenja ( $r = 0,997$ ,  $p < 0,001$ ). Pretpostavljajući da fotočelije izvode mjerenje bez pogreške, nije bilo većeg odstupanja aplikacije većeg od 0,05s što nam dodatno ukazuje na preciznost iste. Veća odstupanja mogu se pripisati različitom položaju tijela koje kamera uhvati u startu i u cilju. Koliko nam je poznato, ovo je prvo istraživanje u kojem su promatrane valjanost i pouzdanost aplikacije „Photo Finish“ za testiranje performansi sprinta. Ovo istraživanje daje relevantne podatke o preciznosti aplikacije s novim dizajnom, što je važno s obzirom na porast tehnologije pametnih telefona za mjerenje atletske izvedbe i fizičkog testiranja (Peart i sur., 2019). Ovaj program se može koristiti za mjerenje performansi bez post-video analize od strane sportskih znanstvenika, istraživača, instruktora snage i kondicije ili čak praktičara.

#### 5. POTENCIJALNI NEDOSTACI I PREPORUKE

Aplikacija je izrazito ovisna o točnosti i iskustvu mjeritelja. Netočna kalibracija može narušiti valjanost mjerenja te samim time i smisao korištenja aplikacije. Za najtočnija mjerenja preporuka je postaviti uočljivu vizualnu markaciju na mjesto postavljanja pametnog telefona pomoću koje će se kasnije raditi kalibracija. Veliki potencijalni nedostatak nastaje nakon što aplikacije ne očita prolazak trkača. Tada se aplikacija ručno mora ponovno pokrenuti čime nastaje rizik od pomicanja pametnog telefona te narušavanja točnosti mjerenja. Također, ispitivači su uočili veliki propust aplikacije u očitavanju prolaska trkača ako je trkač imao majicu koja je iste boje kao pozadina prostora u kojem se nalazi. Ako se mjerenje provodi u zatvorenom prostoru potrebno je uputiti ispitanike da obuku majicu kontrastne boje u odnosu na onu pozadinsku. Majica dugačkih rukava više se preporučuje od one kratkih rukava. Kod mjerenja provedenih u zatvorenom prostoru potrebno je obratiti pažnju na tip i količinu umjetnog svjetla koje se nalazi u prostoru. Korištenje stalka za pametni telefon je poželjno ali nije nužno.

#### 6. ZAKLJUČAK

„Photo Finish“ aplikacija je pouzdana, jeftina i praktičnija alternativa skupocijenim uređajima za mjerenje brzine kretanja. Daljna istraživanja su nužna kako bi se utvrdila pouzdanost aplikacije kod različitih postavki snimanja, s većim brojem pametnih telefona, s različitim osvjetljenjima i kod različitih brzina trčanja.

#### 7. LITERATURA

1. Beato, M., Bianchi, M., Coratella, G., Merlini, M., i Drust, B. (2018). Effects of Plyometric and Directional Training on Speed and Jump Performance in Elite Youth Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 289–296.
2. Beato, M., Drust, B., i Iacono, A. Dello. (2021). Implementing High-speed Running and Sprinting Training in Professional Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 42(04), 295–299.
3. Bilbija, R. (2022). *Razlika u brzini sprinta i brzini vođenja lopte u kategoriji početnika*. (Diplomski rad). Osijek: Kineziološki fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
4. Čoh, M. (2015). *Savremena dijagnostika u sportu*. *SPORT DANAS*, 1(1), 132–144.
5. Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*, 41(1), 3.
6. Koo, T. K., i Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of chiropractic medicine*, 15(2), 155–163.
7. Li, R. T., Kling, S. R., Salata, M. J., Cupp, S. A., Sheehan, J., i Voos, J. E. (2016). Wearable Performance Devices in Sports Medicine. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 8(1), 74–78.
8. Peart, D. J., Balsalobre-Fernández, C., & Shaw, M. P. (2019). Use of mobile applications to collect data in sport, health, and exercise science: A narrative review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(4), 1167–1177.
9. Rhea M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of strength and conditioning research*, 18(4), 918–920.

10. Turiman, S. H., Ahmad, Z., i Johari, N. H. (2023). Preliminary Study on the Influence of Boot Studs on Rugby Players' Sprinting Performance. In *International Conference on Mechanical Engineering Research* (pp. 61-71). Springer, Singapore.
11. Vandenboom, R. (2016). Modulation of Skeletal Muscle Contraction by Myosin Phosphorylation. U *Comprehensive Physiology* (str. 171–212).
12. Windt, J., MacDonald, K., Taylor, D., Zumbo, B. D., Sporer, B. C., i Martin, D. T. (2020). „To Tech or Not to Tech?“ A Critical Decision-Making Framework for Implementing Technology in Sport. *Journal of athletic training*, 55(9), 902–910.

# POVEZANOST MORFOLOŠKIH I MOTORIČKIH PARAMETARA SA BRZINOM ŠUTA KOD MLADIH NOGOMETAŠA

Jakša Škomrlj<sup>1</sup>, Nikola Foretić<sup>1</sup>, Šime Veršić<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Splitu

<sup>2</sup>HNK Hajduk Split

## 1. UVOD

Nogomet je brojem aktivnih natjecatelja i pratitelja i dalje najpopularnija sportska igra na svijetu. Jasno je da će sport u koji je, direktno ili indirektno, involviran veliki dio populacije biti predmet od interesa mnogih istraživača kojima je cilj dublja analiza i shvaćanje specifičnosti i zahtjeva ovoga sporta. Nogomet je po svojoj strukturi aciklička i isprekidana sportska aktivnost u kojoj kvaliteta izvedbe ovisi o razini fizičkih, tehničkih i taktičkih vještina i sposobnosti nogometaša (Polman, Walsh, Bloomfield, & Nesti, 2004). Moderni nogomet karakteriziran je značajnim opterećenjem aerobnih i anaerobnih energetske sustava igrača uslijed mnogobrojnih i učestalih promjena oblika kretanja, smjera, ubrzanja i kočenja te izvođenja različitih tehničkih elemenata (Bloomfield, Polman, & O'Donoghue, 2007). Brzinsko eksplozivna svojstva se u nogometu manifestiraju u aktivnostima maksimalnog intenziteta poput sprintova, naglih promjena brzine kretanja, skoka, driblinga i udarca i događaju se prosječno svake 4 minute te prethode svim važnijim događajima u utakmici (Iaia, Ermanno, & Bangsbo, 2009). U tom smislu, sposobnosti uklanjanja metabolita iz organizma i odupiranja pojavi umora ključne su za održavanje intenziteta i kvalitete izvedbe tijekom, a posebice pred kraj utakmice (Reilly, 1997). Razvoj video i GPS tehnologije, u kombinaciji sa novim metodama treninga, uvelike je olakšao praćenje i planiranje opterećenja igrača sa svrhom optimizacije fizičke pripremljenosti i izvedbe na utakmici.

U mlađim dobnim kategorijama, biološki zreliji igrači imaju izraženije antropometrijske mjere i veću razinu kondicijskih kapaciteta te su zbog toga klasificirani kao kvalitetniji (Bidaurrezaga-Letona, Zubero, Lekue, Amado, & Gil, 2016). Istraživanja su pokazala da je razina eksplozivnosti mladih nogometaša valjan prediktor buduće uspješnosti na seniorskoj razini te da takvi igrači imaju veću minutažu i unosnije ugovore na seniorskoj - profesionalnoj razini (Deprez, Fransen, Lenoir, Philippaerts, & Vaeyens, 2015). Dostupne su brojne studije koje su proučavale dimenzije snage, jakosti i brzine mladih igrača i testovi za evaluaciju tih karakteristika koriste se kao indikatori stanja treniranosti te za procjenu potencijala (Ioannis, 2013). Ipak, mnogi specifični nogometni testovi još su nedovoljno objašnjeni i istraženi (Höner, Votteler, Schmid, Schultz, & Roth, 2015). Dok su eksplozivnost tipa sprinta i skoka relativno dobro istraženi, za sada postoji još nedovoljan broj studija koje su istraživale brzinu udarca u nogometu (Zambak, 2019). U jednoj od studija koje su se bavile ovom problematikom, Ali i suradnici su dokazali da kvalitetniji nogometaši postižu veće brzine šuta zahvaljujući boljoj i stabilnijoj tehničkoj izvedbi (Ali et al., 2007). Također, u studiji provedenoj na uzorku od 70 igrača U-14 reprezentacije Hong Konga, pokazalo se da ne postoje pozicijske razlike u brzini i preciznosti šuta (Wong, Chamari, Dellal, & Wisløff, 2009).

Iz navedenog je jasan nedostatak studija koja se bave brzinom udarca, pogotovo kod mladih nogometaša, te je potrebno istražiti pozadinu manifestacije tog tipa eksplozivnosti. Iz tog razloga cilj ovog istraživanja bio je utvrditi povezanost između brzine šuta i morfoloških te motoričkih parametara u U-15 kategoriji nogometaša.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Istraživanje je provedeno na uzorku od 13 mladih nogometaša iz kategorije U-15, prosječne dobi 14,62 godina. Sudionici ove studije bili su igrači kluba koji se u sezoni 2022./2023. natječe u Prvoj hrvatskoj nogometnoj ligi, a sva mjerenja provedena su tijekom zimskih priprema. Za vrijeme održavanja testiranja, svi sudionici bili su urednog zdravstvenog statusa, bez očiglednih znakova bolesti ili ozljeda.

### 2.2. UZORAK VARIJABLI

Svim ispitanicima zabilježene su antropometrijske mjere tjelesne visine (TV) i tjelesne mase (TM). Dodatno, ispitanicima su izmjerene duljina noge (udaljenost između ASIS-a i medijalnog maleolusa - DN) te duljina (DS) i širina stopala (SS). Biološka dob ispitanika procijenjena je koristeći algoritam za izračunavanje dobi najvećeg prirasta u visinu (APHV) i razlike u kronološkoj i biološkoj dobi (MO) (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002). Brzinsko eksplozivna svojstva tipa sprinta su izmjerena testovima sprinta na 5, 10 i 20 metara koristeći sustav fotoelektričnih ćelija (Witty, Microgate, Italija). Maksimalna brzina sprinta izmjerena je primjenom GPS uređaja na svim treninzima i utakmicama u protekloj polusezoni (Vector S7, Catapult Sports, Melbourne, Australija). Eksplozivna snaga gornjih ekstremiteta i trupa procijenjena je primjenom testa bacanja medicine mase 2 kg. Horizontalna komponenta eksplozivnosti donjih ekstremiteta procijenjena je testom skoka u dalj (SUD) te troskoka lijevom (TL) i desnom nogom iz mjesta (TD). Za evaluaciju vertikalne eksplozivnosti korišteni su testovi skok nasuprotnim kretanjem (CMJ), skok iz čučnja (SJ), skok nakon doskoka (DJ) te test 7 uzastopnih skokova iz gležnja, iz kojeg je očitana visina (SFV) i indeks reaktivne snage (RSI). Za sva mjerenja vertikalne skočnosti korišten je Optogait sustav (Microgate, Italija). Maksimalna brzina šuta mjerena je ručnim radarom (Ball coach, Santa Rosa, CA, Sjedinjene Američke Države).

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Metode obrade podataka uključivale su izračunavanje deskriptivnih statističkih parametara (aritmetičke sredine i standardne devijacije, minimalne i maksimalne vrijednosti mjerenja) te korelacijsku analizu za utvrđivanje povezanosti između promatranih varijabli. Za sve navedene analize korišten je software TIBCO Statistica 13.0 (Dell, Tulsa, OK, USA).

## 3. REZULTATI

Tablica 1. prikazuje parametre deskriptivne statistike (aritmetičku sredinu i standardnu devijaciju) i vrijednost Kolmogorov – Smirnovljeva testa. Sve varijable normalno su distribuirane.

Tablica 1. Deskriptivna statistika

VARIJABLA	AS	SD	K-S (p)
TV	174,35	8,54	p > .20
TM	64,37	10,31	p > .20
DOB	14,62	0,41	p < ,20
APHV	13,38	0,74	p > .20
MO	1,25	0,83	p > .20
DS	26,68	1,23	p > .20
DN	91,51	4,98	p > .20
SS	9,43	0,48	p > .20
S5	1,12	0,06	p > .20
S10	1,92	0,07	p > .20
S20	3,31	0,14	p > .20

VARIJABLA	AS	SD	K-S (p)
GPS	30,86	1,29	p > .20
BM	9,52	2,33	p > .20
SUD	2,22	0,15	p > .20
TL	6,15	0,53	p > .20
TD	6,18	0,64	p > .20
CMJ	34,83	4,36	p > .20
SJ	34,48	4,90	p > .20
DJ	30,18	5,62	p > .20
SFV	25,70	3,85	p > .20
RSI	1,43	0,27	p > .20
ŠUT	99,23	7,27	p > .20

LEGENDA: TV – tjelesna visina, TM – tjelesna masa, DOB – kronološka dob, APHV – doba najvećeg prirasta u visinu, MO – razlika između kronološke i biološke dobi, DS – duljina stopala, DN – duljina noge, SS – širina stopala, S5 – sprint 5 metara, S10 – sprint 10 metara, S20 – sprint 20 metara, GPS – maksimalna brzina izmjerena GPS-om, BM – bacanje medicine, SUD – skok u dalj, TL – troskok lijevom nogom, TD – troskok desnom nogom, CMJ – skok nasuprotnim kretanjem, SJ – skok iz čučnja, SFV – maksimalna visina skoka iz gležnja, RSI – indeks reaktivne snage, ŠUT – maksimalna brzina udarca

**Tablica 2.** Korelacijska analiza

VARIJABLA	ŠUT	VARIJABLA	ŠUT
TV	0,72	GPS	0,88*
TM	0,94*	BM	0,78
DOB	0,26	SUD	0,88*
APHV	-0,73	TL	0,92*
MO	0,96*	TD	0,83*
DS	0,16	CMJ	0,93*
DN	0,38	SJ	0,92*
SS	0,91*	DJ	0,72
S5	-0,02	SFV	0,40
S10	-0,75	RSI	0,59
S20	-0,89*		

LEGENDA: TV – tjelesna visina, TM – tjelesna masa, DOB – kronološka dob, APHV – doba najvećeg prirasta u visinu, MO – razlika između kronološke i biološke dobi, DS – duljina stopala, DN – duljina noge, SS – širina stopala, S5 – sprint 5 metara, S10 – sprint 10 metara, S20 – sprint 20 metara, GPS – maksimalna brzina izmjerena GPS-om, BM – bacanje medicinke, SUD – skok u dalj, TL – troskok lijevom nogom, TD – troskok desnom nogom, CMJ – skok nasuprotnim kretanjem, SJ – skok iz čučnja, SFV – maksimalna visina skoka iz gležnja, RSI – indeks reaktivne snage, ŠUT – maksimalna brzina udarca

Rezultati provedene analize otkrivaju statistički značajnu korelaciju maksimalne brzine udarca sa morfološkim varijablama (TM i SS) i razlikom između kronološke i biološke dobi (MO). Također, utvrđena je značajna povezanost varijabli eksplozivne snage tipa sprinta i skoka (S20, GPS, SUD, TL, TD, CMJ, SJ) i maksimalne brzine udarca.

#### 4. RASPRAVA

Cilj ove studije bilo je utvrditi povezanost između maksimalne brzine šuta i nekih bioloških, morfoloških i motoričkih varijabli na uzorku 13 nogometaša U-15 kategorije. Rezultati ovog istraživanja pokazali su značajnu povezanost brzine udarca i varijabli biološke dobi (MO), morfoloških mjera (TM, SS) i brzinsko eksplozivnih svojstava (S20, GPS, SUD, TL, TD, CMJ, SJ).

Povezanost varijabli TM (tjelesna masa) i MO (razlika kronološke i biološke dobi) sa izvedbom u testu maksimalne brzine udarca, treba gledati u istom kontekstu. Naime, očito je da su biološki zreliji igrači bili u stanju proizvesti veću silu na račun veće količine tjelesne mase. Povezanost tjelesne zrelosti i izvedbe u motoričkim i funkcionalnim testovima ekstenzivno je proučavana i dokumentirana u prijašnjim studijama (Figueiredo, Gonçalves, Coelho E Silva, & Malina, 2009). Bolji rezultati postignuti u testovima sprinta i maksimalne brzine te skokova (horizontalnih i vertikalnih) također su logična posljedica maturacije i podmaklog stadija zrelosti koji doprinosi boljoj izvedbi (Nughes et al., 2020). Naime, studije su potvrdile da tijekom pubertalne faze (12-15 godina) dječaci doživljavaju najbrži prirast mišićne mase koji za posljedicu ima povećanje razine jakosti i snage (Di Giminiani & Visca, 2017). Budući da se radi o uzorku utreniranih mladih sportaša sa relativno niskim postotkom tjelesne masti (prosječni BMI 21.06), za pretpostaviti je da će povećana razina tih kapaciteta doći do izražaja u specifičnim nogometnim pokretima poput udarca. Visoka korelacija brzine šuta i performansi u testovima sprinta i skoka posljedica je identične pozadine tih manifestacija, a to je generiranje što veće količine koncentrične sile u što kraćem vremenskom periodu (Carr, McMahon, & Comfort, 2015). Sukladno rezultatima ove studije, Wong i suradnici (2009) sugeriraju da masivniji igrači postižu bolje rezultate u testovima udarca i sprinta na 30 metara. Istraživanje provedeno na australskim igračima U-16 kategorije također navode razliku između grupa različite biološke starosti upravo u varijablama sprinta i vertikalnog skoka (Cripps, Hopper, & Joyce, 2016).

Nadalje, rezultati sugeriraju povezanost transverzalne dimenzionalnosti stopala i brzine udarca. Razlog tome je što igrači sa širim stopalom ostvaruju biomehaničku prednost zbog povećane površine koja nudi mogućnost primjene veće propulzivne sile koja se potom transferira na objekt, u ovom slučaju loptu. Utjecaj ove morfološke dimenzije slabije je istraživana u nogometu, no primjeri iz drugih sportova sugeriraju njezinu važnost u produkciji sile. Konkretno, analize provedene na plivačima pokazuju da pojedinci sa većom površinom dlana i stopala (tijela općenito) postižu bolje plivačke rezultate (Morais et al., 2013). Autori na-

vode da elitni odbojkaši većih poluga postižu veći okretni moment koji im daje mogućnost aplikacije veće sile na podlogu (Fattahi, Ameli, Sadeghi, & Mahmoodi, 2012). Također, Davis i suradnici potvrdili su da je morfologija stopala prediktor višeg vertikalnog odraza kod rekreativnih košarkaša (Davis et al., 2006).

## 5. ZAKLJUČAK

Rezultati provedenog istraživanja indiciraju postojanje povezanosti maksimalne brzine šuta sa biološkom dobi, morfološkim mjerama tjelesne mase i širine stopala te ostalih manifestacija eksplozivne snage (brzine sprinta te horizontalnih i vertikalnih skokova). Napredniji pojedinci zbog svojih bolje razvijenih tjelesnih kapaciteta postižu bolje rezultate u motoričkim i funkcionalnim testovima, izloženi su kvalitetnijem trenažnom procesu i najčešće su klasificirani kao elitni, odnosno kvalitetniji u odnosu na ostale vršnjake. Sportski djelatnici uključeni u proces odabira igrača trebali bi uvažiti biološke razlike i koristiti sveobuhvatniji, multi-disciplinarni, pristup koji zasigurno može smanjiti mogućnost pogreške u identifikaciji i selekciji mladih igrača. Budući da talent sačinjavaju fizičke, fiziološke i psihosocijalne kvalitete koje su tijekom perioda rasta i razvoja podložne promjenama, čini se uputno temeljiti regrutaciju/odabir na svim, a ne samo dijelu varijabli koje u tom trenutku najbolje diskriminiraju efikasnije i one malo manje efikasne pojedince. Buduća istraživanja trebala bi proširiti uzorak na više dobnih kategorija kako bi se dobila jasnija slika povezanosti morfoloških te bioloških kvaliteta i brzinsko-eksplozivnih sposobnosti igrača.

## 6. LITERATURA

1. Ali, A., Williams, C., Hulse, M., Strudwick, A., Reddin, J., Howarth, L., . . . McGregor, S. (2007). Reliability and validity of two tests of soccer skill. *Journal of sports sciences*, 25(13), 1461-1470.
2. Bidaurrazaga-Letona, I., Zubero, J., Lekue, J. A., Amado, M., & Gil, S. M. (2016). Anthropometry and somatotype of pre-adolescent soccer players: Comparisons amongst elite, sub-elite and non-elite players with non-players. *Collegium antropologicum*, 40(4), 269-277.
3. Bloomfield, J., Polman, R., & O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of sports science & medicine*, 6(1), 63.
4. Carr, C., McMahon, J. J., & Comfort, P. (2015). Relationships between jump and sprint performance in first-class county cricketers. *Journal of Trainology*, 4(1), 1-5.
5. Cripps, A. J., Hopper, L., & Joyce, C. (2016). Maturity, physical ability, technical skill and coaches' perception of semi-elite adolescent Australian footballers. *Pediatric exercise science*, 28(4), 535-541.
6. Davis, D. S., Bosley, E. E., Gronell, L. C., Keeney, S. A., Rossetti, A. M., Mancinelli, C. A., & Petronis, J. J. (2006). The relationship of body segment length and vertical jump displacement in recreational athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(1), 136-140.
7. Deprez, D. N., Fransen, J., Lenoir, M., Philippaerts, R. M., & Vaeyens, R. (2015). A retrospective study on anthropometrical, physical fitness, and motor coordination characteristics that influence dropout, contract status, and first-team playing time in high-level soccer players aged eight to eighteen years. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(6), 1692-1704.
8. Di Giminiani, R., & Visca, C. (2017). Explosive strength and endurance adaptations in young elite soccer players during two soccer seasons. *PloS one*, 12(2), e0171734.
9. Fattahi, A., Ameli, M., Sadeghi, H., & Mahmoodi, B. (2012). Relationship between anthropometric parameters with vertical jump in male elite volleyball players due to game's position. *Journal of human sport and Exercise*, 7(3), 714-726.
10. Figueiredo, A. J., Gonçalves, C. E., Coelho E Silva, M. J., & Malina, R. M. (2009). Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of human biology*, 36(1), 60-73.
11. Höner, O., Votteler, A., Schmid, M., Schultz, F., & Roth, K. (2015). Psychometric properties of the motor diagnostics in the German football talent identification and development programme. *Journal of sports sciences*, 33(2), 145-159.
12. Iaia, F. M., Ermanno, R., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International journal of sports physiology and performance*, 4(3), 291-306.
13. Ioannis, G. (2013). Comparison of physical capacities strength and speed of different competition level football players. *Journal of Physical Education and Sport*, 13(2), 255.
14. Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & science in sports & exercise*, 34(4), 689-694.



15. Morais, J. E., Garrido, N. D., Marques, M. C., Silva, A. J., Marinho, D. A., & Barbosa, T. M. (2013). The influence of anthropometric, kinematic and energetic variables and gender on swimming performance in youth athletes. *Journal of human kinetics*, 39(1), 203-211.
16. Nughes, E., Rago, V., Aquino, R., Ermidis, G., Randers, M. B., & Ardigo, L. P. (2020). Anthropometric and functional profile of selected vs. non-selected 13-to-17-year-old soccer players. *Sports*, 8(8), 111.
17. Polman, R., Walsh, D., Bloomfield, J., & Nesti, M. (2004). Effective conditioning of female soccer players. *Journal of sports sciences*, 22(2), 191-203.
18. Reilly, T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of sports sciences*, 15(3), 257-263.
19. Wong, P.-L., Chamari, K., Dellal, A., & Wisløff, U. (2009). Relationship between anthropometric and physiological characteristics in youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1204-1210.
20. Zambak, Ö. (2019). Evaluation of maximum aerobic power, shoot speed and 20-m sprint power of football players at pre-season and mid-season. *International Journal of Disabilities Sports and Health Sciences*, 2(2), 72-77.





**3. dio**

**Metodika  
kondicijskog treninga  
u pojedinim  
sportovima**

**Methodology of  
fitness training in  
certain sports**



# PRIMJENA METODSKIH VJEŽBI KOD UČENJA PRAVILNE TEHNIKE BACANJA KOPLJA I VORTEXA U PODUCI POČETNIKA

Ivan Brkljačić<sup>1</sup>, Marijo Baković<sup>1</sup>, Josip Jularić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Osnovna škola Sesevetska Sela

## 1. UVOD

Bacanja u kineziološkom smislu su elementarni načini kretanja u kojima se manipulira određeni objekt u prostor. Pavlović (2015) navodi: „atletska bacanja su složena kretanja acikličko-cikličnog karaktera i obuhvaćaju bacanje koplja, diska, kugle i kladića. Unatoč tome, da bi bacač mogao postići svoju maksimalnu duljinu hitca, prvo mora naučiti niz motoričkih kretnji koje utječu na bacanje. Bošnjak, Tešanović i Jakovljević (2015) navode: „kod bacanja koplja mogu se identificirati četiri međusobno povezane strukturalne faze: pripremna faza, faza prestizanja sprave, faza maksimalnog naprežanja i faza održavanja ravnoteže.“ Bacanje koplja je najstarija disciplina koja je bila sastavni dio prvih Olimpijskih igara. Studentima i mlađim dobnim uzrastima kojima je teško upravljati kopljem, samim tim, kompliciranije je naučiti tehniku bacanja. Iz tog razloga sve češće se koriste loptice malih težina, a u posljednje vrijeme i vortex (Tešanović, 2009). Vortex je sprava za bacanje izrađena većinom od spužve, mase 130 grama. Oblik sprave nalik je projektilu, te je oblikovana u svrhu što bolje aerodinamičnosti. U mlađim dobnim kategorijama koristi se ponajprije radi sigurnosti, da bi se izbjeglo opasno rukovanje kopljem, a zatim i kao vrlo zanimljiv rekvizit koji je često veoma popularan među mlađim polaznicima atletske škole, ali i svim ostalim bacačima početnog i naprednog statusa svih dobnih kategorija.

Prema (Atwater, 1979; Menzel, 1987) kretnje koje se koriste u bacanju koplja su slične drugim pokretima koji se primjenjuju prilikom udaranja ili bacanja predmeta. Da bi djeca mogla bacati koplje kada odrastu, moraju naučiti bacati vortex koji prethodi bacanju koplja. Koplje je preteško za djecu te može biti opasno i zbog toga djeca bacaju vortex koji ima gotovo isti način izvedbe i bacanja, a bitno je smanjena mogućnost od ozljede sebe i drugih. Kada se radi o bacanju laganih rekvizita oni su prisutni u mnogim sportovima i sportskim disciplinama. Ukoliko se promatraju bacanja kao motorički zadaci može se pretpostaviti i da se isti može izvesti u površnoj i nedostatnoj formi ili subjekt može imati sposobnost fluidnog i harmoničnog provođenja tog motoričkog zadatka (Horga, 2010). Od početne faze učenja motoričkih zadataka do potpune automatizacije, događa se poboljšanje i usavršavanje treniranjem i raste jednako ukupnom znanju i iskustvu, iako je u značajnijoj mjeri uvjetovana i količinom motoričkih sposobnosti (Schmidt i Wrisberg, 2003). Da bi proces učenja motoričkog zadatka mogao napredovati sportaši moraju znati kako zadatak izgleda i trebaju imati informacije o motoričkoj vještini. Demonstracija, odnosno davanje informacije vizualnim putem, informacija se vježbaču može prezentirati i verbalnim (Barić, 2011). Prema Barić (2011) povratne informacije u postupku motoričkog učenja sastavni su i vrlo bitan dio procesa motoričkog učenja. Sigurno je jedino da smanjivanjem količine vanjskih povratnih informacija i povećanjem kontekstualne interferencije (ometanje) nije moguće očekivati maksimalni učinak pri savladavanju nove motoričke vještine (Wu i suradnici, 2011).

Obzirom da se bacanje koplja smatra najkompleksnijom bacačkom disciplinom, metoda koja se u tome slučaju sama po sebi nameće jest analitička. Findak, (1999) navodi da je analitička metoda učenja metoda u kojoj pojedinac motorički zadatak ili vježbu izvodi u dijelovima. Koristi se ukoliko subjekt ili subjekti nisu u mogućnosti određeni motorički zadatak ili vježbu izvesti u cjelini, pa je potrebno da se motoričko gibanje uči po dijelovima. Nakon usvojenosti pojedinačnog dijela motoričkog zadatka ili vježbe prebacuje se na spajanje u cjelinu. Da bi ta metoda bila što uspješnija, potrebno je paziti da svaki segment pokre-

ta čini smislenu cjelinu, a da se ne zaboravi na individualnost pojedinca i da se učenje pojedinog dijela ne otegne da ne dođe do nemogućnosti povezivanja pokreta u cjelinu, odnosno automatizacije. Učenje složenih motoričkih zadataka zavisi od raznih čimbenika, a jedan od njih je i kombinacija metoda učenja koja se primjenjuje u postupku poučavanja. Bacanje vortexa vrlo je popularan i često primjenjiv način bacanja te je uz bacanje loptice sastavni dio početnog procesa obuke bacanja koplja u atletici.

Metodske vježbe u ovome radu podijeljene su u dvije skupine. Prva skupina metodskih vježbi odnosi se na upoznavanje s hvatovima, pravilno držanje koplja, poziciju tijela prilikom izbačaja, te sam izbačaj. U drugoj skupini prethodno naučeni izbačaj se povezuje sa zaletom koji se sastoji od cikličkog i acikličkog dijela. U cikličkom dijelu izvodi se pravocrtno gibanje progresivnim povećanjem brzine kretanja u smjeru zaleta, a u acikličkom se izvodi zadani broj križnih koraka, nakon kojih slijedi izbačaj koplja, te zaustavljanje i kontrola kretanja uz svjesno izbjegavanje počinjenja prijestupa, kako bi hitac bio validan u natjecateljskim uvjetima i da bi se ispunili svi uvjeti za mjerenje istog. Cilj i svrha ovoga rada jest poučavanje bacača koplja i vortexa prvo početnika, a zatim i onih naprednijih koristeći samo određene methodske vježbe za ispravljanje fragmenata tehnike za koje se smatra da je unapređenje potrebno koristeći analitički pristup učenju. Sve navedene methodske vježbe jednako se mogu koristiti u sklopu podučavanja obje discipline koje su po strukturi kretanja srodne.

## 2. USVAJANJE TEHNIKE IZBAČAJA

### Prikaz pravilnog hvata i načina držanja koplja ili vortexa

U samom početku poduke bacanja koplja elementarno je pokazati pravilan hvat prilikom držanja koplja. Postoji nekoliko osnovnih tehnika koje se koriste: 1. Američki stil je najviše u upotrebi. Prilikom hvata, palac se nalazi s jedne strane, kažiprst s druge, a ostala tri prsta upotpunjuju hvat stisnuti jedan pored drugog. Hvat ne smije biti niti prečvrst, niti preblag. Treba biti dovoljno čvrst da bi se kontroliralo koplje prilikom maksimalnog izbačaja.; 2. Finski stil označava tehniku hvata gdje je prilikom hvata kažiprst usmjeren prema stražnjoj strani koplja, uz standardan hvat ostalih prstiju. Ova tehnika omogućava drugačiju kontrolu držanja koplja, koja se također često koristi kod bacača, od kojih su neki i vrhunski. 3. V-hvat je jednostavan hvat koji često koriste bacači koji imaju problema s palcem ili laktom. Koplje se hvata s kažiprstom i srednjim prstom s obje strane, dok donji dio hvata čine palac, prstenjak i mali prst. Kontrola kod ovoga hvata je također odlična, a izbor tehnike individualan kod svakoga. Uz osnovne tehnike, postoje i individualne, a najčešće se odnose na varijacije postojećih osnovnih tehnika i promjene pri položaju prstiju kod hvata, koje bacači koriste prema vlastitom nahođenju ili u dogovoru s trenerom, a sve u svrhu kvalitetnije izvedbe. Posljedica dobrog hvata je kvalitetna kontrola koplja, te isto takav transfer sile s tijela na koplje. Bitno je napomenuti da se identični hvatovi koriste i u mlađim kategorijama pri upotrebi vortexa kao bacačkog rekvizita.

### Izbačaj jednom rukom u neposrednu blizinu

Stav je dijagonalan sa suprotnom nogom u odnosu na izbačajnu ruku u prednjoj poziciji. Vrh koplja usmjeren je prema tlu, a stražnji dio visoko podignut. Zamašna ruka usmjerena je prema mjestu gdje se treba zabiti koplje. Rotacijom stopala, koljena i zatim kuka dominantne strane, koplje se izbacuje i upućuje u neposrednu blizinu od mjesta izbačaja. Vježba se izvodi s ciljem usvajanja osnovnih struktura izbačaja koplja, te redosljeda gibanja zglobnih struktura tijela i prijenos sile na ruku kojom se izbacuje.

### Izbačaj s dvije ruke iz paralelnog stava

Stav je paralelan i koljena u laganoj fleksiji. Koplje se drži objema rukama netom iznad glave. Pomicanjem gornjeg dijela tijela unazad dolazi do istežanja prednje strane trupa, prilikom koje se odvija kretanje prema naprijed, te izbačaj koristeći prvenstveno silu proizvedenu trupom i nogama, te zatim rukama. Kretanje se nastavlja kroz nekoliko zaustavnih koraka.

### Izbačaj jednom rukom iz paralelnog stava

Stav je paralelan i koljena u blagoj fleksiji. Koplje se drži dominantnom rukom iznad glave. Nedominantna ruka nalazi se uz tijelo. Pomicanjem gornjeg dijela tijela unazad dolazi do istežanja prednje strane

trupa, prilikom koje se odvija kretanje prema naprijed, te izbačaj koristeći prvenstveno silu proizvedenu trupom i nogama, te zatim ruke. Kretanje se nastavlja kroz nekoliko zaustavnih koraka.

#### **Izbačaj s dvije ruke iz dijagonalnog stava**

Stav je dijagonalan i koljena u blagoj fleksiji. Koplje se drži objema rukama s laktovima u fleksiji iznad glave. Pomicanjem gornjeg dijela tijela unazad dolazi do istežanja prednje strane trupa i pomicanja projekcije CTT-a na stražnju nogu, nakon kojeg se odvija kretanje prema naprijed s premještanjem projekcije CTT-a na prednju nogu, te izbačaj koristeći prvenstveno silu proizvedenu trupom i nogama, te zatim rukama. Kretanje se nastavlja kroz nekoliko zaustavnih koraka.

#### **Izbačaj jednom rukom iz dijagonalnog stava**

Stav je dijagonalan i koljena u blagoj fleksiji. Koplje se drži dominantnom rukom iznad glave. Pomicanjem gornjeg dijela tijela unazad dolazi do istežanja prednje strane trupa i pomicanja projekcije CTT-a na stražnju nogu, nakon kojeg se odvija kretanje prema naprijed s premještanjem projekcije CTT-a na prednju nogu, te izbačaj koristeći prvenstveno silu proizvedenu trupom i nogama, te zatim rukom. Kretanje se nastavlja kroz nekoliko zaustavnih koraka.

#### **Izbačaj iz kretanja s dvije ruke iz dijagonalnog stava**

Nakon nekoliko uvodnih koraka tijelo se postavlja u položaj za izbačaj koplja objema rukama iz dijagonalnog stava, nakon čega slijedi izbačaj. Kretanje se nastavlja kroz nekoliko zaustavnih koraka.

#### **Izbačaj iz kretanja s jednom rukom iz dijagonalnog stava**

Nakon nekoliko uvodnih koraka tijelo se postavlja u položaj za izbačaj koplja objema rukama iz dijagonalnog stava, nakon čega slijedi izbačaj. Kretanje se nastavlja kroz nekoliko zaustavnih koraka.

#### **Izbačaj iz centralne pozicije**

Stav je dijagonalan. Prsti prednje noge usmjereni su u smjeru bacanja, a prsti stražnje noge u stranu i prema van. Položaj trupa usmjeren je bočno u stranu dominantne ruke. Zamašna ruka usmjerena je u smjeru bacanja. Koplje se drži nekim od već usvojenih vrsta hvatova pruženog lakta i šakom u visini ramena. Iz tog položaja naginjanjem unazad prenosi se opterećenje na stražnju nogu, nakon čega slijedi rotacija gležnja, koljena, kuka i trupa u smjeru bacanja, prijenos centra težišta tijela na prednju nogu i izbačaj. Kretanje se zaustavlja kroz nekoliko koraka nakon izbačaja.

### **3. USVAJANJE TEHNIKE ZALETA I POVEZIVANJE S IZBAČAJEM**

#### **Visoki skip u mjestu držeći koplje u paralelnom položaju iznad ramena**

Izvodi se tehnika visokog skipa u mjestu držeći koplje u paralelnom položaju iznad ramena.

#### **Progresivno povećanje brzine kretanja uz imitaciju držanja koplja**

Izvodi se tehnika visokog skipa s progresivnim ubrzanjem kretanja prema naprijed uz imitaciju držanja koplja u osnovnoj poziciji, odnosno u paralelnom položaju iznad ramena.

#### **Hodanje križnim korakom s naglaskom na položaj tijela uz imitaciju držanja koplja**

Tijelo se nalazi u bočnoj poziciji u odnosu na smjer kretanja. Projekcija CTT nalazi se na stražnjoj nozi koja je u svojoj početnoj poziciji u fleksiji u zglobu koljena, te se tijelo nalazi u blago nagnutom položaju prema natrag. Prednja noga je opružena u zglobu koljena s prstima usmjerenim u stranu dominantne ruke. Iz tog položaja izvode se kretne tijela prema naprijed brzinom hoda.

#### **Skok u dalj križnim korakom uz imitaciju držanja koplja**

Iz istog položaja kao kod prošle vježbe izvode se brza horizontalna gibanja prema naprijed u vidu skokova. Izbačajna ruka imitira držanje koplja opruženog lakta. Svaki skok izvodi se zasebno s pauzom između svakog skoka.

### **Povezivanje 2, 3 i 4 križna koraka u nizu s naglaskom na povećanje brzine kretanja uz imitaciju držanja koplja**

Ova vježba izvodi se kao nadogradnja na prošlu vježbu na način da se povežu dva, tri ili četiri skoka zaredom. Naglasak je na svakom idućem skoku koji mora biti izveden brže u odnosu na prethodni. Može se izvesti i kao elementarna igra u pripremnom dijelu treninga uz mjerenje preskočene udaljenosti.

#### **Dolazak u centralnu poziciju iz 1, 2 i 3 križna koraka s kopljem**

Izvodi se jedan križni korak i postavljanje tijela u centralnu poziciju. Nakon nekoliko uspješnih pokušaja, vježba se izvodi s dva, odnosno tri križna koraka u istoj formi.

#### **Dolazak u centralnu poziciju iz 1, 2 i 3 križna koraka nakon visokog skipa u mjestu s kopljem**

Izvodi se visoki skip u mjestu, nakon kojeg slijedi jedan križni korak i postavljanje u centralnu poziciju. Nakon toga se ista vježba izvodi s dva i tri križna koraka.

#### **Dolazak u centralnu poziciju iz 1, 2 i 3 križna koraka nakon visokog skipa u kretanju s kopljem**

Izvodi se visoki skip u mjestu, zatim u kretanju. Nakon njega slijedi jedan križni korak i postavljanje u centralnu poziciju. Nakon toga se ista vježba izvodi s dva i tri križna koraka.

#### **Iz zaleta 8-12 koraka i 1, 2 i 3 križna koraka dolazak u centralnu poziciju s kopljem**

Iz zaleta 8-12 koraka izvodi se jedan križni korak i dolazak u centralnu poziciju. Nakon toga se ista vježba izvodi s dva i tri križna koraka.

#### **Iz zaleta 8-12 koraka i 1, 2 i 3 križna koraka dolazak u centralnu poziciju i izbačaj s kopljem**

Iz zaleta 8-12 koraka izvodi se jedan križni korak, dolazak u centralnu poziciju, zadržavanje i korekciju trenutnog položaja, te izbačaj. Nakon toga se ista vježba izvodi s dva i tri križna koraka u istoj formi.

#### **Formiranje točnog zaleta i izbačaj koplja koristeći cjelokupnu tehniku**

Iz unaprijed definiranog, izmjenjenog i označenog mjesta zaleta izvodi se zalet, križni koraci i izbačaj u cijelosti.

### **3. ZAKLJUČAK**

Važnost metodskog poučavanja ključno je u procesu učenja svakog novog elementa. To se odnosi i na atletska bacanja, konkretno, bacanje koplja. Kako bi se vježbe što uspješnije aplicirale i sportaš imao maksimalan benefit, bitno je percipirati tehniku bacanja koplja kroz sve segmente njezine izvedbe. Svaki pojedini segment kojem je potrebna preinaka nužno je unapređivati analitički pomoću navedenih vježbi i sustavne poduke. Trener je taj koji je kompetentan odrediti i tempirati brzinu učenja pojedinih elemenata, odnosno zadržavanje na elementima tehnike koji zahtijevaju unapređenje. Radi jednostavnijeg i kvalitetnijeg shvaćanja, vježbe su poredane od samog početka, te do konačnog oblika izvedbe. Metodske vježbe ujedno su podijeljene na dvije skupine. Prva se odnosi na učenje osnova hvata i izbačaja iz mjesta, a druga na povezivanje naučenog izbačaja sa pravilnim zaletom. Ovo je način koji je najkvalitetniji za usvajanje cjelokupne tehnike bacanja koplja. Ove su vježbe nastale proučavanjem i uporabom stručne literature, zatim uslijed direktne primjene u radu s atletičarkama i atletičarima, te studenticama i studentima Kineziološkog fakulteta u području atletske bacanja, uz povremene i konkretne modifikacije koje su učinjene radi poboljšanja učenja prilikom upotrebe istih. Navedene vježbe mogu biti modificirane u svrhu daljnjih poboljšanja metoda učenja, te naravno, uspješnije izvedbe pojedinca u konačnici. Prijedlog za daljnja unapređenja nakon usavršavanja ovih metodskih vježbi svakako su poboljšanja koristeći nove znanstvene spoznaje kao što je aplikacija dodatnog opterećenja na područje nadlaktice u svrhu poboljšanja bacačke udaljenosti (Linthorne i sur., 2022) i općenito proučavanje biomehaničkih faktora nužnih za performanse u bacanju koplja (Morriss i sur., 1996).

### **4. LITERATURA**

1. Atwater, A. E. (1979). Biomechanics of overarm throwing movements and of throwing injuries. *Exercise and sport sciences reviews*.
2. Barić, R. (2011). Motoričko učenje i poučavanje složenih motoričkih vještina. *Zbornik radova 9. godišnja konferencija Kondicijska priprema sportaša: Trening koordinacije*. Jukić, I., Gregov, C., Šalaj, S., Milanović, L., Trošt-Bobić, T., Bok, D. Kineziološki fakultet. Zagreb. str. 63-76.

3. Bošnjak, G., Tešanović, G., Jakovljević, V. (2015). *Atletika – metodika obučavanja*. Banja Luka: Univerzitet u Banjoj Luci, Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta.
4. Findak, V. (1999). *Metodika tjelesne i zdravstvene kulture*. Zagreb, Školska knjiga.
5. Horga, S. (2010). *Psihologija sporta*. Kineziološki fakultet, Zagreb.
6. Linthorne N, Heys M, Reynolds T, Eckardt N. Attaching mass to the upper arm can increase throw distance in a modified javelin throw. *Acta Bioeng Biomech*. 2020;22(2):55-67. PMID: 32868945.
7. Menzel, H. J. (1987). Transmission of partial momenta in javelin throw. *Biomechanics X-8, Human Kinetics Publishers, Champaign*.
8. Morriss C, Bartlett R. Biomechanical factors critical for performance in the men's javelin throw. *Sports Med*. 1996 Jun; 21(6):438-46.
9. Pavlović, R. (2015). Analiza tehnike bacanja kugle na SP-u u Berlinu 2009. Pregledni naučni rad. Fakultet fizičkog vaspitanja i sporta, Pale.
10. Schmidt, R.A. i Wrisberg, C.A. (2003). Motor learning and control, 3<sup>rd</sup> edition. *Human Kinetics*.
11. Tešanović, G. i Bošnjak, G. (2009). Primjena vortexa kao zamjenskog rekvizita u trenažnom procesu mladih bacača koplja. *Sportekspert*, 2(2)
12. Wu, W. F., Young, D. E., Schandler, S. L., Meir, G., Judy, R. L, Perez, J., Cohen, M. J. (2011). Contextual interference and augmented feedback: is there an additive effect for motor learning? *Human Movement Science*.



# ZAVOJITI SPRINT U NOGOMETU: NOVI FOKUS U PRAKSI

Alen Tolić

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Nogomet je sport izmjeničnog karaktera u kojem se tijekom igre pojavljuju opterećenja različitih fizioloških zahtijeva i trajanja. Iako se, vremenski gledajući, većina kondicijskih zahtjeva nogometne utakmice nalazi u prostoru nižeg i srednjeg intenziteta, zahtjevi višeg intenziteta su ti koji čine rezultatsku prevagu na terenu. Tijekom nogometne igre sprinterska aktivnost pojavljuje se približno svakih 90 sekundi, a svaka traje približno 2-4 sekunde (Stolen i sur., 2005). Sprint je aktivnost koja se obično pojavljuje prije odlučujućih situacija u igri poput zgođitka (Loturco i sur., 2020). "Međutim, analiza vremena prostora u nogometu pokazala je da je sprint jako rijetko linearan, većina sprinteva (85% svih sprinteva, uključujući sve pozicije) izvode se zavojitom putanjom tijekom utakmice" (Fitzpartick i sur., 2019). Nelinarnost kretanja obično se pripisuje naglim promjenama smjera, te značaj zavojitog sprinta donedavno nije dobivala na značaju. Zavojiti sprint (eng. *curve, curvilinear sprint*) je aktivnost zavojite putanje gibanja sa kontinuiranom promjenom smjera kretanja (Filter, 2019). Može se izvesti u kretanju prema naprijed, nazad, bočno, te u "bolju" i "lošiju" stranu. Priroda nogometne igre takva je da će bitne akcije biti izvedene u zavojitom obrascu (Fitzpatrick i sur., 2019), stoga je za pretpostaviti da takav oblik kretanja treba razmotriti u trenažnom procesu nogometne momčadi. Cilj ovog rada jest predstaviti pojavnost i važnost takvog obrasca kretanja, te opisati njegove biomehaničke odrednice, predstaviti način testiranja istog, te opisati njegovo korištenje u trenažnom procesu.

## 2. ANALIZA ZAVOJITOG SPRIINTA U NOGOMETU

Sve veća dostupnost tehnologije u nogometu, kroz GPS (eng. *global positioning system*), olakšava kvantificiranje učestalosti i zahtjevnosti različitih kretnih struktura, pa tako i sprinta. Osim navedenog, GPS sustav omogućio je i definiranje trajektorije kretanja igrača unutar igre i time prepoznavanje učestalih obrazaca kretanja koje mogu biti od ključnog značaja. Sama učestalost i putanja takve kretnje ovisi o poziciji igrača i kontekstu same igre (Ade, 2016). Većina kretanja zavojite putanje veznjaci i napadači izvode prema naprijed, za pretpostaviti je da su takve aktivnosti važne u igri za stvaranje prostora, zaobilazanje igrača i ostale situacijske elemente napadačke igre (Fitzpatrick, 2019; Blomfield, 2007). Fitzpatrick i sur. (2019) utvrdili su različite kuteve zavojitih sprinteva u odnosu na poziciju igrača, pa tako središnji obrambeni igrači zavojite sprinteve izvode pri manjim kutevima u odnosu na ostale igračke pozicije, dok središnji napadači iste kretnje izvode prosječno pri najvišim kutevima u odnosu na ostale pozicije i to pri kutevima od  $10-15^\circ$  i  $15^\circ+$ , sve do  $30^\circ$ . Brice (2004) navodi da radijus krivulje varira od 3.5 m do 11 m.

## 3. BIOMEHANIČKE ODREDNICE ZAVOJITOG SPRIINTA

Promatrajući zavojiti sprint jasno je da postoje brojne sličnosti sa pravocrtnim sprintom, no nagib tijela prilikom takvog sprinta ono je što primarno razlikuje ta dva sprinta, što ih stoga čini međusobno nezavisnim sposobnostima (Filter, 2019). Razlika je prisutna u zahtjevu tijela da generira centripetalnu silu što rezultira drugačijim mehaničkim i neuromišićnim odgovorom (Filter i sur., 2020). No glavna razlika, u odnosu na pravocrtni sprint, jest dužina kontakta s podlogom unutrašnje u odnosu na vanjsku nogu (Smith i sur., 2006; Smith, 1997) što je očekivano obzirom na prebacivanje težišta na tu nogu što formira specifičan kut u gležanjskom zglobu zbog čega je isti u nepovoljnijoj situaciji da apsorbira i generira silu. Sve navedeno uzrok je drugačije mišićne aktivacije prilikom sprinta. EMG analiza (Filter i sur., 2020) pokazala je vrlo sličnu aktivaciju gluteus mediusa (GM) i bicepsa femorisa (BF) prilikom pravocrtnog sprinta

kod obje noge. Nasuprot tome, prilikom zavojitog sprinta dokazana je značajna razlika između vanjske i unutarnje noge, pri čemu je aktivacija mišića u GM i BF bila veća kod vanjske noge, dok je unutarnja noga imala veću aktivaciju u semitendinosusu (ST) i adukturu (AD). Navedeno jest logično obzirom da su GM i BF vanjski rotatori, dok suprotno, ST i AD jesu unutrašnji rotatori femura. Obzirom, da je dužina kontakta s podlogom veća je kod unutrašnje noge, postoji pretpostavka da je unutrašnja noga ograničavajući čimbenik u izvedbi zavojitog sprinta (Chang i Kram, 2007).

#### 4. ZAVOJITI SPRINT U MLAĐIM DOBNIM KATEGORIJAMA

Učestalost sprinta osim o kvaliteti pojedinca, momčadi i poziciji igrača ovisi i o dobi igrača (Castagna, 2003). Stariji igrači (U16) brži su od mlađih igrača (U14) u različitim udaljenostima prilikom sprinta (Mendez-Villanueva i sur., 2011) što je očekivano obzirom da na sprint utječu čimbenici rasta i razvoja. Filter (2022) je dokazao isto i za zavojiti sprint, a utvrdio jest da kod nogometaša (U15, U17, U20) postoji značajna razlika u zavojitom sprintu u “bolju” stranu ( $ES=1,45$ ), no ne i u “lošiju” s rastom starosne dobi. Time dolazimo do zaključka da se asimetrija između “bolje” i “lošije” strane potencijalno povećava s godinama, a isto vrijedi za povezanost pravocrtnog i zavojitog sprinta.

#### 5. TESTIRANJE ZAVOJITOG SPRINTA

Testiranje se izvodi na nogometnom igralištu na polukružnoj liniji na vrhu šesnaesterca prema standardiziranim mjerama: 9.15m radijusa s točke jedanaesterca, 14.6m od startne točke od ciljne točke po pravocrtnoj liniji 16-erca, te 17m ukupne udaljenosti od starta do cilja po polukružnoj liniji. Foto ćelije postavljene su na početak i kraj polukružne linije, a ispitanik starta 0,5m iza ćelije. Sprint se izvodi u obje strane u dva navrata u najbolji rezultat upisuje se kao finalni. Između svakog sprinta ispitanici odmaraju 5 minuta.

#### 6. KORIŠTENJE ZAVOJITOG SPRINTA U TRENAŽNOM PROCESU

Obzirom na učestalost, važnost te mehaničke specifičnosti zavojitog sprinta navedena struktura gibanja trebala bi biti dio kondicijske pripreme pojedinog sportaša, odnosno momčadi. Kao i kod pravocrtnog sprinta, vertikalnog ili horizontalnog skoka, te promjene smjera kretanja, i u ovom specifičnom kretanju ima smisla razmotrit razvoj navedene sposobnosti kroz prostor jakosti, eksplozivnosti sa i bez vanjskog opterećenja, izometrije, te s rasterećenjem.

Primjeri vježbi iz različitih prostora sposobnosti za razvoj zavojitog sprinta:



**Slika 1.** Jednonožni čučanj s osloncem na vanjsku/unutarnju nogu s tijelom nagnutim na ploču koso postavljene šipke



**Slika 2.** Lateralni skokovi



**Slika 3.** Lateralna izometrija na vanjsku/unutrašnju nogu

## 7. ZAKLJUČAK

Trenutno tematika zavojitog sprinta nudi više pitanja nego odgovora, stoga nema jasnog zaključka koji trenažni sadržaji efikasno unaprijeđuju izvedbu zavojitog sprinta. Unatoč malobrojnim istraživanjima na ovu temu, možemo izvući brojne zaključke. Jasno je da je prisutnost zavojitog sprinta značajna u nogometnoj utakmici te da kao takva ne samo da treba biti predmetom unaprijeđenja uslijed kondicijske pripreme, već ju treba razmotriti u kontekstu rehabilitacijskog protokola obzirom da zavojiti sprint svoju pojavnost može bilježiti sve do kuta od 30°. Treneri moraju razmotriti poziciju igrača pri čemu je nužno razumjeti različitu učestalost i veličinu kuteva pri izvođenju zavojitog sprinta što tu kretanju čini važnijom za neke pozicije. Razumijevajući činjenicu da prijelaz iz nižih prema višim brzinama kretanja za posljedicu ima kraći kontakt s podlogom i povećanje u vertikalnim vršnim silama (Colyer i sur., 2018) logično je za pretpostaviti da pliometrija s poštivanjem mehaničkih zakonitosti zavojitog kretanja može biti sredstvo unaprijeđenja istog, no daljnja istraživanja na ovu temu su potrebna. Isto vrijedi i za izometriju (različitih

oblika) u mehanički specifičnom položaju, a postoji i očita nužnost za traženjem sadržaja gdje ćemo femur trenirati i u unutrašnjoj rotaciji. Zavojiti sprint je specifična sposobnost koju treba ne samo trenirati, već i testirati jer postoji tendencija specijalizacije u sprintu zbog čega postoji jača povezanost sličnih varijabli iz prostora eksplozivnosti u mlađoj dobi, nego u odrasloj (Ates, 2018). Primjena ove kretnje može biti dio pripremnog dijela treninga, razvojnog treninga, no i dio igara reakcije zbog čega će ista biti zanimljiva svim dobnim skupinama.

## 8. LITERATURA

1. Ade, J., Fitzpatrick, J., Bradley, P.S. (2016). High-intensity efforts in elite soccer matches and associated movement patterns, technical skills and tactical actions. Information for position specific training drills. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2205-14.
2. Ateş B. (2018). Age-related Effects of Speed and Power on Agility Performance of Young Soccer Players. *Journal of Education and Learning*, 7(6), 93.
3. Bloomfield, J., Polman, R., O'Donoghue, P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(1):63–70.
4. Brice, B., Smith, N., & Dyson, R. (2004). Frequency of curvilinear motion during competitive soccer play. *Journal of Sports Sciences*, 22, 485-593.
5. Castagna, C., D'Ottavio, Stefano, A., Abt, G. (2003). Activity profile of young soccer players during actual match play. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 775-780.
6. Chang, Y., Kram R. (2007). Limitations to maximum running speed on flat curve. *Journal of Experimental Biology*, 210, 971–982.
7. Colyer, S.L., Nagahara, R., Takai, Y., Salo, A.I.T. (2018). How sprinters accelerate beyond the velocity plateau of soccer players: Waveform analysis of ground reaction forces. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(12), 2527–2535.
8. Filter, A., Olivares, J., Santalla, A., Nakamura, F. Y., Loturco, I., & Requena, B. (2020). New curve sprint test for soccer player: Reliability and relationship with linear sprint. *Journal of Sports Sciences*, 38(11-12), 1320-1325.
9. Filter, A., Olivares-Jabalera, J., Santalla, A., Morente-Sánchez, J., Robles-Rodríguez, J., Requena, B., & Loturco, I. (2020). Curve sprinting in soccer: kinematic and neuromuscular analysis. *International Journal of Sports Medicine*, 41(11), 744-750.
10. Filter-Ruger, A., Gantois, P., Henrique, R. S., Olivares-Jabalera, J., Robles-Rodríguez, J., Santalla, A., ... & Nakamura, F. Y. (2022). How does curve sprint evolve across different age-categories in soccer players? *Biology of Sport*, 39(1), 53-58.
11. Fitzpatrick, J.F., Linsley, A., Musham, C. (2019). Running the curve: a preliminary investigation into curved sprinting during football match-play. *Sports Performance and Science Reports*, 55:v1.
12. Loturco I, Bishop C, Freitas TT, Pereira LA, Jeffreys I. (2020). Vertical Force Production in Soccer: Mechanical Aspects and Applied Training Strategies. *Strength and Conditioning Journal*, 42(2), 6–15.
13. Smith, N. A., Dyson, R. J., & Hale, T. (1997). Lower extremity muscular adaptations to curvilinear motion in soccer. *Journal of Human Movement Studies*, 33(4), 139-153.
14. Smith, N., Dyson, R., Hale, T., & Janaway, L. (2006). Contributions of the inside and outside leg to maintenance of curvilinear motion on a natural turf surface. *Gait & posture*, 24(4), 453-458.
15. Stølen, T., Chamari, K., & Castagna, C., Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. vol. 35, issue 6. *Sports Med*, 501-536.

# **SUPRAMAKSIMALNI EKSCENTRIČNI TRENING: NUŽNOST ILI ODABIR?**

**Antonio Šagovac**

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## **1. UVOD**

Razvojem sportske znanosti i pristupom mnogih znanstveno – utemeljenih spoznaja dolazimo do prepoznavanja novih oblika trenažnih operatora i sadržaja. Takvi alati nam pomažu u procesu sportske pripreme, održavanju i razvoju zdravstvenih pokazatelja, prevenciji ozljeda te rehabilitaciji od iste. Danas postoji izuzetan broj različitih trenažnih protokola koji se primjenjuju u cilju razvoja sportaševih sposobnosti i kapaciteta. Jedan od takvih vidova treninga jest supramaksimalni ekscentrični trening ili ekscentrični trening s nadopterećenjem. Ovakva vrsta treninga provodi se u ekscentričnom režimu u kojem je opterećenje za 20 do 30% veće od maksimalne koncentrične jakosti, odnosno iznad 1RM, što nam omogućuje aktivno izduljivanje mišićnih fascikula, čime nas dovodi do brojnih fizioloških i strukturalnih mišićnih promjena (McNeill, Beaven, McMaster & Gill, 2020). Specifični učinci primjene ovakvog oblika treninga ogledaju se u povećanju jakosti, živčane provodljivosti, mišićne hipertrofije i snage (Harden, Bruce, Wolf, Hicks & Howatson, 2020). Vrlo važna karakteristika ekscentričnog nadopterećenja prisutna je u promjeni arhitekture samog mišića, koja dovodi do stvaranja novih sarkomera na krajevima mišićnih vlakana. Takva vrsta strukturalne promjene naziva se longitudinalna hipertrofija (Guyton & Hall, 2016), a laički objašnjeno, riječ je o hipertrofiji u duljinu. Upravo ova vrsta hipertrofije zauzima veliki značaj i zanimaciju u području prevencije i rehabilitacije mišićnih ozljeda, obzirom da recentna istraživanja objašnjavaju kako je veliki broj mišićnih ozljeda vezan uz lošu arhitekturu mišića, kao jedan od rizičnih čimbenika (Van der Horst i sur., 2015; Presland i sur., 2018; Muniz Medeiros i sur., 2020). U daljnjem tekstu će pomno biti objašnjena fiziološka pozadina djelovanja supramaksimalnog ekscentričnog treninga, važnost njegove primjene u cilju razvoja sportaševih performansi, redukcije mišićnih ozljeda, povratka na teren te praktične smjernice, koje navodi literatura, sa svrhom implementiranja u trenažni program.

## **2. FIZIOLOŠKA POZADINA**

Polazišna točka u funkciji djelovanja ekscentričnog nadopterećenja ogleda se u razumijevanju njegovih fizioloških karakteristika i biomehaničkih osobitosti, temeljem kojih je moguće objektivno objasniti „output“ ovakvog tipa treninga.

Svaki proizvedeni pokret rezultat je mišićne tenzije, odnosno napetosti. Ona je definirana dužinom mišića, brzinom mišićne akcije i razinom aktivacije (Whitehead i sur., 2001). Nju možemo promatrati kao aktivnu i pasivnu mišićnu tenziju. Aktivna mišićna tenzija se ogleda kroz izvedbu koncentrične mišićne akcije koja je determinirana dijametrom mišićnog vlakna, odnosno njegovim aktivnim filamentima (aktinske i miozinske niti). S druge strane, pasivna mišićna tenzija se ogleda kroz izvedbu ekscentrične mišićne akcije koja je determinirana dužinom vlakna, odnosno njegovom pasivnom strukturom nazvanom titin. Obje vrste mišićnih tenzija pružaju mišićni odgovor u vidu hipertrofije, međutim ona nije ista za oba tipa mišićne tenzije. Primjenom koncentričnog treninga, odnosno aktivne mišićne tenzije, stvara se hipertrofija u vidu promjene dijametra mišića ili njegovog poprečnog presjeka, stvarajući strukturalne promjene na aktinskim i miozinskim filamentima (Schoenfeld, 2010). Time se povećava broj miofibrila u paraleli. Suprotno, primjenom ekscentričnog treninga stvaramo promjene u duljini fascikula mišića, što dovodi do već spomenute longitudinalne hipertrofije, povećanjem broja sarkomera u seriji i pri tom izazivajući strukturalne promjene na titin (Herzog, 2014).

Titin je bjelančevinska struktura u mišićnoj stanici čija je glavna uloga djelovanje kao molekularna opruga unutar sarkomere (Freundt & Linke, 2018). Razlog zbog kojeg supramaksimalni ekscentrični trening kvalitetno podražuje strukturu poput titina jest njegovo svojstvo viskoelastičnosti, koje mu omogućuje veću krutost i samim time nas traži veću razinu napora radi njegovog adekvatnog podraživanja (Freundt & Linke, 2018). Struktura titina često podsjeća na svojstvo tetiva, stoga nam je potrebna primjena veće razine napora (eng. *high level of effort*) kako bi fiziološki odgovor bio zadovoljavajući.

### 3. VAŽNOST PRIMJENE SUPRAMAKSIMALNOG OPTEREĆENJA U KONTEKSTU SPORTA I NATJECATELJSKE IZVEDBE

Brojni statistički pokazatelji upućuju na veliku učestalost ozljeda natjecateljskog i/ili trenažnog karaktera. Zasiurno najveći broj ozljeda u sportu obuhvaćaju ozljede mekih tkiva, od čega 10 – 55% obuhvaćaju mišićne ozljede (Muniz Medeiros i sur., 2020). Istraživači najveći naglasak stavljaju na proučavanje mišićnih ozljeda donjih ekstremiteta u koje su 92% slučajeva uključene ozljede mišića stražnje strane natkoljenice, aduktora, mišića prednje strane natkoljenice i mišića lista (Ekstrand, Hagglund & Walden, 2011). Takvi podaci stavljaju sportske eksperte u vrlo odgovornu poziciju po pitanju pružanja adekvatnih trenažnih sadržaja i kontrole opterećenja u cilju redukcije navedenih brožanih pokazatelja. Istraživanja navode različite čimbenike koji povećavaju rizik od mišićnih ozljeda kao što su dob, prijašnja ozljeda, genetika (nepromjenjivi čimbenici) te ekscentrična jakost, dužina fascikula i umor (promjenjivi čimbenici) (Opar, Williams & Shield, 2012). Upravo je cilj kondicijskih trenera staviti promjenjive rizične čimbenike pod svoju kontrolu, te utjecati na njih u najvećoj mogućoj mjeri. Time supramaksimalni trenažni sadržaj, zbog svojih specifičnih dobrobiti, dolazi u svrhovitu primjenu.

Prije same provedbe trenažnog sadržaja, u svrhu prevencije i/ili rehabilitacije mišićnih ozljeda, primarno je razumjeti dvije bitne komponente: mehanizam ozljede i arhitekturu (vrstu) tkiva (Huygaerts i sur., 2020). Ozljede hamstringsa spadaju u kategoriju ozljeda s najvećom prevalencijom u sportu (Mendiguchia, Alentorn-Geli & Brughelli, 2012). Upravo nam ova kategorija stvara najveći interes u razumijevanju njihovog nastanka. Kod ovakvog tipa ozljede postoje dva bitna mehanizma njenog nastanka: sprint i naglo istežanje (eng. *stretching*) (Danielsson i sur., 2020). Prvi mehanizam je češći, te stavljen pod veću kontrolu u trenažnom procesu. Istraživanja pokazuju kako sportaši koji su imali dužinu fascikula manju od 10,56 cm su imali povećani rizik od ozljede (Timmins i sur., 2016). Ovakvi podaci ukazuju na specifičnost same arhitekture mišića hamstringsa te važnost pravilnog postupanja u njegovoj promjeni. Najizloženiji, od četiri navedena mišića hamstringsa za ozljedu, jest duga glava biceps femorisa (Mendiguchia i sur., 2020). Zbog svojeg kratkog poprečnog presjeka, a veće dužine vlakna, te dominacije brzih mišićnih vlakana (eng. *fast twitch muscle fibers*) postavlja nužnost njenog optimalnog razvijanja kroz ekscentrično nadopterećenje čime dobivamo na razvoju duljine fascikula i apsorpcije sila. Primjerice, m. semitendinosus ima fusiformnu strukturu te je sposoban podnijeti veliku silu prilikom ekscentrične akcije, dok duga glava biceps femorisa to ne može.

Ozljede aduktora također spadaju pod vrlo dominantu kategoriju mišićnih ozljeda. Njihov mehanizam nastanka se ogleda prilikom šutiranja, naglog istežanja, promjena smjera kretanja i skokova. Podaci obavještavaju kako najveći udio ozljeda čini aduktor longus zbog kratkih vlakna i malog poprečnog presjeka, što ga stavlja u izglednu poziciju za ozljeđivanje. Veliku važnost, također, potrebno je staviti u razumijevanje različitih stupnjeva pokreta na različitu aktivaciju pojedinih mišića aduktora. Prilikom ekstenzije kuka veliki udio aktivacije će ostvariti aduktor magnus, dok će longus ostvariti veću aktivaciju prilikom različitih stupnjeva fleksije kuka (Kato i sur., 2019). Ovakve informacije su nam od izričitog značaja radi boljeg razumijevanja njihovog međuodnosa u procesima prevencije i rehabilitacije. Dobar primjer važnosti razumijevanja odnosa pokreta i aktivacije mišića ogleda se u Copenhagen vježbi za aduktore. Treneri ovaj tip vježbe primjenjuju s ciljem jačanja aduktor longusa, dok istraživanja pokazuju kako je kod ove vježbe veća aktivacija aduktor magnusa, obzirom da se longus najčešće ozljeđuje kroz abdukciju i vanjsku rotaciju kuka (Serner i sur., 2019). Stoga bi primijenjene vježbe trebale biti u skladu s mehanizmom i pokretom ozljeđivanja aduktor longusa kako bi maksimizirali regenerirajući utjecaj.

Primjena ekscentričnih pokreta primjenjuje se i kod mišića kvadricepsa, najčešće m. rectus femorisa. Mehanizmi nastanka njegove ozljede ogledaju se kroz akceleracije, deceleracije (sprinterski mehanizmi) i šutiranja koja, ovisno, mogu obuhvatiti njegov proksimalni ili distalni dio (Mendiguchia i sur., 2013). Shodno nastanku ozljede, primjena ekscentričnog nadopterećenja mora biti u službi njenog mehanizma.

#### 4. PRAKTIČNA PRIMJENA

Nakon razumijevanja različitih grupacija mišićnih ozljeda, mehanizama njihovog nastanka i vrsti tkiva, u konačnici dolazi do preuzimanja odgovornosti za njihovu prevenciju, odnosno rehabilitaciju u praksi. Trening ekscentričnog nadopterećenja, radi održavanja efekata, potrebno je provoditi jednom do dva puta tjedno, ovisno o periodu sezone u kojem se nalazimo. Obzirom da je ovakva vrsta treninga izričito neuromuskularno zahtjevna, preporučeno vrijeme oporavka između dvije trenažne jedinice iznosi 48 do 72 sata. Unutar jedne trenažne jedinice, prihvatljivo je odraditi 2 – 3 serije od po 4 – 5 ponavljanja po mišićnoj skupini. Naglasak je na savladavanju opterećenja kroz supramaksimalna opterećenja, odnosno opterećenja koja ne možemo savladati kroz koncentričnu mišićnu akciju. Ukoliko provodimo ekscentrični trening ispod 1RM produžujući vrijeme kroz ekscentričnu akciju, tu onda više nije riječ o supramaksimalnom treningu, već o povećanju TUT-a (eng. *time under tension*). Ovaj tip treninga zahtijeva niži volumen, obzirom da je samo prvih nekoliko ponavljanja efektivno. Specifičnost ovakvog vida treninga leži u činjenici što ne postoji ograničen broj ponavljanja u ekscentričnom režimu (nema „otkaza“) dok koncentrični trening sadrži svoje određene granice u broju ponavljanja. Također, ekscentrični trening daje veći mišićni zamor u odnosu na koncentrični trening, te izaziva veliki kognitivni i CNS (eng. *central nervous system*) zamor. Svakako je potrebno spomenuti najučestalije trenažne operatore koji se primjenjuju, a to su sprint i ruska loža (eng. *nordic hamstring curls*) za mišiće stražnje lože te Copenhagen vježba za aduktore. Sprint je, po mnogim istraživanjima, trenažni operator koji je najučinkovitiji u izduživanju fascikula (Mendiguchia i sur., 2020). Ruska loža je također dominantan i efektivan operator koji zauzima visok postotak u redukciji ozljeda zadnje lože (Muniz Medeiros i sur., 2020). S druge strane, Copenhagen vježba je nerijetko pogrešno primijenjena u praksi. Često se događa da ju treneri primjenjuju s ciljem ekscentričnog jačanja, dok sportaši ovu vrstu vježbe mogu provoditi u koncentričnom režimu, što onda vježbu više ne čini supramaksimalnom. Onog trenutka kada se sportaš iz ekscentrične može vratiti u koncentričnu akciju, vježba prestaje davati supramaksimalan učinak te je potrebno napraviti progresiju, čime se ovaj princip treba projicirati na sve ostale oblike vježbi.

#### 5. ZAKLJUČAK

Pridavanje važnosti ekscentričnim operatorima neizostavan je dio djelovanja u sportskoj znanosti i praksi u cilju redukcije mišićnih ozljeda, potom rehabilitaciji i podizanju sportaševih performansi. Najvažnije karakteristike koje se moraju uvažavati u procesu supramaksimalnih podražaja su arhitektura tkiva te mehanizmi nastanka ozljede, čime se može precizno i objektivno programirati i provoditi trenažni proces. Najčešće sportske ozljede mekotkivnih struktura obuhvaćaju mišići stražnje i prednje lože te aduktora. Razumijevanjem njihovih fizioloških, anatomskih i biomehaničkih karakteristika stvaramo kvalitetne pretpostavke za rad. Često je nedostatak adekvatne duljine fascikula presudan faktor za nastanak mišićne ozljede, što možemo reducirati ekscentričnim nadopterećenjem stvaranjem strukturalnih promjena na titin. Davanjem navedenog stimulansa, kod sportaša potičemo razvoj brzih mišićnih vlakana koja su sastavna osnovica zahtjeva i karakteristika izvedbe kod većine sportaša. Također, u budućnosti je potrebno razvijati nove spoznaje temeljem kojih ćemo s još većom sigurnošću provoditi trenažne operatore te minimizirati incidenciju sportskih ozljeda uz maksimizaciju sportskih dostignuća.

#### 6. LITERATURA

1. Danielsson, A., Horvath, A., Senorski, C., Alentorn-Geli, E., Garrett, W. E., Cugat, R., ... & Hamrin Senorski, E. (2020). The mechanism of hamstring injuries—a systematic review. *BMC musculoskeletal disorders*, 21(1), 1-21.
2. Ekstrand, J., Hägglund, M., & Waldén, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *The American journal of sports medicine*, 39(6), 1226-1232.
3. Freundt, J. K., & Linke, W. A. (2019). Titin as a force-generating muscle protein under regulatory control. *Journal of applied physiology*, 126(5), 1474-1482.
4. Hall, J. E. (2016). Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, Jordanian Edition E-Book. *Elsevier Health Sciences*.
5. Harden, M., Bruce, C., Wolf, A., Hicks, K. M., & Howatson, G. (2020). Exploring the practical knowledge of eccentric resistance training in high-performance strength and conditioning practitioners. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 15(1), 41-52.

6. Herzog, W. (2014). The role of titin in eccentric muscle contraction. *Journal of Experimental Biology*, 217(16), 2825-2833.
7. Huygaerts, S., Cos, F., Cohen, D. D., Calleja-González, J., Guitart, M., Blazevich, A. J., & Alcaraz, P. E. (2020). Mechanisms of hamstring strain injury: interactions between fatigue, muscle activation and function. *Sports*, 8(5), 65.
8. Kato, T., Taniguchi, K., Akima, H., Watanabe, K., Ikeda, Y., & Katayose, M. (2019). Effect of hip angle on neuromuscular activation of the adductor longus and adductor magnus muscles during isometric hip flexion and extension. *European Journal of Applied Physiology*, 119(7), 1611-1617.
9. McNeill, C., Beaven, C. M., McMaster, D. T., & Gill, N. (2020). Survey of eccentric-based strength and conditioning practices in sport. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(10), 2769-2775.
10. Medeiros, D. M., Marchiori, C., & Baroni, B. M. (2020). Effect of nordic hamstring exercise training on knee flexors eccentric strength and fascicle length: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport Rehabilitation*, 30(3), 482-491.
11. Mendiguchia, J., Alentorn-Geli, E., & Brughelli, M. (2012). Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *British journal of sports medicine*, 46(2), 81-85.
12. Mendiguchia, J., Conceição, F., Edouard, P., Fonseca, M., Pereira, R., Lopes, H., ... & Jiménez-Reyes, P. (2020). Sprint versus isolated eccentric training: Comparative effects on hamstring architecture and performance in soccer players. *PLoS One*, 15(2).
13. Opar, D. A., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2012). Hamstring strain injuries. *Sports medicine*, 42(3), 209-226.
14. Presland, J. D., Timmins, R. G., Bourne, M. N., Williams, M. D., & Opar, D. A. (2018). The effect of Nordic hamstring exercise training volume on biceps femoris long head architectural adaptation. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(7), 1775-1783.
15. Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872.
16. Serner, A., Mosler, A. B., Tol, J. L., Bahr, R., & Weir, A. (2019). Mechanisms of acute adductor longus injuries in male football players: a systematic visual video analysis. *British journal of sports medicine*, 53(3), 158-164.
17. Timmins, R. G., Bourne, M. N., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C., & Opar, D. A. (2016). Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *British journal of sports medicine*, 50(24), 1524-1535.
18. Van der Horst, N., Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., & Backx, F. J. (2015). The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 43(6), 1316-1323.
19. Whitehead, N. P., Weerakkody, N. S., Gregory, J. E., Morgan, D. L., & Proske, U. (2001). Changes in passive tension of muscle in humans and animals after eccentric exercise. *The Journal of physiology*, 533(2), 593-604.



# PREFERIRANI STILOVI UČENJA KOD PLESAČA

**Alen Miletić, Ana Kezić**

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Splitu*

## 1. SPEKTAR STILOVA UČENJA – DOSADAŠNJE SPOZNAJE

Stilovi učenja opisuju i determiniraju uzajaman utjecaj između učitelja i učenika u procesu učenja, a s kineziološkog stanovišta mogu se promatrati kao međusobna interakcija između trenera i sportaša u procesu motoričkog učenja i treniranja.

U osnovi stilova učenja je način donošenja odluka u procesu učenja i uvježbavanja naučenog sadržaja tijekom treninga, a u području kineziološke edukacije prvi ih je definirao Mosston (1966) u knjizi *Teaching Physical Education. From command to discovery* u kojoj je prezentirao prvi spektar stilova učenja. Spektar pretpostavlja kako će kvaliteta učenja ovisiti o udjelu odlučivanja učenika ili sportaša. Početnih 6 stilova učenja, Mosston (1986) reformira u stilove koje dijeli na produktivne i reproduktivne ovisno o ulozi učenika ili sportaša u odlučivanju tijekom učenja i treniranja. Tako nastaje devet stilova podučavanja koji imaju široku primjenu u području sporta i kineziološke edukacije (McMorris & Hale, 2006). Reproductivni stilovi učenja su: naređivački stil, praktični, recipročni, samo-provjera i inkluzivni stil. U produktivne stilove spadaju: upravljano otkrivanje, rješavanje problema, individualno programiranje, samo-vođenje i samoučenje. Delgado (1991) nadopunjuje Mosstonov model na način da grupira stilove učenja u: tradicionalne stilove, stilove koji potiču učešće učenika, stilove koji promoviraju individualan pristup, stilovi koji potiču socijalizaciju i stilove koji potiču kreativnost.

Brojna dosadašnja istraživanja koja se bave stilovima učenja u području kineziologije najčešće idu u prilog inventivnijim i manje tradicionalnim stilovima učenja (Kolovelonis, Goudas & Gerodimos, 2011; Jaakkola & Watt, 2011; Quested & Duda, 2010; Cuellar-Moreno, 2016; Gokhan, 2012; Mattsson & Larsson, 2021), ali se ipak u području kineziološke edukacije najčešće koriste naređivački, praktični i inkluzivni stilovi učenja (Chatoupis, 2018.). Natjecateljski sport zahtjeva drugačiji pristup učenju. Dosadašnje spoznaje jasno ukazuju kako će primjena optimalnog stila učenja u pojedinim sportskim disciplinama, ovisiti o vrsti aktivnosti, spolu, dobi, predznanjima, i drugim relevantnim trenažnim faktorima.

Sportski ples je specifičan spoj umjetnosti i sporta. S agonističkog stanovišta to je timski natjecateljski sport, ograničen određenim pravilima izvođenja plesnih figura, koji podrazumijeva partnerski odnos plesnog para, koji plesnom tehnikom i umjetničkom interpretacijom žele postići posebnu ekspresiju pokretom te visok umjetnički dojam.

Posebnost treninga u sportskom plesu je parovni pristup svim trenažnim zahtjevima i stalna integracija umjetničkih i kompetitivnih elemenata. Na natjecanju, umjetničke komponente izvedbe obilježene su ritmičkim prikazom spojenih i koordiniranih koreografskih struktura te ekspresije pokretom plesnog para. Sportska se komponenta očituje u sposobnosti prezentiranja tjelesnih (energetskih i motoričkih) i tehničkih koreografskih zahtjeva u agonističkom okruženju. Učinkoviti trening zahtjeva i suvremeni pristup učenju koreografija i treniranju u kojem će važnu ulogu imati primjereni i učinkoviti, dobro planirani i organizirani trenažni stilovi. Natjecateljska forma u sportskom plesu podrazumijeva automatiziranje velikog broja plesnih struktura i složenih plesnih obrazaca koji čine natjecateljske koreografije. Stoga su iznimno cijenjena istraživanja optimalnih trenažnih stilova koji će dovesti i do boljih natjecateljskih rezultata.

## 2. DEMOKRATSKI I AUTOKRATSKI STILOVI UČENJA U TRENINGU PLESAČA

Rijetka su istraživanja koja analiziraju primjerene stilove učenja kod natjecatelja u plesu, a evidentna je podjela na autokratske i demokratske stilove učenja. (Castillo & Espinosa, 2014.)

Autokratski stil učenja podrazumijeva dominantno odlučivanje trenera u procesu odabira trenažnog sadržaja, intenziteta treninga i metoda učenja i treniranja. Subjekt planiranja i programiranja plesnog treninga je trener koji ima potpuni autoritet u donošenju odluka o treningu. Prednost autokratskog stila je izražena disciplina i mogućnost rada s većim brojem plesača odjednom. Istaknuta negativnost autokratskog stila učenja i treniranja je jednostranost u upravljanju, smanjena empatija jer trener je jedini koji donosi pravila i određuje standarde (Lyle, 2006). Demokratski stil učenja podrazumijeva uključivanje plesača u proces odlučivanja u treningu, bilo da je riječ o kreiranju novih koreografskih struktura, intenziteta ili metoda treninga i učenja. Prednosti demokratskog stila učenja uključuju: timski rad i relaksiranu atmosferu na treningu jer su plesači uključeni u proces planiranja i programiranja, učenja i treninga. Nedostatak demokratskog stila može biti gubitak autoriteta trenera što se može odraziti i na ukupne natjecateljske rezultate.

Učinkovitost metode stila učenja u plesu povezuje se sa *Social Learning Theory* Alberta Bandure koja je orijentirana na učenje promatranjem (Castillo & Espinosa, 2014.). Bandura (prema Kaoutroubas & Galanakis, 2022) socijalno – kognitivnom teorijom promatranja učenja objašnjava kako se proces motoričkog učenja može odvijati promatranjem demonstratora. Ključni procesi tijekom ove vrste učenja su opažanje, imitacija i modeliranje, koji uključuju pažnju, pamćenje i motivaciju. Ljudi uče opažanjem stavova i ponašanja drugih, te ishoda takvog ponašanja. Kognitivistički pristup, za razliku od samo bihevioralnog, objašnjava kako čovjek dok uči ne odgovara samo na podražaj, već ga interpretira, te uključuje kognitivne aspekte pri donošenju odluka, kao što su motivacija i pažnja. Zato se Bandurina teorija smatra poveznicom biheviorističkog i kognitivističkog pristupa učenju. Bandura ukazuje na to da ljudi ne reaguju samo na vanjske podražaje naučenim ponašanjem, već osoba može kontrolirati to ponašanje kroz samoregulaciju u tri segmenta: (1) Samoopažanje (*self-observation*) - pojedinac promatra sebe i svoje ponašanje, praćenjem svojih postupaka; (2) Prosudba (*judgment*) - pojedinac uspoređuje svoje opažanje sa standardima i očekivanjima društva ili vlastitim standardima; (3) Samo-odgovaranje (*self-response*) - ako su očekivanja ispunjena, pojedinac si daje nagrađujući samo-odgovor i obratno. Bandura je proučavajući porive ljudi da uče ono što drugi rade, definirao slijedeće korake u procesu učenja: pažnja, retencija, reprodukcija i motivacija. Motoričko učenje promatranjem može biti namjerno i slučajno, dakle eksplicitno ili implicitno. Osoba ne mora svjesno promatrati motoričku izvedbu, da bi se spoznaja o određenom pokretu dogodila te proces motoričkog učenja inicirao. Što nas dovodi do važnosti odabira stila u procesu učenja plesača.

Pitsi i suradnici (2015) ističu recipročni stil i samo-provjeru (*self-check style*) kao podvarijante reproduktivnog stila učenja koje bi mogle biti učinkovite u plesu. Recipročni stil učenja podrazumijeva učešće plesača u procesu odlučivanja u treningu, u kojem će nakon uvodnih uputa trenera, plesači jedan drugome popravljati pogreške bez sudjelovanja trenera. Ovakav vid učenja osobito je pogodan u sportskom plesu jer je riječ o parovnoj aktivnosti. Pretpostavka je kako će plesači biti opušteniji u ispravljanju pogrešaka jedan drugome, bez prisustva trenera, a da su dovoljno motivirani zajedničkim natjecateljskim uspjehom, te će zadržati potreban intenzitet treninga i kvalitetu izvedbe. U praksi, plesači djelomično samostalno sudjeluju u provedbi treninga, na način da u paru jedan drugom popravljaju pogreške, prema instrukcijama i uputama trenera na početku treninga. Trener i dalje odabire sadržaje i metode učenja i treninga, a potom se plesači izdvajaju u parove te uvježbaju zadane elemente sami, ispravljajući jedni druge. Samo-provjera je također podvarijanta reproduktivnog stila učenja u kojem se umanjuje autokratski stil vođenja treninga, a potiče sudjelovanje u odlučivanju samih plesača. Trener odabire sadržaje i metode učenja, nakon čega plesači samostalno uvježbaju i sami procjenjuju i ispravljaju pogreške prema uputama koje im je prethodno dao trener. Ovaj stil zahtjeva veću razinu odgovornosti, samostalnosti i pažnje tijekom učenja. Pretpostavka je kako će ovaj stil u plesu biti učinkovit u individualnim plesnim disciplinama, kod kojih je metoda gledanja u ogledalo tijekom izvedbe i uočavanje pogrešaka uobičajena trenažna metoda.

### 3. PREFERIRANI STIL PODUČAVANJA PLESNIH KOREOGRAFA

Vodstvo i stilovi vođenja u sportu ekstenzivno su istraživani, ali u području sportskog plesa vrlo je malo recentnih istraživanja koja su analizirala stilove vođenja (Lobo, 2023). Kvaliteta izvedbe, originalnost i poštivanje natjecateljskih pravila ključni su čimbenici nastajanja kompetitivne natjecateljske plesne koreografije. Stoga će stil koreografa kojim će voditi stvaranje plesne koreografije biti iznimno značajan segment plesne natjecateljske pripreme.

Koreografiranje je kreativan proces u kojem inventivnost, plesno znanje i originalnost, te poznavanje plesača, imaju veliku ulogu, te je vođenje plesača kroz učenje koreografije je kineziološki i umjetnički osjetljiv proces. Sagledavajući koreografiranje sa stanovišta stilova učenja, otvoreno je pitanje da li će demokratski ili autokratski stil biti uspješniji.

Pri odlučivanju koji stil vođenja treba odabrati ključna je predanost samih plesača. Plesači koji imaju visoku razinu predanosti, učiniti će sve da bi konačna plesna izvedba bila na najvišoj razini i otvara mogućnosti primijene inventivnijih i manje tradicionalnih stilova vođenja. Obrnuto proporcionalno, manja razina predanosti kod plesača zahtjeva više tradicionalan, ili autokratski stil vođenja. Predanost kod plesača može se prepoznati i sekundarnim pokazateljima kao što su vježbanje za vrijeme pauze na treningu, predano zagrijavanje prije treninga, zdrava prehrana, osigurano dostatno vrijeme spavanja, posvećenost prevenciji od ozljeda, i sl. Lobo (2023) analizira relacije između uspješnog stila vođenja i predanosti kod plesača te daje odgovore na istraživačka pitanja: kako možemo opisati i definirati stilove vođenja u koreografiranju; kako se može definirati razina predanosti kod plesača te utvrđuje postojanje značajnih relacija između stila vođenja u koreografiranju i predanosti plesača. Na uzorku 105 koreografa utvrđeno je kako plesni koreografi najčešće koriste demokratski stil vođenja u stvaranju koreografije.

#### 4. ZAKLJUČAK

Dosadašnja istraživanja o primijeni stilova učenja u suvremenoj kineziološkoj praksi potvrđuju Mosstonov model reproduktivnih (naređivački stil, praktični, recipročni, samo-provjera i inkluzivni stil) i produktivnih (upravljano otkrivanje, rješavanje problema, individualno programiranje, samo-vođenje i samo-učenje) stilova učenja. Evidentan je nedostatak istraživanja i stručnih radova, a ujedno i potreba za istim iz područja stilova učenja u treningu plesača.

Sportski ples kao natjecateljska i umjetnička disciplina pretpostavlja specifične stilove učenja i koreografiranja, u kojima se ističu dvije pod-varijante reproduktivnog stila, recipročni i *self-check* stil. U osnovi oba stila je inkluzija plesača u procesu realizacije treninga, posebno u segmentima učenja plesne tehnike i koreografije, kada plesači po uputama trenera ispravljaju pogreške jedan drugome (recipročni stil) ili kada plesač samostalno ispravlja pogreške izvođenja, gledajući se u ogledalo. Na ovaj način djelomične inkluzije plesača u proces učenja i treninga, zadržava se autoritet trenera, a plesači se motiviraju i podižu razinu predanosti aktivnosti potrebne za ostvarivanje natjecateljskog uspjeha.

#### 5. LITERATURA

1. Castillo, D. B., & Espinosa, A. A. (2014). Autocratic and participative coaching styles and its effects on students dance performance. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 3(1).
2. Chatoupis, C. C. (2018). Physical education teachers' use of Mosston and Ashworth's teaching styles: A literature review. *Physical Educator*, 75(5), 880-900.
3. Cuellar-Moreno, M. (2016). Effects of the command and mixed styles on student learning in primary education. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(4), 1159.
4. Delgado, M. A. (1991). *Los estilos de enseñanza en la educación física. Propuesta para una reforma de la enseñanza*. Granada, España: ICE Universidad de Granada.
5. Gökhan, B. A. Ş. (2012). The effect of teaching learning strategies in an English lesson on students' achievement, attitudes, and metacognitive awareness. *Journal of Theoretical Educational Science*, 5(1), 49-71.
6. Jaakkola, T., & Watt, A. (2011). Finnish physical education teachers' self-reported use and perceptions of Mosston and Ashworth's teaching styles. *Journal of teaching in physical education*, 30(3), 248-262.
7. Kaoutroubas, V., & Galanakis, M. (2022). Bandura's social learning theory and its importance in the organizational psychology context. *Psychology Research*, 12(6), 315-322.
8. Kolovelonis, A., Goudas, M., & Gerodimos, V. (2011). The effects of the reciprocal and the self-check styles on pupils' performance in primary physical education. *European Physical Education Review*, 17(1), 35-50.
9. Mattsson, T., & Larsson, H. (2021). 'There is no right or wrong way': exploring expressive dance assignments in physical education. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 26(2), 123-136.
10. McMorris, T., & Hale, T. (2006). *Coaching science: Theory into practice*. John Wiley & Sons.
11. Mosston, M., & Ashworth, S. (1986). *Teaching physical education*
12. Pitsi, A., Digelidis, N., & Papaioannou, A. (2015). The effects of reciprocal and self-check teaching styles in students' intrinsic-extrinsic motivation, enjoyment and autonomy in teaching traditional Greek dances. *Journal of Physical Education and Sport*, 15(2), 352.
13. Quested, E., & Duda, J. L. (2010). Exploring the social-environmental determinants of well-and ill-being in dancers: A test of basic needs theory. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 32(1), 39-60.





**4. dio**

**Programi kondicijske  
pripreme**

**Fitness preparation  
programs**

# PROGRAM SPORTSKE PRIPREME TINA SRBIĆA ZA NASTUP NA OLIMPIJSKIM IGRAMA U TOKIJU

Marijo Možnik<sup>1,2</sup>, Lucija Milčić<sup>1,2</sup>, Lucijan Krce<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Zagrebačko tjelovježbeno društvo „Hrvatski sokol“

## 1. UVOD

San svakog sportaša, a ujedno i kruna sportske karijere je nastup na Olimpijskim igrama. Hrvatska gimnastika imala je nekoliko predstavnika na Olimpijskim igrama. Prvi hrvatski gimnastičar koji je od osamostaljenja Hrvatske nastupio na igrama 1996. u Atlanti bio je Aleksej Demjanov nastupivši na karikama, te je osvojio 20. mjesto. Filip Ude je prvi hrvatski olimpijac koji je 2008. u Pekingu osvojio odličje – srebro na konju s hvataljkama. Također je nastupio i u kvalifikacijama na Olimpijskim igrama 2012. u Londonu te 2016. u Rio de Janeiru. Na Olimpijskim igrama 2008. u Pekingu prvi puta je nastupila Tina Erceg koja je bila i prva gimnastičarka od osamostaljenja Hrvatske, a nastupila je u kvalifikacijama višeboja. Erceg je nastupila u kvalifikacijama višeboja i na Olimpijskim igrama 2012. u Londonu zauzevši 40. mjesto. Ana Đerek je dvostruka olimpijka koja je nastupila u kvalifikacijama Olimpijskih igara 2016. u Rio de Janeiru na preskoku, gredi i tlu, dok je u Tokiju 2021. predstavljala Hrvatsku u kvalifikacijama na gredi i tlu. Tin Srbić, svjetski prvak na preči 2017. godine, prvi puta je nastupio na Olimpijskim igrama u Tokiju 2021. te osvojio srebrno odličje na gimnastičkoj disciplini preča. Sustav kvalifikacija za Olimpijske igre kroz turnire Svjetskog kupa u gimnastici za Tokio iniciran je od strane hrvatskih gimnastičkih stručnjaka, za razliku od prijašnjeg sustava gdje je odlučujuće bilo samo zadnje Svjetsko prvenstvo prije Olimpijskih igara. Ovim sustavom, gimnastičari/ke, osobito specijalisti na spravama, mogu izboriti nastup na Olimpijskim igrama ako osvoje medalju na Svjetskom prvenstvu, pa čak i samim ulaskom u finale Svjetskog prvenstva, ili ako ostvare visoki plasman na Svjetskom kupu. Tin Srbić je izborio nastup na Olimpijskim igrama osvojivši srebrno odličje na Svjetskom prvenstvu u Stuttgartu 2019. godine. Zbog pandemije COVID-19 mnoga natjecanja su odgođena. Jedan od kvalifikacijskih natjecanja za Olimpijske igre, Svjetski kup u Dohi koji se trebao održati od 10. do 13. ožujka 2020. je otkazan u veljači, što je direktno utjecalo na proces sportske pripreme gimnastičara. Isto tako su otkazana ostala natjecanja Svjetskog kupa planirana za veljaču i ožujak – Cottbus (25.-28. veljače), Baku (4.-7. ožujka), Doha (10.-13. ožujka), Stuttgart (20.-21. ožujka) i Birmingham (27. ožujka). U ožujku 2020. otkazane su i Olimpijske igre u Japanu koje su se trebale održati od 24. srpnja do 9. kolovoza 2020. Tijekom cijele 2020. godine su se održala samo dva natjecanja, i to u jesen.

Otkazivanja natjecanja u zadnji tren direktno je utjecalo ne samo na vježbače već i na trenere, postavivši im zadatak kako održati motivaciju sportašima za treninge i replanirati program sportske pripreme.

Periodizacija u sportskoj gimnastici kao i u ostalim sportovima ovisi o sezoni natjecanja. Za vrhunsku gimnastiku je karakteristična dvociklusna periodizacija jer se natjecanja za kontinentalna prvenstva (kao što je Europsko prvenstvo), održavaju obično između travnja/lipnja i za Svjetsko prvenstvo, oko rujna/studenog. Dakle, postoje dva makrociklusa, svaki traje otprilike šest mjeseci i sastoji se od tri razdoblja – pripremnog, natjecateljskog i prijelaznog perioda (Jemni, 2017). Struktura olimpijskog ciklusa prilikom planiranja mora uzeti u obzir četiri godišnja ciklusa treninga, a ciklus se sastoji od osam šestomjesečnih makrociklusa (Arkaev i Suchilin 2004). Nakon toga je potrebno postaviti za svaki makrociklus specifičan cilj počevši od podizanja razine specifične tjelesne pripremljenosti i obratiti pažnju na fizičku/funkcionalnu pripremu, taktičku pripremu, psihičku pripremu, akrobatsku pripremu, koreografsku pripremu i natjecanja (Jemni, 2017). Cilj ovoga rada je prikaz slučaja godišnjeg ciklusa priprema Tina Srbića za nastup na Olimpijskim igrama u Tokiju 2021. godine.

## 2. STRUKTURA GODIŠNJEG CIKLUSA TRENINGA

U tablici 1. prikazan je program sportske pripreme kroz godišnji ciklus treninga i priprema kroz osam mjeseci za nastup Tina Sribića na Olimpijskim igrama. Od ukupno 240 dana i 32 dana odmora odrađeno je 256 pojedinačnih treninga i 6 natjecanja. Ukupno radnih sati u 240 radnih dana je 720 (trajanje pojedinačnog treninga je oko tri sata) gdje je 16,5 sati tjedno utrošeno na kondicijsku pripremu, 33 sata tjedno na tehničku i 8 sati tjedno na teorijsku pripremu.

**Tablica 1.** Godišnji ciklus treninga - 8 mjeseci

PROGRAM SPORTSKE PRIPREME	GODIŠNJI (8 MJSECI) CIKLUS TRENINGA
Trenažnih dana	240
Dana odmora	32
Pojedinačnih treninga	256
Trenažnih sati - tjedno	30
Broj natjecanja	6
Sati natjecanja	6
Kondicijska priprema – sati - tjedno	16.5
Tehnička priprema – sati - tjedno	33
Teorijska priprema – sati - tjedno	8
Ukupno radnih sati	720

## 3. STRUKTURA GODIŠNJEG CIKLUSA TRENINGA - 8 MJSECI

### *Prvi makrociklus*

Prvi makrociklus prikazan je u Tablici 2., od prosinca do polovice travnja. Stoga je pripremno razdoblje trajalo do polovice siječnja. Zadržavanje sportske forme trajalo je do 1.1.2021. gdje se provodi bazična i tehnička priprema. Od 3.1. treninzi se baziraju na vježbama koje se izvode kao tehnička priprema – tzv. polovinke vježbi i 1/3 vježbi. Krajem siječnja je bio kontrolni trening gdje se izvodi cijela vježba. Za kvalifikacije se priprema lakša vježba čija je početna ocjena 6.2 (koja je izvedena 2020.) dok se za finale priprema zahtjevnija vježba početne ocjene 6.5 (prvi puta izvedena na Svjetskom kupu u Osijeku 2021.). Također su otkazana natjecanja Svjetski kup Cottbus (Njemačka), koje se trebalo održati 25.-28.2.2021. i Svjetski kup Baku (Azerbejdžan) 4.-7.3.2021. Natjecateljsko razdoblje je specifično zbog iznenadnog otkazivanja velikog natjecanja, Europskog prvenstva, zbog pandemije. Europsko prvenstvo se trebalo održati u veljači, a održalo se u travnju 21.-25.4.2021. u Baselu (Švicarska). Zbog toga se kroz veljaču (dva tjedna) jednom tjedno radi vježba, a u ožujku se dva puta tjedno radi vježba i tako mjesec i pol dana prije natjecanja. Prvi tjedan (utorak i petak) na rasporedu su vježbe, a ako se vježba izvede loše ponavlja se u srijedu, pa se izvodi 3x tjedno (utorak, srijeda i petak). Takav ritam se drži dva tjedna. Tijekom prvog tjedna izvode se polovinke i dijelovi vježbe, ali bez najtežeg elementa u vježbi.

**Tablica 2.** Prvi makrociklus

PRVI MAKROCIKLUS						
PERIODI	PRIPREMNO RAZDOBLJE		NATJECATELJSKO RAZDOBLJE		PRIPREMNO RAZDOBLJE	
FAZE						
MJESECI	prosinc	siječan	veljača	ožujak	Polovica travnja	

Legenda:  višestrana priprema  bazična priprema  specifično-situacijska priprema

**Drugi makrociklus**

U Tablici 3. je prikazan drugi makrociklus od druge polovice travnja do kolovoza. S obzirom na to da se od 21.-25.4.2021. održalo Europsko prvenstvo u Baselu (Švicarska), nakon kojega je došlo do ozljede lumbalnog dijela leđa. Nakon toga počinju dva puta tjedno fizikalne terapije za lumbalni dio leđa te je smanjen opseg opterećenja i dva tjedna nisu rađene vježbe. U svibnju opet počinju vježbe jednom tjedno i kontrolni treninzi. Vježbe se provode u obliku kondicijskih vježbi (npr. hvat, bičevi, A-B okret, Stalderi) svaki dan za razvoj specifične kondicije. 27.-30.5.2021. je Svjetski kup u Varni (Bugarska). Zbog natjecateljskog ciklusa Tin s ozljedom ide na natjecanje jer si nije mogao priuštiti pauzu. Nakon tog natjecanja slijedi dorada dijela vježbe koji je zahtjevniji, utorkom se radi vježba s početnom ocjenom 6.2 (za kvalifikacije), a petkom 6.5 (za finale). Više su rađene kvalifikacijske vježbe jer su bile iznimno važne da budu čiste i stabilne kako bi se osigurao plasman u finale, a kombinirale su se u omjeru 80:20 % zadnjih mjesec dana prije Olimpijskih igara. Od 10.-13.6.2021. je bio Svjetski kup u Osijeku gdje je Tin prvi put napravio službenu vježbu planiranu za finale Olimpijskih igara, početna ocjena 6.5. Nakon Osijeka kreće jednom tjedno polovice vježbi i jednom tjedno kontrolno natjecanje (video prijenos – situacijski trening). 10.7.2021. Tin i njegov tim putuju u Tokio, a dan prije toga je odradio jednu cijelu vježbu. Nakon dolaska u Tokio slijedi dva dana mirovanja jer su dvorane zatvorene te tek od 12.7.2021. (ponedjeljak) kreću treninzi. Osam dana prije nastupa je bila prilagodba na sprave, a do tada svaki dan trening, dva puta dnevno u teretani (vježbe snage i istezanja 45-60 min.). 16.7.2021. je odraden podium trening (trening u natjecateljskoj dvorani) gdje je Tin napravio vježbu težine 6.2 te su nakon toga odradeni dijelovi vježbe. Između kvalifikacija i finala u periodu od deset dana, treći dan nakon kvalifikacija radi dijelove vježbe, te je u sedam dana odradio jednu cijelu vježbu.

Metode oporavka koje su korištene u Tokiju su svakodnevne masaže i Tecar (ne svaki dan), osim saune koja se nije koristila zbog pandemije COVID-19. Kroz cijeli godišnji ciklus priprema metode psihološke pripreme su provedene dva puta mjesečno, a prije Olimpijskih igara i češće.

Nakon Olimpijskih igara slijedi odmor, i to mjesec dana bez treninga. Svjetsko prvenstvo u Kitakyushu (Japan) od 18-24.10.2021. preskače prvenstveno zbog rehabilitacije leđa i promjena Bodovnog pravilnika te učenja novih elemenata. Do siječnja 2022. nije radio nove elemente zbog ozljede leđa.

**Tablica 3. Drugi makrociklus**

DRUGI MAKROCIKLUS										
PERIODI	NATJECATELJSKO RAZDOBLJE			PRIPREMNO RZDOBLJE			NATJECATELJSKO RAZDOBLJE			ZAVRŠNO RAZDOBLJE
FAZE										odmor
MJESECI	travanj			svibanj			svibanj/lipanj		srpanj	kolovoz

Legenda:  višestrana priprema  bazična priprema  specifično-situacijska priprema

**4. ZAKLJUČAK**

Put do olimpijske medalje u gimnastici započinje prvim korakom u gimnastičkoj dvorani. Bitan dio sportske pripreme odvija se zadnjoj godini Olimpijade. Planiranje i programiranje treninga u olimpijskoj godini predstavlja izazov za trenere i sportaše, a pogotovo u vrijeme pandemije, kao što je to bilo 2020. i 2021. godine. U natjecateljskom periodu došlo je do nagle promjene u rasporedu natjecanja, gdje su mnoga otkazana pred samo natjecanje, a nije se znalo ni hoće li se uopće održati i kada. Upravo je to pred trenera postavilo izazov replaniranja programa sportske pripreme, a ujedno i zadatak Tinu i njegovom treneru kako unatoč neregularnoj sezoni natjecanja održati sportsku formu na najvišoj razini za najvažnije natjecanje. U finalu natjecanja Tin je nastupio šesti po redosljedu nastupa s time da su prije njega finalisti počeli padati s preče, što je unijelo dodatnu nervozu. Iako su to Tinu bile prve Olimpijske igre uspio je odraditi svoju najzahtjevniju vježbu (početna ocjena 6.5) koju je i pripremao za finale te osvojiti srebrno odličje. Metode psihološke pripreme u velikoj mjeri pomogle su Tinu da održi motivaciju na adekvatnoj razini i ostane smiren pred nastup. Sam put Tina Srbića do osvajanja olimpijske medalje bio je obilježen i ozljedom lumbalnog dijela leđa unatoč kojoj je nastupio na natjecanjima i na kraju postigao najveći uspjeh u svojoj karijeri, koja još uvijek traje.



## 5. LITERATURA

1. Arkaev, L.I., i Suchilin, N.G. (2004). *Gymnastics. How to Create Champions*. Oxford, UK: Meyer & Meyer.
2. Jemni, M. (2017). *The science of gymnastics: advanced concepts*. Routledge.
3. Junior, N. (2020). Periodization models used in the current sport. *MOJ Sports Medicine*, 4(2), 27-34.
4. Lacordia, R.C., Godoy, E.S., Vale, R.G., Sposito-Araujo, C.A., Dantas, E.H. (2011). Periodized training programme and technical performance of age-group gymnasts. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 6(3), 387-398.
5. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
6. Ramsbottom, H. (2015). *Strength and conditioning for gymnastics*. Available at <https://gymbc.org/public/uploads/AGConditioning-2015.pdf>
7. Scassillo, I., i Nughes, E. (2014). Periodized training in artistic gymnastics and periodization. *U H. Dancs, F. Gomez Paloma, M. Hughes, N.J. Gaetano Raiola, A. Sciacovelli, G. Sporis, D. Tafuri (ur.), International Conference on Sport Science and Disability*, Italy, 15. veljače 2014., str. 169. University of Naples "Parthenope" Italy.

*Stručni rad*

# MODELI PERIODIZACIJE TRENINGA LOKALNE MIŠIĆNE IZDRŽLJIVOSTI – KOJI JE NAJUČINKOVITIJ?

Ivica Iveković

*Centar za odgoj, obrazovanje i rehabilitaciju Virovitica*

## 1. UVOD

Periodizacija je znanstveno utemeljena kategorija suvremenog planiranja treninga (Milanović, 2004) koja se koristi od 1950. godine, a od onda njena popularnost sve više raste (Rodrigues i sur., 2018; Simão i sur. 2012). Periodizacija je jedan od principa progresije treninga općenito, ali i specifično treninga usmjerenog na razvoj lokalne mišićne izdržljivosti. Periodizacija je sistematski proces izmjene jedne ili više programskih varijabli tijekom vremena kako bi se omogućilo da trenažni stimulans ostane izazovan i efikasan (ACSM, 2009). Periodizacija treninga omogućava promjene u intenzitetu (npr. teško, umjereno ili lagani otpor) kao i promjene u volumenu vježbanja (tj. serije x ponavljanje) (Marx i sur., 2001; Rhea i sur., 2003).

Literatura pokazuje da se promjenom varijabli treninga otpora tj. periodizacijom može poboljšati lokalna mišićna izdržljivost (Clark, 2010; Iveković, 2022). Prilikom planiranja i programiranja treninga usmjerenog na razvoj lokalne mišićne izdržljivosti u nekom kraćem ili dužem periodu potrebno je uvažavati opće i specifične parametre i principe progresivnosti (Iveković, 2022). Kombiniranjem općih i specifičnih parametara treninga proizašlo je nekoliko različitih modela periodizacije razvoja lokalne mišićne izdržljivosti.

Cilj ovog rada je utvrditi koji sve modeli periodizacije treninga lokalne mišićne izdržljivosti postoje te utvrditi koji je od tih modela najučinkovitiji.

## 2. MODELI PERIODIZACIJE RAZVOJA LOKALNE MIŠIĆNE IZDRŽLJIVOSTI

U literaturi se navodi nekoliko metoda periodizacije treninga lokalne mišićne izdržljivosti (Jiménez, 2009; Prestes i sur., 2009; Rhea i sur., 2003; Rodrigues i sur., 2018):

- 1) **Linearna periodizacija (LP)** postepeno povećanje intenziteta treninga i smanjenje volumena treninga (Prestes i sur., 2009). Ove promjene početi radit otprilike svaka 4 tjedna.
- 2) **Obrnuto linearna periodizacija (OLP)** slijedi raspored promjena u trenažnom volumenu i intenzitetu u obrnutom redosljedju u usporedbi s linearnom periodizacijom. Kod ove periodizacije postepeno se povećava volumen, a intenzitet smanjuje. Ovaj model je suprotan u odnosu na klasičan model u kojem je intenzitet u početku na najvišoj razini, a volumen na najnižoj razini. Nakon toga, nakon određenog vremena, intenzitet se smanjuje, a volumen povećava sa svakom fazom.
- 3) **Valovita periodizacija** razlikuje se od linearne na način da su promjene u intenzitetu i volumenu učestalije (češće). Valoviti (nelinearni) model omogućuje varijacije u intenzitetu i volumenu unutar svakog ciklusa od 7-10 dana rotiranjem različitih protokola za treniranje različitih komponenti neuromuskularnog sustava (npr. snaga, jakost, lokalna mišićna izdržljivost) (Jiménez, 2009). U valovitom modelu periodizacije promjene se događaju na dvotjednoj razini. Uključuje povećanje, ali i smanjenje volumena i intenziteta tijekom trenažnih ciklusa. U literaturi se navodi **dnevna valovita periodizacija (DVP)** (Rhea i sur., 2003; Prestes i sur., 2009). Ona je podvrsta valovite periodizacije, a provodi se na dnevnoj bazi. Kod dnevne valovite periodizacije (DVP) promjene u trenažnom volumenu i intenzitetu provode se na dnevnoj bazi, odnosno promjene se rade tijekom svakog treningu.

**Tablica 1.** Primjer valovite dnevne periodizacije (Simão i sur., 2012)

TRAJANJE TRENINGA	MIKROCIKLUSI	VOLUMEN	INTERVAL ODMORA	UČESTALOST	UTJECAJ TRENINGA
6 tjedana	1-2 tjedan 3-4 tjedan 5-6 tjedan	2 x 12-15 RM 3 x 8-10 RM 4 x 3-5 RM	1 min 2 min 3 min	2 treninga tjedno	Lokalna mišićna izdržljivost Hipertrofija Snaga

### 3. UČINKOVITOST RAZLIČITIH MODELA PERIODIZACIJE

Mnogi radovi koji su se bavili proučavanjem lokalne mišićne izdržljivosti bili su usmjereni na osmišljavanje protokola treninga koji bi utjecao na povećanje lokalne mišićne izdržljivosti različitih skupina mišića različitim vježbama, a potom bi se utvrđivali učinci tih osmišljenih protokola na različitim populacijama. Također, proučavale su se razlike u povećanju snage i lokalne mišićne izdržljivosti između protokola s različitim intenzitetom i različitim volumenom. Puno je manji broj istraživanja koja su se bavila usporedbom različitih modela periodizacije treninga usmjerenog na razvoj lokalne mišićne izdržljivosti.

Rhea i sur. (2003) prvi su proveli istraživanje kojim su željeli utvrditi koji je model periodizacije (linearna, nelinearna i dnevna valovita periodizacija) najučinkovitiji za unapređenje lokalne mišićne izdržljivosti (Tablica 2). Uzorak ispitanika su sačinjavale žene (N = 30) i muškarci (N = 30) u dobi 21-23 godine s prethodnim iskustvom sudjelovanja u programiranom trenažnom programu. Cijeli uzorak je imao ujednačenu razinu mišićnog fitnessa. Sve tri grupe ispitanika statistički su značajno povećale lokalnu mišićnu izdržljivost i 1RM na kraju provedbe programa. Dakle, sva tri trenažna programa (periodizacije) su adekvatno preopteretili one aspekte živčano-mišićnog sustava povezane sa snagom i izdržljivošću s očitim značajnim njihovim povećanjima nakon treninga. Međutim, utvrdilo se da je program obrnuto linearne periodizacije više opteretio izdržljivosne funkcije nego ostala dva programa što pokazuje povećanje postotka i veličine učinka treninga. Dakle, analiza veličine učinaka programa treninga pokazuje da je obrnuto linearna periodizacija programa treninga bila najučinkovitija u poboljšanju lokalne mišićne izdržljivosti nego linearna i dnevna valovita periodizacija. To pokazuje da je obrnuto linearna periodizacija povećala mišićnu izdržljivost gotovo za trećinu standardne devijacije iznad linearne i dnevne valovite periodizacije. Isti autori navode da su postepena povećanja volumena (u obrnuto linearnom stilu) učinkovitija u izazivanju povećanja izdržljivosti nego povećanje intenziteta što može biti rezultat treniranja s većim volumenom (25RM) grupe obrnuto linearne periodizacije nego grupe koja je provodila linearnu periodizaciju (15RM) neposredno prije završnog testiranja. Dnevne promjene volumena i intenziteta kod grupe valovite dnevne periodizacije nije imala značajan učinak za izdržljivost kao što su pokazala prijašnja istraživanja na snazi.

**Tablica 2.** Parametri treninga tri različita modela periodizacije (Rhea i sur., 2003)

MODEL PERIODIZACIJE	TJEDNI CIKLUS	UČESTALOST	VOLUMEN	VRIJEME ODMORA
Linearna	Tjedan 1-5 Tjedan 6-10 Tjedan 11-15	2 treninga tjedno	3 X 25 RM 3 X 20 RM 3 X 15 RM	1 – 2 min između serija
Obrnuto linearna	Tjedan 1-5 Tjedan 6-10 Tjedan 11-15	2 treninga tjedno	3 X 15 RM 3 X 20 RM 3 X 25 RM	1 – 2 min između serija
Dnevna valovita	Trening 1 Trening 2 Trening 3 Trening 4 Trening 5 Trening 6	2 treninga tjedno	3 X 25 RM 3 X 20 RM 3 X 15 RM 3 X 25 RM 3 X 20 RM 3 X 15 RM	1 – 2 min između serija

Rodrigues i sur. (2018) proveli su istraživanje kojemu je bio cilj utvrditi utjecaj različitih modela periodizacije (dnevna valovita i linearna) na snagu i lokalnu mišićnu izdržljivost (tablica 3). Uzorak su činili treniranu muškarci (N = 20, dob 23-28 god.) s najmanje 1 godinom iskustva u treniranju. Izvedeno je 30 treninga. Istraživanjem je utvrđeno da su se dogodile promjene (koje nisu bile statistički značajne) u snazi i lokalnoj mišićnoj izdržljivosti vjerojatno zbog varijacija opterećenja, volumena i odmora. Dakle, češće

izmjene opterećenja, volumena i intervala odmora, s obzirom na izjednačavanje intenziteta koje je osigurala dnevna valovita periodizacija, proizvelo je pozitivne efekte snage i lokalne mišićne izdržljivosti kod muškaraca s iskustvom treninga snage. Osobe s većim iskustvom u treningu s otporom mogu poboljšati snagu i lokalnu mišićnu izdržljivost. Autori zaključuju da je dnevna valovita periodizacija mnogo efikasnija za poboljšanje snage i lokalne mišićne izdržljivosti u odnosu na tradicionalnu linearnu periodizaciju.

**Tablica 3.** Program treninga različitih modela periodizacije (Rodrigues i sur., 2018)

MODEL PERIODIZACIJE	CIKLUS	TRAJANJE PROGRAMA	UČESTALOST	VOLUMEN	VRIJEME ODMORA
Linearna	Početna faza Druga faza Treća faza	10 treninga 10 treninga 10 treninga	3 treninga tjedno	5 x 60% 1RM 4 x 75% 1RM 3 x 90% 1RM	30 sek 1 min 3 min
Dnevna valovita	1 set 2 set 3 set	30 trening	3 treninga tjedno	5 x 60% 1RM 4 x 75% 1RM 3 x 90% 1RM	30 sek 1 min 3 min

Prestes i sur. (2009) proveli su istraživanje kojim su željeli utvrditi postoji li razlika učinkovitosti između linearne i obrnuto linearne periodizacije usmjerene prvenstveno na poboljšanje maksimalne snage i sastava tijela. Uz to se provelo i testiranje lokalne mišićne izdržljivosti. Uzorak ispitanika su činile žene u dobi 26-28 godina s prethodnim iskustvom u provođenju treninga snage. Treninzi su se provodili tri puta tjedno naredna 12 tjedana. Na kraju provedbe oba programa treninga (linearna i obrnuto linearna periodizacija) utvrđeno je da nema statističke značajne razlike u procijenjenoj lokalnoj mišićnoj izdržljivosti pre-giba ruke i nožne ekstenzije za obje grupe. U obje, linearno i obrnuto linearnoj periodizaciji s intenzitetom između 4-14 RM nije bilo utvrđenih povećanja u lokalnoj mišićnoj izdržljivosti. Isti autori na temelju dobivenih rezultata navode da velika opterećenja 4-14RM i kod linearne i obrnuto linearne periodizacije ne predstavlja stimulans koji će povećati lokalnu mišićnu izdržljivost.

de Lima i sur. (2012) proveli su istraživanje kojim se željelo utvrditi utjecaj 12-tjednog treninga mišićne izdržljivosti s velikim brojem ponavljanja (15-30) između dva različita modela periodizacije (linearna i dnevna valovita) na sastav tijela, maksimalnu snagu i mišićnu izdržljivost (tablica 4). Uzorak su činile mlade žene (N = 28) u dobi od 20-35 godina koje nisu provodile neki vid treninga u posljednjih 6. mjeseci. Oba modela periodizacije su statistički značajno utjecala na povećanje maksimalne snage i mišićne izdržljivosti. Prema dobivenim rezultatima linearna periodizacija s velikim brojem ponavljanja se smatra odgovarajućim modelom periodizacije za netrenirane mlade žene koje bi željele poboljšati sastav tijela i maksimalnu snagu, dok je dnevna valovita periodizacija mnogo efikasnija za razvoj lokalne mišićne izdržljivosti.

**Tablica 4.** Program treninga različitih modela periodizacije (de Lima i sur., 2012)

MODEL PERIODIZACIJE	CIKLUS	MIKROCIKLUS	VOLUMEN	UČESTALOST	VRIJEME ODMORA
Linearna	Prvi ciklus (4 tjedna) Drugi ciklus (4 tjedna) Treća ciklus (4 tjedna)	1 tjedan 2 tjedan 3 tjedan 4 tjedan	3 x 30 RM 3 x 25 RM 3 x 20 RM 3 x 15 RM	4 treninga tjedno	1 – 2 min
Dnevna valovita	12 tjedana	1,3,5,7,9,11 tjedan ----- 2,4,6,8,10,12 tjedan	2 dana 3 x 30 RM 2 dana 3 x 25 RM ----- 2 dana 3 x 20 RM 2 dana 3 x 15 RM	4 treninga tjedno	1 – 2 min

#### 4. RASPRAVA

Linearna i dnevna valovita periodizacija su originalno dizajnirane za unapređenje snage (Rhea i sur., 2003). Međutim, literatura (Rhea i sur., 2003; de Lima i sur., 2021; Rodrigues i sur., 2018) navodi da se primjenom linearne, obrnuto linearne i dnevne valovite periodizacije može utjecati na povećanje lokalne mišićne izdržljivosti. Kao što se može vidjeti u literaturi se navode četiri različita modela periodizacije koji se mogu koristiti za razvoj lokalne mišićne izdržljivosti. Rijetka su istraživanja koja su istovremeno istraživala učinke svih modele periodizacije te ih istovremeno uspoređivala. Najčešća su istraživanja koja su uspoređivala učinke dva modela periodizacije te su dobiveni dvojaki rezultati. Rezultati jedne skupine istraživanja pokazuju da postoje razlike u efikasnosti linearne i nelinearne periodizacije – dnevne valovite periodizacije – određena literatura pokazuje da je nelinearna periodizacija superiornija u odnosu na linearnu u poboljšanju lokalne mišićne izdržljivosti (ACSM, 2009; de Lima i sur., 2012; Prestes i sur., 2009; Rodrigues i sur., 2018), druga skupina pokazuje da ne postoje značajne razlike u navedenim obilježjima između ta dva modela periodizacije (Simão i sur., 2012), dok treća skupina istraživanja pokazuje da je obrnuto linearna periodizacija superiornija u odnosu na linearnu i dnevnu valovitu (Ratamess i sur., 2009; Rhea i sur., 2003).

Mnogi autori se slažu da se u većoj mjeri poboljšanja lokalne mišićne izdržljivosti mogu postići bez obzira na model periodizacije primjenom velikog volumena, manjeg opterećenja, s više serija i kraćim vremenom oporavka (ACSM, 2009; Marx i sur., 2001; Skinner, 2005). Prethodno potvrđuju Prestes i sur. (2009) koji na temelju dobivenih rezultata svojeg istraživanja navode da velika opterećenja 4-14RM i kod linearne i obrnuto linearne periodizacije nije stimulans koji će povećati lokalnu mišićnu izdržljivost.

Ukoliko se provodi dugotrajna periodizacija trenažnog programa trening lokalne mišićne izdržljivosti može vrlo brzo postati monoton ukoliko se često ne mijenjaju opći i specifični trenažni parametri jer je glavna specifičnost takvog treninga dugotrajno ponavljanje rada. Dakle, česte izmjene intenziteta, volumena, intervala odmora, različitih vježbi, različitih tipova vježbi (jedno-zglobne, više-zglobne) itd. treba imati na umu ukoliko se planira dugotrajniji period rada usmjeren na razvoj lokalne mišićne izdržljivosti. Nelinearna periodizacija – dnevna valovita periodizacija – varijacije u volumenu i intenzitetu od treninga do treninga mogu smanjiti „monotoniju“ ponavljajućih treninga te povećati angažiranost osoba koje vježbaju (Rodrigues i sur., 2018; Simão i sur. 2012). Ovakav model periodizacije treninga može se primijeniti i u kružnom treningu tako da se mijenja vrijeme odmora između vježbi i krugova, ili promjenom težine utega ili produljenjem vremena rada.

Zaključno, s obzirom da postoji mali broj istraživanja koja su se bavila uspoređivanjem učinkovitosti različitih modela periodizacije na lokalnu mišićnu izdržljivost, ali i ona istraživanja koja su se bavila tom tematikom pokazuju dvojake rezultate, teško je sa sigurnošću reći koji je model periodizacije najučinkovitiji, odnosno koji će polučiti najveća poboljšanja lokalne mišićne izdržljivosti. Osim toga, istraživanja koja su se bavila proučavanjem različitih modela periodizacije za poboljšanje lokalne mišićne izdržljivosti koristila su različite populacije ispitanika i različite metodologije pa su zbog toga vjerojatno dobiveni različiti i dvojaki rezultati. Dakle, očito je da će uzorak ispitanika i primijenjena metodologija u istraživanju direktno utjecati na rezultate dugotrajne periodizacije trenažnog programa (Rodrigues i sur., 2018) usmjerenog na razvoj lokalne mišićne izdržljivosti. Sa sigurnošću se može ustvrditi da program treninga usmjeren na razvoj lokalne mišićne izdržljivosti mora biti periodiziran jer će on polučiti značajnije učinke od neperiodiziranog programa te da se u treningu treba koristiti veliki volumen tj. veći broj serija i veći broj ponavljanja.

#### 5. LITERATURA

1. American College of Sports Medicine [ACSM] (2009). Position stand on progression models in resistance exercise for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41, 687–708.
2. Clark M. A. (2010). *Nasm essentials of sports performance training*. Lippincott Williams&Wilkins, Baltimore.
3. de Lima, C., Boulosa, D.A., Frollini, A.B., Donatto, F.F., Leite, R.D., Gonelli, P.R., Montebello, M.I., Prestes, J. i Cesar, M.C. (2012). Linear and daily undulating resistance training periodizations have differential beneficial effects in young sedentary women. *Int J Sports Med*, 33, 723-727.
4. Marx O. J., Ratamess A. N., Nindl C. B., Gotshalk A. L., Volek S. J., Dohi K., Bush A. J., Gomez L. A., Mazzetti A. S., Fleck J. S., Hakkinen K., Newton U. R. i Kraemer J. W. (2001). Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Med. Sci. sports Exerc.*, 33(4), 635-643.

5. Milanović D. (2004). *Teorija treninga, Priručnik za praćenje nastave i pripremanje ispita*, Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2004.
6. Jiménez, A. (2009). *Undulating periodization models for strength training & conditioning*; Motricidade, 5(3), 1-5.
7. Iveković, I. (2022). Parametri treninga lokalne mišićne izdržljivosti. U L. Milanović, V. Wertheimer, I. Jukić, I. Krakan (ur.) *Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa*, Zagreb 18. i 19. veljače 2022. god., str. 342-346. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske. 2022.
8. Prestes J., De Lima C., Frollini B. A., Donatto F. F. i Conte M. (2009). Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maximal strength and body composition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 266-274.
9. Ratamess N. A., Alvar B. A., Evetoch T. K., Housh T. J., W. Kibler B., M.D., Kraemer W. J. i Travis T. N. (2009). Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*; 41(3), 687-708.
10. Rhea M. R., Phillips W. T., Burkett L. N., Stone W. J., Ball S. D., Alvar B. A. i Thomas A. B. (2003). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 82-87.
11. Rodrigues, B., Senna, G., Simão, R., Scudese, E., Da Silva-Grigoletto, M., Paoli, A., Messina, G., Bianco, G., Bianco, A. i Dantas, E. (2018). Traditional vs daily undulating periodization in strength and local muscle endurance gains on trained men. *Journal of Human Sport and Exercise*, 13(2), 401-414.
12. Simão R, Spinetti J., de Salles B.F., Matta T., Fernandes L., Fleck S.J., Rhea M.R. i Strom-Olsen H.E. (2012). Comparison between nonlinear and linear periodized resistance training: hypertrophic and strength effects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1389–1395.
13. Skinner S. J. (2005). *Exercise testing and exercise prescription for special cases: theoretical basis and clinical application*. Third edition. Lippincott Williams&Wilkins, 2005; Baltimore.

# KAKO TRENIRATI NAKON NOĆI DEPRIVACIJE SNA?

**Andrija Mikša**

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Deprivacija sna se može definirati kao eksperimentalno inducirani nedostatak sna u određenom vremenskom periodu, odnosno bilo kakav gubitak sna u odnosu na uobičajene vrijednosti. Deprivacija može biti potpuna, parcijalna ili može doći do fragmentacije sna. Potpuna deprivacija sna podrazumijeva potpuno odsustvo sna u određenom vremenskom periodu, parcijalnu deprivaciju karakterizira kratkoročno ili dugoročno smanjenje količine sna, dok su za fragmentaciju sna karakteristični višestruki prekidi sna (Trošt Bobić i sur., 2016). Smatra se da je fragmentacija sna gora od jednakog trajanja deprivacije jer se više puta prekida kontinuitet sna što ima loše posljedice na izvedbu i raspoloženje (Finan i sur., 2015). Najčešći tip smanjenja sna je parcijalna deprivacija sna. Osim deprivacije sna, čak i prirodne fluktuacije u snu utječu na izvedbu te je u danima s više sna izvedba bolja u odnosu na dane s manje sna (Knufinke i sur., 2018). Osim navedenog, metode produljenja sna utječu pozitivno na izvedbu. S obzirom na navedeno, ključno je znati na koje sposobnosti i na koja svojstva u tijelu deprivacija sna najviše utječe.

Poznato je da deprivacija sna najviše utječe na raspoloženje, zatim na kognitivne, a najmanje na motoričke sposobnosti (Pilcher i Huffcut, 1996). Ipak, ne utječe na sve motoričke sposobnosti jednako već postoje velike razlike. Osim toga, nije u potpunosti jasno kakav učinak ima na funkcionalne sposobnosti. Samim time, potrebno je utvrditi kakav učinak deprivacija sna ima na kompletnu sportsku izvedbu kako bi se potencijalno mogle dizajnirati strategije treninga koje će najmanje negativno utjecati na trening i na dugoročne adaptacije izazvane treningom. Stoga cilj ovog kratkog pregleda literature je utvrditi na koja svojstva deprivacija sna najnegativnije utječe, dati smjernice kako trenirati nakon noći deprivacije sna, te što izbjeavati.

## 2. METODE RADA

Elektronična pretraga literature je provedena koristeći bazu podataka Scopus za relevantne članke koji su publicirani do 1. siječnja 2023. Inicijalna pretraga je obuhvaćala članke isključivo na engleskom jeziku koristeći sljedeće ključne riječi: ((sleep AND deprivation) OR (partial AND sleep AND deprivation) OR (sleep AND restriction) AND (performance OR athletic AND performance OR abilities)) te su identificirana 435 članka. Nakon pretrage, naslovi i sažetci članaka su pregledani da se utvrdi relevantnost za ovaj rad. Članci su uključeni ako se procijenilo da daju relevantne informacije povezane s utjecajem deprivacije sna na sportsku izvedbu. Članci za koje se procijenilo da nisu relevantni za navedeni rad su isključeni iz analize te nisu dalje pregledavani.

## 3. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog kratkog pregleda literature je bio utvrditi na koje sposobnosti najviše utječe deprivacija sna, te temeljem toga dati preporuke što je optimalno trenirati nakon noći deprivacije ili parcijalne deprivacije sna. Istraživanja pokazuju da deprivacija sna najviše utječe na pad kognitivnih sposobnosti, zatim na pad raspoloženja, te najmanje na motoričku izvedbu (Pilcher i Huffcut, 1985). Ipak, svaki motorički zadatak u sebi sadrži i kognitivnu i emocionalnu komponentu. Samim time, čini se da što motorički zadatak zahtijeva veću uključenost kognitivnih sposobnosti i veću regulaciju emocionalnih stanja to će deprivacija sna negativnije utjecati na njegovu izvedbu. Istraživanja pokazuju da parcijalna deprivacija sna negativnije utječe na finu u odnosu na grubu motoriku (Fullagar, Duffield i sur., 2015; Fullagar, Skorski i sur., 2015). Nadalje, parcijalna deprivacija pogoršava izvedbu tehničkih elemenata (Pallesen i sur., 2017), te negativno

utječe na preciznost (Tikuisis i sur., 2004). Osim navedenog, parcijalna deprivacija sna konzistentno smanjuje brzinu reakcije (Jarraya i sur., 2014; Philip i sur., 2005). Samim time ne preporučuje se trening navedenih svojstava koji se uvelike oslanjaju na kognitivne sposobnosti, osim ako je specifični cilj treninga razvoj navedenih sposobnosti pod uvjetima ekstremnog umora.

Reilly i Piercy (1994) su utvrdili da parcijalna deprivacija sna ne utječe na maksimalni biceps pregib, dok utječe negativno na maksimalne i submaksimalne vrijednosti potiska s ravne klupe, leg pressa i mrtvog dizanja što bi moglo značiti sljedeće; što je veća količina aktivne mišićne mase u zadatku to su učinci deprivacije sna negativniji. Slično, istraživanja pokazuju da 5 h parcijalne deprivacije sna utječe negativno na jakost stiska šake i submaksimalnu izvedbu potiska s ravne klupe i leg pressa (Brotherton, 2019), dok deprivacija nema utjecaja na jakost kod žena mjerenu izokinetikom (Bambaechi i sur., 2005). Osim toga, neka istraživanja pokazuju da deprivacija sna negativno utječe na submaksimalnu, dok na maksimalnu izvedbu nema utjecaja (Vaara i sur., 2018). S obzirom na to čini se da je submaksimalna izvedba više podložnija deprivaciji sna od maksimalne, te je jedan od mogućih razloga veće oslanjanje na glikolitičke izvore energije.

Nadalje, Souissi i sur. (2003) su utvrdili da anaerobne sposobnosti (mjerene wingate testom) nisu pale nakon 24 h budnosti, međutim bile su smanjene nakon 36 h bez spavanja. Souissi i sur. (2008) gdje su ispitanici spavali 3-4 h 2 noći zaredom, su dobili pad anaerobnih sposobnosti na Wingate testu za procjenu anaerobnog kapaciteta kod studenata tjelesne i zdravstvene kulture. Isto tako, kod vrhunskih judaša 3 h deprivacije 2 noći zaredom uzrokovalo je pad prosječne snage na Wingate testu, slabiji stisak šake te pad maksimalne voljne kontrakcije fleksora podlaktice (Souissi i sur., 2013). Nadalje Olivia i sur., (2021) su utvrdili da deprivacija sna negativno utječe na kvalitetu treninga s otporom (brzinu šipke) dok ne utječe toliko na kvantitetu treninga (volumen). HajSalem i sur. (2013) su dokazali da parcijalna deprivacija sna negativno utječe na rezultat u Wingate testu nakon borbe, dok ne utječe na jakost stiska šake (Bambaechi i sur., 2005). S druge strane, Vardar i sur., (2007) su utvrdili da ni potpuna ni parcijalna deprivacija sna ne utječu negativno na anaerobnu izvedbu. Mejri i sur. (2016) su pokazali da parcijalna deprivacija sna ne utječe negativno na izvedbu Yoyo testa. Nadalje, 1 noć parcijalne deprivacije sna negativno utječe na izdržljivost mjerenu prijeđenom udaljenosti u 30 minuta na pokretnom sagu, te su autori navedeni pad primarno pripisali povećanoj percepciji napora u depriviranom stanju (Oliver i sur., 2009). Suprotno, Symons i sur. (1988) su dobili da 60 h deprivacije sna ne utječe negativno na anaerobnu i aerobnu izdržljivost. Metaanaliza Van Helder i Radomskog (1989) sugerira da deprivacija sna ne utječe negativno na anaerobne ni aerobne sposobnosti, ali utječe negativno na vrijeme do umora. Papadakis i sur., (2021) su utvrdili da parcijalna deprivacija sna ne utječe negativno na trening za razvoj aerobnog kapaciteta na prosječnom intenzitetu od 70% od VO<sub>2</sub> rezerve. Skupno, čini se da što zadatak zahtijeva više motivacije, što je percepcija opterećenja viša te što više uključuje anaerobnu glikolitičku izdržljivost to deprivacija sna ima negativniji učinak na njegovu izvedbu. Jedan od razloga koji je u pozadini navedenog je smanjena inzulinska osjetljivost te smanjena tolerancija na glukozu pod utjecajem deprivacije sna (VanHelder i Radomski, 1989).

Što se tiče brzinsko eksplozivnih svojstava, pokazalo se da 36 h deprivacije sna negativno utječe na izvedbu skoka bez pripreme (Souissi i sur., 2014) i kako 64 h deprivacije sna negativno utječe na izvedbu vertikalnog skoka (Takeuchi i sur., 1988). Uz to, Mah i sur. (2019) su pokazali da se vertikalni skok smanjuje uslijed 3 dana parcijalne deprivacije sna. Ipak, iz navedenog nije jasno koliko deprivacije je potrebno da se vertikalni skok smanji.

Zaključno, iz navedenog se čini da deprivacija sna ima sljedeće učinke: što je zadatak tehnički zahtjevniji, uključuje više mišićnih skupina, što je subjektivni osjećaj opterećenja veći, uključuje veći angažman glikolitičkih izvora energije te zahtijeva snažniju neuromuskularnu ekscitaciju, to je negativni učinak veći. Samim time nakon iznenadne deprivacije sna preporučuje se prilagoditi trening temeljem gore navedenih smjernica (tablica 1).

**Tablica 1.** Smjernice kako konstruirati trening nakon deprivacije sna.

TEHNIČKA I KOGNITIVNA SLOŽENOST	Što manja
BROJ MIŠIČNIH SKUPINA	Što manji
UKLJUČENOST GLIKOLITIČKIH IZVORA ENERGIJE	Što manji
NEUROMUSKULARNA EKSCITACIJA	Što slabija
TEŽINA ZADATKA (RPE)	Što manja



#### 4. ZAKLJUČAK

Deprivacija sna u bilo kojem obliku ima zastrašujuće negativne učinke na sportsku izvedbu. Ipak, na određene komponente izvedbe ima nešto blaži učinak tj. što je zadatak tehnički zahtjevniji, uključuje više mišićnih skupina, što je subjektivni osjećaj opterećenja veći, uključuje veću angažman glikolitičkih izvora energije te zahtijeva snažniju neuromuskularnu ekscitaciju, to je negativni učinak veći. Samim time, praktičarima se savjetuje da trening nakon neizbježne deprivacije sna prilagode temeljem navedenih postavki.

#### 5. LITERATURA

1. Bambaiechi, E., Reilly, T., Cable, N. T. i Giacomoni, M. (2005). The influence of time of day and partial sleep loss on muscle strength in eumenorrhic females. *Ergonomics*, 48(11-14), 1499-1511.
2. Brotherton, E. J., Moseley, S. E., Langan-Evans, C., Pullinger, S. A., Robertson, C. M., Burniston, J. G., i Edwards, B. J. (2019). Effects of two nights partial sleep deprivation on an evening submaximal weightlifting performance; are 1 h powernaps useful on the day of competition?. *Chronobiology International*, 36(3), 407-426.
3. Chase, J. D., Roberson, P. A., Saunders, M. J., Hargens, T. A., Womack, C. J., i Luden, N. D. (2017). One night of sleep restriction following heavy exercise impairs 3-km cycling time-trial performance in the morning. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 42(9), 909-915.
4. Cohen-Zion, M., Shabi, A., Levy, S., Glasner, L., i Wiener, A. (2016). Effects of partial sleep deprivation on information processing speed in adolescence. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 22(4), 388-398.
5. Finan, P. H., Quartana, P. J. i Smith, M. T. (2015). The effects of sleep continuity disruption on positive mood and sleep architecture in healthy adults. *Sleep*, 38(11), 1735-1742.
6. Fullagar, H. H., Duffield, R., Skorski, S., Coutts, A. J., Julian, R., i Meyer, T. (2015). Sleep and recovery in team sport: current sleep-related issues facing professional team-sport athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 10(8), 950-957.
7. HajSalem, M., Chtourou, H., Aloui, A., Hammouda, O. i Souissi, N. (2013). Effects of partial sleep deprivation at the end of the night on anaerobic performances in judokas. *Biological rhythm research*, 44(5), 815-821.
8. Heaton, K. J., Maule, A. L., Maruta, J., Kryskow, E. M., i Ghajar, J. (2014). Attention and visual tracking degradation during acute sleep deprivation in a military sample. *Aviation, space, and environmental medicine*, 85(5), 497-503.
9. Jarraya, S., Jarraya, M., Chtourou, H., i Souissi, N. (2014). Effect of time of day and partial sleep deprivation on the reaction time and the attentional capacities of the handball goalkeeper. *Biological Rhythm Research*, 45(2), 183-191.
10. Knowles, O., Drinkwater, E., Roberts, S., Alexander, S., Abbott, G., Garnham, A., ... i Aisbett, B. (2022). Sustained sleep restriction reduces resistance exercise quality and quantity in females.
11. Knufinke, M., Nieuwenhuys, A., Maase, K., Moen, M. H., Geurts, S. A., Coenen, A. M. i Kompier, M. A. (2018). Effects of natural between-days variation in sleep on elite athletes' psychomotor vigilance and sport-specific measures of performance. *Journal of sports science & medicine*, 17(4), 515.
12. Mah, C. D., Sparks, A. J., Samaan, M. A., Souza, R. B., i Luke, A. (2019). Sleep restriction impairs maximal jump performance and joint coordination in elite athletes. *Journal of sports sciences*, 37(17), 1981-1988.
13. Mejri, M. A., Yousfi, N., Mhenni, T., Tayech, A., Hammouda, O., Driss, T., Chaouachi, A. i Souissi, N. (2016). Does one night of partial sleep deprivation affect the evening performance during intermittent exercise in Taekwondo players?. *Journal of exercise rehabilitation*, 12(1), 47.
14. Oliver, S. J., Costa, R. J., Laing, S. J., Bilzon, J. L. i Walsh, N. P. (2009). One night of sleep deprivation decreases treadmill endurance performance. *European journal of applied physiology*, 107(2), 155-161
15. Papadakis, Z., Forsse, J. S., i Stamatis, A. (2021). High-Intensity Interval Exercise Performance and Short-Term Metabolic Responses to Overnight-Fasted Acute-Partial Sleep Deprivation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3655.
16. Philip, P., Sagaspe, P., Moore, N., Taillard, J., Charles, A., Guilleminault, C. i Bioulac, B. (2005). Fatigue, sleep restriction and driving performance. *Accident Analysis & Prevention*, 37(3), 473-478.
17. Pilcher, J. J. i Huffcutt, A. I. (1996). Effects of sleep deprivation on performance: a meta-analysis. *Sleep*, 19(4), 318-326.

18. Reilly, T. i Piercy, M. (1994). The effect of partial sleep deprivation on weight-lifting performance. *Ergonomics*, 37(1), 107-115.
19. Simpson, N. S., Gibbs, E. L., i Matheson, G. O. (2017). Optimizing sleep to maximize performance: implications and recommendations for elite athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(3), 266-274.
20. Souissi, M., Chtourou, H., Abdelmalek, S., Ghoulane, I. B. i Sahnoun, Z. (2014). The effects of caffeine ingestion on the reaction time and short-term maximal performance after 36 h of sleep deprivation. *Physiology & behavior*, 131, 1-6.
21. Souissi, N., Chtourou, H., Aloui, A., Hammouda, O., Dogui, M., Chaouachi, A. i Chamari, K. (2013). Effects of time-of-day and partial sleep deprivation on short-term maximal performances of judo competitors. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2473-2480.
22. Souissi, N., Sesboüé, B., Gauthier, A., Larue, J. i Davenne, D. (2003). Effects of one night's sleep deprivation on anaerobic performance the following day. *European journal of applied physiology*, 89(3-4), 359-366.
23. Souissi, N., Souissi, M., Souissi, H., Chamari, K., Tabka, Z., Dogui, M. i Davenne, D. (2008). Effect of time of day and partial sleep deprivation on short-term, high-power output. *Chronobiology international*, 25(6), 1062-1076.
24. Stojanoski, B., Benoit, A., Van Den Berg, N., Ray, L. B., Owen, A. M., Shahidi Zandi, A., ... i Fogel, S. M. (2019). Sustained vigilance is negatively affected by mild and acute sleep loss reflected by reduced capacity for decision making, motor preparation, and execution. *Sleep*, 42(1), zsy200.
25. Symons, J. D., VanHelder, T. i Myles, W. S. (1988). Physical performance and physiological responses following 60 hours of sleep deprivation. *Medicine and science in sports and exercise*, 20(4), 374
26. Takeuchi, L., Davis, G. M., Plyley, M., Goode, R., i Shephard, R. J. (1985). Sleep deprivation, chronic exercise and muscular performance. *Ergonomics*, 28(3), 591-601.
27. Tikuisis, P., Keefe, A. A., McLellan, T. M., i Kamimori, G. (2004). Caffeine restores engagement speed but not shooting precision following 22 h of active wakefulness. *Aviation, space, and environmental medicine*, 75(9), 771-776.
28. Trošt Bobić, T., Šečić, A., Zavoreo, I., Matijević, V., Filipović, B., Kolak, Ž., ... i Sajković, D. (2016). The impact of sleep deprivation on the brain. *Acta Clinica Croatica*, 55(3.), 469-473.
29. Vaara, J. P., Oksanen, H., Kyröläinen, H., Virmavirta, M., Koski, H. i Finni, T. (2018). 60-hour sleep deprivation affects submaximal but not maximal physical performance. *Frontiers in physiology*, 9, 1437

# UTJECAJ COERVER METODE NA POBOLJŠANJE AGILNOSTI VOĐENJA LOPTE S OBJE NOGE KOD MLADIH NOGOMETAŠA

Neven Gladović<sup>1</sup>, Dino Bartoluci<sup>2</sup>, Irena Vuglovečki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Osnovna škola Josipa Jurja Strossmayera

<sup>2</sup>Edward Bernays

<sup>3</sup>Ekonomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

Nogomet je kompleksna agonistička kineziološka aktivnost koja pripada grupi polistrukturalnih acikličkih gibanja, a obilježava je varijabilitet funkcionalno motoričkih radnji kojim se igra realizira uz postizanje osnovnih ciljeva igre (Barišić, 2007). Nogomet je tjelesno i mentalno vrlo zahtjevna igra jer igrači kontroliraju loptu različitim pokretima stopala uz pritisak ograničenoga prostora i vremena te tjelesnoga umora (J.A. Luxbacher 2015). S obzirom na veliku ekspanziju nogometa te sve većih psihofizičkih zahtjeva, provodi se sve više istraživanja s aspekta biomedicinskog, fiziološkog, psihološkog i sociološkog stajališta kako bi se maksimalno poboljšale performanse kod nogometaša (Boukazola, 2016).

Postoje različite metode za obučavanje elementarne tehnike i taktike nogometne igra, a jedna od njih je i Coerver Coaching metoda koju su osmislili Alf Galustian i Charlie Cooke. Osnovna filozofija Coerver metode bazira se na zabavnom učenju složenih tehničko taktičkih elemenata nogometne igre. Također, filozofija Coerver metode uči lijepom ponašanju i poštivanju drugih protivnika, a kao posebnost se izdvaja dugoročan razvoj mladih nogometaša uz fokus na poticanje kreativnosti djeteta tijekom nogometne igre, a ne na krajnji rezultat utakmice. Tako se kod mladih nogometaša povećava motivacija te razvija samopouzdanje i čvrst karakter koji je bitan i izvan nogometnog terena. Kroz hijerarhijsku strukturu koju sačinjava grupna igra, završnica, brzina, 1 na 1 potezi te primanje i dodavanje, svaki trener pokušava individualiziranim pristupom s obzirom da radi s grupom od najviše 12 nogometaša, što više utjecati na poboljšanje i razvoj tehničko – taktičkih elemenata kod mladih nogometaša (Galustian i Cooke, 2012). Najveća se pažnja u treningu za nogometaše u dobi od 9 do 12 godina treba upravo usmjeriti prema genetski visoko uvjetovanim sposobnostima kao što su agilnost, brzina, eksplozivna snaga te manipulacija loptom (Erceg i sur., 2018). Jedna od motoričkih sposobnosti koja se razvija primjenom spomenute metode jest i agilnost s loptom. Agilnost je sposobnost organizma da usklađuje, adekvatno motoričkom zadatku, pojedine pokrete i radnje u odnosu na vrijeme, prostor i naprezanje (Željaskov, 2004). Agilniji sportaši imaju sposobnost da naglo ubrzaju, uspore, zaustave svoje kretanje ili brzo i efikasno promijene smjer kretanja svoga tijela. Agilnost se može definirati na više načina, a najčešće je opisana kao brzina promjene ubrzanja ili smjera kretanja cijelog tijela slijed nekog podražaja (Sheppard & Young, 2006).

Mnogi igrači u svijetu mogu loptu dodati točno gdje žele ili spriječiti napadača da ih prođe, ali samo neki od njih imaju specifične sposobnosti i stupanj kondicije da te vještine izvode preko 90 minuta. Drugim riječima posjedovanje snage, brzine, agilnosti s loptom i izdržljivosti ključ je uspjeha u tome da se bude najbolji (Schmid, 2004). Rachid i Achene (2020) su proveli istraživanje u kojem su proučavali utjecaj Coerver metode na razvoj tehničkih elemenata. Njihovi rezultati ukazuju na značajno poboljšanje tehničkih elemenata žongliranja, driblinga, dodavanja i primanja lopte te šutiranja primjenom Coerver metode. Trenažni protokol se u spomenutom istraživanju provodio 24 tjedana. Međutim, pregledom dostupnih istraživanja nije pronađena niti jedna studija koja je do sada proučavala dugoročan utjecaj Coerver metode na poboljšanje vođenja lopte pod pravim kutom, odnosno na razvoj agilnosti s loptom.

Stoga je cilj ovog rada bio utvrditi učinkovitost Coerver metode na poboljšanje agilnosti nakon 6 i 9 mjeseci u odnosu na inicijalno stanje kod nogometaša uzrasne kategorije 2010 godišta.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

U istraživanju je sudjelovalo 10 ispitanika 2010 godišta koji treniraju u nogometnom klubu Coerver Hrvatska. Prije uključivanja u istraživanje svi roditelji ispitanika su bili upoznati s ciljevima istraživanja, načinom izvedbe istog i mogućim rizicima. Svi su dobili na uvid obavijest za ispitanike te je bila potrebna potpisana suglasnost roditelja za sudjelovanje u istraživanju.

### 2.2. PROTOKOL ISTRAŽIVANJA

Kako bi se procijenio napredak u agilnosti vođenja lopte s obje noge Coerver metodom, ispitanici su testirani u 3 točke mjerenja. Inicijalno testiranje provodilo se neposredno prije početka sezone, nakon 6 i 12 mjeseci. U sve 3 točke mjerenja isti ispitanici s obje noge su izvodili test vođenja lopte s promjenom pravca pod pravim kutom (MAG 90 V).

#### MAG90V – Vođenje lopte s promjenom pravca pod pravim kutom (Sporiš, 2007)

**Opis mjesta izvođenja:** Test se izvodi na nogometnom terenu. Nogometaš vodi loptu između devet zastavica (visine 150 cm) i radi promjene pod  $90^{\circ}$ . Staza je duga 15 metara, udaljenost između startne linije i prve zastavice je 3 m, druge i treće 2 m, treće i četvrte 2 m, četvrte i pete 5 m, pete i šeste 3 m, šeste i sedme 3 m, sedme i osme 2 m, i devete 2 m. Sve zastavice su postavljene pod pravim kutom u odnosu jedna na drugu. Nogometaš mora pravilno obilaziti zastavice, ako pogriješi mora test ponoviti.

Za mjerenje vremena predviđenog za izvođenje zadatka u ovom se istraživanju koristila štoperica dok se za startni signal koristila zviždaljka.

**Zadatak:** Nogometaš zauzme položaj visokog starta ispred startne linije, prsima okrenut prema prvoj zastavici. Na znak mjerilaca nogometaš starta, vodi loptu do prve zastavice i zaobilazi je s desne strane, drugu zastavicu zaobilazi s lijeve strane, isto kao i treću zastavicu, četvrtu zaobilazi s desne strane isto kao i petu, šestu zastavicu (150 cm) prolazi s lijeve strane. Nogometaš vodi loptu do posljednje zastavice te prolazi kroz ciljnu liniju.

**Registriranje rezultata:** Mjeri se vrijeme u stotinkama sekunde od starta do prelaska prsiju preko linije cilja. Upisuju se vremena sva tri ponavljanja te se uzima najbolji rezultat.

**Cilj:** Savladati opisani zadatak u što kraćem vremenu.

**Svrha testa:** Test se izvodi u svrhu procjene agilnosti nogometaša, s naglaskom na agilnost u frontalnim kretanjima do  $90^{\circ}$ . Test je dobar pokazatelj razine usvojenosti motoričkog znanja - tehnike vođenja lopte.

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Statistička obrada podataka izvršena je putem programskog paketa Statistica 13.3. Shapiro – Wilk testom je provjeravana razina odstupanja empirijske distribucije od normalne. S obzirom da distribucija podataka u svim točkama mjerenja nije normalno distribuirana, u ovom istraživanju koristile su se metode neparametrijske statistike. Friedmanovim testom kako bi se utvrdile razlike između 3 točke mjerenja (inicijalno, nakon 6 mjeseci i nakon 9 mjeseci). Razina statističke značajnosti je za sve analize postavljena na  $p < 0.05$ .

## 3. REZULTATI

Razlike u dobivenim rezultatima između 3 točke mjerenja (inicijalno, nakon 6 i 9 mjeseci) za test vođenja lopte desnom nogom s promjenom pravca pod pravim kutem (MAG 90 V) prikazane su u tablici 1, dok su razlike u dobivenim rezultatima za lijevu nogu između 3 točke mjerenja za navedeni test prikazane u tablici 2.

**Tablica 1.** Friedmanov test za MAG 90 V desna noga

N	10
Chi-Square	16,80
df	2
Asymp. Sig.	<b>,00</b>

Zabilježeno je značajno poboljšanja nakon 6 i 9 mjeseci u odnosu na inicijalno stanje kod ispitanika u testu vođenja lopte s promjenom pravca pod pravim kutom desnom nogom (graf 1).

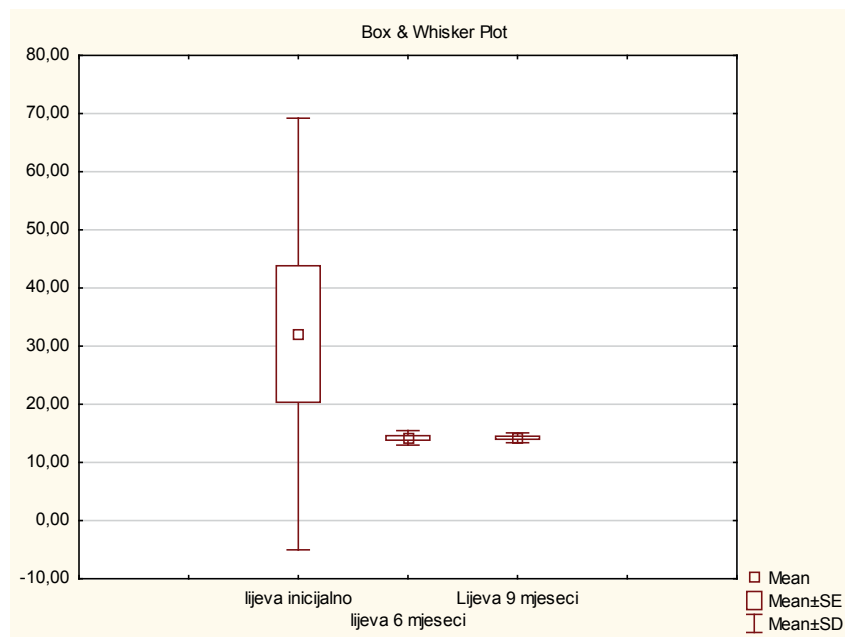


**Graf 1.** Prikaz rezultata između inicijalnog i finalnog testiranja

**Tablica 2.** Friedmanov test za MAG 90 V lijeva noga

N	10
Chi-Square	3,43
df	2
Asymp. Sig.	<b>0,17</b>

Nakon 6 i 9 mjeseci u odnosu na inicijalno stanje nije zabilježeno statistički značajno poboljšanje kod ispitanika u testu vođenja lopte s promjenom pravca pod pravim kutom lijevom nogom (graf 2).



Graf 2. Prikaz rezultata između inicijalnog i finalnog testiranja

Nakon 6 i 9 mjeseci u odnosu na inicijalno stanje nije zabilježeno statistički značajno poboljšanje kod ispitanika u testu vođenja lopte s promjenom pravca pod pravim kutem lijevom nogom.

#### 4. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Rezultati upućuju na učinkovitost Coerver metode u poboljšanju agilnosti kod nogometaša koji redovito treniraju s obzirom da su postignuta značajna poboljšanja u testu agilnosti s loptom desnom nogom nakon 6 i 9 mjeseci treniranja spomenutom metodom u odnosu na inicijalno stanje. Međutim, isto ne vrijedi za lijevu nogu s obzirom da nakon 6 i 9 mjeseci nisu postignuta značajna poboljšanja u odnosu na inicijalno stanje. Rezultati ukazuju da bi u trenažni postupak Coerver metode trebalo uključiti više programskih sadržaja koji se realiziraju lijevom nogom. Do sada je pregledom dostupne literature pronađeno samo istraživanje Rachid i Achene (2020) koje ukazuje da je primjenom Coerver metode tijekom 24 tjednog razdoblja, moguće postići značajna poboljšanja tehničkih elemenata žongliranja, driblinga, dodavanja i primanja lopte te šutiranja. Slični rezultati dobiveni su i u ovom istraživanju. S obzirom na mali broj istraživanja o učincima Coerver metode, rezultati ovoga istraživanja doprinose boljem razumijevanju nogometne metode za obučavanje tehnike koja, iako se koristi u praksi, nije dovoljno istražena. Ograničenja ovog istraživanja jesu mali broj ispitanika, zbog nedostatka financijskih sredstava nisu korištene foto ćelije već štoperica te postoji manja mogućnost odstupanja rezultata od ostalih istraživanja. Također, potrebno je napomenuti da je motivacija nogometaša mogla također utjecati na rezultate s obzirom da su se prilikom inicijalnog mjerenja ispitanici tek vratili s odmora dok su kod mjerenja nakon 6 i 9 mjeseci svi bili u punom trenažnom postupku. Potrebna su daljnja istraživanja ovog područja za dobivanje jasnije slike, a prijedlozi autora idu u smjeru uspoređivanja Coerver metode s ostalim metodama, dužeg praćenja rezultata te analiziranja učinaka na većem broju ispitanika.

#### 5. LITERATURA

1. Barišić, V. (2007). *Kineziološka analiza taktičkih sredstava u nogometnoj igri (Doktorska disertacija)*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
2. Boukazola, F. (2016). Influence of training with small sided games on the level technique and physics of young Algerian footballers. *Journal of Sport Science Technology and Physical Activities*, (9), 25- 34.
3. Erceg, M., Zagorac, N. i Katić, R. (2008). The impact of football training on motor development in male children. *Collegium Antropologicum*, 32(1), 241-247.

4. Galustian, A. i Cooke, C. (2012). *Youth diploma I*. Interni neobjavljeni edukativni materijal.
5. J.A. Luxbacher (2015). *Nogomet. Koraci do uspjeha*. Gopal d.o.o.
6. Jurakić, D. i Heimer, S. (2012). *Prevalencija nedovoljne tjelesne aktivnosti u Hrvatskoj i u svijetu: pregled istraživanja*. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, 63 (Supplement 3), 3-11.
7. Rachid, B. i Ahcene, K. (2020). The effect of twenty-four weeks coerver coaching training program on developing technical skills' performance of U15 BSBatna Football team. *Journal of Sport Science Technology and Physical Activities*.
8. Schmid, S i Alejo, B. (2004). *Nogomet – kompletan kondicijski program*. Zagreb: Gopal.
9. Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of sports sciences*, 24(9), 919-932.
10. Sporiš, G. (2007). *Efekti situacijskog polistrukturalnog kompleksnog treninga na morfološka, motorička, situacijsko-motorička i funkcionalna obilježja (Doktorska disertacija)*. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
11. Željaskov, C. (2004). *Kondicioni trening vrhunskih sportista*. Sportska akademija.

# KONDICIJSKI TRENING ZA PLIVAČE IZVAN BAZENA

Klara Šiljeg<sup>1</sup>, Bartol Vukelić<sup>1</sup>, Milivoj Dopsaj<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup> Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Beogradu

## 1. UVOD

Uspješnost u plivanju temelji se na efikasnoj tehnici, antropometrijskim karakteristikama, funkcionalnim i motoričkim sposobnostima, motoričkim znanjima te određenim konativnim i kognitivnim karakteristikama plivača. Poboljšanje plivačke izvedbe uključuje trenažne operatere za poboljšanje fizičkih, fizioloških i biomehaničkih parametara plivanja. Treneri većinu trenažnog procesa obavljaju u vodi, međutim „suhi“ trening neizostavan je dio trenažnog procesa s ciljem poboljšanja rezultata plivanja i sprječavanja ozljeda. Rezultati u plivanju mogu se poboljšati ne samo treningom specifičnim za vodu, već i treningom na suhom. Pokazalo se da kondicijski trening poboljšava fizičke kapacitete plivača, prvenstveno snagu i jakost. Mišićna snaga i jakost imaju važnu ulogu u realizaciji vrhunskih plivačkih rezultata (Espada i sur., 2016). Većina istraživanja bazira se na utjecaju jakosti i snage na plivačku izvedbu (Dopsaj i sur., 1999; Lawsirirat i Chaisumrej, 2017). Mnoga istraživanja dokazala su pozitivnu korelaciju između jakosti i snage te određenih segmenata plivačke izvedbe – primjerice brzine plivanja (Dopsaj i sur., 1999; Gola, 2014; Lopes i sur., 2021), efikasnosti startnog skoka, brzini starta, odnosno brzine prvih 15 metara utrke (Garcia Ramos, 2016a; Garcia Ramos, 2016b), poboljšanje u biomehaničkoj izvedbi zaveslaja, dužini i frekvenciji zaveslaja. Snaga razvijena na suhom poboljšava plivački rezultat u rasponu od 1.3 do 4.4% u sprinterskim disciplinama (Amaro i sur., 2017). Čini se da su poboljšanja puno niža kada se trening snage kombinira s aerobnim podražajem, što je uobičajeno u treningu vodenih sportova (Garrido i sur., 2010; Haycraft i sur., 2015). Međutim, nedavne studije su istaknule da su evidentna poboljšanja i na dužim dionicama kod plivača s većom mišićnom snagom (Barbosa i sur., 2015; Espada i sur., 2016). Haycraft i sur. (2015) sugeriraju da plivački trening u vodi ne bi smio biti duži od 5 000 metara ako se radi na razvoju snage na suhom kako bi se smanjio mogući neuromuskularni umor. Druga grupa istraživača negira pozitivne učinke suhog treninga na rezultat u plivanju (Gariddo i sur., 2010; Sadowski i sur., 2012; Morouço i sur., 2014). Mogući razlozi neslaganja leže u različitim protokolima provedbe trenažnog procesa na suhom i u vodi. Kako je u plivanju razvoj svakog segmenta izuzetno važan cilj ovog rada je informirati o specifičnim i nespecifičnim formama suhog treninga za plivače.

## 2. FORME KONDICIJSKOG TRENINGA IZVAN BAZENA

Dodatni trening na suhom može se podijeliti u dvije grupe. Prvoj grupi pripadali bi nespecifični treninzi i vježbe poput treninga s otporom u teretani gdje se izvode osnovne vježbe za razvoj ciljane motoričke sposobnosti. Tu primjerice spadaju vježbe čučnja, potiska s ravne klupe, raznih potisaka i privlačenja na trenerima koji izoliraju rad određenog mišića ili manje grupe mišića i slično. Nespecifičnim za plivanje, osim samog medija i položaja tijela u kojem se izvode, ih čini sami pokret koji nije imitacija plivačkog zaveslaja.

Druga grupa, odnosno vrsta treninga su specifične vježbe ili treninzi. Specifični su jer kroz određenu razinu otpora plivač simulira tehniku plivanja na suhom. Takve vježbe izvode se na plivačkim ergometrima (u literaturi se još nazivaju i plivački biokinetik ili „swimming bench“) (Sharp i Troup, 1982; Roberts i sur., 1991).

Također se još pojavljuje i trening vibracija i nestabilnosti koji ima karakteristike i specifičnog i nespecifičnog tipa treninga na suhom. Naglasak takve vrste treninga je na jačanje mišića trupa i povezivanju više mišićnih skupina (Mujika i Crowley, 2019). Vježbe s elastičnim trakama isto mogu pripadati i specifičnim i nespecifičnim tipovima treninga, ovisno o pokretu ili režimu naprežanja koji je zadan vježbom.



### 3. PLIVAČKI BIOKINETIK

Biokinetička plivačka klupa je alat za vježbanje koji se koristi za simulaciju tehnika plivanja na suhom (Sharp i Troup, 1982). Plivač izvodi zaveslaj rukama imitirajući zaveslaj pojedine tehnike, a instrument mjeri dužinu zaveslaja, broj zaveslaja, silu vuče i izračunava izvršeni rad (Šiljeg, 2012). Plivač leži potrbuške ili na leđima (što zavisi od tehnike koja se simulira) na kliznoj klupi s blagim nagibom, ruku ispruženih ispred ili iznad glave i šaka učvršćenih u ručnim lopaticama pri čemu klizi po klupi i oponaša kinematiku plivanja. Postoje ograničenja za biokinetičku plivačku klupu. Njegov nedostatak specifičnosti naglašen je nekoliko puta, a referira se na dulji put povlačenja i raspodjelu sila koje nisu slične kao u plivanju u vodi (Clarys, 1985). Roberts i sur. (1991) osmislili su trotjedni program koristeći biokinetičku plivačku klupu tri puta tjedno. Rezultati nisu pokazali nikakav napredak u plivanju. Tanaka i sur. (1993) koristili su biokinetičku plivačku klupu za praćenje poboljšanja u snazi, ali iako je došlo do značajnog poboljšanja u plivačkoj izvedbi nije bilo poboljšanja u izlaznoj snazi na biokinetičkoj plivačkoj klupi. Ovi rezultati ne pokazuju učinkovitost biokinetičke plivačke klupe. S druge strane, novija istraživanja pokazala su povećanje snage i brzine kod mladih plivačica nakon treninga na plivačkoj klupi i također poboljšanu mišićnu sinkronizaciju kao i poboljšanu propulzivnu silu u vodi (Popovici i Suci, 2017). Šiljeg (2012) ukazuje da razvoj snage na plivačkom biokinetiku značajno utječe na rezultate plivanja u disciplinama 100 metara. Preporuku je biokinetik koristiti naročito u uvjetima nemogućnosti ulaska u vodu jer vježbanje na njemu simulira pokrete u vodi pri čemu se koriste isti mišići kao u plivanju. U tablici 1. je primjer treninga na plivačkom ergometru.

**Tablica 1.** Trening na plivačkom ergometru

Vježbe	Serija (N)	Vrijeme izvođenja (s)	Intenzitet (%)	Odmor (s)
Plivanje kraul	4	45	80	60
Plivanje dupin	4	45	90	90
Plivanje samo jednom rukom kraul	2x3	30	95	120
Plivanje dupin	3	10	100	60
Plivanje kraul	3	10	100	90
Plivanje dupin	3	25	100	120
Plivanje kraul	3	25	100	120

### 4. TRENING U TERETANI

Trening u teretani s vanjskim opterećenjem ili opterećenjem vlastitog tijela spada u nespecifični dio dodatnog kondicijskog treninga plivača na suhom. Često je slučaj kako su biokinetik klupe i slični plivački ergometri dostupni samo u nekim laboratorijima i centrima vrhunske izvedbe pa je jedini način dodatnog kondicijskog treninga rad u teretani (Muniz-Pardos i sur., 2022). Prema Bompi (1993), nespecifični trening s otporom (primjerice utezima) služi kao baza tjelesne spremnosti u svim sportovima koja kasnije omogućuje maksimalni razvoj sposobnosti kroz specifičnosti određenog sporta. Najveći nedostatak treninga jakosti i snage u teretani je prijenos te sile u plivački zaveslaj u vodi što se može zaključiti iz istraživanja Tanake i sur. (1993) koji su na osmotjednom programu treninga snage s utezima na uzorku 24 studenta plivača uspjeli doći do 30% povećanja snage na suhom, ali rezultati u brzini plivanja između intervencijske i kontrolne grupe na kraju se nisu statistički značajno razlikovali. S druge strane, jedno od prvih istraživanja utjecaja treninga jakosti s utezima na brzinu plivanja (Strass, 1988) kroz šestotjednu intervenciju pokazalo je napredak u brzini plivanja na 25 i 50 jardi slobodno za 4,4% i 2,1%. Danas se u treningu plivača u teretani često stavlja naglasak na razvoj snage primjenom pliometrijske metode. Ona se u literaturi još naziva i elastična, a bazira se zadacima s pripremom, poput primjerice dubinskih skokova ili kombinaciji saskoka s povišenja i što brže reakcije nakon doskoka (Dick, 2007). Pliometrijska snaga najviše je povezana uz plivački start (startni skok i prvih 15 metara utrke) te je nekolicina radova dokazala pozitivnu korelaciju pliometrijskih vježbi s efikasnošću izvedbe starta u plivanju (Rebutini i sur., 2016; Born i sur., 2020). U Tablici 2. je primjer treninga u teretani.

**Tablica 2.** Trening u teretani

Vježbe	Serija x ponavljanja	% od 1RM	Odmor (s)
Potisak bučicama s prsa na ravnoj klupi	4x5	85	150 / 210
Privlačenje na trenažeru (leptir mašina)	3x6	80	150 / 210
Zgibovi s opterećenjem	4x5	85	150 / 210
Jednoručno ispužanje podlaktice s bučicom	3x6	80	150 / 210
Jednoručni pregib podlaktice s bučicom	3x6	80	150 / 210

## 5. TRENING VIBRACIJA I NESTABILNOSTI

Vibracijski trening cijelog tijela i gornjeg dijela tijela nedavno je postao popularna alternativa treningu otpora zbog njegovih korisnih učinaka na neuromuskularni, endokrini, kardiovaskularni, senzorni, krvožilni i koštani sustav (Mujika i Crowley, 2019). Trening pretpostavlja nestabilnost baze ili platforme stajanjem, sjedenjem, klečanjem ili ležanjem na loptama, diskovima, daskama za ljučenje, pjenastim valjcima i sličnim uređajima koji izazivaju različite stupnjeve nestabilnosti. Plivači obavljaju svoju aktivnost u nestabilnom fluidnom okruženju pa bi ovaj modalitet treninga mogao biti prikladan jer zahtijeva koordinaciju sinergističkih i antagonističkih mišićnih skupina. Utjecaj ove metode treninga na snagu tijekom plivanja još se istražuje. U Tablici 3. je primjer treninga vibracija i nestabilnosti.

**Tablica 3.** Trening vibracije i nestabilnosti

Vježbe	Serija x ponavljanja (s)	Odmor (s)
Balansiranje na "pilates" lopti na koljenima	4 x 30	30
Balansiranje na "pilates" lopti na koljenima uz izvođenje dupin zaveslaja	3 x 30	40
Balansiranje na "pilates" lopti na koljenima sa zatvorenim očima	4 x 30	30
Balansiranje na "pilates" lopti na koljenima uz izvođenje kraul zaveslaja sa zatvorenim očima	3 x 30	40

## 6. ZAKLJUČAK

Važno je imati na umu da bi trening snage za plivače trebao nadopunjavati, a ne zamijeniti specifičan trening u vodi. Plivački treninzi bazirani su na razvoju fizioloških kapaciteta i biomehaničke izvedbe koja može biti narušena pretjeranim radom. Suhi trening treba poboljšati, a ne ometati plivačeve treninge u vodi. Osjećaj za vodu je imperativ u plivanju, a dobiva se isključivo trenirajući u vodi. Nepravilan i neprikladan trening na suhom može imati negativne posljedice na plivačev razvoj. Trener treba koristiti znanstvenu i stručnu literaturu, vlastita znanja i iskustva te prvenstveno zdrav razum kako suhi trening ne bi izazvao ozljede, pretreniranost ili pad motivacije. Bol otežava biomehaniku i motoričko učenje, sprječava poboljšanje plivačkih vještina, što je glavna odrednica uspjeha u plivanju.

## 7. LITERATURA

1. Amaro, N. M., Marinho, D. A., Marques, M. C., Batalha, N. P., & Morouço, P. G. (2017). Effects of dry-land strength and conditioning programs in age group swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(9), 2447-2454.
2. Barbosa, T. M., Morais, J. E., Marques, M. C., Costa, M. J., & Marinho, D. A. (2015). The power output and sprinting performance of young swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(2), 440-450.
3. Bompa T.O., Calcina O. (1993). Strength, power, and resistance training in sport. In: *Periodization of Strength: The New Wave in Strength Training*. Toronto, Canada: Veritas, 11–23.
4. Born, D. P., Stöggl, T., Petrov, A., Burkhardt, D., Lüthy, F., & Romann, M. (2020). Analysis of freestyle swimming sprint start performance after maximal strength or vertical jump training in competitive female and male junior swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(2), 323-331.
5. Clarys, J. P. (1985). Hydrodynamics and electromyography: ergonomics aspects in aquatics. *Applied Ergonomics*, 16(1), 11-24.
6. Dick, F. W. (2007). *Sports training principles*. A. & C. Black.

7. Dopsaj, M., Milosevic, M., Matkovic, I., Arlov, D., & Blagojevic, M. (1999). The relation between sprint ability in freestyle swimming and force characteristics of different muscle groups. *Biomechanics and medicine in swimming VIII*, 203-208.
8. Espada, M. C., Costa, M. J., Costa, A. M., Silva, A. J., Barbosa, T. M., & Pereira, A. F. (2016). Relationship between performance, dry-land power and kinematics in master swimmers. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 18(2).
9. Garrido, N., Marinho, D. A., Reis, V. M., van den Tillaar, R., Costa, A. M., Silva, A. J., & Marques, M. C. (2010). Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers?. *Journal of sports science & medicine*, 9(2), 300.
10. Gola, R., Urbanik, C., Iwańska, D., & Madej, A. (2014). Relationship between muscle strength and front crawl swimming velocity. *Human Movement*, 15(2), 110-115.
11. Haycraft, J. A. Z., & Robertson, S. (2015). The effects of concurrent aerobic training and maximal strength, power and swim-specific dry-land training methods on swim performance: a review. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 23(2), 91-99.
12. Lawsirirat, C., Chaisumrej, P. (2017). Comparison of isokinetic strengths and energy systems between short and middle distanceswimmers. *J Phys Educ Sport*, 960-963.
13. Lopes, T. J., Neiva, H. P., Gonçalves, C. A., Nunes, C., & Marinho, D. A. (2021). The effects of dry-land strength training on competitive sprinter swimmers. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 19(1), 32-39.
14. Morouço, P. G., Marinho, D. A., Keskinen, K. L., Badillo, J. J., & Marques, M. C. (2014). Tethered swimming can be used to evaluate force contribution for short-distance swimming performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3093-3099.
15. Mujika, I., & Crowley, E. (2019). Strength training for swimmers. *Concurrent Aerobic and Strength Training: Scientific Basics and Practical Applications*, 369-386.
16. Muniz-Pardos, B., Gomez-Bruton, A., Matute-Llorente, A., Gonzalez-Aguero, A., Gomez-Cabello, A., Gonzalo-Skok, O., ... & Vicente-Rodriguez, G. (2022). Nonspecific resistance training and swimming performance: strength or power? A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(4), 1162-1170.
17. Popovici, C., & Suci, A. M. (2017). Arm traction strength training in young swimmers. *Discobolul*, 46.
18. Rebutini, V. Z., Pereira, G., Bohrer, R. C., Ugrinowitsch, C., & Rodacki, A. L. (2016). Plyometric long jump training with progressive loading improves kinetic and kinematic swimming start parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(9), 2392-2398.
19. Roberts, A. J., Termin, B., Reilly, M. F., & Pendergast, D. R. (1991). Effectiveness of biokinetic training on swimming performance in collegiate swimmers. *J Swim Res*, 7(3), 5-11.
20. Sadowski, J., Mastalerz, A., Gromisz, W., & Niżnikowski, T. (2012). Effectiveness of the power dry-land training programmes in youth swimmers. *Journal of human kinetics*, 32(2012), 77-86.
21. Sharp, R. L., & Troup, J. P. (1982). Relationship between power and sprint freestyle. *Med Sci Sports Exerc*, 14(1), 53-56.
22. Strass D., (1988). Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. *Swimming Science V. Champaign, IL: Champaign Human Kinetics Books*, 149-156.
23. Šiljeg, K. (2012). *Povezanost antropoloških karakteristika i specifičnih plivačkih sposobnosti s uspješnošću u plivanju*. Doktorska disertacija. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
24. Šiljeg, K. (2018). *Plivanje*. Zagreb: Hrvatski plivački savez.
25. Tanaka, H., Costill, D. L., Thomas, R., Fink, W. J., & Widrick, J. J. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine and science in sports and exercise*, 25(8), 952-959.

*Stručni rad*

# ZAGRIJAVANJE U SVRHU PREVENCIJE OZLJEDA KOD NOGOMETAŠA: FIFA 11+ PROGRAM

Dino Keškić

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku*

## 1. UVOD

Jedan od najpopularnijih i najrasprostranjenijih sportova u svijetu je nogomet. Unatoč tome što se nogomet igra dugi niz godina i dalje se razvija, a sama igra postavlja sve veće zahtjeve na fizičke sposobnosti igrača. Stoga, ozljede u nogometu su česta pojava. Posljedice ozljeda su odsustvo igrača s treninga i utakmica, te potreba za medicinskim liječenjem. Samim time, osim posljedica na igrače, ozljede utječu i na cijelu momčad. Učestalost ozljeda u nogometu je procijenjena na 10 do 35 ozljeda u 1000 sati igranja, što znači da će svaki igrač doživjeti barem jednu ozljedu godišnje (Dvorak i Junge, 2000.). Problem ozljeda je prepoznat i od strane krovne nogometne organizacije FIFA-e, koja je u suradnji sa stručnjacima razvila specijaliziran program zagrijavanja FIFA 11+ u cilju smanjenja ozljeda igrača. U ovom radu su analizirana provedena istraživanja FIFA 11+ programa kako bi se utvrdila učinkovitost programa.

## 2. OZLJEDE U NOGOMETU

Ozbiljnost ozljeda u nogometu se definira prema periodu u kojem igrač zbog ozljede ne može sudjelovati na treninzima i utakmicama. U tablici 1 je prikazana kategorizacija ozljeda u nogometu.

**Tablica 1.** Kategorizacija ozljeda u nogometu (Sadigursky i suradnici, 2017.)

Ozbiljnost ozljede	Dani odsutstva
Minimalna	1-3
Srednja	4-7
Umjerena	2-28
Ozbiljna	>28

Najučestalije ozljede u nogometu su ozljede donjih udova (60-90%), i to ozljede gležnja i koljena te bedra. To su najčešće beskontaktno ozljede, a uključuju uganuća, istegnuća i nagnječenja (Sadigursky i sur., 2017.). Nogometni vratari češće imaju ozljede glave, lica, vrata i gornjih ekstremiteta (Dvorak i Junge, 2000.).

### Fifa 11+ program

FIFA 11+ je program razvijen 2006. godine s ciljem smanjenja broja ozljeda u nogometu. Program je razvijen pod vodstvom *FIFA Medical Assessment and Research Center* i *Santa Monica Orthopaedic and Sports Medicine Center*. Program je namijenjen svim igračima nogometa starijim od 14 godina. Sastoji se od 15 strukturiranih vježbi zagrijavanja i usmjeren je na kompletno zagrijavanje tijela prije treninga. Program se treba provoditi najmanje 2 puta tjedno prije treninga, a potrebno je razdoblje od najmanje 10-12 tjedana za pojavu prvih rezultata (Sadigursky i sur., 2017.).

### Učinkovitost FIFA 11+ programa

Pregledom dosad provedenih istraživanja je utvrđeno kako FIFA 11+ program ima izrazito pozitivan učinak u prevenciji ozljeda kod nogometaša. Ovisno o uzorku ispitanika, istraživanja su pokazala da uvođenje FIFA 11+ programa umjesto uobičajenog zagrijavanja može dovesti do smanjenja ozljeda za čak 39% u odnosu na kontrolnu grupu, te smanjuje stope najčešćih ozljeda u nogometu: ozljede tetive koljena za 60%, ozljede kuka/prepone za 41%, ozljede koljena za 48% i ozljede gležnja za 32% (Thorborg i sur., 2016.). Još jedno istraživanje je pokazalo kako korištenje FIFA 11+ programa dovodi do smanjenja ukupne stope ozljeda za 41%, te stope ozljeda donjih ekstremiteta za 47% (Oluwatoysi i sur., 2014.). U drugom istraživanju je dokazano značajno smanjenje ozljeda donjih ekstremiteta, gdje je kontrolna grupa zbog ozljeda izgubila ukupno 291 dan, a eksperimentalna grupa samo 52 dana (Grooms i sur., 2013.). Također, pokazano je kako korištenje FIFA 11+ programa smanjuje rizik za dobivanje ozljeda na treningu za 27% i ozljeda na utakmicama za 29%, a zabilježeno je i značajno smanjenje umjerenih ozljeda za 55% i ozbiljnih ozljeda za 71% (Nuhu i sur., 2021.). Potvrđena je i pozitivna korelacija između FIFA 11+ programa i smanjenja ozljeda prednjeg križnog ligamenta koljena, odnosno pokazalo se kako korištenje FIFA 11+ programa doprinosi smanjenju ozljede prednjeg križnog ligamenta za 77% (Holly i sur., 2017.).

Osim sprječavanja ozljeda, pokazalo se kako FIFA 11+ program ima pozitivan učinak na mišićnu snagu (kvadriceps), ravnotežu, agilnost i sposobnost trčanja, i to već u periodu od 8-12 tjedana prakticiranja (Thorborg i sur., 2016.) te na jačanje tetiva koljena (Daneshjoo i sur., 2013.). Također, u jednom od istraživanja je provedeno ispitivanje učinkovitosti korištenja FIFA 11+ programa prije i nakon treninga. Pokazalo se kako korištenje FIFA 11+ programa prije i nakon treninga dodatno umanjuje stopu ozljeda sportaša, i to da u prosjeku, na svakih pet igrača koji koriste program prije i nakon treninga, dogodit će se jedna ozljeda manje nego kod igrača koji prakticiraju program samo prije treninga. Osim toga, pokazalo se kako korištenje FIFA 11+ programa prije i poslije treninga doprinosi stabilnosti, ravnoteži i neuromišićnoj kontroli, kontroli kukova i koljena (Al Attar i sur., 2017.). Još jedno istraživanje je promatralo razliku između FIFA 11+ programa i modificiranog FIFA 11+ programa (dodane su vježbe snage trupa te je povećan broj ponavljanja vježbi trčanja). Pokazalo se kako korištenje modificiranog FIFA 11+ programa značajno smanjuje stope ozljeda igrača (do 55%). (Asgari i sur., 2022.).

## 3. METODE RADA

### 3.1. UZORAK ISPITANIKA

Provedena je anonimna anketa pomoću *Google obrasca* na temu zagrijavanja u svrhu prevencije ozljeda u sportu. Anketa je sadržavala ukupno 21 pitanje, a anketu je popunilo 31 osoba muškog spola, koji treniraju nogomet. Dob ispitanika: 14-18 godina 6,5% ispitanika, 18-24 godine 54,8% ispitanika, 24-30 godina 25,8% ispitanika te više od 30 godina 12,9% ispitanika. 38,7% ispitanika se natječe u 7. razredu nogometnih liga u Hrvatskoj (Treća županijska nogometna liga), 22,6% ispitanika s natječe u 4. razredu (Treća nogometna liga – Istok), 19,4% se natječe u 5. razredu (Prva županijska nogometna liga), 16,1 % se natječe u 6. razredu (Druga županijska nogometna liga), a 3,2% se natječe u Drugoj hrvatskoj malonogometnoj ligi.

### 3.2. REZULTATI

Učestalost treninga se razlikuje obzirom na nogometni razred u kojem se ispitanici natječu. Tako najveći broj ispitanika treninge ima tri puta tjedno (67,8%), 19,4% ispitanika ima treninge četiri puta tjedno, a 9,7% ispitanika ima treninge više od 4 puta tjedno. Većina ispitanika se zagrijava samostalno prije treninga (njih 63,1%). Što se tiče zagrijavanja na treningu s trenerom, čak 16,1% ispitanika je odgovorilo da se ne zagrijavaju na treningu. Međutim, promatranjem pojedinačnih odgovora utvrđeno je kako ispitanici koji se ne zagrijavaju zajednički na treningu, zagrijavaju se samostalno. Kod 22,6% ispitanika zagrijavanje traje manje od 10 minuta, 48,4% ispitanika se zagrijava 10-ak minuta, 25,8% ispitanika se zagrijava 20-ak minuta, dok se 3,2% ispitanika zagrijava više od 20 minuta. Prilikom zagrijavanja, većina ispitanika naglasak stavlja na vježbe trčanja (njih 48,4%), 41,9% ispitanika se fokusira na vježbe istezanja dok se ostatak fokusira na ostale vježbe. Većina ispitanika (86,7%) je upoznata s ulogom zagrijavanja u prevenciji ozljeda u sportu, a svi ispitanici smatraju kako zagrijavanje prije treninga i hlađenje nakon treninga ima važnu ulogu u prevenciji ozljeda u sportu. Međutim, na pitanje da li rade istezanje i hlađenje nakon treninga, samo 54,8% ispitanika je odgovorilo pozitivno. Što se tiče ozljeda, 64,5% ispitanika je doživjelo ozljedu na treningu ili utakmici u posljednjih godinu dana. Većina ispitanika koju su pretrpjeli ozljedu su

pretrpjeli beskontaktnu ozljedu (65,2%), dok je ostatak pretrpio kontaktnu ozljedu (34,8%). Najčešća ozljeda među ispitanicima je ozljeda gležnja (45,8%), zatim ozljeda koljena (20,8%), ozljeda zadnje lože (8,3%), ozljeda prepone (4,2%), ozljeda ramena (4,2%), te ostale ozljede (16,7%). Čak 54,2% ispitanika koji su pretrpjeli ozljedu su trebali liječničku intervenciju, a 87% ispitanika je zbog ozljede moralo propustiti trening i/ili utakmicu. Što se tiče izostajanja s treninga i utakmica, odgovori se rasprostiru od nekoliko dana do 12 mjeseci. Zadnja dva pitanja u anketi su se odnosila na FIFA 11+ program. Samo 35,5% ispitanika je čulo za FIFA 11+ program, a 7,1% ispitanika je odgovorio kako se FIFA 11+ program koristi u njihovom klubu. Pregledom pojedinačnih odgovora, utvrđeno je kako klubovi u kojima se koristi FIFA 11+ program pripadaju 5. razredu nogometnih liga u Hrvatskoj.

#### 4. RASPRAVA

Pregledom rezultata ankete, vidljivo je da postoji povezanost između važnosti koju momčadi pridaju zagrijavanju i nogometne lige u kojoj se momčad natječe. Slobodno se može zaključiti kako što je viši rang igranja nogometa to se više pažnje pridaje zagrijavanju i prevenciji ozljeda. Jednako tako, ovisno o rangu igranja, razlikuju se i duljine trajanja zagrijavanja te hlađenja i istežanja nakon treninga. Iako svi ispitanici prepoznaju važnost zagrijavanja prije treninga, samo polovica ispitanika razumije važnost hlađenja i istežanja nakon treninga. Vrlo dobra praksa koja se može primijetiti kod ispitanika je i samostalno zagrijavanje prije zajedničkog zagrijavanja na treningu. Također, većina ispitanika prilikom zagrijavanja stavlja naglasak na vježbe trčanja i istežanja, dok zanemaruju vježbe snage, polimetrije, skokova i ravnoteže. Pozitivna stavka je ta što je većina ispitanika razumije važnost zagrijavanja u prevenciji ozljeda u sportu, ali to ne znači da imaju pravilan pristup i dovoljno znanja o zagrijavanju kao metodi prevencije ozljeda. To je vidljivo i po tome što je većina ispitanika pretrpjela ozljedu u zadnjih godinu dana, a najčešće pretrpljene ozljede su ozljede donjih udova, što je i očekivano. Pregledom pojedinačnih rezultata, utvrđeno je kako većina ispitanika koji su pretrpjeli ozljedu u posljednjih godinu dana igraju u nižim ligama hrvatskog nogometa (6. i 7. razred).

Iz ankete se može zaključiti kako FIFA 11+ program još uvijek nije zaživio u niže ligaškim klubovima u Hrvatskoj, te kako je jako mali broj igrača uopće upoznat s postojanjem takvog programa. Iako je program otvoreno dostupan svima i zahtjeva minimalno sredstava za provedbu, a ima visoku učinkovitost i dalje se ne provodi.

#### 5. ZAKLJUČAK

FIFA 11+ program zagrijavanja značajno smanjuje stope ozljeda igrača nogometa. Osim smanjenja stope ozljeda, program pospješuje i mišićnu snagu, ravnotežu, agilnost, sposobnost trčanja te jačanje ligamenata koljena.

Pregledom povedene ankete, dolazi se do zaključka kako ideja zagrijavanja kao prevencije ozljeda u sportu još uvijek nije u potpunosti zaživjela u hrvatskim niže ligaškim nogometnim klubovima. Također, razina ozbiljnosti koja se pridaje zagrijavanju uvelike ovisi o natjecateljskom rangu kluba, što potvrđuje i činjenica da se većina ozljeda događa u niže ligaškim klubovima.

#### 6. LITERATURA

1. Al Attar, W. S. i suradnici. (2017). Adding a post-training FIFA 11+ exercise program to the pre-training FIFA 11+ prevention program reduces injury rates among male amateur soccer players: a cluster-randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, 63, 235-242.
2. Asgari, M. i suradnici. (2022.). Effects of the FIFA 11+ and modified warm-up programme on injury prevention and performance improvement among youth male football players.
3. Daneshjoo, A. i suradnici. (2013.). The effects of injury prevention warm-up programmes on knee strength in male soccer players. *Biology of Sport*, 30 (4), 281-288.
4. Dvorak J., Junge, A. (2000.). Football Injuries and Physical Symptoms: A Review of the Literature. *The American Journal of Sports Medicine*, 28 (5), 3-9.
5. FIFA Medical Assessment and Research Centre (F-MARC). (2019.). The „11+“ manual: A complete warm-up programme to prevent injuries.

6. Grooms, D.R. i suradnici. (2013.). Soccer-Specific Warm-Up and Lower Extremity Injury Rate sin Collegiate Male Soccer Players. *Journal of Athletic Training*, 48 (6), 782-789.
7. Holly J. i suradnici. (2017.). Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 475, 2447-2455.
8. Nuhu, A. i suradnici. (2021.). Effect of the FIFA 11+ soccer specific warm up programme on the incidence of injuries: A cluster-randomised controlled trial.
9. Oluwatoyosi, B.A.O. i suradnici. (2014.). Efficacy of the FIFA 11+ Warm-Up Programme in Male Youth Football: A Cluster Randomised Controlled Trial. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13, 321-328.
10. Sadigursky, D. i suradnici. (2017.). The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review.
11. Thorborg, K. i suradnici (2017.). Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: a systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes. *British Journal of Sports Medicine*, 51, 562-571.

# PRIMJENA ATLETSKE ŠKOLE TRČANJA I SKAKANJA PRI UČENJU PRAVILNE TEHNIKE TRČANJA U NASTAVI TZK

Josip Jularić<sup>1</sup>, Ivan Brkljačić<sup>2</sup>, Marijo Baković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>OŠ Sesvetska Sela

<sup>2</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

Trčanje spada u skupinu specifičnih aktivnosti koje bi se mogle opisati kao skup „prirodnih pokreta“ pa nije ni iznenađujuće što većina ljudi smatra da nam je pravilno trčanje urođeno i ne treba se uvježbavati. Nažalost, to je zabluda koja rezultira brojnim ozljedama i gubitkom performansi ne samo kod rekreativnih i profesionalnih trkača, već i kod ostalih sportova. Sve vještine se usvajaju pa tako i trčanje. Trčanje je složeni i koordinirani proces odnosno vještina koja ovisi o interakciji cijelog tijela (Kapri, 2021). Najbrži oblik trčanja predstavlja sprintersko trčanje, a glavni je cilj u sprinterskom trčanju postići maksimalnu brzinu trčanja u što kraćem vremenu i održati je što je moguće dulje (Blažević, 2011). Za razliku od ostalih vještina, ne postoji zdrav čovjek koji nikada u životu nije trčao, pa s time je uloga pravilnog trčanja u razvoju djece kroz nastavu TZK ili kondicijski trening ogromna.

Atletika je bazičan sport, te se u nastavi TZK lako primjenjuje jer su sve škole opremljene s minimalnim uvjetima za rad s atletskim sadržajima. Za atletiku je potrebno osigurati ravnu stazu za trčanje na vanjskim prostorima škole (trava, betonsko igralište, tartan staza), ili u dvorani (guma ili parket). Određene atletske discipline zahtjevaju i određenu specifičnu opremu (stalci, strunjače, prepone, medicinke, kugle, odskočna daska, jama za skok u dalj), no za izvođenje metodskih vježbi za učenje pravilne tehnike trčanja nije potrebno ništa od navedenog. Ono što je minimalno potrebno je da svaki učenik bude u sportskoj opremi (hlačice i majica) i sportskim tenisicama.

Prilikom analize tehnike trčanja, jedan od najvažnijih segmenata odnosi se na postavljanje stopala na podlogu. Na temelju ranijih istraživanja može se zaključiti da djevojčice u prosjeku više postavljaju stopalo na podlogu preko pete, dok dječaci postavljaju puno stopalo na podlogu (Blažević, 2011). Krivo postavljanje stopala, narušava cjelokupnu izvedbu trčanja, te su i rezultati u testiranju brzine učenika lošiji zbog nepravilne tehnike trčanja. Postavljanje stopala na podlogu preko prednjeg dijela je jedna od temeljnih tehničkih pretpostavki kvalitetne tehnike trčanja.

Osnovni problem je poučiti djecu pravilnoj tehnici trčanja, kroz sadržaje koji su zanimljivi i izazovni. Odabirom sadržaja bave se učitelji TZK, te im se ovim radom želi obogatiti ponuda metodskih vježbi tehnike trčanja kod djece od 10-15 godina (od 5.-8. razreda). Učenjem pravilne tehnike, odabirom određenih kinezioloških operatora, te pravilnim planiranjem i programiranjem godišnjeg izvedbenog plana djeluje se i na razvoj funkcionalnih i motoričkih sposobnosti.

## 2. PREDUVJETI ISPRAVNE TEHNIKE TRČANJA

Znanje – potrebno je usvojiti znanja kako i zašto se neki pokret izvodi.

Mobilnost – ako postoje ograničenja pokreta u lokomotivnoj, tijelo će blokirati pokušaj pravilno izvedenog pokreta bilo da se radi o smanjenom rasponu pokreta ili o posturalnoj pogrešci.

Snaga – sve kretnje iziskuju mišićnu aktivaciju. Ako je kod učenika mišićna snaga preslaba, neće biti sposobni izvesti pokret iako zna što se od njega očekuje.

Motoričke sposobnosti – za ispravnu tehniku trčanja potrebna je optimalna razina intra-i intermusku-larne koordinacije.



Ključ za uspjeh je frekvencija (broj) ponavljanja nastavne teme kroz nastavu TZK kako bi se usvojenost pokreta automatizirala. U nastavi TZK sadržaji koji se odnose na tehniku trčanja lako mogu imati izrazito visoku frekvenciju ponavljanja jer se lako mogu integrirati u bilo koji dio sata, osobito u uvodni i pripremni. Iste postavke se mogu preslikati i na kondicijski trening u bilo kojem sportu.

### 3. PRAVILNA TEHNIKA TRČANJA

Razvoj tehnike počinje rastavljanjem pokreta na dijelove, osvještavanjem specifičnih faza pokreta i njihovim uvježbavanjem pri niskoj brzini kada je učenik odmoran. Uvježbavanjem se postepeno povećava brzina pokreta i kompleksnost vježbi. Učenje pokreta traje jako dugo i puno je lakše usvojiti novi pravilan pokret nego izmijeniti nepravilan. Bolja tehnika povećava efikasnost pokreta i brzinu trčanja, te ujedno smanjuje vjerojatnost ozljede. Tehnika trčanja odnosi se na svaku fazu pokreta i cjelokupni organizam. Detaljna analiza tehnike trčanja iznimno je kompleksna, te će se ovim radom dati fokus na edukaciju kako bi pokret trebao izgledati, i kojim vježbama se to može postići u nastavi TZK.

Pozicija glave i kralježnice ne smije se zanemariti. Istina je da su noge pokretači tijela prilikom trčanja, ali da bi sila generirana od podloge rezultirala linearnim kretanjem potrebno je centar težišta tijela prenositi na pravilan način. Tu dolazi do značaja pozicija kralježnice koja bi trebala biti neutralna. Kod trčanja trup bi trebao biti uspravan sa što manje lateralnih (bočnih) i rotacijskih kretanja. Pokreti se dominantno odvijaju u kuku i ramenu. Neutralna kralježnica, miran trup, čvrst prsni koš i glava u liniji s kralježnicom, te opuštene ramena. Ovisno o atletskoj disciplini i različitim fazama trčanja, cijeli trup je uglavnom u blagom pretklonu od 0-10°. Ovdje je vrlo bitno razumjeti da se pretklon radi u kuku, a ne u kralježnici koja zadržava neutralnu poziciju. Funkcija ruku je neutraliziranje rotacijskih kretanja nastalih pokretima nogu. Trčanje je asimetrično, što znači dok je jedan kuk u punoj fleksiji drugi je za to vrijeme u punoj ekstenziji. Ruke kompenziraju nastale rotacijske sile tako da prednji zamah lijeve ruke prati prednji zamah desne noge i obrnuto. Zamah rukama proporcionalan je zamahu nogama što znači da je snažniji zamah nogu praćen snažnijim zamahom ruku.

Pokret ruku izvodi se isključivo u ramenu, a kut u laktu se ne mijenja i iznosi oko 90°. Ruke rade zamah „naprijed/nazad“, a ne „lijevo/desno“. U prednjem dijelu zamaha šaka ide prema bradi i ne prelazi sredinu tijela (sagitalnu ravninu). Kod stražnjeg dijela zamaha lakat je taj koji vodi pokret, te je potrebno paziti da ne dođe do opružanja ruke u laktu. U ravnini s tijelom šake su u razini bokova, a ramena su opuštena kroz čitavo vrijeme gibanja. Najznačajniji zglob za trčanje je kuk. Elitni atletičari imaju velik raspon fleksije i ekstenzije kuka koja većini ljudi nedostaje u manjoj ili većoj mjeri. U trčanju pokret nogu iniciran je iz kuka gdje zamašna noga započinje pokret dizanjem koljena, a ne zamahom potkoljenice. Što je brzina trčanja veća to se stupanj fleksije kuka zamašne noge povećava do njegovog maksimalnog raspona. Prilikom podizanja koljena koje „vodi“ pokret potkoljenica ostaje u poziciji ispod zdjelice. Ovime se skraćuje krak sile što smanjuje opterećenje fleksora kuka, produžuje korak i čini čovjek bržim. Stopalo uvijek ostvaruje kontakt s podlogom preko prednjeg dijela stopala kod sprinta, ostvarujući dominantno kontakt preko „jastučića“ smještenih odmah ispod prstiju. Stopalo se prije kontakta s podlogom aktivno spušta odnosno postavlja na tlo. Prilikom samog kontakta skočni zglob mora biti „mekan“ odnosno gibak i dopustiti peti spuštanje prema tlu, pri čemu dolazi do istezanja ahilove tetive koja amortizira i apsorbira silu slično opruzi. U koncentričnoj fazi pokreta, odnosno prilikom odražavanja i podizanja na prste odrazne noge ispoljava se apsorbirana sila. Kontakt stopala preko prstiju, aktivno istezanje ahilove tetive, te naknadni udarac pete rezultira silom reakcije podloge koja sa ispoljenom silom apsorbiranom u ahilovoj tetivi čini trčanje efikasnijim. Trčanje preko peta kao i pretjerano trčanje preko prstiju, gdje ne dolazi do istezanja ahilove tetive, i ekscentrične kontrakcije mišića stražnje strane potkoljenice, povećava vjerojatnost ozljede i smanjuje ekonomičnost trčanja. Stopalo i skočni zglob su namijenjeni za amortizaciju odnosno apsorpciju sile. Preduvjet za pravilno trčanje na višoj razini (sportaši) je jačanje i aktiviranje stopala, i generalno mišića nogu, osobito potkoljenice kako bi se omogućio pravilan kontakt s podlogom. Mekano postavljanje stopala na podlogu preko prednjeg dijela omogućava efikasniji prijenos elastične energije od stopala prema tijelu, odnosno manji je gubitak energije ako se stopalo postavlja bliže vertikalnoj projekciji težišta tijela. Zbog smanjenog gubitka energije kretanja tehnika trčanja postaje racionalnija što u konačnici rezultira većom brzinom kretanja i boljim rezultatom u sprinterskom trčanju. Sa povećanjem brzine raste dužina koraka i frekvencija koraka, te se zamašna faza produžuje, a faza kontakta se smanjuje (Kapri, 2021).

Nitko nema idealnu tehniku. Pravilna tehnika trčanja usvaja se kroz različite methodske vježbe kojima je puni pokret rastavljen na manje dijelove. Svaka methodska vježba pomaže pri određenoj fazi koraka i

ima svoju svrhu. Usvajanjem pojedinih vježbi, njihovim povezivanjem u cjelinu, te uvježbavanjem prilikom trčanja pravilan pokret postaje automatski. Vježbe tehnike trčanja izvode se dok su učenici odmorni i poželjno je da ih promatra profesor TZK koji razumije pravilnu tehniku, kako bi im pravovremeno dao povratnu informaciju o kvaliteti izvođenja.

#### 4. VJEŽBE TEHNIKE TRČANJA - SKIPOVI

##### Niski skip

Namijenjen je osvještavanju pokreta skočnog zgloba, pravocrtnom kretanju, aktivaciji stopala, ostvarivanju pravilnog kontakta stopala s podlogom i najvažnije aktivnom istezanju i opterećivanju ahilove tetive. Pokret noge inicira se iz kuka i započinje dizanjem, odnosno guranjem koljena naprijed čime se automatski podiže stopalo vodeći je na prste. Prebacivanje oslonca na drugu nogu popraćeno je aktivnim pružanjem u koljenu i stiskanjem pete u podlogu, što isteže i pravilno opterećuje ahilovu tetivu. Stopalo i skočni zglob trebali bi biti „mekani“ prilikom izvođenja ove vježbe. Dužina koraka ne bi trebala prelaziti dužinu stopala.

##### Visoki skip s poskokom

Osvještava iniciranje pokreta iz kuka, aktivira stopalo oslonačne noge, te uvježbava ostvarivanje kontakta zamašne noge s tlom ispod centra težišta tijela (CTT). Pokret kreće dizanjem koljena zamašne noge, a ne „udarac“ koljena u vis. „Udarac“ će voditi do skoka i gubitka ritma što će sportaša „ukopati“ u tlo i prekinuti pravilan pokret. Dizanje koljena izvodi se u što većem rasponu pokreta, odnosno koljeno se nastoji dići što bliže prsima, a da pri tome ne dođe do savijanja (fleksije) kralježnice. Nakon dostizanja najviše točke zamašna noga se aktivno spušta prema tlu gdje producirate silu prema podlozi. Stopalo zamašne noge ostvaruje kontakt ispod centra težišta tijela (CTT) odnosno noga se spušta „pod sebe“, a ne ide se u korak. Odrasna noga je „visoko na prstima“ (prednjem dijelu stopala), te radi poskok za vrijeme zamašne faze.

##### Visoki skip

Jedna od težih vježbi s izraženim fokusom na jačanje fleksora kuka i učenju iniciranja koraka podizanjem koljena. Kao i kod prethodne vježbe pokret kreće visokim dizanjem koljena bez da se naruši pozicija neutralne kralježnice. Potrebno je paziti da se kukovi ne spuštaju, jer za sobom povlače kralježnicu i trup u zaklon, te se tijelo nalazi u nepravilnom položaju tzv. „stolica“. Prilikom dizanja koljena, stopalo zamašne noge slijedi dijagonalu kroz koljeno oslonačne noge do završne pozicije, a ne povlači se „biciklirajući“ preko koljena. U završnoj poziciji potkoljenica je opuštana i s natkoljenicom zatvara kut od oko 90°. Tijekom zamašne faze stopalo je zategnuto, a prije kontakta s tlom aktivno se spušta i ostvaruje kontakt ispod CTT-a. Izmjena nogu odvija se bez međuposkoka, težište tijela je između nogu, a ne prebacuje se s noge na nogu.

##### Zabacivanje potkoljenica

Učenje pravilne tranzicije odrazne noge iz stražnje zamašne faze u prednju zamašnu fazu, te pozicioniranje stopala ispod CTT-a bez proklizavanja. Nakon faze izgurivanja, gdje odrazna noga napušta tlo, stopalo odrazne noge treba najkraćim mogućim putem ići pod m. gluteus (stražnjicu). Pokret se izvodi polukružno isključivo u koljenu gdje peta odrazne noge udara na sredinu m. gluteusa (stražnjice) dizanjem potkoljenice, a ne aktivnim zabacivanjem bez obzira na naziv vježbe. Stopalo ostvaruje kontakt ispod CTT-a bez zvuka. Pogreške su „ukopavanje“ u podlogu popraćeno parajućim, ostrim zvukom, te proklizavanje prilikom dizanja potkoljenice.

##### Izbacivanje potkoljenica

Ova vježba razvija stražnju muskulaturu nogu i uči aktivno „grabiti“ podlogu cijelom nogom i stopalom. Tijelo je u blagom pretklonu, noge su pružene u koljenu uz zadržavanje blage fleksije. Pokret se inicira iz kuka dizanjem nogu, a ne udarcem. „Udarac“ kao i kod visokog skipa s poskokom vodi do gubitka ritma i kontakta s podlogom što će sportaša „ukopati“ i prekinuti pokret. Podloga se grabi cijelom nogom i stopalom koje je prilikom dizanja noge zategnuto prema potkoljenici, te prilikom kontakta aktivno grabi tlo pružanjem.

### **Grabeći korak**

Ova vježba služi za aktivno opružanje zamašne noge u koljenu, „grabljenje“ podloge i ostvarivanje kontakta ispod CTT-a. Jedna od naprednijih vježbi koja spaja visoki skip s poskokom i izbacivanjem, te služi za povećanje duljine koraka. Nakon što zamašna noga dosegne krajnju visinu i započne spuštanje prema podlozi dolazi do aktivnog pružanja u koljenu i polukružnog grabljenja prema podlozi. Stopalo će proizvesti zvuk struganja s podlogom, ali se zaustavlja točno ispod CTT-a. Iniciranje pokreta identično je kao kod visokog skipa s poskokom. Prilikom svih vježbi kralježnica je čitavo vrijeme neutralna, a trup je u blagom pretklonu. Ruke rade pokret u ramenu, kut u laktu je oko 90° i amplituda ruku prati amplitudu nogu.

### **Sunožni skokovi iz stopala**

Skokovi koji se izvode iz paralelnog stava s korištenjem zamaha ruku gdje se stopalo aktivira na način tako da pri odrazu se naglasi dorzalna fleksija stopala pri odrazu, te se učenik ili sportaš pokušava što više i aktivnije odraziti u vis. Pri doskoku stopalo se aktivira i radi eksplozivnog pokreta prema podlozi. Mogu se raditi u mjestu ili u kretanju. Ovi skokovi su bitni zbog ostvarivanja što kraćeg trajanja kontakta sa podlogom i generiranja veće sile reakcije podloge, te sinkroniziranog zamaha rukama sa odraznim pokretom iz stopala.

### **Skokovi s noge na nogu**

Ovi skokovi se mogu izvoditi iz mjesta ili iz zaleta, a izvode se tako da se skače s jedne noge na drugu u želji da se naglasi horizontalni odraz, te zadrži pravilna tehnika tijekom leta. Tijekom leta koljeno odrazne noge se primiče naprijed i suprotna ruka, gdje se tijekom faze leta zadržava pozicija iskoraka s aktivnom pozicijom stopala. Tijekom odraza stopalo se aktivno spušta prema podlozi, te eksplozivnim i pravilnim postavljanjem nastavlja na idući skok s ciljem zadržavanjem duljine koraka i brzine kretanja. Skokovi s noge na nogu važni su zbog sličnog obrasca pokreta kao kod trčanja, samo sa naglašeno većom silom reakcije podloge i amplitude pokreta kako nogama tako i rukama.

### **Primjena u nastavi TZK ili kondicijskom treningu**

Preporuka je obraditi temu jedan do dva školska sata kroz glavni dio sata gdje će se tehnika pravilno demonstrirati, te ukazati na pogreške. Kasnije se u nastavi metodika trčanja može provoditi i u uvodnom dijelu sata, odnosno pri zagrijavanju.

Primjer jedne nastavne teme koja se može izvesti na satu TZK - učitelj opisuje i demonstrira zadanu vježbu, uočava i ispravlja pogreške učenika (Šunda, 2017).

1. hod na prstima, 1x20 m
2. hod na petama, 1x20 m
3. hod na vanjskom rubu stopala, 1x20 m
4. hod naizmjenice preko prsti i pete, 1x20 m
5. niski skip, 2x20 m
6. visoki skip, 2x20 m
7. visoki skip s međuposkokom (step korak)
8. zabacivanje potkoljenica, 2x20 m
9. izbacivanje potkoljenica, 2x20 m
10. grabeći korak, 2x20 m
11. sunožni skokovi iz stopala, 2x20 m
12. skokovi s noge na nogu, 2x20 m
13. ubrzanja, 2x20 m
14. sprint, 2x20 m

Učenici mogu izvoditi zadane methodske vježbe i u različitim pravcima kretanja: naprijed, bočno ili unazad. Također se vježbe mogu izvoditi i u kombinaciji s trčanjem (20m skip+20m trčanje), te da se pre-skače pokret na zadanoj nozi: svaki drugi korak skip, ili svaki četvrti.

## 5. ZAKLJUČAK

Atletski sadržaj u nastavi omogućuje i razvoj kognitivnih sposobnosti, konativnih osobina i socijalnih odnosa (socijalizacije). Ovakva činjenica samo potvrđuje važnost i utjecaj bogatog atletskog sadržaja u nastavi primarnog obrazovanja djece. Bitno je spomenuti da je on univerzalan i sastavni dio većine sportova ponajviše zbog elemenata od kojih je sačinjen; odnosno atletika je sport kojeg čine osnovni pokreti koji se zatim uvježbavanjem dovode do automatizacije i razvitka ili pak veće složenosti (Šiško, 2021). Svakako je potrebno posvetiti pažnju pri edukaciji učenika vježbama za školu trčanja, odnosno pravilnom trčanju. Uz zadane parametre pravilne tehnike, te dovoljan broj ponavljanja kod učenja istih, veliki broj djece će popraviti ne samo svoju tehniku, već i rezultat u trčanju. Profesorima ostaje prostor za biranje elemenata metodike trčanja i postavljanje zanimljivih sadržaja u nastavi TZK. Uz kreativan pristup postavljanju različitih zadataka i motiviranost učenika će biti na visokoj razini, te rezultat neće izostati.

## 6. ITERATURA

1. Antekolović, Lj. i Baković, M. (2008). *Skok u dalj*. Zagreb: Miš.
2. Babić, V. (2010). *Atletika hodanja i trčanja: sveučilišni priručnik*. Zagreb, Kineziološki fakultet u Zagrebu
3. Blažević, I., Babić, V., Antekolović, Lj. (2011). Sprintersko trčanje djece mlađe školske dobi. *Physical education*. 6<sup>th</sup> Fiep European Congress; 74-81
4. Kapri, E., Mehta, M., Singh, K. (2021). Biomechanics of running: An overview on gait cycle. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*. 10(3), 1-9
5. Šiško, A. (2021). *Atletski sadržaj u primarnom obrazovanju*. Diplomski rad. Učiteljski fakultet. Sveučilište u Zagrebu
6. Šunda M. (2017). Zdravstveno usmjerena tjelesna aktivnost kod učenika uz Mogy aplikaciju, 6. simpozij *Školski sport*, Zagreb, prosinac 2017.

# **METODE RAZVOJA KOORDINACIJE U RITMU PRIMJENOM PLESNIH ELEMENATA**

**Anja Topolovec, Maja Horvatin, Jadranka Vlašić**  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## **1. UVOD**

Jedan od važnijih komponenata sa stajališta promatranja pokreta je vještina koordinacije. S obzirom da se koordinacija smatra važnom komponentom treninga u plesu, istraživanja koja proučavaju koordinaciju kroz različite vrste plesnih izričaja definiraju je kao sposobnost lokomotornog sustava da prevladava velike stupnjeve slobode i uspješno ih organizira u kontrolirano kretanje, a koordinacijske sposobnosti kao sustave za primjerenu organizaciju pokreta u konstrukciji i reprodukciji novih pokreta (Limanskaya, Yefimova, Kriventsova, Wnorowski & Bensbaa, 2021). Koordinacija je širok kineziološki pojam koji se klasificira i manifestira u različitim oblicima, stoga se preporučuje podjednako raditi na svim poznatim koordinacijskim manifestacijama, uključujući koordinaciju u ritmu (Limanskaya i sur., 2021).

Koordinacija u ritmu, je sposobnost koja omogućuje izvedbu pojedinačnih i vezanih plesnih elemenata u skladu s potrebnim ritmom i glazbenom pratnjom (Uzunović, Kostić i Miletić, 2009). Osjet za ritam, odnosno sposobnost glazbeno-ritmičke koordinacije jednostavnije je opisati kao sposobnost koordinacije plesnog pokreta, plesne slike, elementa ili figure sa zadanim ritmom izvođenja (Limanskaya i sur., 2021).

Na koordinaciju u ritmu utjecaj imaju tehnička pripremljenost vježbača, brzina reakcije, orijentacija u prostoru, funkcionalne sposobnosti i antropometrijska obilježja, stoga će višesmjerni pristup praćenja koordinacije u ritmu biti preduvjet ispravnom procesu razvoja ove sposobnosti (Polevoy, 2017).

Hipoteze dosadašnjih istraživanja utvrđuju da se pod utjecajem primjene posebnog programa vježbanja s naglaskom na ples mogu razviti komponente koordinacije i poboljšati metodika plesnog treninga (Zahiu, Manos, & Drăghici, 2020).

Ovaj rad pisan je pod pretpostavkom da se primjenom posebnog programa vježbanja prilagođenog specifičnostima sportskog plesa određene komponente koordinacije mogu razviti i da se sama metodika razvoja koordinacije u ritmu može poboljšati upotrebom opisanih primjera vježbi.

## **2. VJEŽBE PLESA ZA RAZVOJ KOORDINACIJE**

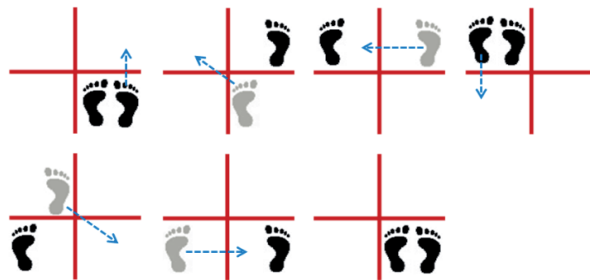
Za razvoj koordinacije u ritmu u sportskom plesu prihvatljivo je koristiti elemente plesne tehnike, odnosno korake specifične za plesnu disciplinu. Za razvoj ritmičnosti i motoričke muzikalnosti, uz primjenu vježbi za razvoj koordinacije u ritmu prikladno je koristiti se metronomom u početnim izvedbama i glazbenim primjerima u naprednijim varijantama izvedbe. Ključno pri odabiru glazbe je paziti da ritam odgovara izvedbama plesnih figura pojedinih plesova.

U navedenim vježbama za razvoj koordinacije u ritmu koristi se primjena podnog križića konstruiranog od samoljepljivih traka. Dimenzije križića, odnosno duljine pojedinih linija mogu biti proizvoljne i prilagođene antropometrijskim obilježjima vježbača, uz poštivanje pravog kuta između okomite i vodoravne linije. Za provedbu ovih vježbi, dovoljan je jedan križić od samoljepljivih traka po osobi.

### VJEŽBA 1. PLES: ENGESKI VALCER – OSNOVNI KORAK – POČETNA NOGA DESNA

Varijante izvođenja:

- uz metronom (početi sa 90 otkucaja/min pa ubrzavati tempo)
- uz glazbu: engleskog valcera (28-30 takt/min); rumbe (24-27 takt/min); sambe/salse/mamba (48-52 takt/min); bečkog valcera (56-58 takt/min) – ritam izvedbe koraka prilagoditi ritmu glazbe.
- \* u naprednim varijantama izvođenja počinjati lijevom nogom podjednako puta koliko i desnom



### VJEŽBA 2. PLES: CHA CHA CHA – TIME STEP

Koraci se izvode kontinuiranim prelascima u desnu i u lijevu stranu preko okomite linije križića. Prvi korak izvodi se u stranu, bližom nogom okomitoj liniji u kvadrant pored

RITAM IZVOĐENJA: slow, quick, quick

Varijante izvođenja:

- uz metronom (početi sa 90 otkucaja/min pa ubrzavati tempo)
- uz glazbu – cha cha cha (početni tempo 90 otkucaja/min pa ubrzavati)
- \* u naprednim varijantama promijeniti početnu poziciju u neki drugi kvadrat i promijeniti stranu u koju se izvodi prvi korak plesne figure



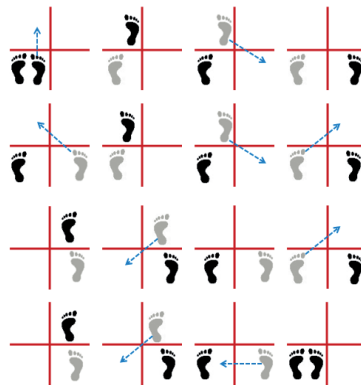
### VJEŽBA 3. PLES: CHA CHA CHA – CUBAN BRAKE

Križni korak naprijed desnom ispred lijeve (2x) i kontinuirani prelazak u križni korak naprijed lijevom ispred desne (2x); ponavljanjem ciklusa tijekom trajanja zvučnih podražaja

RITAM izvođenja: 2 & 3 & 4 & 1

Varijante izvođenja:

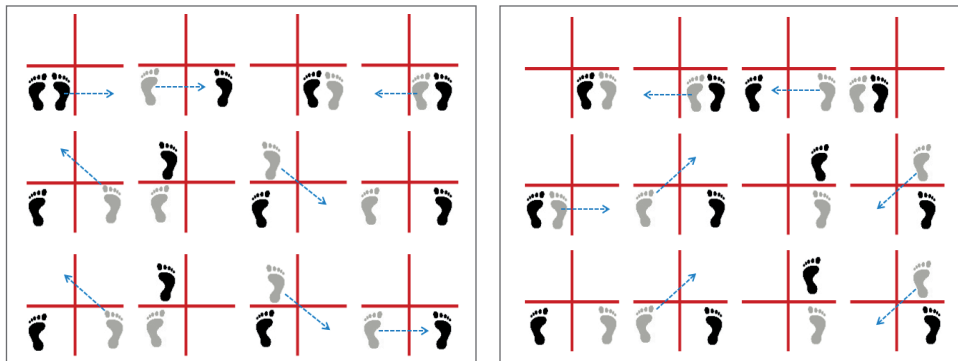
- uz metronom (početi sa 90 otkucaja/min pa ubrzavati tempo)
- uz glazbu – cha cha cha (početni tempo 90 otkucaja/min pa ubrzavati)



#### VJEŽBA 4. PLES: CHA CHA CHA – KOMBINACIJA: TIME STEP I CUBAN BRAKE

Varijante izvođenja:

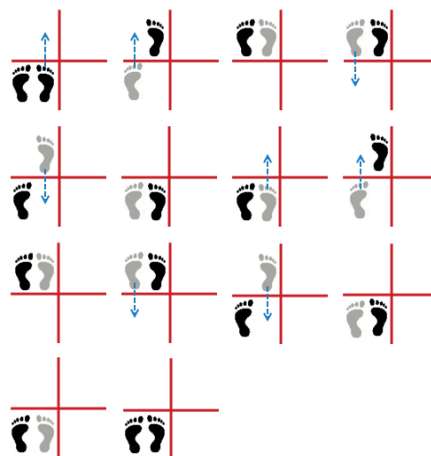
- uz metronom (početi sa 90 otkucaja/min pa ubrzavati tempo)
- uz glazbu – cha cha cha (početni tempo 90 otkucaja/min pa ubrzavati)



#### VJEŽBA 5. PLES: SAMBA – OSNOVNI KORAK

Varijante izvođenja:

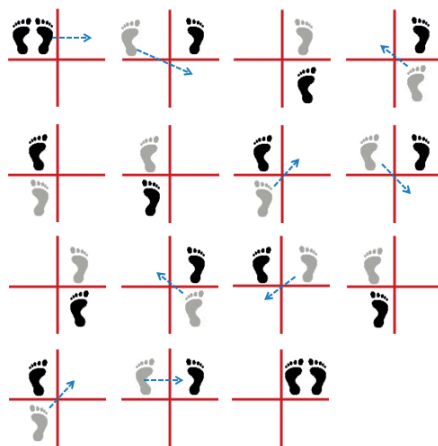
- uz metronom (uz postepeno ubrzavanje tempa)
- uz glazbu – sambe/mamba/salse u ritmu izvođenja: SaS, 1a2 (Tablica 1.)



## VJEŽBA 6. PLES: SAMBA – WHISK

Varijante izvođenja:

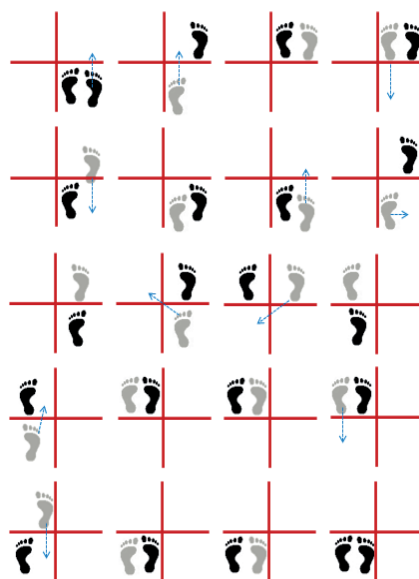
- uz metronom (uz postepeno ubrzavanje tempa)
- uz glazbu – sambe/mamba/salse u ritmu izvođenja: SaS, 1a2 (Tablica 1.)



## VJEŽBA 7. PLES: SAMBA – KOMBINACIJA: OSNOVNI KORAK I WHISK

Varijante izvođenja:

- uz metronom (uz postepeno ubrzavanje tempa)
- uz glazbu – sambe/mamba/salse u ritmu izvođenja: SaS, 1a2 (Tablica 1.)



## VJEŽBA 8. PLES: JIVE – CHASSE U LIJEVO I U DESNO

Plesna figura izvodi se kontinuiranim koracima u desnu pa u lijevu stranu.

Varijante izvođenja:

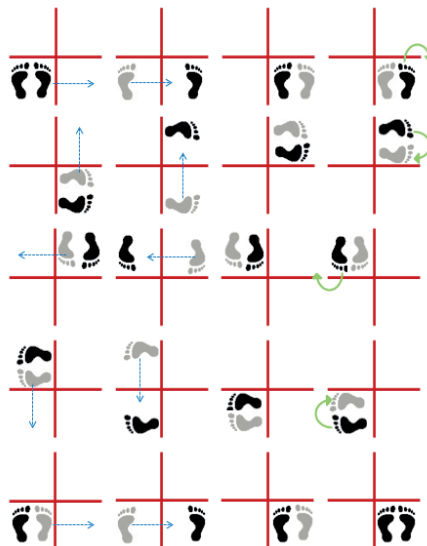
- uz metronom (uz postepeno ubrzavanje tempa)
- uz glazbu jive-a ubrazavanjem tempa u ritmu izvođenja: 1a2 3a4, qaq qaq (Tablica 1.)

\* u naprednijim varijantama izvedbe moguće je mijenjati startnu poziciju promjenom kvadranta i strane početnog izvođenja (prvi korak izvodi se nogom bližom okomitoj liniji križića u kvadrant pored)

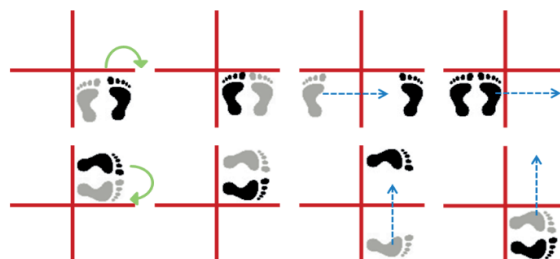




### VJEŽBA 9. PLES: JIVE – CHASSE S OKRETOM U DESNO I LIJEVO



- chasse korak s okretom u lijevo



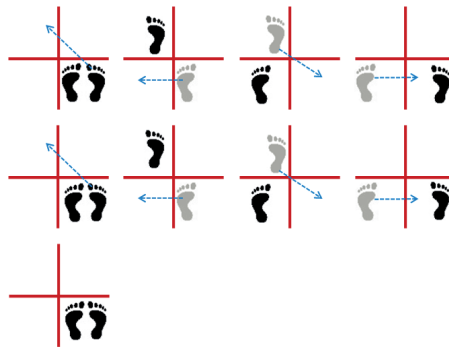
### VJEŽBA 10. PLES: JIVE – KRIŽNI KORAK

Koraci se izvode kontinuirano ponavljanjem ciklusa.

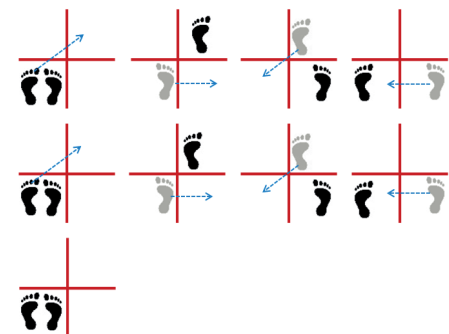
Varijante izvođenja:

- *uz metronom* (uz postepeno ubrzavanje tempa)
- *uz glazbu jive-a* ubrzavanjem tempa u ritmu izvođenja: 1234, SSSS (Tablica 1.)

a) KRIŽNI KORAK DESNOM ISPRED LIJEVE



b) KRIŽNI KORAK LIJEVOM ISPRED DESNE



### 3. PRIMJENA PLESNIH ELEMENATA POMOĆU PODNIH KRIŽIĆA ZA RAZVOJ KOORDINACIJE U RITMU

Metoda izvedbe plesnih elemenata korištenjem podnih križića osim za razvoj koordinacije u ritmu može se primjenjivati i u razvoju sposobnosti prostorno-vremenske orijentacije i pravovremenosti te pri učenju same izvedbe koraka. Linijama križića definiraju se granice prostora izvođenja te se pojedinačni pokret, odnosno plesna figura kao temeljno polazište navedenih vježbi na ovaj način može prostorno i vremenski uokviriti. Napredne varijacije vježbi koriste promjene startne pozicije, promjene početnog smjera izvođenja, promjene smjera za 90° u koracima unutar označenog prostora, izvedbe na jednostavne zvučne podražaje udarca metronoma, izvedbe na zahtjevnije zvučne podražaje različitih glazbenih primjera, promjene tempa glazbe i vezanje poznatih plesnih figura u kratke kombinacije, tzv. sekvence.

Navedene vježbe dodatno se mogu otežati da se na pokrete isključivo donjih ekstremiteta dodaje pratnja pokretima ruku i tijela što će utjecati na uvježbavanje varijacija ritma u različitim plesnim stilovima i glazbenim primjerima.

Svaki korak plesne figure izvodi se u točno određenom trajanju koje odgovara vrijednosti glazbenih nota, što se naziva „timing“, ili pravovremenost, odnosno-ispravna upotreba tempa (brzine glazbe) prilikom izvođenja koraka/radnji (Sietas, Ambrož, Cacciari i sur., 2014).

U plesnim stilovima trajanje pojedinog koraka označava se brojevima: 1-3, 1-4, 1-8, 1-5, 1-10 ili slovima kao kriticama za riječi: s (slow), q (quick), & (and), a (a). Brojevi i slova mogu se koristiti u kombinacijama, kao u navedenim primjerima u opisu vježbi te se s obzirom na redoslijed mijenja njihova glazbena vrijednost, odnosno vrijednost udarca. Vrijednost udarca je količina udarca koja se koristi za korak/radnju i derivat je vremena (Sietas i sur., 2014).

**Tablica 1.** Udarci i njima pripadajuća dodijeljena vrijednost (Sietas i sur., 2014).

1	Cijeli udarac
&	½ udarca
a	¼ udarca
S	2 udarca (u 4/4 mjeri – npr. Jive) ili 1 udarac (u 2/4 mjeri – npr. Samba)
Q	1 udarac (u 4/4 mjeri – npr. Jive ) ili ½ udarca (u 2/4 mjeri – npr. Samba)

#### 4. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Koordinacijske sposobnosti plesača, ali i drugih sportaša od velike su važnosti u njihovom trenažnom napretku i u konačnici, sportskom uspjehu. Za adekvatnu spremnost na optimalnu kontrolu pri izvođenju koordinacijski zahtjevnih zadataka ističu se mnoge manifestacije ove sposobnosti.

S plesnog stajališta, najzastupljenije manifestacije koordinacije su: koordinacija u ritmu i sposobnost restrukturiranja ritmičnosti izvođenja, brzina reakcije, orijentacija u vremenu i prostoru te kontroliran i simultan rad svih dijelova tijela. Glavni principi razvoja koordinacije u ritmu su princip individualizacije i diferencijacije, a glavna sredstva za razvoj iste su ritmičke vježbe pri čijem je izvođenju optimalno uključiti različite motoričke kretnje s različitim ritmom i tempom izvedbe (Limanskaya i sur., 2021).

U naprednijim varijantama izvođenja kod vježbača koji su navedene kretnje usvojili minimalno na razini stabilizacije, moguće je primjenjivati promjene ritma i tempa dirigitiranim načinom, prema unaprijed zadanom obrascu ili nasumičnim načinom, promjenom koju vježbač mora sam prepoznati i adekvatno na nju reagirati. Ovim načinom će trening koordinacije u ritmu uključiti i izvođenje zadataka koji uključuju predviđanje i brzinu reakcije te će time potaknuti razvoj i drugih sposobnosti, što je dokaz njegove višeamjenske primjene.

#### 5. LITERATURA

1. Limanskaya, O., Yefimova, O., Kriventsova, I., Wnorowski, K., & Bensbaa, A. (2021). The coordination abilities development in female students based on dance exercises. *Physical Education of Students*, 25(4), 249-256.
2. Polevoy, G. G. (2017). Training of motor rhythm in students, practicing football. *Physical Education of Students*, 21(4), 189-192.
3. Sietas, M., Ambrož, N., Cacciari, D., Cacciari, O., Bosco, F., Ferrari, M., Guerra, R., Benincasa, G. (2014). *Waltz.*, World Dance Sport Federation, Rim
4. Uzunović, S., Kostić, R., & Miletić, Đ. (2009). Motor status of competitive young sport dancers–gender differences. *Acta Kinesiologica*, 3(1), 83-87.
5. Zahiu, M., Manos, M., & Drăghici, G. F. (2020). Coordination in formation dancesport at beginner level. *Discobolul–Physical Education, Sport and Kinetotherapy Journal*, 59(3), 271-288.





**5. dio**

**Prevencija ozljeda  
u sportu**

**Injury prevention  
in sport**

# UTJECAJ EKSCENTRIČNOG TRENINGA JAKOSTI NA OZLJEDE MIŠIĆA STRAŽNJE STRANE NATKOLJENICE: SUSTAVNI PREGLED RADOVA

Cvita Gregov

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Ozljede mišića stražnje strane natkoljenice pripadaju skupini najčešćih ozljeda u sportu (Ahmad i sur., 2013). Prema korištenoj literaturi, ovisno o sportu, na ozljede hamstringsa otpada 6 % do 29 % svih ozljeda. Ovisno o vrsti sportske aktivnosti, ozljede hamstringsa su više ili manje zastupljene pa tako sportovi u kojima prevladavaju udarci i sprinterske aktivnosti imaju najveću prevalenciju spomenute mišićne ozljede.

Sportovi s najvećom prevalencijom ozljeda mišića stražnje strane natkoljenice su atletika (sprinterske discipline), ragbi, nogomet, američki nogomet i ples. Osim što ozljede hamstringsa čine skoro 30 % ozljeda donjih ekstremiteta, postoji značajan rizik za ponovnim ozljeđivanjem koji se kreće od 12 % do 31 % (Arner i sur., 2019).

Arner i suradnici (2019) navode da je najveća pojava ozljeda mišića hamstringsa kod sportova koji sadrže nagla ubrzanja i ekscentrične pokrete pa tako nogometaši pripadaju skupini s najvećim rizikom od ozljeđivanja i to s postotkom od 20 % po jednoj sezoni. Iz istog istraživanja dolazi podatak da je jedna nogometna ekipa prikazala 4 % porast ozljeda hamstringsa tijekom 13-godišnjeg praćenja te da u čak 33 % slučajeva dođe do ponovnog ozljeđivanja. Jedan od načina na koji medicinski tim može pomoći je pri izradi preventivskog trenažnog plana i programa (Chesterton i sur., 2020).

Veliki broj istraživanja navodi jakost kao jedan od bitnih čimbenika, tj. potencijalnih uzroka nastanka ozljeda hamstringsa. Iako se u novije vrijeme sve više pažnje istraživača usmjerava na prevenciju ozljeda, iz godine u godinu prevalencija ozljeda mišića stražnje strane natkoljenice raste (Woods i sur., 2004; Hawkins i sur., 2000). Kao što je već navedeno, jedan od razloga povećanog interesa istraživača za ovu temu su troškovi koje pojedini klub ima u slučaju ozljede igrača pa su tako Woods i suradnici (2002) u svom istraživanju naveli podatak da su troškovi u slučaju ozljede hamstringsa, u engleskoj profesionalnoj nogometnoj ligi, približno godišnje dosegli brojku od 75 milijuna funti.

Upravo iz svih gore navedenih razloga, cilj ovog istraživanja bio je pretražiti i sistematizirati dostupnu i relevantnu literaturu koja će pomoći u boljoj prevenciji, ali i tretiranju ozljeda mišića stražnje strane natkoljenice. Da bismo razumjeli uzroke i načine na koje dolazi do ozljeda hamstringsa, potrebno je posjedovati spoznaje o anatomskoj građi samog mišića.

Askling (2008) u svome radu navodi kako se svi mišići stražnje strane natkoljenice jednim imenom nazivaju hamstrings. Hamstrings ukupno čine tri mišića, a to su: biceps femoris (duga i kratka glava) s lateralne strane natkoljenice te semimembranosus i semitendinosus s medijalne strane. Svi navedeni mišići stražnje strane natkoljenice polaze sa zajedničke tetive od sjedne kvrge koja se nalazi sa stražnje strane zdjelice (Ropiak i Bosco, 2012). Otprilike 2 do 10 centimetara od sjedne kvrge dolazi do razdvajanja mišića hamstringsa, a prvo se razdvaja tetiva semimembranosusa, dok se 6 cm od sjedne kvrge nalaze počeci vlakana bicepsa femorisa (Ahmad i sur., 2013).

Svi mišići koji pripadaju hamstringsu, osim kratke glave bicepsa femorisa, su dvozglubni mišići, iz čega se da zaključiti da prelaze preko dva zgloba, a to su kuk i koljeno. Budući da su dvozglubni, omogućavaju istovremeni pokret i u zglobu kuka i koljena, a s obzirom da se oni kreću u različitim smjerovima dolazi do istezanja mišića stražnje strane natkoljenice (Ropiak i Bosco, 2012).

Postoji nekoliko faktora koje navode kao potencijalne uzroke ozljeda, a jedan od njih je zamor mišića što dovodi do pada sposobnosti pri proizvodnji mišićne sile. Također, treba napomenuti, da se većina ozljeda događa u specifičnim uvjetima određenog sporta, bez prethodnog kontakta, zbog čega se s pravom može zaključiti da je izdržljivost samog mišića bitan faktor u sprječavanju ozljeda.

Osim toga, sljedeći mogući uzrok velikog broja ozljeda hamstringsa može se pronaći u njegovoj građi koja se većinom sastoji od brzih mišićnih vlakana zbog čega je namijenjen brzim i eksplozivnim pokretima (Hawkins i sur., 2000). Prema Hawkinsu i suradnicima (2000) uloga hamstringsa primarno je proizvodnja velikih mišićnih sila i učestale promjene mišićnih akcija iz koncentričnog u ekscentrični režim što također povećava rizik ozljeđivanja. Iako se ne može izdvojiti ni jedan faktor kao jedinstveni prilikom procjene mogućnosti sprječavanja ozljede, mogu se uzeti u obzir mogući čimbenici koji pozitivno ili negativno utječu na pojavu iste. Pa tako različiti autori (Woods i sur., 2004; Gabbe i sur., 2006) izdvajaju dob, rasu, prethodne ozljede donjih ekstremiteta, slabost hamstringsa, nestabilan trup, lošija fleksibilnost hamstringsa, neadekvatna priprema za trening ili natjecanje te lošija tehnika trčanja.

Upravo zbog svih navedenih mogućih uzroka nastanka ozljeda, cilj ovog rada je sistematizirati i analizirati najnovije znanstvene spoznaje o prevenciji i sprječavanju ozljeda hamstringsa.

## 2. REZULTATI

Od ukupno 260 prikupljenih radova, njih 16 bilo je duplikat. Zatim je uslijedio pregled naslova i sažetaka nakon čega je još 213 radova eliminirano jer nisu zadovoljavali postavljene kriterije. U zadnjem koraku selekcije u cijelosti je pregledan 31 rad, a samo je 5 članaka zadovoljilo postavljene uvjete uključivanja u pregledni rad. Od ukupno 5 radova koji su u potpunosti zadovoljili kriterije, a to su eksperimentalna i kontrolna skupina, trening ekscentrične jakosti hamstringsa i broj ozljeda ili incidencija istih kao rezultat protokola, čak 4 idu u prilog ekscentričnom treningu jakosti. Kada se usporede rezultati svih radova koji su zadovoljili kriterije selekcije, prosječno trajanje protokola svih studija je iznosilo 12,8 +/- 4,3 tjedana tijekom kojih se provelo 21,5 +/- 4,0 ekscentričnih treninga jakosti. Ukupno je sudjelovalo 1627 ispitanika u životnoj dobi od 22,8 +/- 3,8 god. Ispitanici su bili podijeljeni u eksperimentalnu (n=808) i kontrolnu grupu (n=819). Na kraju provedenih protokola, odnosno studija, zabilježeno je 116 ozljeda. Pripadnici eksperimentalne 14 grupe broje 26 (3,21 %) ozljeda, a kontrolne skupine čak 90 (10,99 %) ozljeda. Rezultati ove studije upućuju na smanjenje relativnog rizika, nakon provedbe ekscentričnog treninga jakosti, koje iznosi 73 %.

**Tablica 1.** Sažetak istraživanja koja su proučavala utjecaj ekscentričnog treninga jakosti na mišićne ozljede hamstringsa

AUTORI i GODINA	UZORAK	INTERVENCIJA	DOBIVENA MJERA	REZULTATI	ZAKLJUČAK
Askling i sur. 2003.	30 (15 EKS i 15 KON), muškarci, nogomet, Švedska premijer liga	Ekscentrični trening; Yo-Yo Leg curl, 4 seta x 8 ponavljanja	Broj ozljeda hamstringsa	EKS 3, KON 10 (p<0,05)	Podržava ekscentrični trening jakosti
De Hoyo 2015	36 (18 EKS i 15 KON), nogometaši španjolske lige U17 do U19	Ekscentrični trening jakosti: YoYo Leg Curl; 2 treninga tjedno; prva 4 tj 3x6pon, 5. i 6.tj 4x6pon, 7. i 8. tj 5x6pon, 9. i 10.tj 6x6 pon	Učestalost ozljede	EKS 14.2% (90% CL, - 2; 28); KON - 22% (90% CL, 31; - 117). nema razlike u incidenciji ozljeda kod EKS i KON	Ne podržava ekscentrični trening jakosti
Espinosa 2015	43 ( 22EKS, 21 KON) nogometašice španjolske prve lige	Ekscentrični trening: Nordic Hamstring i eccentric band exercisekro 21 tjedan	Broj ozljeda	Eks 1; Kon 5. smanjenje rizika ozljeđivanja 81%	Podržava ekcentrični trening jakosti

Van der Horst 2015	40 amaterskih nogometnih timova (292 EKS, 287 KON)	23 treninga Nordic hamstring tijekom prvih 13 tj nakon zimskog prekida	Broj ozljeda i incidencija na 1000h	24 ozljede (6 EKS, 18 KON)	Podržava ekscentrični trening jakosti
Petersen 2011	50 profesionalnih i amaterskih nogometnih klubova u Danskoj (EKS 23 (461) i KON 27 (481))	10 tjedana pripremnog perioda – ukupno 27 treninga Nordic hamstring ( 3 seta po 12/10/8 ponavljanja	Broj ozljeda	67 ozljeda (15 EKS, 52 KON)	Podržava ekscentrični trening jakosti

### 3. RASPRAVA

Studije provedene od strane McGregor i Rae, 1995; Arnason i sur., 2007; Hawkins i Fuller, 1999; Hawkins i sur., 2001.; Woods i sur., 2004, ukazuju na sve veći broj ozljeda mišića stražnje strane natkoljenice koji iznosi 12-16 % ukupno svih ozljeda te je prestigao broj ozljeda gležnja. Iz prethodno navedenih izvora dolazi i podatak o incidenciji ozljeda koja iznosi od 3.0 do 4.1 ozljeda na 1000 sati natjecanja i od 0.4 do 0.5 na 1000h treninga. Drugi autori (Arnason i sur. 1996; Ekstrand i sur. 2006; Heiderscheit i sur. 2010) iznose podatak o incidenciji ozljeda koja iznosi 0.5-1.5 ozljeda na 1000 sati utakmica i treninga.

Jedan od mogućih uzroka povećanja broja ozljeda su sve veći zahtjevi sporta gdje je došlo do povećanja brzine i intenziteta same igre (Arnason i sur., 2004b). Većina ozljeda hamstringsa se događa tijekom maksimalnih brzina izvođenja kretanja (Woods i sur. 2004) kada dolazi do izduživanja mišića, tj. ekscentrične faze mišićne akcije (Rahnama i sur., 2003).

Elektromiografskom (EMG) analizom maksimalne brzine trčanja, utvrđena je maksimalna mišićna aktivnost tijekom zadnje faze zamaha, kada mišići stražnje strane natkoljenice rade ekscentrično (Arnason i sur., 2004).

Budući da nekoliko studija (Yamamoto, 1993; Jonhagen i sur., 1994; Orchard i sur., 1997.) ukazuje na jakost hamstringsa kao vodećeg faktora ozljeđivanja, Garrett (1996) navodi trening jakosti kao dobar alat u sprječavanju istih. Programi za razvijanje jakosti uglavnom se temelje na vježbama gdje glavni stimulus dolazi od djelovanja sile gravitacije, čime se takav program limitira na koncentrične mišićne akcije s manjom aktivacijom mišićnih vlakana tijekom ekscentrične faze (Hoyo i sur., 2015). Prema tome da se zaključiti kako bi preventivne trenažne metode trebale uključivati i vježbe u kojima su mišići angažirani tijekom ekscentrične faze kako bi se postigao adekvatan mišićni odgovor (Hoyo i sur., 2015). Mjereno elektromiografskim uređajem dokazano je da tijekom izvođenja nordic hamstring i flywheel vježbe dolazi do proizvodnje znatno veće mišićne sile u ekscentričnoj fazi (Askling i sur., 2003; Romero-Rodriguez i sur., 2011), a samim time i veće mišićne aktivacije (Norrbrand i sur., 2010), u odnosu na tradicionalne vježbe.

Neki autori smatraju kako je unilateralni i bilateralni mišićni disbalans u velikom broju slučajeva razlog ozljeđivanja. Pod unilateralnom neravnotežom smatra se nesrazmjer između jakosti kvadricepsa i hamstringsa, dok se pod bilateralnom podrazumijeva disbalans u jakosti hamstringsa desne i lijeve noge. Znanstveno je dokazano kako napredak u mišićnim omjerima jakosti pozitivno utječe na smanjenje mišićnih ozljeda. Prema studiji koju su proveli Opar i sur. (2015) učestalost pojave ozljeda tijekom sezone značajno se razlikuje u odnosu na pripremu izokinetičku razinu i programe jačanja s ciljem poboljšanja izokinetičkih parametara. Kod igrača koji u pripremnom periodu nisu imali disproporcije u razini jakosti frekvencija, pojave ozljeda iznosila je 4.1 %. Stopa ozljeđivanja se značajno povećala kod igrača koji nisu pravovremeno tretirali neuravnoteženost jakosti hamstringsa te je dosegla čak 16,5 %. Osim toga, gledano kroz apsolutne mjere jakosti, ozlijeđeni mišić je bio značajno slabiji na početku i na kraju pripremnog perioda u odnosu na prosjek lijevog i desnog hamstringsa ispitanika koji se nisu ozlijedili. Niže razine ekscentrične jakosti mišića stražnje strane natkoljenice i neuravnoteženost između lijeve i desne strane zabilježeni tijekom izvedbe nordic hamstringsa, povećavaju rizik od ozljeđivanja kod profesionalnih sportaša američkog nogometa.

Nekoliko studija govori o staničnoj teoriji koja je zasnovana na pomaku od optimalne duljine mišića neposredno nakon ekscentrične kontrakcije istoga (Brockett i sur., 2004; Clark i sur., 2005 i Kilgallon i sur., 2007). Prve dvije studije rađene su na nordic hamstringsa vježbi i zabilježeni su slični rezultati (7.7° and 6.3°) iako su korišteni različiti volumeni vježbe. Brockett i sur. (2004) koristili su vrlo visoke intenzitete vježbi



(2 bloka po 12 setova od 6 ponavljanja), dok su Clark i sur. (2005) izvodili 2-3 seta sa 5-8 ponavljanja, a protokol se provodio 1-3 puta tjedno. Kilgallon i sur. (2007) koristili su 3 tjedna ekscentričnog treninga s otporom i također su pokazali da se vršni moment sile javlja pri većem kutu u zglobu kuka. Ekscentrični trening otpora sastojao se od mrtvog dizanja na opružene noge i savijanja noge ležeći na trbuhu (izvodi se pomoću stroja za savijanje nogu ležeći). Povećanje momenta sile uočeno je 4. i 11. dan nakon ekscentričnog treninga s otporom, ali do 18. dana više nije bilo značajno. Iz navedenog se da zaključiti kako je frekvencija i ponavljanje treninga nužno radi održavanja vršnog momenta sile.

Važno je napomenuti da oštećenja mišićnih vlakana ne moraju nužno biti negativan odgovor. Drugim riječima, svakako ih treba sagledati i kao zaštitnu ulogu mišićne adaptacije te kao stimulus za bolju mišićno-tetivnu adaptaciju (Espinosa i sur., 2015). Kada uzmemo u obzir sve navedene podatke i rezultate ovog istraživanja dolazimo do zaključka da je ekscentrični trening jakosti vrlo važan faktor u suzbijanju nastanka ozljeda hamstringsa, no ne možemo ga smatrati jedinim preventivnim sredstvom nego treba uključiti sve moguće parametre kako bi se smanjio broj ozljeda.

Najčešće korištene vježbe u ekscentričnom treningu jakosti su nordic hamstrings i pregib potkoljenica (engl. *Leg curl*). Protokoli ekscentričnog treninga jakosti koji se koriste u pripremnom periodu u trajanju 12,8 +/- 4,26 dovode do smanjenje rizika od ozljeđivanja od 73 % što je značajan podatak i svakako ide u prilog primjeni ekscentričnog treninga jakosti s ciljem prevencije mišićnih ozljeda.

#### 4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bio je analizirati i sumirati znanstvena istraživanja te na temelju istih utvrditi, utječe li ekscentrični trening jakosti na smanjenje mišićnih ozljeda hamstringsa. Prema nekim autorima ozljede hamstringsa najčešće su ozljede u sportu, a one čine ovisno o sportu, između 6 % i 29 % svih ozljeda (Ahmad i sur., 2013). Pod povećanim rizikom od ozljeđivanja su sportaši koji se bave sportovima u kojima su zastupljeni udarci i sprinterske aktivnosti. Osim samih ozljeda, značajan problem stvara njihova ponovna pojava, a rizik ponovnog ozljeđivanja varira između 12 % i 31 %. Mogućnost pojave mišićne ozljede hamstringsa, u odnosu na kvadriceps, 2,5 puta je veća.

Ozljede hamstringsa se, prema Arneru i suradnicima (2019), u najvećem broju slučajeva događaju u sportovima koji sadrže velika ubrzanja i pokrete u ekscentričnom mišićnom režimu kao što je nogomet. Prethodno navedeno istraživanje, nakon 13 godina praćenja jednog nogometnog kluba, daje podatak o 4 % porasta ozljeda.

Proučavajući literaturu, da se zaključiti da je jedan od mogućih uzroka povećanja broja ozljeda sve veći zahtjevi sporta gdje je došlo do značajnog povećanja brzine i intenziteta same igre što je ujedno i veliki izazov za igrače, trenere i medicinski tim.

Iako se ovim radom ne može izdvojiti ni jedan faktor kao jedinstveni prilikom procjene mogućnosti sprječavanja ozljede, prikazani su mogući čimbenici koji pozitivno ili negativno utječu na pojavu iste. U radu su navedeni neki od njih; dob, prethodne ozljede donjih ekstremiteta, slabost hamstringsa, nestabilan trup, lošija fleksibilnost hamstringsa, neadekvatnu pripremu za trening ili natjecanje te lošiju tehniku trčanja.

Upravo zbog svih navedenih mogućih uzroka nastanka ozljeda, cilj ovog rada je sistematizirati i analizirati najnovije znanstvene spoznaje o prevenciji i sprječavanju ozljeda hamstringsa.

Zbog svih navedenih tvrdnji primarna usmjerenost ovog rada bio je ekscentrični trening jakosti kao jedan od glavnih faktora u smanjenju broja ozljeda. Prikazana u razna istraživanja koja su obuhvatila zavidan broj ispitanika, najčešće nogometaša. Rezultati ovog istraživanja idu u prilog ekscentričnom treningu jakosti budući da smanjuje rizik ozljeđivanja za 73 %. Proučavajući literaturu, da se zaključiti kako je ekscentrični trening jakosti hamstringsa neizbježan pri programiranju i implementaciji programa treninga.

#### 5. LITERATURA

1. Ahmad, C. S., Redler, L. H., Ciccotti, M. G., Maffulli, N., Longo, U. G., & Bradley, J. (2013). Evaluation and management of hamstring injuries. *The American journal of sports medicine*, 41(12), 2933–2947.
2. Arner, J. W., McClincy, M. P., & Bradley, J. P. (2019). Hamstring Injuries in Athletes: Evidence-based Treatment. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 27(23), 868–877.
3. Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(4), 244–250.

4. Askling, C. M., Tengvar, M., Saartok, T., & Thorstensson, A. (2008). Proximal hamstring strains of stretching type in different sports: injury situations, clinical and magnetic resonance imaging characteristics, and return to sport. *The American journal of sports medicine*, 36(9), 1799–1804.
5. Brockett, C. L., Morgan, D. L., & Proske, U. (2004). Predicting hamstring strain injury in elite athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(3), 379–387.
6. Chesterton, P., Tears, C., Wright, M., & Portas, M. (2021). Hamstring injury prevention practices and compliance of the Nordic hamstring program in English professional football. *Translational Sports Medicine*, 4(2), 214–222.
7. Clark, R., Bryant, A., Culgan, J. P., & Hartley, B. (2005). The effects of eccentric hamstring strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters: a pilot study on the implications for the prevention of hamstring injuries. *Physical Therapy in Sport*, 6(2), 67–73.
8. de Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E. (2015). Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *International journal of sports physiology and performance*, 10(1), 46–52.
9. Del Ama Espinosa, G., Pöyhönen, T., Aramendi, J. F., Samaniego, J. C., Empananza Knörr, J. I., & Kyröläinen, H. (2015). Effects of an eccentric training programme on hamstring strain injuries in women football players. *Biomedical Human Kinetics*, 7(1).
10. Ekstrand, J., & Gillquist, J. (1982). The frequency of muscle tightness and injuries in soccer players. *The American journal of sports medicine*, 10(2), 75–78.
11. Gabbe, B. J., Bennell, K. L., Finch, C. F., Wajswelner, H., & Orchard, J. W. (2006). Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian football. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(1), 7–13.
12. Garrett W. E., Jr (1996). Muscle strain injuries. *The American journal of sports medicine*, 24(6 Suppl), S2–S8.
13. Hawkins, C. J., Yoo, S. J., Peterson, E. P., Wang, S. L., Vernooy, S. Y., & Hay, B. A. (2000). The Drosophila caspase DRONC cleaves following glutamate or aspartate and is regulated by DIAP1, HID, and GRIM. *The Journal of biological chemistry*, 275(35), 27084–27093.
14. Hawkins, R. D., & Fuller, C. W. (1999). A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *British journal of sports medicine*, 33(3), 196–203.
15. Heiderscheit, B. C., Sherry, M. A., Silder, A., Chumanov, E. S., & Thelen, D. G. (2010). Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40(2), 67–81.
16. van der Horst, N., Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., & Backx, F. J. (2014). The preventive effect of the Nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: study protocol for a randomised controlled trial. *Injury prevention. Journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention*, 20(4), e8.
17. Jönhagen, S., Németh, G., & Eriksson, E. (1994). Hamstring injuries in sprinters. The role of concentric and eccentric hamstring muscle strength and flexibility. *The American journal of sports medicine*, 22(2), 262–266.
18. Kilgallon, M., Donnelly, A. E., & Shafat, A. (2007). Progressive resistance training temporarily alters hamstring torque-angle relationship. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 17(1), 18–24.
19. Norrbrand, L., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2010). Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *European journal of applied physiology*, 110(5), 997–1005.
20. Opar, D. A., Williams, M. D., Timmins, R. G., Hickey, J., Duhig, S. J., & Shield, A. J. (2015). Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(4), 857–865.
21. Orchard, J., Marsden, J., Lord, S., & Garlick, D. (1997). Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *The American journal of sports medicine*, 25(1), 81–85.
22. Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 39(11), 2296–2303.
23. Rahnema, N., Reilly, T., Lees, A., & Graham-Smith, P. (2003). Muscle fatigue induced by exercise simulating the work rate of competitive soccer. *Journal of sports sciences*, 21(11), 933–942.
24. Ropiak, C. R., & Bosco, J. A. (2012). *Hamstring injuries*. *Bulletin of the NYU hospital for joint diseases*, 70(1), 41–48.

25. Woods, C., Hawkins, R., Hulse, M., & Hodson, A. (2002). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of preseason injuries. *British journal of sports medicine*, 36(6), 436–441.
26. Woods, C., Hawkins, R. D., Maltby, S., Hulse, M., Thomas, A., Hodson, A., & Football Association Medical Research Programme (2004). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *British journal of sports medicine*, 38(1), 36–41.
27. Yamamoto T. (1993). Relationship between hamstring strains and leg muscle strength. A follow-up study of collegiate track and field athletes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 33(2), 194–199.

# UTJECAJ HALLUX VALGUSA NA ANTEROPOSTERIORNU STABILNOST U DINAMIČKIM UVJETIMA

David Rošić, Martin Putak, Tatjana Trošt Bobić, Marija Martina Žanetić  
Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

*Hallux valgus* (HV) deformacija je palca koja zahvaća prvi metatarzalni zglob, prilikom koje je vidljiv lateralni pomak palca prema drugim prstima. Prevalencija *hallux valgusa* kod odraslih osoba (18 – 65 god.) iznosi 23 %, dok je kod žena pojava 2,3 puta veća (Sheree i sur., 2010). Simptomi se mogu pojaviti rano, ali mogu se manifestirati tek u kasnijoj dobi. Bol je često povezan s područjem oko prve metatarzalne kosti te može biti pogoršan uskom obućom, posebno kod žena (Vanore i sur., 2003). Stopala zahvaćena deformacijom prikazuju drukčiju distribuciju plantarnog pritiska u odnosu na stopala bez iste, u vidu pronacije stopala (Bryant i sur., 1999). Poznato je i da umjereni HV ima negativan utjecaj na posturalnu stabilnost (Çınar-Medeni i sur., 2016). Istraživači navode da pronirano stopalo može utjecati na posturalnu stabilnost odnosno da ispitanici imaju lošiju mediolateralnu stabilnost (Chun i sur., 2021). Drugi znanstvenici navode da postoje slučajevi gdje je deficit u posturalnoj stabilnosti rizični faktor ozljede gležnja (Grassi i sur., 2018). Cilj ovog rada je utvrditi povezanost kuta HV-a i anteroposteriorne stabilnosti kao jednog od važnih prediktora ozljeda u sportu.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

U istraživanje je uključeno 17 zdravih sudionika. Kriteriji odabira sudionika bili su dob od 18 do 40 godina, opća populacija bez povijesti operacija stopala te bez neuroloških bolesti. U Tablici 1. prikazane su prosječne vrijednosti antropoloških podataka svih ispitanika, u vidu tjelesne mase, tjelesne visine, indeksa tjelesne mase i kuta HV-a. Izračun indeksa tjelesne mase izveden je po formuli tjelesna masa/tjelesna visina<sup>2</sup>.

Tablica 1. Antropološke karakteristike ispitanika

Varijabla	n	Vrijednost
Tjelesna masa (kg)	17	61,24
Tjelesna visina (cm)	17	171,41
Indeks tjelesne mase (kg/m <sup>2</sup> )	17	20,68
HV kut (°)	17	21,38

Legenda: n – broj ispitanika; HV – *hallux valgus*

### 2.2. UZORAK MJERNIH INSTRUMENTATA

Kut *hallux valgusa* (HV) mjerio je iskusni kineziterapeut uzorom na druga istraživanja (Janssen i sur., 2014). Kut je mjereno goniometrom (ortopedski kutomjer, KvantumTim, tri skale kalibrirane prema ISO normi) na golo stopalo ispitanika koji se nalazio u stojećem položaju. Pokretljivi dio goniometra postavljen je na prvi metatarzalni zglob dok je krak goniometra pratio longitudinalnu liniju kosti palca. Kut je mjereno tri puta te je zapisana srednja vrijednost. Patološki, HV je definiran kao normalan  $\leq 15^\circ$ , umjereni  $\leq 20^\circ$ , srednji  $\leq 20^\circ$  do  $40^\circ$ , ozbiljan  $> 40^\circ$  (Lee i sur., 2016). Ravnoteža u dinamičkim uvjetima mjerena je koristeći balans platformu s integriranim inercijalnim mjernim instrumentom („Gyko“ - Redback Biotek

LTD, Ireland). Ravnoteža je mjerena u anteroposteriornj ravlini. Svi su ispitanici održavali ravnotežu na balans platformi u sunožnom stavu s otvorenim očima, u trajanju od 30 sekundi, uz tri ponavljanja. Za daljnju obradu podataka upotrijebljena je srednja vrijednost tri ponavljanja. Korištene varijable su ukupno prijeđen put (cm), korijen srednje kvadratne vrijednosti - RMS (cm) i frekvencija pomaka platforme - FR (Hz). Manje brojčane vrijednosti ukazivale su na bolje održavanje ravnoteže.

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Podaci su analizirani u Microsoft Excelu koristeći „Analysis Toolpak“. Napravljena je korelacijska analiza kako bi se utvrdio utjecaj ozljede na održavanje ravnoteže u dinamičkim uvjetima.

## 3. REZULTATI

Korelacija kuta *hallux valgusa* (HV) s varijablama ravnoteže u dinamičkim uvjetima govori kako nema statistički značajnog utjecaja kuta HV-a na održavanje ravnoteže (Tablica 2). HV ima negativnu korelaciju s varijablom prijeđenog anteroposteriornog puta kao i frekvencije pomaka, ali bez statističke značajnosti.

**Tablica 2.** Korelacija kuta HV-a i varijabli ravnoteže u dinamičkim uvjetima

	HV	PUT	FR	RMS
HV	1			
PUT	-0,02577	1		
FR	-0,15478	0,544636	1	
RMS	0,212679	0,651376	-0,2003	1

Legenda: HV – *hallux valgus*; PUT – ukupno prijeđen putplatforme; RMS – korijen srednje kvadratne vrijednosti; FR – frekvencija pomaka balans platforme

## 4. DISKUSIJA

Cilj ovog rada bio je utvrditi povezanost kuta HV-a i anteroposteriorne stabilnosti kao jednog od važnih prediktora ozljeda u sportu. Dobiveni rezultati ukazuju da kod mladih osoba nema statistički značajne korelacije između kuta HV-a i sposobnosti održavanja ravnoteže u dinamičkim uvjetima. U dosadašnjim istraživanjima održavanje ravnoteže i utjecaj HV-a na istu istraživali su se pretežito na starijoj populaciji (Bryant i sur., 1999; Nguyen i sur., 2010; Menz, Morris, 2005). Poznato je da je ravnoteža ranjiva kod starije populacije, pogotovo prilikom razmišljanja o prošlim ili budućim akcijama odnosno pokretima (Mitra i sur., 2016). Ravnoteža u statičkim uvjetima jednako je važna kao u dinamičkim uvjetima pogotovo prilikom obavljanja svakodnevnih zadataka te je od vitalne važnosti za život čovjeka. Istraživanja su potvrdila i da starija populacija s pogoršanom anteroposteriornom stabilnosti može biti pod većim rizikom ozljeda i padova (Kurz i sur., 2013). Dob čovjeka utječe na brzinu aktivacije peronealnih mišića, indeks tjelesne mase i kontrolu ravnoteže, ali i na funkcionalnu stabilnost zgloba što u konačnici dovodi do većeg rizika ozljede gležnja (Rein i sur., 2015). Studije su utvrdile da postoji razlika između varijabli ravnoteže kod starijih osoba koje su se u prošlosti bavile sportom, za razliku od starijih osoba koje nisu. Tako je potvrđeno da starije osobe koje su se ranije bavile nogometom imaju bržu aktivaciju mišićnih vlakana, kao i bolju stabilnost u odnosu na starije osobe bez povijesti sustavnog bavljenja sportom (Sundstrup i sur., 2010). Svaki deset godina fleksibilnost ramena i kuka smanjuju se približno 6 stupnjeva kod žena i muškaraca starosti od 55 do 86 godina (Stathokostas i sur., 2013). Starije osobe imaju porast osjetilnog praga i smanjenje taktilne senzitivnosti što je sekundarno gubitku receptora u gležnju i stopalu (Chiacchiero i sur., 2010). U starijoj dobi uz deformaciju HV-a nastupaju i degenerativne promjene, smanjeni opseg pokreta, a moguća je i pojava reumatskih promjena što nije bilo prisutno kod ispitanika ove studije. Istraživanje je provedeno na mlađoj populaciji koja, moguće je, još uvijek dobro kompenzira deficite izazvane deformacijom u vidu dovoljno brze aktivacije peronealnih mišićnih vlakana, većom fleksibilnošću kao i većim opsegom pokreta zbog čega nije vidljiva statistički značajna korelacija deformacije i ravnoteže.

## 5. ZAKLJUČAK

Zaključno, rezultati dobiveni ovim istraživanjem, zajedno s dosadašnjim spoznajama, upućuju na moguć različit odnos deformacije HV-a i stabilnosti kod mlađih i starijih ispitanika, što u konačnici može utjecati na rizik ozljede gležnja. Vjerojatni razlozi su dodatni komorbiditeti kod starijih osoba, kao i uznapredovala deformacija (bez nužnog popratnog povećanja *hallux valgus* kuta), koja može utjecati na funkcionalnost stopala.

Kako bi se rečeno potvrdilo, potrebno je provesti dodatna istraživanja na većem broju ispitanika kao i pratiti postojanje dodatnih komorbiditeta (reumatološke bolesti, neurološke bolesti i sl.), koji bi mogli dodatno narušiti posturalnu stabilnost.

## 6. REFERENCE

1. Sheree N, Smith M, Vicenzino B. (2010). Prevalence of hallux valgus in the general population: a systematic review and metaanalysis. *Journal of Foot and Ankle Research* 3:21
2. Vanore, J. V., Christensen, J. C., Kravitz, S. R., Schuberth, J. M., Thomas, J. L., Weil, L. S., ... Couture, S. D. (2003). Diagnosis and treatment of First Metatarsophalangeal Joint Disorders. Section 1: Hallux valgus. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 42(3), 112–123.
3. Bryant, A., Tinley, P. i Singer, K. (1999). Plantar pressure distribution in normal, hallux valgus and hallux limitus feet. *The Foot*, 9(3), 115–119.
4. Çınar-Medeni, Ö., Atalay Guzel, N. i Basar, S. (2016). Mild hallux valgus angle affects single-limb postural stability in asymptomatic subjects. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 29(1), 117–121.
5. Chun, Woonchan & Kim, Hee-su & Park, Sieun & Park, Jihea & Shim, Seunghee & Park, Sookyoung. (2021). The Influence of Pronated Foot Posture on Knee Isokinetic Strength, Static and Dynamic Postural Stability in Healthy Young Individuals. *Physical Therapy Korea*. 28. 168-176.
6. Grassi, A., Alexiou, K., Amendola, A., Moorman, C. T., Samuelsson, K., Ayeni, O. R., ... Sell, T. (2017). Postural stability deficit could predict ankle sprains: a systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*.
7. Janssen, D. M., Sanders, A. P., Guldemond, N. A., Hermus, J., Walenkamp, G. H., & van Rhijn, L. W. (2014). A comparison of hallux valgus angles assessed with computerised plantar pressure measurements, clinical examination and radiography in patients with diabetes. *Journal of Foot and Ankle Research*, 7(1).
8. Lee, S.-M. i Lee, J.-H. (2016). Effects of balance taping using kinesiology tape in a patient with moderate hallux valgus. *Medicine*, 95(46), e5357.
9. Nguyen, U.-S. D. T., Hillstrom, H. J., Li, W., Dufour, A. B., Kiel, D. P., Procter-Gray, E., ... Hannan, M. T. (2010). Factors associated with hallux valgus in a population-based study of older women and men: the MOBILIZE Boston Study. *Osteoarthritis and Cartilage*, 18(1), 41–46.
10. Menz HB, Morris ME (2005). Footwear characteristics and foot problems in older people. *Gerontology*; 51:346-51.
11. Mitra, S., Doherty, N., Boulton, H. i Maylor, E. A. (2016). Age-related reversal of postural adjustment characteristics during motor imagery. *Psychology and Aging*, 31(8), 958–969.
12. Kurz, I., Oddsson, L. i Melzer, I. (2013). Characteristics of balance control in older persons who fall with injury – A prospective study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(4), 814–819.
13. Rein, S., Fabian, T., Zwipp, H., Mittag-Bonsch, M. i Weindel, S. (2010). Influence of Age, Body Mass Index and Leg Dominance on Functional Ankle Stability. *Foot & Ankle International*, 31(5), 423–432.
14. Sundstrup, E., Jakobsen, M. D., Andersen, J. L., Randers, M. B., Petersen, J., Suetta, C., ... Krstrup, P. (2010). Muscle function and postural balance in lifelong trained male footballers compared with sedentary elderly men and youngsters. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 90–97.
15. Liza Stathokostas, Matthew W. McDonald, Robert M. D. Little, Donald H. Paterson (2013). Flexibility of Older Adults Aged 55–86 Years and the Influence of Physical Activity. *Journal of Aging Research*, Article ID 743843
16. Chiacchiero, Michael & Dresely, Bethany & Silva, Udani & DeLosReyes, Ramone & Vorik, Boris. (2010). The Relationship Between Range of Movement, Flexibility, and Balance in the Elderly. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. 26. 148–155.

# POVEZANOST FLEKSIBILNOSTI S OZLJEDAMA KOD NAPREDNIH HRVAČA

Martina Vazdar<sup>1</sup>, Nebojša Trajković<sup>2</sup>, Danijel Šutić<sup>1</sup>, Damir Pekas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Nišu

## 1. UVOD

Hrvanje je borički sport koji pripada skupini polistrukturalnih acikličkih sportova. Koristio se od davnina zbog svog utjecaja na razvoj antropoloških obilježja te se koristi kao izvrsno sredstvo u odgoju i obrazovanju mladeži. Također, mnogi kulturni spomenici svjedoče o tome u vremenu prije nove ere (Marić, Baić i Cvetković, 2007.).

U sportu s fizičkim kontaktom sportaši su također skloni povremenim ozljedama. Ozljede u hrvanju imaju utjecaj na mišićno-koštanu snagu, fleksibilnost i razinu vještine. Važno je pronaći načine za sprečavanje tih ozljeda. Da bi se pravilno osmislilo program prevencije ozljeda, Gioftsidou i sur. (2015) su uzeli u obzir parametre kao što su karakteristike ozljede, mehanizam ozljede i informacije o fizičkim zahtjevima sporta. Uzimajući u obzir ove parametre, osmišljen je program za sprječavanje ozljeda pod nazivom Wrestling +.

Iža, S. (2020) provela je istraživanje elektronskim pretraživanjem literature u kojem je cilj bio istražiti uzroke i prevenciju najčešćih ozljeda u hrvanju. Kod donjih ekstremiteta najčešće dolazi do ozljeda koljena, dok kod gornjih ekstremiteta dolazi do traume lakta. Ključnu ulogu treba dati prevenciji, jačanju mišića te poboljšanju fleksibilnosti i koordinacije.

Park i suradnici (2019) proveli su desetogodišnje istraživanje o obrascima ozljeda povezanih s trenažnim aktivnostima kod južnokorejskih vrhunskih hrvača i hrvačica koji se pripremaju za Olimpijske igre.

Petrov (1977) navodi kako se hrvanje po ozljedama ubraja u sportove prve grupe, te čini 1,9% ukupnog broja sportskih ozljeda svih sportova. Po koeficijentu traumatičnosti nalazi se na četvrtom mjestu, a ispred njega su primjerice boks i nogomet. Intenzitet traume ovisi i o načinu borbe, pa tako u klasičnim borbama najčešće stradaju ramena u 17,2% slučajeva, slijede koljena u 16,45% slučajeva, povrede gležnja 16,45%, lakta 13,72%, prsti ruku 12,03%, šake 10,64%. U svom istraživanju Petrov (1977) navodi i podatak prema kojemu 46,67% hrvača smatra kako su ozljede zadobili vlastitom krivicom, dok njih 45,33% smatra kako su njihove ozljede nastale krivicom suparnika. Hrvači teže kategorije su najosjetljiviji, manje su pokretni, a čak 55% ozljeda pripisuje se „forsiranom“ treningu i gubljenju kilograma. Zanimljiv je i podatak kako čak 32% ozljeda nastaje uslijed borbi, 12,7% zbog nezadovoljavajućih uvjeta na mjestu treninga ili mjestu održavanja natjecanja.

Istraživanje Kim i Park (2021) provodilo se u Korejskom centru za treniranje te su od 2019. prikupljeni podaci vrhunskih hrvača. Hrvači su imali znatno veće stope ozljeda tijekom razdoblja smanjenja tjelesne mase nego tijekom drugih razdoblja treninga. Zaključeno je kako je brzo smanjenje tjelesne mase povezano s učestalošću sportskih ozljeda hrvača. Također, mjesto ozljede i težina ozljede ovise o spolu, stilu hrvanja i težinskoj kategoriji.

Cilj ovog istraživanja utvrditi je povezanost fleksibilnosti s brojem ozljeda kod hrvatskih hrvačkih reprezentativaca različitih dobnih kategorija. Na temelju predstavljenog cilja, postavlja se sljedeća hipoteza: Postoji statistički značajna povezanost razine fleksibilnosti s brojem ozljeda kod hrvatskih hrvačkih reprezentativaca različitih dobnih kategorija.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

U istraživanju je sudjelovalo 45 ispitanika, od kojih je 15 kadeta, 15 juniora i 15 seniora, članova Hrvatske hrvačke reprezentacije. Kadeti i juniori dobrovoljno su pristupili testiranju uz potpisanu suglasnost roditelja koji su upoznati sa svrhom istraživanja te mogućim rizicima provedbe samog istraživanja. Seniorski reprezentativci također su dobrovoljno pristupili testiranju uz potpisanu suglasnost.

### 2.2. OPIS PROTOKOLA, MJERNIH INSTRUMENATA I VARIJABLI

U ovom istraživanju mjerena je jedna motorička sposobnost, odnosno provedeno je šest testova fleksibilnosti s pomoću kojih je procjenjivana razina fleksibilnosti kod hrvatskih hrvačkih reprezentativaca različitih dobnih kategorija.

Testom „Iskret palicom“ (MFLIP) procjenjivala se fleksibilnost u ramenom zglobu. Testom „Pretklon raznožno“ (MFLPRR) procjenjivala se fleksibilnost stražnjeg dijela noge i donjeg dijela leđa. Testovima „Prednoženje iz ležanja“ (MFLPLD i MFLPLL) procjenjivala se fleksibilnost u zglobu kuka i u stražnjem dijelu natkoljenice. Testovima „Zanoženje iz ležanja“ (MFLZLD i MFLZLL) procjenjivala se fleksibilnost kuka i prednjeg dijela natkoljenice. Testovima „Odoženje iz ležanja“ (MFLOLD i MFLOLL) procjenjivala se fleksibilnost u zglobu kuka i unutrašnjeg dijela natkoljenice. Testom „Polušestarenje“ (POLSES) procjenjivala se specifičnu fleksibilnost koja je potrebna tijekom hrvačke borbe.

Nadalje proveden je anketni upitnik koji se sastojao od 14 pitanja iz kojeg je između ostalog vidljiv i broj te razina ozljeda sa kojima su se sportaši suočavali te količina vremena utrošenog na razvoj fleksibilnosti različitih regija tijela.

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Nakon obavljenog mjerenja, podaci su uneseni u program Microsoft Excel 365 te obrađeni u programu TIBCO Statistica v.13 (TIBCO Statistica Inc, OK, USA). Program omogućuje analizu, obradu i usporedbu podataka te tablični prikaz rezultata.

Za sve mjerene parametre izračunata je aritmetička sredina (AS) i standardna devijacija dok je normalnost distribucije testirana Kolmogorov-Smirnovljevim postupkom.

Za utvrđivanje razlika između grupa u razini fleksibilnosti i broja ozljeda koristili smo analizu varijance (ANOVA). Razina statističke značajnosti postavljena je na  $p < 0,05$ .

Za utvrđivanje korelacije razine fleksibilnosti i broja ozljeda koristio se Pearsonov koeficijent korelacije.

## 3. REZULTATI

**Tablica 1.** Deskriptivna statistika grupa K-1, J-2 i S-3 u testovima fleksibilnosti te statistički značajna vrijednost

Naziv varijable	Kadeti	Juniori	Seniori	p - level
	A.S ±S.D	A.S ±S.D	A.S ±S.D	
Iskret palicom (MFLIP)	86,36±10,73	90,46±8,23	96,93±10,71	0,019955*
Pretklon raznožno (MFLPRR)	72,78±8,91	78,31±15,72	78,58±10,85	0,346747
Prednoženje iz ležanja (MFLPLD)	79,33±14,17	82,22±13,40	84,45±13,45	0,594377
Prednoženje iz ležanja (MFLPLL)	81,44±13,52	84,11±11,83	85,89±14,21	0,653664
Zanoženje iz ležanja (MFLZLD)	38,67±6,27	31,45±6,10	27,67±8,06	0,000296*
Zanoženje iz ležanja (MFLZLL)	40,22±8,38	33,22±7,78	28,22±6,80	0,000471*
Odoženje iz ležanja (MFLOLD)	81,11±10,70	82,89±9,20	75,22±10,94	0,115749
Odoženje iz ležanja (MFLOLL)	85,56±13,51	84,33±7,91	81,33±12,35	0,589981
Polušestarenje (POLSES)	14,08±1,05	15,28±3,78	14,17±1,75	0,344739
Broj ozljeda	1,13±1,85	1,93±1,16	5,67±5,35	0,001240*

Legenda: \* A.S. - aritmetička sredina \* S.D. - standardna devijacija \* p level - statistička značajnost u univarijantnoj analizi varijance



U Tablici 1. prikazana je deskriptivna statistika aritmetičke sredine i standardne devijacije u grupama kadeta, juniora i seniora u testovima fleksibilnosti te broju ozljeda. Može se primijetiti kako je svaki ispitanik u grupi kadeta imao prosječno jednu ozbiljniju ozljedu u grupi iščašenja, u grupi juniora prosječno dvije ozbiljnije ozljede, dok su u grupi seniora te ozljede značajno veće: prosječno 5 i više ozbiljnijih ozljeda. Prikazana je statistička značajnost ( $p < 0,05$ ) univarijantne analize varijance (ANOVA) u kojoj se može primijetiti da postoji statistička značajnost u isketu s palicom ( $p = 0,019$ ), zanoženju iz ležanja desnom ( $p = 0,001$ ) i lijevom nogom ( $p = 0,001$ ) te u broju ozljeda ( $p = 0,001$ ).

Tablica 2. prikazuje korelaciju između testova fleksibilnosti i broja ozljeda u kojoj se koeficijent korelacije može kretati od -1 do 0 ili od 0 do 1, dok p mora biti manji od 0,05 da bi rezultat bio statistički značajan. Najveća povezanost s brojem ozljeda je fleksibilnost u zglobovima kuka koje se testira testovima zanoženje iz ležanja (MFLZLD i MFLZLL). Kod tih dvaju testova zabilježena je statistička značajnost na razini  $p = 0,001$  za lijevu nogu i  $p = 0,006$  za desnu nogu. Nadalje statistički značajna povezanost fleksibilnosti i broja ozljeda primijećena je u testovima odnoženja iz ležanja - MFLOLD  $p = 0,016$ , a za MFLOLL  $p = 0,019$ . Također je dokazana statistička značajnost navedenih četiriju testova fleksibilnosti u odnosu na broj ozljeda (tablica 2). Što se tiče ostalih varijabli, nije primijećena statistički značajna korelacija na razini značajnosti  $p < 0,05$ , ali ne bi se trebala zanemariti korelacija koja je primijećena kod testa MFLIP kod kojeg je  $p = 0,09$ .

**Tablica 2.** Korelacija između testova fleksibilnosti i broja ozljeda

Naziv varijable	r-vrijednost (0-1)	p-vrijednosti (0,01 ili 0,05)
Isket palicom (MFLIP)	0,249462	0,098413
Pretklon raznožno (MFLPRR)	0,003667	0,980927
Prednoženje iz ležanja (MFLPLD)	0,125783	0,410330
Prednoženje iz ležanja (MFLPLL)	0,095757	0,531497
Zanoženje iz ležanja (MFLZLD)	-0,481245*	0,000818*
Zanoženje iz ležanja (MFLZLL)	-0,396804*	0,006961*
Odoženje iz ležanja (MFLOLD)	-0,356308*	0,016290*
Odoženje iz ležanja (MFLOLL)	-0,347910*	0,019188*
Polušestarenje (POLSES)	-0,083327	0,586309

Legenda: \* r- koeficijent korelacije \* p- statistička značajnost

#### 4. RASPRAVA

U ovom istraživanju provedenim s ciljem utvrđivanja povezanosti između fleksibilnosti i broja ozljeda kod hrvatskih reprezentativaca dobili su se statistički značajni rezultati u četiri od devet varijabli. Nadalje rezultat u varijabli MFLIP ( $p = 0,09$ ) nije zanemariv pa hipoteza postavljena prije samog početka istraživanja može biti djelomično prihvaćena. Istraživanje je potvrdilo kako statistički značajna povezanost razine fleksibilnosti i broja ozljeda kod hrvatskih reprezentativaca različitih dobnih kategorija postoji kod određenih regija tijela..

Test MFLIP prikazivao je određenu značajnost zbog toga što ispitanici rjeđe provode vježbe za razvoj fleksibilnosti ramenog pojasa. Testovi MFLZLD i MFLZLL prikazuju statističku značajnost zbog razloga što taj test procjenjivao fleksibilnost prednjeg dijela natkoljenice te jednog dijela zdjeličnog pojasa. U testovima MFLZLD i MFLZLL te MFLOLD i MFLOLL utvrđena je povezanost s ozljedama, odnosno što se ispitanici manje istežu dolazi do veće mogućnosti od ozljeđivanja, a to je dokazano i u prijašnjim istraživanjima. Naime, Amiri-Khorasani 2016. godine radio je istraživanje o učinku raznih metoda istežanja i zagrijavanja kod nogometaša. Upravo je dinamičko i kombinirano istežanje pri zagrijavanju zabilježeno kao najefikasnije u boljoj izvedbi nogometaša, što ide u prilog tezi kako je istežanje itekako učinkovito kao prevencija od ozljeđivanja. Zmijewski i suradnici (2020) također su došli do slične spoznaje.

Iz tablice broj 1 vidljivo je kako je upravo kod seniora zabilježen i najveći broj ozljeda (u prosjeku njih čak pet) dok je kod juniora zabilježen prosjek od dvije ozljede, a kod kadeta u prosjeku jedna ozbiljnija ozljeda. Ovi se rezultati mogu pripisati i smanjenoj fleksibilnosti sportaša, ali i koštano-mišićnim karakteristikama koje nisu jednake u svakoj dobi. Također, potrebno je uzeti u obzir i činjenicu da su stariji sportaši i češće ozljeđivani, jer postoji mogućnost ponavljanja iste ozljede te da sve to utječe na rezultate istraživanja a i nerijetko u hrvatskoj praksi trening snage dobije primat u odnosu na trening fleksibilnosti.

Nedostatci ove studije, koji ostavljaju prostor za daljnja istraživanja o ovoj temi, očituju se u malom broju ispitanika i nespecifičnim hrvačkim testovima koji bi razvijali fleksibilnost u zglobovima koji su najpodložniji ozljedama (Petrov 1977.). Također, kategorizacija ispitanika nije uključivala i masu sportaša, a iz ispitivanja koje su proveli Park i sur. (2019) vidljivo je da tjelesna masa utječe na mogućnost i stupanj ozljede.

Ovim radom, odnosno istraživanjem, daje se doprinos pomoći trenerima hrvanja u stjecanju uvida i novih saznanja kako u potencijalnom broju ozljeda kod hrvača, tako i u načinu ozljeđivanja i najčešćim mjestima ozljeđivanja. Istraživanje je pokazalo djelomičnu povezanost fleksibilnosti i ozljeda, stoga je preporuka trenerima da sportašima uvode dodatne ili specifične vježbe kako bi se ozljede prevenirale. Dokazana je i potreba za pravilnim razvojem fleksibilnosti kod sportaša jer se ona dovodi u vezu s mogućnošću ozljeđivanja, kako je napomenuto, osobito u dijelu zglobova donjih ekstremiteta, a najčešće ozljede upravo u tom dijelu kod hrvača dokazane su i prijašnjim istraživanjima koje je sažela Iža (2020).

Važno je pratiti i povijest ozljeđivanja kako bi se dodatno ojačao osjetljiviji ili ranjiviji dio tijela sportaša.

## 5. ZAKLJUČAK

Fleksibilnost kod sportaša koji se bave hrvanjem moguće je poboljšati te je potrebno kontinuirano raditi na njoj. Upravo se u tome i očituje značaj ovog istraživačkog rada kako bi i sportaši, ali i treneri, uvidjeli značaj i potrebu rada na razvoju fleksibilnosti. Također, u ovom istraživanju možemo zaključiti da je potrebno raditi vježbe istezanja u cilju postizanja bolje fleksibilnosti i u ovisnosti o dobi sportaša jer se proporcionalno s godinama sportaša mijenja i fizionomija te fizička sprema pa češće starenjem dolazi do mišićno-koštanih ozljeda.

Mišićno-koštane ozljede češće su prisutne kod starijih sportaša borilačkih sportova, što upućuje na potreban poseban oprez kod sportaša u dobi iznad 30 godina, dok je kod mlađih primijećen manji broj ozljeda. Upravo je to pokazalo i istraživanje kojim se bavi ovaj rad. Naime, istraživanje je pokazalo kako kadeti i juniori imaju manju sklonosti ozljedama, dok je kod seniora primijećena određena korelacija između razine fleksibilnosti i broja ozljeda.

Nakon provedenog istraživačkog rada, došlo se do zaključka o određenom značaju povećanja fleksibilnosti kod sportaša koji se bave hrvanjem te važnosti provođenja vježbi za razvoj fleksibilnosti. Naime, fleksibilnost ne samo da pomaže u boljem izvođenju hrvačkih elemenata, povećanom broju hrvačkih elemenata koje hrvači mogu izvesti većim amplitudama, već i u vrlo važnom segmentu hrvačke karijere, a to je prevencija ozljeda. Na fleksibilnosti se mora raditi od samih početaka bavljenja hrvanjem kako bi se tijelo prilagodilo naporima i fizičkoj spremi koju ono zahtjeva.

## 6. LITERATURA

1. Amiri-Khorasani, M., Calleja-Gonzalez, J., & Mogharabi-Manzari, M. (2016). Acute effect of different combined stretching methods on acceleration and speed in soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 50, 179.
2. Gioftsidou, A., Barbas, I., Turlykhanov, D., Podlivaev, B., Tunnemann, H., Sahnouratov, Y., ... & Godolias, G. (2015). Wrestling+ and New Structures for Youth Wrestling. *International Journal of Wrestling Science*, 5(2), 93-97.
3. Goes, R. A., Lopes, L. R., Cossich, V. R. A., de Miranda, V. A. R., Coelho, O. N., do Carmo Bastos, R., ... & Perini, J. A. (2020). Musculoskeletal injuries in athletes from five modalities: a cross-sectional study. *BMC musculoskeletal disorders*, 21(1), 1-9.
4. Iža, S., & Ivanković, I. (2020). Najčešće ozljede u hrvanju. *Physiotherapia Croatica*, 18(1), 189-198.
5. Kim, J. C., & Park, K. J. (2021). Injuries and rapid weight loss in elite Korean wrestlers: An epidemiological study. *The Physician and Sportsmedicine*, 49(3), 308-315.
6. Marić, J., Baić, M., & Cvetković, Č. (2007). *Primjena hrvanja u ostalim sportovima*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
7. Park, K. J., Lee, J. H., & Kim, H. C. (2019). Injuries in male and female elite Korean wrestling athletes: a 10-year epidemiological study. *British journal of sports medicine*, 53(7), 430-435.
8. Petrov, R. (1977). Slobodna i klasična borba. *Medicina i fizikultura*, Sofija, 1997
9. Zmijewski, P., Lipinska, P., Czajkowska, A., Mróz, A., Kapuściński, P., & Mazurek, K. (2020). Acute Effects of a Static Vs. a Dynamic Stretching Warm-up on Repeated-Sprint Performance in Female Handball Players. *Journal of human kinetics*, 72, 161.

# NAJČEŠĆE OZLJEDE U KOŠARCI

**Slaven Krtalić**

*Hrvatski zavod za javno zdravstvo*

## 1. UVOD

Sportske igre spadaju u skupinu kompleksnih polistrukturalnih aktivnosti, među kojima je košarka poznata i kao „kraljica“ sportskih igara (Jakovljević, 2010). Košarka je kompleksan sport za koji su karakteristične brze i učestale promjene napadačkih i obrambenih akcija, što ju smješta u skupinu složenih dinamičnih sportskih igara koja se sastoji od jednostavnih i složenih gibanja, a koje izvode suigrači tijekom igre s ciljem postizanja što boljeg rezultata (Gabrijelić, 1977; Matković i sur., 2005). Samim tim i trenažni proces mora pozitivno i ciljano utjecati na razvoj svih relevantnih funkcionalnih i motoričkih sposobnosti primarno odgovornih za uspješnost u košarci (Milanović, 1997). U skladu s navedenim, kondicijski trening ima veliku ulogu u sportskoj pripremi u košarci. Košarka, kao izrazito dinamična igra, obiluje velikim brojem naglih promjena smjera kretanja, dodavanja, skakanja, povlačenja, fizičkog kontakta, sprintova i padova što ju smješta u sportove s visokim rizikom od ozljede (Lučin, 2021; Bigoni, i sur., 2016). S obzirom da je cjelokupni organizam košarkaša izložen velikim opterećenjima, naglim promjenama smjera kretanja i silama koje djeluju na njegovo tijelo prevencija ozljeda ima vrlo važnu ulogu u planiranju i programiranju kondicijskog treninga u godišnjem ciklusu. Sportske ozljede su neizbježan dio sporta, kako u profesionalnom tako i u rekreativnom sportu (Andreoli i sur., 2018), a cilj svakog trenera, posebice kondicijskog, je prevenirati nastanak i smanjiti broj kroničnih ozljeda optimalnim razmjerom rada i odmora tijekom trenažnog procesa i preventivnim programima usmjerenim na jačanje i istežanje mišića. Uz kronične ozljede događaju se i akutne na čiju prevenciju nažalost nije moguće utjecati u velikoj mjeri. Do danas je objavljeno nekoliko značajnijih studija o najčešćim ozljedama u košarci. Neke od njih su se fokusirale na različite populacije - profesionalne sportaše (Drakos i sur., 2010; Cumps i sur., 2007), studente (Meeuwisse i sur., 2003), srednjoškolce (Messina, 1999; Powell & Barber-Foss, 1999), rekreativne sportaše (Kelly, 2000), a neke samo na određeni dio tijela ili specifične dijagnoze (npr. gležnja, ozljeda koljena, potres mozga i sl.). Dokazi upućuju na to da se većina ozljeda u košarci (58%-66%) događa na donjim ekstremitetima (Agel, i sur., 2007, Dick, i sur., 2007). Prema recentnoj literaturi dvije najčešće ozljede u košarci su uganuće gležnja i puknuće prednjeg križnog ligamenta (ACL) (Deitch, i sur., 2006; Taylor i sur., 2015). Ovaj rad će dati pregled rezultata nekoliko epidemioloških meta-analiza o prevalenciji ovih ozljeda i efekata preventivnih programa u košarci.

## 2. NAJČEŠĆE OZLJEDE U KOŠARCI

Studije pokazuju kako čak do 80 % sportskih ozljeda u profesionalnom i rekreativnom sportu uzrokuje traumatski događaj (Brzić, 2012; Åman, i sur., 2016). Ozljede u sportu mogu biti akutne ili kronične. Akutne ozljede su karakteristične za kontaktne sportove i posljedica su nekontroliranog preopterećenja tkiva, pod djelovanjem određene sile u kratkom vremenskom periodu (Sandelin i sur., 1988). Npr. uganuća, kontuzije, prijelomi, istegnuća, djelomična i potpuna puknuća, iščašenja, ogrebotine i razderotine se ubrajaju pod akutne ozljede. Kao reperkusija neprikladnog dugotrajnog opterećivanja tkiva i mišićno-zglobne strukture javljaju se kronične ozljede, odnosno sindromi prenaprezanja koji uzrokuju brojna mikrooštećenja tkiva što dovodi do značajnijih ozljeda. Kod kroničnih ozljeda se tkivo znatno oštećuje kroz duži vremenski period, što neminovno dovodi do degeneracije tkiva te oporavak od kroničnih ozljeda traje puno duže nego kod akutnih ozljeda (Grønhaug i Norberg, 2016).

Neke studije su identificirale uganuće gležnja, posebno lateralno kao najčešće dijagnosticiranu ozljedu i kod košarkaša i kod košarkašica, s udjelom od 25% od svih ozljeda (Pappas i sur., 2011; Hootman i sur., 2007; Cumps i sur., 2007). Iako, na prvi pogled, uganuća gležnja mogu izgledati kao relativno manje oz-

biljna ozljeda, s obzirom na kraće vrijeme potrebno za oporavak i povratak na teren (McKeon i sur., 2014), prevencija je izuzetno važna zbog povećanog rizika od ponovnog uganuća i razvoja kronične nestabilnosti gležnja koja može uslijediti nakon opetovanih uganuća (McKay, 2001).

Druga najučestalija ozljeda u košarci je djelomično ili potpuno puknuće prednjeg križnog ligamenta koljena (ACL), a nastaje uslijed hiperekstenzije koljena i rotacije potkoljenice pod opterećenjem dok je stopalo čvrsto fiksirano na podlozi. Može nastati uslijed fizičkog kontakta s drugim igračem ili bez kontakta. Najčešće ozljede ACL-a bez kontakta nastaju prilikom krivog, odnosno neadekvatnog doskoka gdje koljeno nastavlja kretanje što dovodi do prekomjernog istežanja ili hiperekstenzije. Važno je napomenuti kako ozljeda ACL-a može nastati i u spoju s drugim oštećenjima koljena (npr. uz oštećenje prednjeg križnog ligamenta, medijalnog kolateralnog ligamenta ili medijalnog meniskusa) tijekom rotacije što iziskuje i znatno duži oporavak sportaša (Hong & Bartlett, 2008).

### 3. EPIDEMIOLOGIJA OZLJEDA U KOŠARCI

Zbog velikih zahtjeva i opterećenja u sportu teške ozljede se vjerojatno najviše događaju sportašima, posebice profesionalnim. Uz bol, disfunkciju i prisilnu odsutnost iz sporta mogu čak dovesti i do prijevremenog prekida sportske karijere (Ristolainen i sur., 2012). Nadalje, teške ozljede predstavljaju znatan financijski teret kako za sportaše tako i za društvo (troškovi liječenja, bolovanja itd.) (Forssblad i sur., 2005; Cumps i sur., 2008). U procesu prevencije nastanka ozljeda u košarci potrebno je prvo utvrditi epidemiologiju i mehanizme ozljeda, odnosno procijeniti veličinu problema u smislu učestalosti i ozbiljnosti ozljede (Van Mechelen i sur., 1992). Unatoč brojnim dobrobitima koje proizlaze iz redovitog sudjelovanja u sportskim aktivnostima (npr. povećanje kardiorespiratornih sposobnosti, snage, izdržljivosti, zadovoljstva i samopoštovanja, kontrola tjelesne mase, socijalizacija), sudjelovanje u sportu s velikim fizičkim zahtjevima, kao što je košarka, može dovesti do povećanog rizika od ozljeda (Andreoli i sur., 2018). Za vrijeme treninga ili košarkaške utakmice igrači sudjeluju u raznim situacijama gdje izvode veliki broj skokova, doskoka, brzih promjena smjera, ubrzanja, pivotiranja, trčanja u svim smjerovima te ostvaruju brojne kontakte sa suparničkim igračima, a sve to povećava mogućnost ozljeđivanja (Milanović, 2015). Nekoliko longitudinalnih istraživanja kao najčešće ozljeđeni dio tijela ističu donje ekstremitete, s naglaskom na ozljede gležnja i koljena.

Epidemiološka studija (Drakos i sur., 2010) koja je trajala čak 17 godina obuhvatila je košarkaše američke profesionalne košarkaške lige (National Basketball Association – NBA), naglašava da je najveća prevalencija ozljeda u području donjih ekstremiteta (62,4 %), a uganuće gležnja je najčešća ozljeda (14,7 %). U sličnom kohortnom istraživanju (16) cilj je bio usporediti koliki je rizik od ozljeđivanja tijekom utakmice u profesionalnih košarkašica i košarkaša NBA lige te postoji li razlika među spolovima. Kod oba spola najviše su bili ozljeđivani donji ekstremiteti tijela (65 %), od čega je uganuće gležnja imalo najveću prevalenciju (13,7 %). Ovim istraživanjem je utvrđeno postojanje razlike u riziku od ozljeđivanja među spolovima jer su košarkašice imale veću prevalenciju ozljeda donjih ekstremiteta spram svojih kolega. U smislu utvrđivanja što točnije procjene stvarnih razmjera učestalosti ozljeda ACL-a, a uzevši u obzir utjecaj spola, na temelju dostupne literature, provedena je meta-analiza kojom je utvrđeno da su ozljede ACL-a kod košarkašica otprilike 3 puta učestalije nego kod košarkaša (Chadwick i sur., 2007). Nadalje, pregledom 10-o godišnje literature provedena je meta-analiza epidemiologije ozljeda u košarci na uzorku sačinjenom od heterogenih dobnih skupina i oba spola (Andreoli i sur., 2018). Dobiveni rezultati također upućuju na najveću učestalost ozljeđivanja donjih ekstremiteta (63,7 %), neovisno o spolu ili natjecateljskom rangu, gdje je na prvom mjestu ozljeda gležnja (21,9 %), a zatim ozljeda koljena (17,8 %). Na tragu prethodnih gore navedenih istraživanja i trogodišnje istraživanje (Bigoni i sur., 2016) provedeno na uzorku košarkaša talijanske prve lige, izdvaja ozljedu gležnja kao daleko najčešće ozljeđivani dio tijela s ukupnom prevalencijom od 35,59 %, a slijedi koljeno s 17,80 % gdje prevladavaju djelomična ili potpuna puknuća ACL - a.

### 4. PREVENTIVNI PROGRAMI

Usprkos malom broju studija/istraživanja, rezultati dosad provedenih pokazuju da preventivni programi mogu pomoći pri smanjenju broja ozljeda donjih ekstremiteta kod košarkaša. Na temelju prethodnih sustavnih pregleda i meta-analiza (McGuine i Keene, 2006; Michaelidis i Koumantakis, 2014), nameće se zaključak da su se preventivni programi pokazali kao uspješni pri smanjenju rizika od ozljeđivanja gležnja i ACL-a u košarci.

Sistematski pregled objedinjenih meta-analiza iz 2015. godine (Taylor, 2015) prikazuje efekte proprioceptivnih preventivnih treninga koji ukazuju na mogućnost smanjenja rizika od ozljeda donjih ekstremiteta u košarci. Proprioceptivni trening je u osnovi senzorno-motorički, odnosno živčano-mišićno stabilizacijski trening kojim se želi isprovocirati reakcija živčano-mišićnih struktura na izvanredne, visoko rizične i iznenadne uvjete uporabom nestabilnih pomagala (npr. balans daska, bosu lopta i sl.). Bit je sportaša dovesti u situacije u kojima mora zadržati ravnotežu. Postoje pouzdani dokazi u recentnoj literaturi o pozitivnim učincima proprioceptivnih treninga na poboljšanje ravnoteže i pokretljivosti gležnja (Eils i sur., 2010; Waddington i sur., 1999, 2000), koji su apostrofirani kao najčešći intrinzični rizični faktori pri uganuću gležnja (McGuine i sur., 2000; Payne i sur., 1997).

Jedna od težih i razmjerno učestalih ozljeda u košarci, koja zahtijeva operativno liječenje i dugotrajni oporavak, je ACL. Nekoliko istraživanja u posljednja dva desetljeća su dokazala postojanje pozitivne korelacije između preventivnih programa i smanjenja rizika od ozljeda ACL-a u košarci (Gagnier i sur., 2013; Postma i sur., 2013; Stojanović i Ostojić, 2012; Yoo i sur., 2010). Kako se ozljeda ACL-a događa prilikom doskoka na puno stopalo, uslijed naglog zaustavljanja i uslijed brzih promjena smjera kretanja, uz fiksirano stopalo na podlozi, preventivni živčano-mišićni programi trebaju uključivati kombinaciju treninga jačanja, istezanja, ravnoteže i agilnosti specifične za košarku kako bi se poboljšala pravilna tehnika doskoka (Ivančević, 2018; Alentorn-Geli i sur., 2009). Preventivni treninzi se mogu provoditi samostalno ili kao integrirani dio košarkaškog treninga s ciljem pripreme cjelokupnog lokomotornog sustava za specifična trenažna opterećenja koja slijede. Također, strategije motoričkog učenja s unutarnjim fokusom na pokrete tijela (npr. savijanje koljena) koriste se u programima prevencije ozljeda ACL-a (Irmischer i sur., 2004) te u spoju s proprioceptivnim treninzima uvelike pridonose smanjenju rizika od ozljede (Taylor i sur., 2015).

## 5. ZAKLJUČAK

Današnji zahtjevi i opterećenja koje košarka postavlja pred sportaše neizbježno dovode do ozljeda te negativno utječu na zdravlje, karijeru i rezultatski uspjeh. U svrhu smanjenja prevalencije košarkaških ozljeda neophodno je utvrditi i razumjeti epidemiologiju ozljeda u košarci kako bi se mogli implementirati odgovarajući, na dokazima utemeljeni, preventivni programi. Suvremena epidemiološka istraživanja imaju ključnu ulogu u identificiranju najučestalijih ozljeda u košarci te na taj način pomažu trenerima da kroz svoje trenažne programe osiguraju optimalan razvoj košarkaša preventivno djelujući na faktore rizika. Ipak, treba naglasiti da epidemiološka istraživanja neće objasniti same mehanizme ozljeda nego samo izdvojiti rizične faktore koji dovode do ozljeda. Podizanjem svijesti o najučestalijim ozljedama u košarci treneri i igrači imaju priliku uključiti više preventivnih, specifično usmjerenih, sadržaja u svoje trenažne programe kako bi omogućili što sigurnije uvjete za sportaše, produžili im karijeru i ostvarili što bolje natjecateljske rezultate. Zbog malog broja istraživanja o prevenciji najučestalijih ozljeda u košarci nameće se zaključak da je potrebno provesti veći broj sličnih istraživanja s ciljem daljnje optimizacije trenažnog procesa i smanjenja prevalencije ozljeda.

## 6. LITERATURA

1. Jakovljević, S. (2010). Tehnologija košarkaškog treninga. *Beograd: Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja.*
2. Gabrijelić, M. (1977). *Manifestne i latentne dimenzije vrhunskih sportaša nekih momčadskih sportskih igara u motoričkom, kognitivnom i konativnom prostoru: (doktorska disertacija).* M. Gabrijelić.
3. Matković, B., Matković, B., & Knjaz, D. (2005). Fiziologija košarkaške igre. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 20(2), 113-124.
4. Milanović, D. (1997). *Teorija treninga.* U: Priručnik za sportske trenere. Fakultet za fizikokulturu Sveučilišta u Zagrebu
5. Lučin, M. (2021). *Pojavnost i lokalizacija ozljeda koljena kod košarkaša* (Doctoral dissertation, University of Split. Faculty of Kinesiology).
6. Bigoni, M., Gaddi, D., & Piatti, M. (2016). Basketball: epidemiology and injury mechanism. *Arthroscopy and Sport Injuries: Applications in High-level Athletes*, 33-39.
7. Andreoli, C. V., Chiamonti, B. C., Biruel, E., de Castro Pochini, A., Ejnisman, B., & Cohen, M. (2018). Epidemiology of sports injuries in basketball: integrative systematic review. *BMJ open sport & exercise medicine*, 4(1), e000468.

8. Drakos, M. C., Domb, B., Starkey, C., Callahan, L., & Allen, A. A. (2010). Injury in the National Basketball Association: a 17-year overview. *Sports health*, 2(4), 284-290.
9. Cumps, E., Verhagen, E., & Meeusen, R. (2007). Prospective epidemiological study of basketball injuries during one competitive season: ankle sprains and overuse knee injuries. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(2), 204-211.
10. Meeuwisse, W. H., Sellmer, R., & Hagel, B. E. (2003). Rates and risks of injury during intercollegiate basketball. *The American journal of sports medicine*, 31(3), 379-385.
11. Messina, D. F., Farney, W. C., & DeLee, J. C. (1999). The incidence of injury in Texas high school basketball. *The American journal of sports medicine*, 27(3), 294-299.
12. Powell, J. W., & Barber-Foss, K. D. (1999). Injury patterns in selected high school sports: a review of the 1995-1997 seasons. *Journal of athletic training*, 34(3), 277.
13. Kelly, J. P. (2000). Concussion in sports and recreation. In *Seminars in neurology* (Vol. 20, No. 02, pp. 165-172). Copyright© 2000 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue, New York, NY 10001, USA.
14. Agel, J., Olson, D. E., Dick, R., Arendt, E. A., Marshall, S. W., & Sikka, R. S. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate women's basketball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *Journal of athletic training*, 42(2), 202.
15. Dick, R., Hertel, J., Agel, J., Grossman, J., & Marshall, S. W. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate men's basketball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *Journal of athletic training*, 42(2), 194.
16. Deitch, J. R., Starkey, C., Walters, S. L., & Moseley, J. B. (2006). Injury risk in professional basketball players: a comparison of Women's National Basketball Association and National Basketball Association athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 34 (7), 1077-1083.
17. Taylor, J. B., Ford, K. R., Nguyen, A. D., Terry, L. N., & Hegedus, E. J. (2015). Prevention of lower extremity injuries in basketball: a systematic review and meta-analysis. *Sports health*, 7(5), 392-398.
18. Brzić, D. (2012). *Uzroci i prevencija ozljeda u profesionalnom i rekreativnom sportu*. Diplomski rad). Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
19. Åman, M., Forssblad, M., & Henriksson-Larsén, K. (2016). Incidence and severity of reported acute sports injuries in 35 sports using insurance registry data. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(4), 451-462.
20. Sandelin, J., Santavirta, S., Lättilä, R., Vuolle, P., & Sarna, S. (1988). Sports injuries in a large urban population: occurrence and epidemiological aspects. *International Journal of Sports Medicine*, 9(01), 61-66.
21. Grønhaug, G., & Norberg, M. (2016). First overview on chronic injuries in sport climbing: proposal for a change in reporting of injuries in climbing. *BMJ open sport & exercise medicine*, 2(1), e000083.
22. Pappas, E., Zazulak, B. T., Yard, E. E., & Hewett, T. E. (2011). The epidemiology of pediatric basketball injuries presenting to US emergency departments: 2000-2006. *Sports Health*, 3(4), 331-335.
23. Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of athletic training*, 42(2), 311.
24. Cumps, E., Verhagen, E., & Meeusen, R. (2007). Prospective epidemiological study of basketball injuries during one competitive season: ankle sprains and overuse knee injuries. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(2), 204-211.
25. McKeon, J. M. M., Bush, H. M., Reed, A., Whittington, A., Uhl, T. L., & McKeon, P. O. (2014). Return-to-play probabilities following new versus recurrent ankle sprains in high school athletes. *Journal of science and medicine in sport*, 17(1), 23-28.
26. McKay, G. D., Goldie, P. A., Payne, W. R., & Oakes, B. W. (2001). Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *British journal of sports medicine*, 35(2), 103-108.
27. Hong, Y., & Bartlett, R. (Eds.). (2008). *Routledge handbook of biomechanics and human movement science* (p. 250). New York, NY, USA.: Routledge.
28. Ristolainen, L., Kettunen, J. A., Kujala, U. M., & Heinonen, A. (2012). Sport injuries as the main cause of sport career termination among Finnish top-level athletes. *European Journal of Sport Science*, 12(3), 274-282.
29. Forssblad, M., Weidenhielm, L., & Werner, S. (2005). Knee surgery costs in football, floor ball, European team handball and ice hockey. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 15(1), 43-47.

30. Cumps, E., Verhagen, E., Annemans, L., & Meeusen, R. (2008). Injury rate and socioeconomic costs resulting from sports injuries in Flanders: data derived from sports insurance statistics 2003. *British journal of sports medicine*, 42(9), 767-772.
31. Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports medicine*, 14(2), 82-99.
32. Milanović, M. (2015). Povrede i prevencija povreda košarkaša od 16 do 18 godina. *Beograd: Univerzitet u Beogradu-Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, završni rad*.
33. Chadwick, C., Prodromos, C. C., Han, Y., Rogowski, J., Joyce, B., & Shi, K. (2007). A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury–reduction regimen. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 23(12), 1320-1325.
34. Bigoni, M., Turati, M., Gandolla, M., Sacerdote, P., Piatti, M., Castelnovo, A., ... & Torsello, A. (2016). Effects of ACL reconstructive surgery on temporal variations of cytokine levels in synovial fluid. *Mediators of Inflammation*, 2016.
35. McGuine, T. A., & Keene, J. S. (2006). The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. *The American journal of sports medicine*, 34(7), 1103-1111.
36. Michaelidis, M., & Koumantakis, G. A. (2014). Effects of knee injury primary prevention programs on anterior cruciate ligament injury rates in female athletes in different sports: a systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 15(3), 200-210.
37. Eils, E., Schroeter, R., Schröder, M., Gerss, J., & Rosenbaum, D. (2010). Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(11), 2098-2105.
38. Waddington, G., Adams, R., & Jones, A. (1999). Wobble board (ankle disc) training effects on the discrimination of inversion movements. *Australian Journal of Physiotherapy*, 45(2), 95-101.
39. Waddington, G., Seward, H., Wrigley, T., Lacey, N., Adams, R. (2000). Comparing wobble board and jump-landing training effects on knee and ankle movement discrimination. *J Sci Med Sport*, 3(4), 449-459.
40. McGuine, T.A., Greene, J.J., Best T, Levenson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med*. 2000;10:239-244.
41. Payne, K.A., Berg, K., Latin, R.W. (1997). Ankle injuries and ankle strength, flexibility, and proprioception in college basketball players. *J Athl Train*, 32 (3), 221-225.
42. Gagnier, J.J., Morgenstern, H., & Chess, L. (2013). Interventions Designed to Prevent Anterior Cruciate Ligament Injuries in Adolescents and Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med*, 41(8), 1952-1962.
43. Postma, W.F., & West, R.V. (2013). Anterior cruciate ligament injury-prevention programs. *J Bone Joint Surg*, 95(7), 661-669.
44. Stojanovic, M.D., & Ostojic, S.M. (2012). Preventing ACL Injuries in Team-Sport Athletes: A Systematic Review of Training Interventions. *Res Sports Med*, 20(3-4), 223-238.
45. Yoo, J. H., Lim, B. O., Ha, M., Lee, S. W., Oh, S. J., Lee, Y. S., & Kim, J. G. (2010). A meta-analysis of the effect of neuromuscular training on the prevention of the anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18(6), 824-830.
46. Ivančević, M. (2018). *Rehabilitacija nakon ozljede prednjeg križnog ligamenta koljena* (diplomski rad). Zagreb: Medicinski fakultet.
47. Alentorn-Geli, E., Myer, G.D., Silvers, H.J., Samitier, G., Romero, D., LazaroHaro, C., & Cugat, R. (2009b). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: A review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17(8), 21p.
48. Irmischer, B.S., Harris, C., Pfeiffer, R.P., DeBeliso, M.A., Adams, K.J., & Shea, K.G. (2004). Effects of a knee ligament injury prevention exercise program on impact forces in women. *J Strength Cond Res*, 18(4), 703-707

# ANALIZA SILA U KOLJENU I OPTEREĆENJA U MENISKUSIMA U EKSCENTRIČNOJ FAZI MIŠIĆNE KONTRAKCIJE PRI JEDNONOŽNIM DOSKOCIMA KOD FUTSAL IGRAČA

Radivoje Radaković, Nikola Janković, Aleksandra Vulović, Jelena Radaković, Nenad Filipović

<sup>1</sup>*Institut za Informacione Tehnologije, Univerzitet u Kragujevcu*

<sup>2</sup>*Fakultet Medicinskih Nauka, Univerzitet u Kragujevcu*

<sup>3</sup>*Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu*

<sup>4</sup>*Fitness centar Prof A tim, Kragujevac*

<sup>5</sup>*Fakultet Inženjerskih Nauka, Univerzitet u Kragujevcu*

## 1. UVOD

Segmenti složenih struktura sportskih kretnji kao što su trčanje različitim intenzitetima, promjene smjera i pravca kretanja, akceleracije, deceleracije, različite vrste skokova i druge aktivnosti uzrokuju relativno velika opterećenja i složenost pokreta zglobov koljena čovjeka. Za ovaj rad promatrano je stanje zgloba koljena kod futsal igrača pri izvođenju različitih vrsta skokova. Ovi sadržaji mogu izazvati ozljede i degeneracije zglobnih ligamenata, meniskusa, hrskavice i kostiju. Unutrašnja opterećenja anatomskih struktura koljena značajno ovise od mnogo čimbenika kao što su vanjska opterećenja, tjelesna masa, ligamenti, snaga i mišićna sila. Skokovi predstavljaju jednu od najintenzivnijih, najopasnijih, ali i najčešćih aktivnosti koje se događaju tijekom bavljenja sportom. Tijekom ove aktivnosti, sila i okretni moment u zglobovima su na maksimalnim vrijednostima. Jedna od posljedica su ozljede, posebno gležnja, koljenog zgloba, ligamenata, meniskusa itd. Vezano za navedeno jedan od ključnih ciljeva sportske medicine i rehabilitacije je razumijevanje biomehaničkih procesa u ekstremitetima i zglobovima tijekom izvođenja skokova.

Postoje različite vrste skokova koji se izvode tokom nogometne i futsal utakmice. Za ovaj rad promatrane su sljedeće vrste skokova: skok sa zamahom ruku, skok bez zamaha ruku, skok sa lijeve noge, skok doskok jednonožni sa desne noge. Standardna metoda u eksperimentalnoj analizi parametara skakanja je korištenje tenziometrijske platforme za mjerenje sile (Cross, 1999; Filipović i sur. 2009; Setuain i sur 2015). Platforma sile može mjeriti silu i okretni moment tijekom skoka u različitim smjerovima pomoću senzora sile. Unapređenje elektronskih uređaja i gadgeta omogućava mjerenje parametara skakanja pomoću nosivih uređaja kao što je senzor u obući (Hills i sur., 2001).

Koljeno se smatra jednim od najsloženijih i najvažnijih zglobova u ljudskom tijelu. Glavna uloga koljenog zgloba je da osigura stabilnost ljudskom tijelu tijekom različitih vrsta aktivnosti i adekvatan prijenos sila i težišta sa kralježnice, zdjelice i kukova na donji kinetički lanac i stopalo. Stabilnost zgloba koljena osiguravaju prednja i stražnja ukrižena sveza, medijalni i kolateralni ligamenti, meniskusi, zglobna čahura i mišićna masa koja okružuje zglob (Guess i sur., 2015). Ozljede koljena su često uzrokovane sportom. Jedna od najčešćih ozljeda je pucanje, ili nagnječenje meniskusa (Bylski–Austrow i sur., 1994).

Menisk je fibroznohrskavično tkivo u obliku slova C. Meniskusi smanjuju kontaktne pritiske zglobne hrskavice, prenose tibiofemoralna opterećenja, amortiziraju pritisak i silu te osiguravaju stabilnost i podmazivanje koljena. Lateralni menisk prenosi veće opterećenje nego medijalni menisk. Postotak opterećenja koje se prenosi zavisi od kuta fleksije. Kada je koljeno u ekstenziji, meniskusi prenose 50% opterećenja, ali kada je koljeno u fleksiji od 90°, prenosi se 90% opterećenja na zglob (Cole, 2006). Medijalni i lateralni meniskusi imaju posebne karakteristike. Tijelo medijalnog meniska je i šire i deblje otraga nego s prednje strane, dok je lateralni menisk u prosjeku simetričniji i širi.



Obzirom da su ozljede zgloba koljena kod ljudi česte, mnogi istraživači analiziraju model zgloba koljena metodom konačnih elemenata. FE model nam omogućava da promijenimo model u kratkom vremenskom periodu i pomaže nam da uštedimo vrijeme i novac. Precizno razvijen FE model može precizno predvidjeti efekte za veliki broj različitih situacija. Ova vrsta analize može pružiti informacije koje nije uvijek moguće dobiti iz eksperimenata. Točnost FE analize zavisi od točnih ulaznih informacija. Ovo je problem jer, iako je zglob koljena dosta istraživani, mehaničko ponašanje zgloba nije u potpunosti poznato. Ovo posebno važi za dijelove zgloba koljena kao što su meniskusi (Guess i sur., 2015, Tanska i sur., 2015 i Pena i sur., 2005).

## 2. MODEL KONAČNIH ELEMENATA

### Geometrija

Geometrija koljena je veoma složena, sa mnogo različitih elemenata. To je razlog zašto je značajno imati dobar *scan* kao osnovu, jer od njegove kvalitete ovisi i model te rezultati simulacije. Kreiranje 3D modela se vrši ručno ili automatski, a rezultat je kreiranje struktura koje će na kraju postati model konačnih elemenata. MRI snimci desne noge zdrave osobe (30-godišnjakinja) korišteni su za kreiranje 3D modela zgloba. Skeniranje je napravljeno dok je noga ispitanice bila u punoj ekstenziji. Rezolucija skeniranja bila je 320 k 320 piksela, a inkrement presjeka bio je 0,589 mm.

Primjer 3D modela koljenog zgloba se sastojao od ovih elemenata: femur, tibija, fibula, zglobna hrskavica, meniskusi i ligamenti. Svi elementi koljenog zgloba su segmentirani sa skeniranja. Površinska mreža ovih elemenata je automatski generirana i doradena u cilju poboljšanja kvalitete mreže. Za izradu volumetrijskih mreža korištena je poboljšana površinska mreža. Model koljenog zgloba je modeliran sa 300531 čvorova i 246632 tvrdih elemenata sa 8 čvorova. Dalje informacije o korištenom zglobu koljena iznijete su u radu (Vulović i sur., 2015).

Analiza konačnih elemenata je urađena pomoću rješenja konačnih elemenata (PAK C) razvijenog na Fakultetu inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, Srbija. (Kojić i sur., 2008).

### Svojstva materijala

Svojstva materijala korištenih za simulaciju prikupljena su iz literature. U tablici 1. su navedeni svi materijali korišteni za proračun, kao i njihova svojstva (Jangov modul, Poasonov obrok). Svi materijali koji se koriste za proračun smatraju se linearno elastičnim, homogenim i izotropnim.

**Tablica 1.** Svojstva materijala zgloba koljena

Material	Young's modulus [MPa]	Poisson's ratio
Femur – cortical	14317 [10]	0,315 [10]
Femur – spongy	295 [10]	0,315 [10]
Tibia – cortical	20033 [10]	0,315 [10]
Tibia – spongy	295 [10]	0,315 [10]
Fibula	17000 [11]	0,3 [11]
Articular cartilage	12 [12]	0,45 [12]
Menisci	80 [12]	0,3 [12]
Ligaments	345 [10]	0,22 [10]

### Granični uvjeti

Granični uvjeti bili su važan dio analize konačnih elemenata. Odgovarajuća ograničenja i opterećenje imaju veliki utjecaj na rezultate. Čvorovi na donjoj površini tibije i fibule su fiksirani, dok su svi ostali čvorovi imali jedan stupanj slobode. Ovim čvorovima je dozvoljeno da se kreću duž osi koja je normalna na gornju površinu natkoljениčne kosti (u ovom slučaju translacija duž osi).

Vertikalna sila kompresije je primijenjena na gornju površinu natkoljениčne kosti. Kontakti između različitih dijelova modela su modelirani kao povezani kontakti. Softver ih je detektirao automatski, pod pretpostavkom da kontakt treba da bude definiran na mjestu gdje se vrste različitih materijala preklapaju. Primijenjena sila odgovara sili dobivenoj tijekom prethodno objašnjenih eksperimenata (Kutzner i sur., 2010).

### 3. METODE RADA

#### 3.1. UZORAK ISPITANIKA

U tablici 2. prikazane su morfološke karakteristike futsal igrača. Prosječna starost igrača bila je  $24,94 \pm 4,46$  godina. Prosječan BMI bio je  $23,83 \pm 2,11$  što je blizu gornje razine u zdravih vrijednosti težine. Prosječni postotak masti iznosio je  $11,98 \pm 3,211$ , što je više od uobičajenih vrijednosti profesionalnih sportaša, što se može povezati sa nešto liberalnijim režimom života i prehrane tijekom perioda odmora i oporavka .

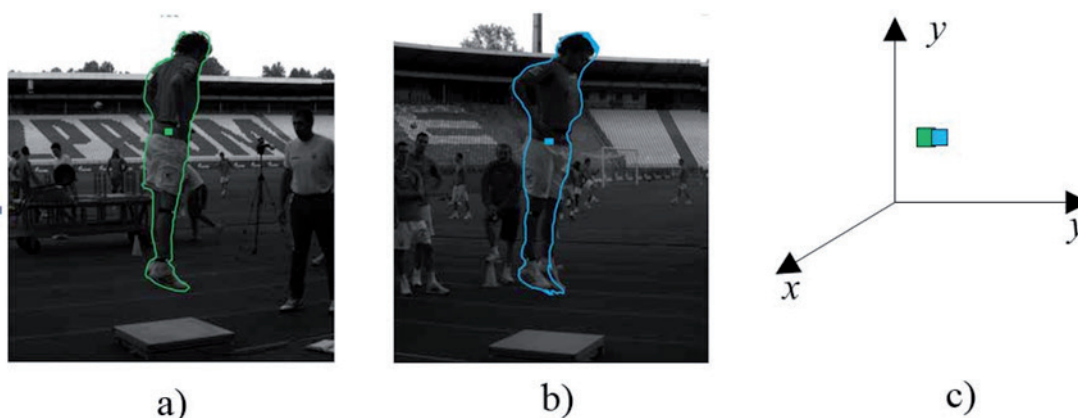
**Tablica 2.** Morfološke karakteristike futsal igrača

	Minimum	Maksimum	AS $\pm$ SD
Godine	17	34	$24,94 \pm 4,465$
Visina	166	192	$177,88 \pm 6,264$
Masa	61,1	91,8	$75,92 \pm 8,48$
BMI	19,9	27,4	$23,82 \pm 2,113$
Postotak masti	7,8	15,5	$11,98 \pm 3,211$
Postotak mišićne mase	39	46,5	$41,91 \pm 2,504$

LEGENDA: AS  $\pm$  SD Aritmetička sredina  $\pm$  Standardna devijacija

#### 3.2. EKSPERIMENTALNI POSTUPAK

U ovom radu koristio se sustav kompjuterskog praćenja pokreta i analizu mjerenja sile koljena sportaša tijekom skokova. Ovaj sustav (Filipović i sur., 2009.) je prikazan na slici 1. Sustav se sastoji od šest infracrvenih kamera i četiri retro reflektujuća markera. Markeri su promjera 1,5 cm i pričvršćeni su na preciznim anatomskim lokacijama noge ispitanika radi jednostrane analize pojačanja. Postavljena su tri retro reflektujuća markera na ispitanike na sljedećim lokacijama: tuberositas tibije i u predjelu maleolusa gležnja. Snimljene udarne sile su korištene za izračunavanje unutrašnjih sila u gležnju i koljenu. Za tu svrhu koristio se poseban uređaj, tzv. „force plate“ na koji je nadograđen pretvarač sile. Mjerenja sile su snimana potpuno paralelno sa video analizom koja je kontrolirana posebnim internim softverskim sustavom. Nakon dobivanja eksperimentalnih rezultata, koristio se softver za obradu videa i slike za analizu i pripremu podataka za brojčani izračun. Rezultati mjerenja su određeni za gležanj i zglob koljena odvojeno u vidu trostrukih vrijednosti: k-koordinate, i-koordinate i vertikalne sile otpora F.



**Slika 1.** Podešavanje opreme za eksperimentalno ispitivanje sile udarca pri skokovima i sile i momenta koljena a) Lijeva kamera b) Desna kamera c) Rekonstrukcija 3D koordinati centra mase tijela

Za svaki pojedinačni skok mjerene su sljedeće varijable: a) brzina skoka, b) ukupno vrijeme eksperimenta, c) 2D koordinate gležnja i koljena za svaki okvir, d) odgovarajuće sile izmjerene na platformi za svaki kontakt, e) broj skokova i f) maksimalna brzina postignuta u trenutku doskoka. Primarni cilj eksperimenta bio je istovremeno snimanje video zapisa i podataka na ploči. Za snimanje su korištene brze

(Basler A602fc) kamere u trajanju od 10 sekundi. U isto vrijeme (paralelno), mjerenja su se snimala sa pretvarača sile preko serijskog porta.

Pored toga, ova faza je uključivala i određivanje nekih parametara koji su bili potrebni za sljedeće numeričke proračune. To su bili: a) razdvajanje pojedinačnih skokova, tj. određivanje vremena početka i kraja skoka, b) proračun brzina odraza i doskoka, c) mjerenje sile koja se stvara u kontaktnoj površini, i g) filtriranje mjerenja sile uslijed inercije same platforme.

Ispitanici su u eksperimentima pratili standardizirani period zagrijavanja i pripreme za test. Ispitanici su dobili instrukcije izvesti četiri vrste skokova: sunožni skok na zamahom ruku, skok bez zamaha ruku i jednonožni skok sa doskokom na lijevu i desnu nogu. Ispitanici su stajali ispred platforme. Nakon pokretanja okidača, svaki ispitanik je izvodio različite skokove jedan po jedan sa pauzom od deset sekundi. Definirano je devet fazi skoka: 1) Pauza, 2) priprema za skok, 3) odraz, 4) vrijeme leta, 5) pad, 6) doskok na prste, 7) doskok na puno stopalo, 8) priprema za odmor i 9. ) odmor.

### 3.3. METODE OBRADE PODATAKA

Statistička analiza provedena je pomoću IBM SPSS Statistics v.21. Deskriptivna statistika morfoloških karakteristika i sila prikazana je minimalnom vrijednošću, maksimalnom vrijednošću, aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom.

Normalnost distribucije sila doskoka na lijevu i desnu nogu kod ispitanika procijenjena je primjenom Shapiro-Wilks testa. Za uspoređivanje sila doskoka na lijevu i desnu nogu korišten je t-test nezavisnih uzoraka. Statistički značaj je postavljen na  $p < 0.05$ .

## 4. REZULTATI

**Tablica 3.** Sile doskoka na lijevu i desnu nogu tijekom skoka kod futsal igrača.

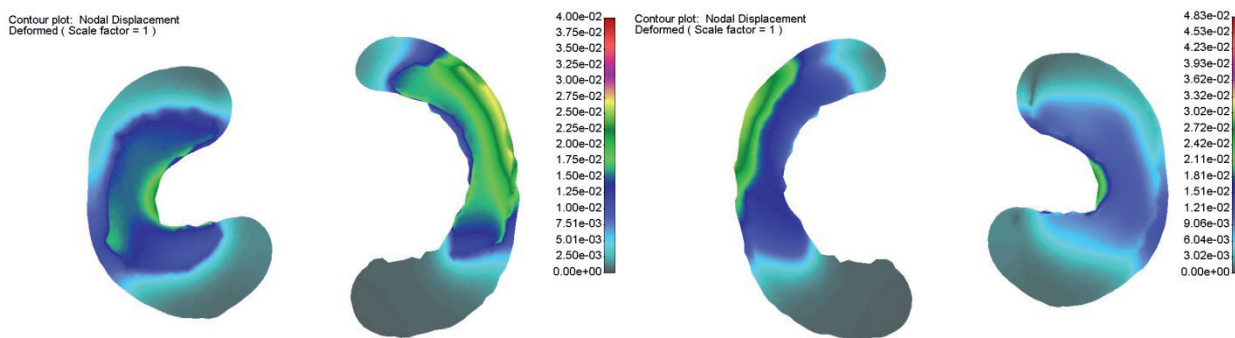
	Lijeva noga			Desna noga			p
	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	AS ± SD	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	AS± SD	
Sila pri doskoku	2226	5204	3600,82 ± 883,92	2958	5351	4343,73 ± 717,12	<b>0,043</b>

LEGENDA: AS ± SD Aritmetička sredina ± Standardna devijacija

U tablici 3. prikazana je deskriptivna statistika sila doskoka pri skokovima na lijevu i desnu nogu. Također pokazuje p-vrijednost iz t-testa nezavisnih uzoraka kojim su se uspoređivale srednje sile tijekom doskoka na lijevu i desnu nogu, odnosno pri ekscentričnom režimu rada. Prosječna sila pri doskoku na lijevu nogu bila je  $3600,82N \pm 883,92N$ , dok je prosječna sila pri doskoku na desnu nogu bila  $4343,73N \pm 717,12N$ . Utvrđeno je da je razlika između ove dvije sile značajna.

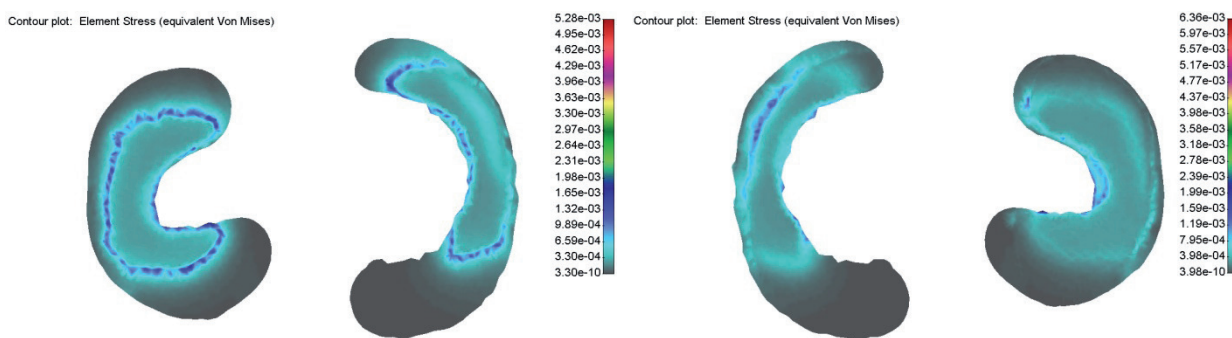
### 4.1. ANALIZA METODOM KONAČNIH ELEMENATA

Prethodno opisani 3D model (Filipović i sur., 2013; Vulović i sur., 2015) korišten je za dobivanje informacija o raspodjeli opterećivanja i pomicanja menisku lijevog i desnog koljenog zgloba u ekscentričnom režimu. Na slici 1. su prikazani dobiveni rezultati pomicanja medijalnog i lateralnog meniska u lijevom i desnom zglobu koljena. Sa slike se vidi da su dobivene vrijednosti za oba spoja u rasponu od oko 0,20 do 2,8 mm.



Slika 2. Pomicanje meniska lijevog i desnog zgloba koljena

Maksimalna vrijednost pomicanja vidljiva je na granici medijalnog meniskusa. Izračunata vrijednost iznosi približno 2,8mm. Slika 2. prikazuje dobivenu raspodjelu opterećenja za medijalni i lateralni menisk u zglobu koljena.



Slika 3. Opterećenje u menisku lijevog i desnog zgloba koljena

Maksimalna vrijednost opterećenja vidljiva je duž kontura predstavljenih tamno plavom bojom. Ova vrijednost je bila približno 2 MPa. Dobivene informacije mogu se koristiti za određivanje maksimalnih vrijednosti naprezanja i njihove lokacije, čime bi se mogle predvidjeti eventualne ozljede koje mogu nastati.

## 5. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Ovim radom prikazale su se vrijednosti sile u zglobu koljena pri doskoku na lijevu i desnu nogu, odnosno pri ekscentričnoj kontrakciji u zglobu koljena kod igrača futsala. Za biomehaničku analizu korištena je force plate i kamere velike brzine. Utvrđeno je da postoji značajna razlika između srednjih vrijednosti sile u lijevom i desnom zglobu koljena. Srednja sila doskoka na desnu nogu u odnosu na lijevu nogu bila je značajno veća. Jedan od mogućih razloga za to može biti razlika u statusu snage i koordinacije na unilateralmom nivou u korist stajne noge i specifičnosti morfološkog i funkcionalnog statusa futsal igrača, uvjetovanih specifičnim obrascima kretanja u samoj igri.

Sljedeći korak je bio određivanje distribucije pomicanja i naprezanja pri maksimalnim silama u menisku lijevog i desnog zgloba koljena. Izvršen je trodimenzionalni proračun deformacije meniska pri skoku pomoću metode konačnih elemenata. Jasno su naznačene točke na meniskusima na kojima su nađene najveće deformacije i maksimalno opterećenje. Utvrđeno je da je najveća deformacija bila približno 2,8mm. Najveće opterećenje je izmjereno je na približno 2MPa.

Rezultati analize konačnih elemenata pokazuju da se maksimalno opterećenje nalazi na granici medijalnog meniskusa i potencijalno može pomoći u prevenciji ozljeda meniska, kroz egzaktanu spoznaju o sili, pomicanjima, ali i kutovima u zglobu koljena prilikom doskoka. Također, ove informacije vrlo su korisne i upotrebne trenerima i sportskim ekspertima u sprovođenju i kontroli trenažnih opterećenja (volumen i intenzitet treninga), kao i periodizaciji treninga na makro, mezo i mikro razini.

## 6. LITERATURA

1. Cross, R. (1999). Standing, walking, running, and jumping on a force plate. *American Journal of Physics*, 67.4: pp. 304-309.
2. Filipovic, N., Vulovic, R., Peulic, A., Radakovic, R., Kosanic, D., & Ristic, B. (2009). Noninvasive determination of knee cartilage deformation during jumping. *Journal of sports science & medicine*, 8(4), 584.
3. Setuain, I., Martinikorena, J., Gonzalez-Izal, M., Martinez-Ramirez, A., Gómez, M., Alfaro-Adrián, J., & Izquierdo, M. (2015). Vertical jumping biomechanical evaluation through the use of an inertial sensor-based technology. *Journal of sports sciences*, (ahead-of-print), 1-9.
4. Hills, A., Hennig, E., McDonald, M. & Bar-Or, O. (2001). Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: *A biomechanical analysis*. *Int. J. Obes*, 25, pp. 1674–1679.
5. Guess T.M., Razu S., Jahandar H., & Stylianou A. (2015). “Predicted loading on the menisci during gait: The effect of horn laxity,” *Journal of Biomechanics*, vol. 48, pp. 1490-1498.
6. Bylski–Austrow D.I., Ciarelli M.J., Kaynarn D.C., Matthews L.S. & Goldstein S.A.(1994). Displacements of the menisci under joint load: An in vitro study in human knees. *J. Biomechanic*, vol. 27, no. 4, pp. 421-431.
7. Cole B.J.. (2006). Prospective Evaluation of Allograft Meniscus Transplantation: A Minimum 2-Year Follow-up. *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 34, no. 6, pp. 919-927.
8. Tanska P., Monone M.E. & Korhonen R.K. (2015). A multi-scale finite element model for investigation of chondrocyte mechanics in normal and medial meniscectomy human knee joint during walking. *Journal of Biomechanics*, vol. 48, pp. 1397-1406.
9. Pena E., Calvo B., Martínez M.A., Palanca D. & Doblare M. (2005). Finite element analysis of the effect of meniscal tears and meniscectomies on human knee biomechanics. *Clinical Biomechanics*, vol. 20, , pp. 498-507.
10. Soni A., Chawla A. & Mukherjee S.. (2007). Effect of muscle contraction on knee loading for a standing pedestrian in lateral impacts. *In Proceedings of 20<sup>th</sup> ESV conference*, Paper No. 467.
11. Tseng J.G., Huang B.W., Liang S.H., Yen K.T. & Tsai Y.C. (2014). Normal Mode Analysis of a Human Fibula. *Life Sci J*, vol. 11, pp. 711-718.
12. Hopkins A.R., New A.M., F. Rodriguez F., Baena Y. & Taylor M. (2010). Finite element analysis of unicompartmental knee arthroplasty. *Medical Engineering & Physics*, vol. 32, no. 1, pp. 14–21.
13. Kutzner I. et al., (2010). Loading of the knee joint during activities of daily living measured in vivo in five subjects. *Journal of Biomechanics*, vol. 43, pp. 2164-2173.
14. Vulović A., Filipović N. & Ristić B. (2015). Effects of ruptured anterior cruciate ligament and medial meniscectomy on stress distribution of human knee joint at full extension. *2015 IEEE 15<sup>th</sup> International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE)*, Belgrade, pp. 1-4.doi: 10.1109/BIBE.2015.7367650
15. Kojic M., Filipovic N., Stojanovic B. & N. Kojic (2008). *Computer Modeling in Bioengineering - Theoretical Background, Examples and Software*. John Wiley and Sons, Chichester, England,.
16. Nassis G.P., Carling C., Granacher U. & Rav G. FIFA World Cup Qatar (2022) Solutions to the Physical Fitness Challenge. *Journal of Sports Science and Medicine*, 21, 482 - 486
17. Filipović N, Isailović V, Nikolić D, Peulić A, Mijailović N, Petrović S, Ćuković S, Vulović R, Matić A, Zdravković N, Devedžić G. & Ristić B (2013). Biomechanical Modeling of Knee for Specific Patients with Chronic Anterior Cruciate Ligament Injury. *ComSIS*, 10, 525- 545.
18. Yeung, S., Kim, H.S., Carleton, A., Munro, J., Ferguson, D., Monk, A.P., Zhang, J., Besier, T. & Fernandez, J. (2022) Integrating Wearables and Modelling for Monitoring Rehabilitation following Total Knee Joint Replacement *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 225:107063

# VRSTE I UČESTALOST OZLJEDA DONJIH EKSTREMITETA U KOŠARCI

Lea Prskalo<sup>1</sup>, Meri Reili<sup>1</sup>, Ivan Perić<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo, Sveučilište u Osijeku

<sup>2</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku

## 1. UVOD

Prije više od pola stoljeća u Sjedinjenim Američkim Državama košarku je osmislio James Naismith. Košarkaška igra se kasnije širi na ostale dijelove kontinenta te je u Brazilu jedan od četiri najpopularnija sporta (Andreoli, C. V., Chiaramonti, B. C., Biruel, E., de Castro Pochini, A., Ejnisman, B., Cohen, M., 2018). Svoju popularnost diljem svijeta i uključenost u ovu aktivnost od rekreativne do profesionalne razine ponajviše duguje razvoju svoje nacionalne košarkaške lige (NBA). NBA je diljem svijeta poznato kao vrhunsko košarkaško natjecanje u kojem se natječu najbolji igrači iz čitavog svijeta (Sarlis, V., Chatziilias, V., Tjortjis, C., & Mandalidis, D., 2021). Prema ustroju i pravilima košarkaške igre postoji pet specifičnih pozicija u košarci, svaka s definiranim karakteristikama kretanja, a te pozicije su organizator igre, bek šuter, nisko krilo, krilni centar i centar. Ova podjela pozicija privukla je pozornost znanstvenika koji su nastojali identificirati predispoziciju za ozljede prema antropometrijskim karakteristikama košarkaša (Lopezosa-Reca, E., Gijon-Nogueron, G., Morales-Asencio, J. M., Cervera-Marin, J. A., Luque-Suarez, A., 2020). Sportske ozljede su traume na tijelu koje mogu nastati tijekom sportskih aktivnosti ili vježbanja. Mogu biti posljedica nezgode, loših mehanizama kretanja, neprilagođenog treninga, stres situacija u igri, neadekvatne opreme ili prenaprezanja određenog dijela tijela. Posljedica su akutne traume ili traume ponavljajućeg stresa povezanog sa sportskim aktivnostima. Takve traume mogu zahvaćati kosti, mišiće, tetive, ligamente i ostala zglobna tijela (Abou Elmagd, M., 2016). Između jedne polovice i dvije trećine sportskih ozljeda u djetinjstvu događa se tijekom treninga ili tijekom neorganizirane sportske aktivnosti (Abou Elmagd, M., 2016). Stope ozljeda u mladih košarkaša kreću se između 22,7 i 33,1 ozljeda na 100 igrača. Uzimajući u obzir intenzitet u sudjelovanje te anatomske i fiziološke razlike između muških i ženskih sudionika, stope ozljeda mogu varirati ovisno o njihovim karakteristikama. Smatra se da su stope ozljeda ranije bile nedovoljno prijavljene kod mladih košarkaša zbog teoretske definicije ozljeda, koje su često ograničene na liječničku pomoć (Owoeye, O. B., Ghali, B., Befus, K., Stilling, C., Hogg, A., Choi, J., Emery, C. A., 2020). Istraživanja pokazuju kako većina ozljeda u košarci (58 % - 66 %) zahvaća donje ekstremitete. Konkretno, ozljede prenaprezanja (npr. tendinopatija, stres fraktura) i traumatske ozljede (npr. istegnuće ligamenata) su neke od najčešće uočenih trauma kod košarkaša. Dvije ozljede koje tradicionalno dobivaju najviše pažnje su uganuće gležnja i ruptura prednjeg križnog ligamenta (ACL-a). Uganuće gležnja, osobito lateralno uganuće, najčešće je dijagnosticirana ozljeda i kod muških i ženskih košarkaša, a čini 25 % svih ozljeda (Caparrós, T., Casals, M., Solana, Á., & Peña, J., 2018).

## 2. METODE RADA

Primarni cilj ovog istraživanja bio je analizirati učestalost i vrstu ozljeda donjih ekstremiteta u košarci. Sekundarni cilj je utvrditi koji od prediktorskih faktora najviše pridonose ozljedama donjih ekstremiteta u košarci.

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

U ovom je istraživanju sudjelovalo 24 košarkaša prosječne kronološke dobi 18,31±5,18 godina koji aktivno treniraju i igraju košarku, od toga 7 ispitanika je bilo muškog, a 17 ispitanika ženskog spola.

## 2.2. UZORAK VARIJABLI

Za potrebe ispitivanja vrste i učestalosti ozljeda osmišljen je anketni upitnik kojim je ispitana pojavnost navedenih fakotra. Prvi dio anketnog upitnika sastojao se od osnovnih informacija vezanih uz treniranje košarke kao što su kvalitativni rang natjecanja, pozicija igre, vremenski period treniranja i igranja košarke, vrijeme izdvojeno za pripremu tijela na aktivnost, te pitanje o postojanosti ozbiljnih ozljeda donjih ekstremiteta. Drugi dio anketnog upitnika odnosio se na ozljede donjih ekstremiteta uključujući pitanja koliko često su igrači bili ozlijeđeni, koji dio tijela su ozbiljno ozlijedili, na koji način je nastala ozljeda (kontaktno/ne kontaktno), je li ozljeda nastala na treningu ili utakmici, koliko su vremena zbog ozljede proveli izvan treninga/natjecanja, koju od navedenih ozljeda su zadobili te na koji su način liječili ozljedu (operativno/konzervativno). Zatim su provedena antropometrijska mjerenja i mjere sastava tijela. Antropometrijski parametri koji su mjereni bili su tjelesna visina (ATV) koja je mjerena centimetarskom vrpcom s točnošću od 0,1 centimetar, tjelesna težina (ATT) mjerena Omron digitalnom vagom (BF214, Kyoto, 617-0002, Japan), indeks tjelesne mase (BMI), postotak mišićne mase i postotak tjelesne masti koji su mjereni istim mjernim uređajem.

## 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

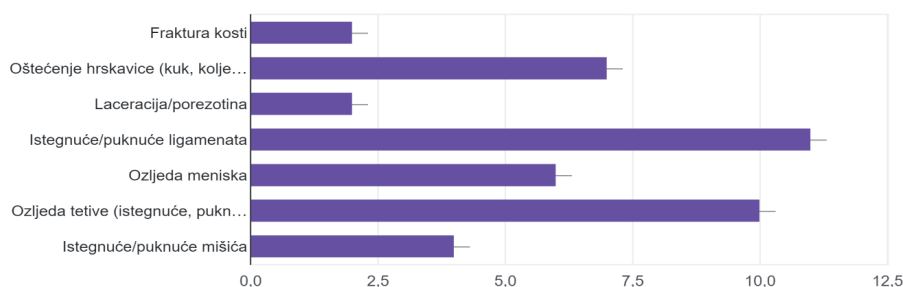
Za potrebe ovog rada korištena je deskriptivna statistika, a za procjenu povezanosti između prediktorskih faktora i nastanka ozljede je korišten Spearmanov koeficijent korelacije. Kompletna statistička analiza je odrađena uz pomoć platforme IBM SPSS.

## 3. REZULTATI

Tablica 1. Deskriptivni parametri ispitanika

	N	Min	Max	AS	SD
Dob	24	12.09	31.10	18.31	5.18
ATV	24	156.50	198.00	175.13	11.28
ATT	24	43.60	118.00	71.60	19.88
BMI	24	16.60	34.30	23.05	3.99
BF	24	7.70	38.40	28.62	7.09
MM	24	23.80	39.00	30.82	3.41

N - broj ispitanika; Min - minimalne vrijednosti; Max - Maksimalne vrijednosti, AS - aritmetička sredina rezultata; SD - standardna devijacija; Var - varijanca; ATV - antropometrija tjelesna visina; ATT - antropometrija tjelesna težina; BMI - indeks tjelesne mase; BF - udio tjelesne masti; MM - udio mišićne mase



Grafikon 1. Najčešće ozljede donjih ekstremiteta

Tablica 2. Korelacija tjelesne visine i incidencija ozljede

		INCOZLJED	P<0.05
r	ATV	0.730	0.001

r - Spearmanov koeficijent korelacije; P - statistička pogreška; ATV - antropometrija tjelesna visina; INCOZLJED - incidencija ozljede

Tablica 3. Korelacija incidencije ozljede i tjelesne težine

		ATT	P<0.05
r	INCOZLJED	0.798	0.000

r - Spearmanov koeficijent korelacije; P - statistička pogreška; INCOZLJED - incidencija ozljede; ATT - antropometrija tjelesna težina

#### 4. RASPRAVA

Rezultati ovog istraživanja pokazuju kako je 70,8 % ispitanika zadobilo ozbiljnu ozljedu donjih ekstremiteta tijekom razdoblja treniranja ili igranja košarke. Slične rezultate pokazuje i istraživanje Taylor-a i suradnika (2015) u kojem se pokazalo da ozljede donjih ekstremiteta iznose čak 58 % - 66 % svih ozljeda u košarci. Pokazalo se da je najčešća ozljeda donjih ekstremiteta istegnuće ili puknuće ligamenata (64,7 %), zatim slijede ozljede tetive (58,8 %), oštećenje hrskavice (41,2 %), ozljede meniska (35,3 %), istegnuće ili puknuće mišića (23,5 %) te fraktura kosti i laceracija ili porezotina (11,8 %). Rezultati su očekivani budući je košarka sport s velikim brojem skokova i doskoka (jednonožnih, sunožnih), sprinteva, brzih promjena pravca kretanja, što predstavlja predispoziciju za ozljede donjih ekstremiteta, posebice gležnja. Oko 70 % ozljeda događa se kroz beskontaktno mehanizme koji uključuju iznenadna zaustavljanja, doskoke ili promjene tijekom ubrzanja. Pokazalo se da loša biomehanika skoka i doskoka, proučavana 3D analizom pokreta, može predvidjeti ozljedu ACL-a i vjerojatno je značajan čimbenik koji doprinosi povećanom riziku za ove ozljede kod sportašica (Jacobs, K., Riveros, D., Vincent, H. K., Herman, D. C., 2021). Sunožni doskok neizostavan je pokret tijekom košarkaških utakmica. U prosjeku, svaki igrač izvede 70 skokova u igri te doživi do devet puta tjelesne težine tijekom faze doskoka. Neuspjeh pri ublažavanju ponavljajućih udara tijekom doskoka dovodi do prekomjernog opterećenja donjih ekstremiteta (Wei, Q., Wang, Z., Woo, J., Liebenberg, J., Park, S. K., Ryu, J., Lam, W. K., 2018). Uganuće gležnja najčešća je ozljeda na svim razinama sudjelovanja u košarci, što predstavlja 25,8 % NBA igrača u 2019. godini. Ozljede adduktora kuka i prepone iznose 21,8 % svih ozljeda kuka u navedenoj NBA populaciji (Torres-Ronda, L., Gámez, I., Robertson, S., Fernández, J., 2022). U istraživanju Patel i suradnika (2020) prijavljeno je 79 ozljeda adduktora kod 65 NBA igrača u sezonama od 2009.-2010. do 2018.-2019., gdje su 72 ozljede prijavljene kao istegnuća (91 %), a 7 ozljeda kao rupturi mišića. S obzirom na stres frakture istraživanje Khan i suradnika (2018) pokazalo je ukupno 76 ozljeda stres frakture donjih ekstremiteta pri čemu je 55 % zahvaćalo stopalo, 21,1 % gležanj ili fibulu i 6,6 % zahvaćalo je koljeno ili patelu. Najčešća stres fraktura bila je stres fraktura pete metatarzalne kosti (18,4 %). Statistički značajnu i visoku korelaciju u ovom istraživanju imaju tjelesna visina i incidencija ozljede, što indicira da veća tjelesna visina, na određeni način može uvjetovati povećanu incidenciju ozljeda donjih ekstremiteta na uzorku košarkaša. U istraživanju provedenom na 1094 igrača Darakos i suradnici (2010) izvijestili su kako nije bilo značajne povezanosti između tjelesne visine i incidencije ozljede. Veća visina u sportu s konstantnim prekomjernim zglobnim opterećenjem, dinamička i eksplozivna djelovanja, čini se da mogu biti faktor rizika za nastanak ozljede. Varijable incidencija ozljede i tjelesna težina također su pokazale statistički značajnu visoku korelaciju u ovom istraživanju. Takav podatak ukazuje na mogućnost da osobe s većom tjelesnom težinom imaju veću vjerojatnost od nastanka ozljede donjih udova. Nakase i suradnici (2020) navode kako postoje značajni dokazi pozitivne povezanosti između tjelesne težine i rizika od ozljede prednjeg križnog ligamenta (ACL-a). Razlog tome može biti činjenica da do ozljede ACL-a dovodi više različitih faktora, a povećana tjelesna težina je jedan od njih. Općenito, povećana tjelesna težina ima nepovoljan učinak na zglob koljena i samim time dovodi do ozljede meniska. Postoji potencijalno biomehaničko objašnjenje za odnos između tjelesne težine i rupturi meniskusa jer kako se tjelesna težina povećava, okretni moment u zglobu koljena tijekom rotacije može se povećati i teoretski može uzrokovati više ozljeda meniskusa (Mansori, A. E., Lording, T., Schneider, A., Dumas, R., Servien, E., Lustig, S., 2018).

#### 5. ZAKLJUČAK

Najčešća ozljeda u ovome istraživanju bila je istegnuće ili puknuće ligamenata. Istraživanje je pokazalo kako tjelesna visina značajno utječe na incidenciju ozljede što je potvrđeno i od strane drugih istraživanja, stoga bi se tijekom razdoblja naglog rasta puberteta i adolescencije trebala obratiti veća pozornost na prevenciju ozljeda budući je to jedan od čimbenika rizika za nastanak ozljeda donjih ekstremiteta. Također, korelaciju su pokazale incidencija ozljede i tjelesna težina. Budući povećana tjelesna težina stvara dodatan



mehanički stres prilikom skokova, doskoka i različitih promjena smjerova kretanja koji se izvode u sportu kao što je košarka, treneri bi trebali uzeti obzir ovakva saznanja pri osmišljavanju svojih trenažnih procesa.

## 6. LITERATURA

1. Abou Elmagd, M. (2016). Common sports injuries. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 3(5), 142-148.
2. Andreoli, C. V., Chiaramonti, B. C., Biruel, E., de Castro Pochini, A., Ejnisman, B., Cohen, M. (2018). Epidemiology of sports injuries in basketball: integrative systematic review. *BMJ open sport & exercise medicine*, 4(1), e000468
3. Caparrós, T., Casals, M., Solana, Á., & Peña, J. (2018). Low external workloads are related to higher injury risk in professional male basketball games. *Journal of sports science & medicine*, 17(2), 289.
4. Drakos, M. C., Domb, B., Starkey, C., Callahan, L., Allen, A. A. (2010). Injury in the National Basketball Association: a 17-year overview. *Sports health*, 2(4), 284-290.
5. Jacobs, K., Riveros, D., Vincent, H. K., Herman, D. C. (2021). The effect of landing surface on landing error scoring system grades. *Sports biomechanics*, 20(2), 190-197.
6. Khan, M., Madden, K., Burrus, M. T., Rogowski, J. P., Stotts, J., Samani, M. J., Bedi, A. (2018). Epidemiology and impact on performance of lower extremity stress injuries in professional basketball players. *Sports Health*, 10(2), 169-174
7. Lopezosa-Reca, E., Gijon-Nogueron, G., Morales-Asencio, J. M., Cervera-Marin, J. A., Luque-Suarez, A. (2020). Is there any association between foot posture and lower limb-related injuries in professional male basketball players? A cross-sectional study. *Clinical journal of sport medicine*, 30(1), 46-51
8. Mansori, A. E., Lording, T., Schneider, A., Dumas, R., Servien, E., Lustig, S. (2018). Incidence and patterns of meniscal tears accompanying the anterior cruciate ligament injury: possible local and generalized risk factors. *International orthopaedics*, 42(9), 2113-2121
9. Nakase, J., Kitaoka, K., Shima, Y., Oshima, T., Sakurai, G., & Tsuchiya, H. (2020). Risk factors for noncontact anterior cruciate ligament injury in female high school basketball and handball players: A prospective 3-year cohort study. *Asia-Pacific journal of sports medicine, arthroscopy, rehabilitation and technology*, 22, 34-38.
10. Owoeye, O. B., Ghali, B., Befus, K., Stilling, C., Hogg, A., Choi, J., Emery, C. A. (2020). Epidemiology of all-complaint injuries in youth basketball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(12), 2466-2476.
11. Patel, B. H., Okoroha, K. R., Jildeh, T. R., Lu, Y., Baker, J. D., Nwachukwu, B. U., Forsythe, B. (2020). Adductor injuries in the National Basketball Association: an analysis of return to play and player performance from 2010 to 2019. *The Physician and sportsmedicine*, 48(4), 450-457
12. Sarlis, V., Chatziilias, V., Tjortjis, C., Mandalidis, D. (2021). A data science approach analysing the impact of injuries on basketball player and team performance. *Information Systems*, 99, 101750.
13. Taylor, J. B., Ford, K. R., Nguyen, A.D., Terry, L. N., Hegedus, E. J. (2015). Prevention of Lower Extremity Injuries in Basketball. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 7(5), 392-398
14. Torres-Ronda, L., Gámez, I., Robertson, S., Fernández, J. (2022). Epidemiology and injury trends in the National Basketball Association: Pre-and per-COVID-19 (2017-2021). *PLoS one*, 17(2), e0263354.
15. Wei, Q., Wang, Z., Woo, J., Liebenberg, J., Park, S. K., Ryu, J., Lam, W. K. (2018). Kinetics and perception of basketball landing in various heights and footwear cushioning. *PloS one*, 13(8), e0201758.

# PREVENCIJA OZLJEDE ACL-a KOD NOGOMETAŠICA

Luka Dominković, Ivan Dominković  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Nogomet je kompleksna aktivnost polistrukturalnog acikličkog tipa gibanja s visokim varijabilitetom motoričkih radnji u kojima je uočljiv veliki broj različitih prostorno-vremenskih kretnih struktura te konfliktnih situacija čiji je ishod neizvjestan i nepredvidiv. Sport teži napretku. Nogomet napreduje u sustavu treninga i natjecanja, kvaliteti opreme i travnjaka te trenažnom radu. Igrači igraju više utakmica nego prije. Povećanjem broja treninga i utakmica igračima se smanjuje vrijeme za oporavak te povećavaju rizik od ozljeđivanja. Ozljede donjih ekstremiteta su relativno česta pojava. Jedna od najozbiljnijih ozljeda u nogometu je ozljeda prednjeg križnog ligamenta. Učestalost ozljede ACL-a prisutna je kod velikog broja nogometaša i nogometašica te može uzrokovati kraj sportske karijere. Ozljeda ACL-a čini 40 % ozljeda koljenog zgloba te su uglavnom puknuća ACL-a samoizazvane ozljede (Ajman i Utješinović, 2014). Schnurrer- Luke Vrbanić i sur. (2007) navode kako ozljeda prednje ukrižene sveze zahvaća mlade osobe te čak 78 % svih ozljeda ACL-a sportašica nastaje bez izravnog kontakta igračica, odnosno nekontaktnim mehanizmom. Shodno navedenom nogomet karakterizira izvođenje raznovrsnih motoričkih zadataka, znanja i kretnji čije nepravilno izvođenje rezultira ozljedama mišićno-koštanog sustava. Visoki postotak ozljeđivanja nužno zahtjeva preventivne postupke koji će zaštititi igrače i igračice, očuvati zdravstveno stanje i povećati šansu za ostvarivanje bolje izvedbe, a time i natjecateljskih rezultata.

## 2. OZLJEDA ACL-a

Koljenski zglob prema Kerosu i Pećini (1992) povezuje distalni kraj bedrene kosti, femur i proksimalni kraj goljenične kosti. U sagitalnoj ravnini koljena nalaze se dvije ukrižene sveze, prednja (ACL) i stražnja ukrižena sveza. Zglob koljena sudjeluje u nošenju mase tijela, apsorpiranju udaraca i sila te prilikom raznih sportskih kretnji poput trčanja, skokova, doskoka, promjene smjera kretanja i zaustavljanja (Matešić i sur., 2022). Prednja ukrižena sveza je intraartikularna, ekstrasinovijalna struktura u prosjeku dugačka 38 milimetara, a debljine 10 milimetara te obavlja funkciju statičkog stabilizatora koljena. Polazište ACL-a nalazi se na medijalnoj strani lateralnog kondila femura te ima kosi smjer i hvata se lateralno sa stražnje strane za kost tibije (Šuker, 2022). Prednja ukrižena sveza sprječava veliku translaciju tibije uz povećanje stupnja fleksije u koljenom zglobu (Jozanović, 2007). Ruptura ACL-a postala je jedan od učestalijih ozljeda u sportu i ozbiljnijih zdravstvenih problema. Ozljeda se uglavnom liječi kirurški, rekonstrukcijom prednje ukrižene sveze s ciljem uspostave prijašnje stabilnosti i pokretljivosti koljena (Kasović, 2009). Funkcija rada koljena, odnosno ACL-a ovisi o omjeru jakosti između mišića agonista i antagonist. Nesrazmjer mišića prednje i stražnje strane natkoljenice jedan je od najčešćih uzroka nekontaktna ruptur prednje ukrižene sveze (Rođak, 2015). Baščevan (2010) navodi kako jakost mišića stražnje strane treba iznositi 60-100 % jakosti mišića prednje strane.

## 3. RIZIČNI FAKTORI

Biomehaničke karakteristike, dob, spol i uvjeti u kojima se odvija aktivnost sportske igre određuju lokaciju i ozbiljnost sportske ozljede. Kako bi detektirali razlog nastanka ozljede te planirali prevenciju moramo biti upoznati sa sportskom aktivnošću i uvjetima te individualnim karakteristikama sportaša/ice. Treba uzeti u obzir sve intrinzične i ekstrinzične faktore prisutne tijekom provođenja sportske aktivnosti (Janković i Trošt, 2006). Prema Gregov (2014) priroda nastanka ozljede ACL-a je multifaktorska, uzroko-

vana interakcijom više različitih čimbenika. Faktori koji imaju utjecaj na pojavu ozljede prednje ukrižene sveze mogu biti:

- Neuromuskularni
- Anatomski
- Hormonalni:
  - Faza menstrualnog ciklusa i utjecaj spolnih hormona. Tijekom ciklusa pri vršnim vrijednosti estrogena (folikularna faza, 10. - 13. dan) i progesterona (lutealna faza, 19. – 24. dan) prednji križni ligamenti pokazuje povećanu labavost.
- Genetska predispozicija ozljede ACL-a
- Kognitivno djelovanje
- Ekstrinzični faktori

Definitivno jedan od najvećih rizičnih čimbenika je spol. Istraživanja pokazuju veću učestalost ozljede ACL-a u ženskom nogometu, a razlog tome su navedene anatomske i neuromuskularne predispozicije. Ozljeda koljenog zgloba je 2 – 8 puta češća kod nogometašica. Voskian (2013) navodi kako sportašice imaju 3.5 puta veću šansu ozljeđivanja ACL-a nekontaktnim putem od sportaša. Arnason i sur. (1996) su utvrdili povećan broj ozljeda sportaša na umjetnoj travi u odnosu na prirodnu travu. Jedan od ekstrinzičnih faktora ali ne i manje bitan je sportska obuća. Napretkom tehnologije utvrđeno je kako oblik čepova/krampona utječe na trenje s nogometnom površinom a time na zaustavljanje i promjene smjera kretanja čija nepravilna izvedba utječe na ozljede koljenog zgloba.



Slika 1. Sportska obuća

#### 4. MEHANIZAM NASTANKA

Planiranje preventivskih mjera izrazito je kompleksno, kako bismo ih mogli planirati i provoditi potrebne su informacije o sportašu. Situacije u kojima se sportaš nalazi tijekom nogometne igre, kako dolazi do određene ozljede, koji mehanizam uzrokuje ozljeđivanje. Nekoliko mehanizama ozljede ACL-a poput doskoka, zaustavljanja-deceleracije i mijenjanja smjera kretanja izraženo je tijekom nogometne igre. Doskok na puno stopalo bez fleksije u koljenom zglobu izrazito je opasan te uzrokuje ozljedu. Zaustavljanje uz jaku ekscentričnu kontrakciju mišića natkoljenice i koljeno u ekstendiranom položaju rezultira velikom silom istezanja te izaziva puknuće ACL-a. Upravni stav uzrokuje nepovoljan biomehanički položaj mišića stražnje strane natkoljenice te preveliku djelovanje mišića prednje strane. Sprječavanje i zaštita ozljede prednje ukrižene sveze je flektirano koljeno i aktivnost mišića stražnje strane natkoljenice koji djeluju aktivno te povlače tibiju unatrag. Naglo mijenjanje smjera uz nepravilan obrazac pokreta i naglašen valgus položaj koljena povećava mogućnost ozljede prednje ukrižene sveze. Znanstveno je potvrđen uspravniji položaj sportašica prilikom doskoka, mijenjanja smjera i deceleracije te veća i češća kontrakcija prednjih mišića natkoljenice što uzrokuje prednju translaciju tibije (Schnurrer- Luke Vrbanić i sur., 2007).



Slika 2. Mehanizam nastanka ozljede

## 5. STRATEGIJA PREVENCIJE

Prevenција ozljede prednje ukrižene sveze izrazito je kompleksna. Ozljede ACL-a česta su pojava u nogometu te kondicijski treneri, kineziterapeuti, fizioterapeuti i ostali stručnjaci pokušavaju pronaći odgovarajući preventivni program s ciljem smanjenja ozljede prednje ukrižene sveze. Poznavanjem rizičnih faktora, mehanizma nastanka, potencijalnih situacija ozljeđivanja moguće je planiranje ciljane prevencije ozljeđivanja (Zrinščak, 2015). Preventivne treninge treba usmjeriti na najčešće, sport specifične ozljede utvrđene epidemiologijom sporta te na kritične zone lokomotornog sustava. Preporučuje se razvoj jakosti, trening s opterećenjem pozitivno djeluje na kosti, ligamente, tetive i mišiće. Razvijeni i jaki mišići imaju ulogu stabilizatora i rasterećuju ligamente. Smanjuje se mišićna neravnoteža agonisti – antagonisti te bilateralni deficit. Poboljšanjem propriocepcije i ravnoteže smanjuje se broj ozljeda te djeluje kao zaštitni mehanizam. Važno je educirati sportaša o mehanizmima ozljeđivanja kako bi postao svjestan svoji pogrešaka te djelovao preventivski. Preventivni programi u praksi su sve učestaliji. “FIFA 11+“ program pripreme i zagrijavanja koji se provodi početkom treninga u periodu od 20 minuta te sadrži 15 vježbi. Program “FIFA 11+“ osmišljen je s ciljem prevencije najučestaliji ozljeda u nogometu, nije ciljano usmjeren prevenciji ACL-a. U prevenciji biomehaničkih rizičnih faktora očituje se kako jaki, snažni i fleksibilni mišići nisu dovoljni, već je potrebna njihova pravovremena aktivacija. Potrebno je educirati sportašice o pravilnim tehnikama skakanja, doskoka, zaustavljanja i mijenjanja smjera kretanja s ciljem unaprjeđenja neuromuskularnog kontrole. Prilikom zaustavljanja treba izbjegavati zaustavljanje u mjestu, treba se zaustavljati u više koraka s fleksijom u koljenom zglobo. Sportašice trebaju provoditi trenažni program usmjeren povećanju neuromišićne kontrole tijela uz pomoć treninga propriocepcije, ravnoteže i koordinacije. Preporučuje se provoditi vježbe na nestabilnoj podlozi i pliometrijske vježbe u pripremnom razdoblju 4 do 6 tjedana prije početka natjecanja. Navedenim vježbama treba utjecati na smanjenje sile doskoka, valgus položaj koljena te povećanje ekscentrične snage mišića stražnje strane natkoljenice (Schnurrer-Luke Vrbanić i sur., 2007). Unaprjeđenje znanja o epidemiologiji, rizicima i mehanizmima nastanka ozljeda u sportu uz dijagnostiku kondicijskih, zdravstvenih, tehničkih i psihičkih sposobnosti sportaša koristi i pomaže pri razvijanju programa prevencije i programiranju sportske pripreme s ciljem smanjenja i prevencije ozljeda u sportu te sprječavaju dugotrajne posljedice i čuvaju zdravlje sportašica.

## 6. PREVENTIVNI PROGRAM VJEŽBANJA

Nogomet je složena sportska igra dinamičkog karaktera. Moderni nogomet zahtijeva sve bržu igru, reagiranje te bolje i kvalitetnije iskorištavanje prostora i vremena što rezultira većim brojem ozljeda donjih ekstremiteta (Šuker, 2022). Preventivni program vježbanja usmjeren je na vježbe propriocepcije, skokova, doskoka i promjena smjera kretanja s ciljem preventivnog djelovanja i pravilnog izvođenja kako bi se smanjila učestalost ozljeda nogu, a posebno sveza koljenskog zgloba, primarno ACL-a.



Slika 3. Jednonožni most

Način izvođenja vježbe: vježbač postavlja stopala u širini kukova na bosu loptu zatim podiže kukove s osloncem na jednoj nozi i zadržava poziciju. Vježba moguća i u varijanti podizanja i spuštanja kukova za dinamičku aktivaciju mišića stražnje strane natkoljenice.

Broj serija i ponavljanja: raditi 3 - 4 serije te izometričku kontrakciju u gornjem položaju zadržati 30 s, ili u dinamički spuštanje i podizanje 3 – 4 serije po 10 ponavljanja.



Slika 4. Izdržaj u polučučnju na balans lopti/dasci

Način izvođenja vježbe: vježbač se nalazi u polučučnju na balans lopti/dasci držeći loptu u rukama. Varijacije moguće u vidu opterećenja ili vanjskih smetnji.

Broj serija i ponavljanja: vježbu izvoditi 3 – 4 serije po 30 sec.



Slika 5. Nordic Hamstring Curl

Način izvođenja vježbe: vježba se izvodi na trenažeru s fiksnim nogama te se radi pregib u zglobu kuka te spuštanje prema dolje. Moguća izvedba u para tako da suvježbač drži noge fiksirane, a vježbač se spušta prema podu.

Broj serija i ponavljanja: 3 serije po 8 – 10 ponavljanja



**Slika 6.** Jednonožni počučanj

Način izvođenja vježbe: vježbač iz uspravnog stava radi počučanj na jednoj nozi, fleksiju u zglobu kuka, koljenom zglobu i gležnju te se spušta prema dolje, a zatim ekstenziju vraćajući se u početni položaj.

Broj serija i ponavljanja: vježbu raditi 3 – 4 serije po 8 – 10 ponavljanja.



**Slika 7.** Sunožni skok u dalj - jednonožni doskok

Način izvođenja vježbe: sportaš/ica iz položaja počučnja izvodi skok u dalj te jednonožni doskok. Naglasak je na pravilnom i kontroliranom jednonožnom doskoku.

Broj serija i ponavljanja: 3 serije po 8 ponavljanja.



**Slika 8.** Klizački skokovi (Skating Jumps)

Način izvođenja vježbe: poštujući oznake vježbač radi tzv. klizački skok s noge na nogu uz pravilnu amortizaciju prilikom doskoka zadržavajući kratko položaj doskoka.

Broj serija i ponavljanja: sportaš/ica vježbu izvodi 4 serije po 10 ponavljanja (5 L/D noga)

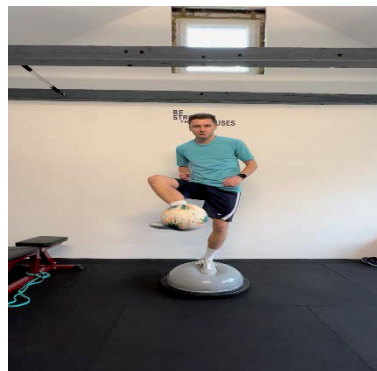


Slika 9. Promjena smjera kretanja

Način izvođenja vježbe: vježbač na audio znak (smjer kretanja) reagira i radi kretnju prema zadanom smjeru te spušta svoje težište tijela i dotiče oznaku te se vraća u početnu poziciju.

Greška: valgus koljena prilikom lateralnih kretnji i promjene smjera kretanja.

Broj serija i ponavljanja: 4 serije po 30 sekundi.



Slika 10. Jednonožni izdržaj na bosu lopti uz zadatak dodavanja lopte

Način izvođenja vježbe: sportaš/ica u početnoj poziciji na bosu lopti radi izdržaj te tehnički element dodavanja lopte pazeći na pravilan položaj stajajuće noge.

Broj serija i ponavljanja: 3 – 4 serije po 10 ponavljanja (5 L/D noga)



Slika 11. Skip preko prepona s tehničkim elementom dodavanja lopte unutrašnjom stranom stopala

Način izvođenja vježbe: vježbač iz uspravnog stava radi skip u jednu i u drugu stranu preko prepreke uz tehnički element dodavanja lopte sa svake strane.

Broj serija i ponavljanja: vježbu izvoditi 3 serije po 10 ponavljanja (5 L/D noga)



Slika 12. Jednonožni izdržaj na bosu lopti uz tehnički element s loptom

Način izvođenja vježbe: vježbač stavlja gumu oko koljena te suprotnom nogom prelazi preko gume te izvodi tehnički element dodavanja lopte uz održavanje stabilnosti.

Broj serija i ponavljanja: vježbu izvoditi 4 serije po 10 ponavljanja (5 L/D noga)



Slika 13. Jednonožni doskok uz izvedbu tehničkog elementa s loptom

Način izvođenja vježbe: igrač/ica iz sunožnog stava uz vanjski otpor (guma) izvodi skok i jednonožni doskok s amortizacijom uz izvođenje tehničkog elementa dodavanja te povratak na početnu poziciju.

Broj serija i ponavljanja: izvoditi 4 serije po 30 sekundi.

## 7. ZAKLJUČAK

Nogomet je sport koji zahtjeva visoku razinu kondicijske pripremljenosti. U današnjem svijetu zahtjevi dodatno rastu, kako bi igrač bio na visokoj razini potrebna je visoka razina pripremljenosti. Povećanjem razine pripremljenosti sportaši djeluju ne rubu svojih mogućnosti te dolazi do ozljeđivanja. Nogometašice 2 do 8 puta češće tijekom karijere ozljeđe prednju ukriženu svezu. Prilikom prevencije treba djelovati na unutarne i vanjske rizične čimbenike te mehanizme nastanka. "Fifa 11+" prevencijski program je dobar pokušaj prevencije no ne postoji univerzalan program. Proces prevencije ozljeđe trebao bi biti individualiziran u skladu sa sportaševim antropološkim statusom, tehničkim djelovanjem te prikazane vježbe treba provoditi na nogometnom terenu uz interakciju igračica kako bi uvjeti bili što sličniji natjecateljskim.

Prilikom prevencijskog treninga važno je naglasiti biomehanički pravilno izvođenje uz kontrolirano opterećenje. Prikazane sport specifične vježbe omogućuju nam jačanje prednje i stražnje strane natkoljenice i potkoljenice s ciljem preventivnog djelovanja i usvajanja pravilnog obrasca pokreta te shodno tome i smanjenje rizika od ozljeđe ACL-a.



## 8. LITERATURA

1. Ajman, H., & Utješinović, M. (2014). Etiologija nastanka i metode prevencije najučestalijih ozljeda u nogometu. U Jukić, I., Gregov, C., i Šalaj, S. (ur.), *Kondicijska priprema sportaša*. Zbornik radova 12. godišnje međunarodne konferencije, Zagreb, 21(22.02), 2014.
2. Bašćevan, S., Tatjana, T. B., & Kirin, B. (2010). Oporavak mišića nakon operacije prednje ukrižene sveze koljena metodom po Keneth-Jonesu. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 25(2), 92-101.
3. Gregov, C., Jukić, I., Milanović, L. (2014). Kondicijska priprema u funkciji prevencije ozljeda prednje ukrižene sveze. U Jukić, I., Gregov, C. i Šalaj, S. (ur.), *Kondicijska priprema sportaša*, Zbornik radova 12. godišnje međunarodne konferencije, Zagreb, 21.-22.02. 2014. (str. 30-39). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
4. Janković, S., & Trošt, T. (2006). Rizični faktori ozljeđivanja i mehanizmi nastanka sportskih ozljeda. U Jukić, I., Gregov, C., i Šalaj, S. (ur.), *Kondicijska priprema sportaša*, Zbornik radova, 4, 13-20.
5. Jozanović, V. (2007). *Mogućnosti kinematike u dijagnostici ozljeda prednje ukrižene sveze*. (Diplomski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
6. Kasović, M., Potočanac, Z., Cifrek, M., Tudor, A., & Mejovšek, M. (2009). Razlike u mišićnoj aktivnosti jednu godinu nakon rekonstrukcije prednje ukrižene sveze koljena. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 24(2), 76-81.
7. Keros, P., & Pećina, M. (1992). *Temelji anatomije čovjeka*. Zagreb: Medicinski fakultet.
8. Matešić, L., Miklič, D., Dominković, L., Dominković, I., Čaleta, J. (2022). Mehanizmi nastanka i prevencija ozljede prednje ukrižene sveze u ženskoj košarci. *30. ljetna škola kineziologa RH, Zadar*, 29.6. – 2.7.2022.
9. Arnason A, Gudmundsson A, Dahl HA, Jóhannsson E. Soccer injuries in Iceland. *Scand J Med Sci Sports*. 1996 Feb;6(1):40-5.
10. Rođak, V. (2015). *Mehanizmi nastanka ozljede i rehabilitacija nakon rupture prednje ukrižene sveze u nogometaša* (Diplomski rad).
11. Schnurrer Luke Vrbanić, T., Ravlić Gulan, J. i Baričić, M. (2007). Prevencija nekontaktnih ozljeda prednje ukrižene sveze u sportašica. *Medicina Fluminensis : Medicina Fluminensis*, 43., (3), 210-214.
12. Šuker, L. (2022). *Specifičnosti funkcionalne rehabilitacije nakon ozljede ACL-a nogometaša s obzirom na ulogu na terenu* (Diplomski rad).
13. Voskanian, N. (2013). ACL Injury prevention in female athletes: review of the literature and practical considerations in implementing an ACL prevention program. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 6(2), 158-163.
14. Zrinščak, A. (2015). *Neuromuskularna prevencija ozljede prednje ukrižene sveze* (Diplomski rad).

# UČESTALOST OZLJEDA I NJIHOVA PREVENCIJA KOD NCAA SPORTAŠA

Lea Barković

*Građevinska tehnička škola Rijeka*

## 1. UVOD

Ozljeđe su vrlo česte među studentima-sportašima na sveučilišnoj razini američkih fakulteta. U prosjeku, studenti sportaši zadobiju više od dvije ozljede godišnje, a najčešće su ozljede gležnja, koljena i ramena. Nadalje, ovisno o vrsti sporta, razlikuju se akutne ozljede koje su češće u timskim sportovima, a ozljede radi prenaprezanja u individualnim sportovima. Visoka učestalost ozljeda među sveučilišnim sportašima trebala bi zabrinjavati sportaše, trenere i sportske administratore jer imaju važnu ulogu u osmišljavanju prilagođenih programa prevencije ozljeda (Lemoyne i sur., 2017). Kako bi praćenje i prevencija ozljeda bila učinkovitija National Collegiate Athletic Association (NCAA) zbog velikog broja studenata sportaša uveo je sustav nadzora ozljeda 1982. godine, a ovaj je sustav evoluirao kroz niz prilagodbi da bi dosegao svoj sadašnji oblik (Dick, Agel i Marshall, 2007). NCAA Injury Surveillance Program ima sposobnost zabilježiti sveobuhvatan opseg ozljeda povezanih sa sveučilišnim sportom (Kerr i sur., 2018). Stoga je moguće procijeniti uzrok ozljeda povezanih sa sportom u ovoj populaciji pružajući podatke koje će omogućiti njihovu prevenciju. U ovom će se radu usporediti učestalost ozljeda u odnosu na sportsku sezonu, fizički kontakt i lokalitet ozlijede koji su zabilježeni NCAA Injury Surveillance programom te moguće metode za prevenciju njihovih ozljeda.

## 2. UČESTALOSTI OZLJEDA I NJIHOVA PREVENCIJA

National Collegiate Athletic Association podijelio je fakultete u III divizije. Sveučilišta I. Divizije imaju najvišu razinu sportskih natjecanja. Studenti-sportaši provode više od 85 sati tjedno pohađajući nastavu, treninge i natjecanja, stoga u usporedbi s II. i III. Divizijom, sportaši I. Divizije imaju najveću učestalost ozljeda (Pervis, 2020).

### 2.1. U ODNOSU NA SPORTSKU SEZONU

U odnosu na stope ozljeda u predsezoni, sezoni i post sezoni prema podacima Injury Surveillance Programa veća je razina sportskih ozljeda tijekom predsezonskih treninga nego ostalih dijelova sportske sezone. Neki od razloga jesu da studenti-sportaši započinju predsezonu u lošijoj kondicijskoj pripremi od ostalih sportaša. Stoga stres od predsezonskog treninga visokog intenziteta i velikog opterećenja može rezultirati ozljedama. Također, predsezonski treninzi često uključuju više treninga u jednome danu, stoga je kraći period oporavka za sljedeće aktivnosti te veći rizik od ozljeda. Predsezonski treninzi mogu uključivati manje kvalificirane sportaše koji mogu biti osjetljiviji na ozljede. Predsezona je također vrijeme kada se svi igrači mogu natjecati za početne pozicije, čime se stvara vrlo natjecateljska atmosfera, što može povećati stopu ozljeda. Predsezonska natjecanja u većini sportova više nalikuju treninzima te je intenzitet igre donekle ublažen u usporedbi s natjecanjima u regularnoj sezoni. Kako bi se smanjio broj ozljeda tokom sportske sezone, prevencija bi trebala započeti već u pripremnom periodu (Hootman, Dick i Agel, 2007). Postupci koji mogu smanjiti broj ozljeda u predsezoni ili ih pak spriječiti jesu, promjena vremena vježbanja kako bi se prilagodili uvjetima okoline i određivanje odgovarajućeg vremena oporavka, uvesti liječničke preglede prije početka svake sezone kako bi se smanjile stope ozljeda u pripremnom periodu (Hootman, Dick i Agel, 2007).

Godine 2003. NCAA je donio zakonodavstvo rješavanje u cilju smanjenja broja ozljeda i toplinskih udara u američkom nogometu tokom pripremnog perioda. Pravilo nalaže 5-dnevno razdoblje aklimatizacije i ostala ograničenja vremena primjerena za vježbanje tijekom pripremnog perioda (NCAA, 2007).

## 2.2. U ODNOSU NA FIZIČKI KONTAKT U SPOTU

Na temelju Injury Surveillance Programa statistički je zapaženo da su ozljede češće na treninzima u sportovima bez fizičkog kontakta. Visoki postotak ozljeda kod ne kontaktnih sportova prvenstveno se odnosi na istegnuća mišića i zglobova koja se, većinom, ne mogu učinkovito riješiti službenim NCAA pravilima. Većina ovih ozljeda najbolje bi se riješila kontrolom i izmjenom čimbenika rizika. Samim prisustvom i promatranjem treninga, sportski treneri mogu prepoznati i ispraviti potencijalne situacije koje uzrokuju ozljede (npr. mokri podovi, uvjeti okoline). Sportovi kao što su američki nogomet, lacrosse, hokej na ledu i hrvanje bilježe znatno niži broj ozljeda na treningu radi kontroliranog intenziteta kontakata. Pošto se radi o sportovima s fizičkim kontaktom pravila su izmijenjena u nastojanju prevencija ozljeda povezanih s kontaktom (posebno ozljeda glave i vrata te ozljeda koljena) u američkom nogometu. Zaštitna oprema, kao što su štitnici za lice u muškom hokeju na ledu i štitnici za ozlijeđene dijelove tijela, također mogu biti učinkoviti u minimiziranju ozljeda igrača. Promjene pravila, kao što je uklanjanje udaraca bokom ili ramenom (body-check) kod hokeja na ledu, pokazalo se da značajno smanjuje učestalost ozljeda i smanjuje troškove zdravstvene zaštite (Melvin i sur., 2018). Sportski treneri igraju vodeću ulogu u stvaranju inovativne zaštite za osjetljive dijelove tijela koja igračima omogućuje sudjelovanje uz smanjeni rizik od ozljeda od izravnog udarca. (Hootman, Dick i Agel 2007).

## 2.3. ODNOSU NA LOKALITETE OZLJEDA

Literaturni podaci govore da najviše prevladavaju ozljede donjih ekstremiteta točnije zglobova (gležnjeva) ili koljena (ACL). Ove ozljede čine otprilike jednu četvrtinu svih ozljeda u muškoj i ženskoj košarci i ženskoj odbojci. Istegnuća ligamenata gležnja čest je problem na svim razinama sveučilišnih natjecanja, čini postotak od 15% svih ozljeda prijavljenih u Injury Surveillance Programu. Potresi mozga i ozljede ACL-a druge su ozljede visokog profila iako su rjeđe nose značajnije zdravstvene posljedice.

Veće sudjelovanje žena povećalo je svijest o zdravstvenim i medicinskim problemima specifičnim za sportašice. Neki izvještaji Injury Surveillance Programa zabilježili su veću osjetljivost na ozljede koljena, posebno prednjeg križnog ligamenta, kod sportašica u usporedbi s njihovim muškim kolegama. Mogući uzroci za povećanje ozljeda prednjeg križnog ligamenta kod žena mogu biti vanjski (kretanje tijela, snaga mišića i razina sposobnosti) ili unutarnji (opuštenost zglobova, O ili X noge i veličina ligamenta). Najčešće dijagnoze ozljeda prijavljene u NCAA ženskom tenisu su upalna stanja, istegnuća i uganuća. Upalna stanja bila su češća među ozljedama povezanim s vježbanjem, dok su istegnuća bila češća među ozljedama povezanim s natjecanjem. Tijekom razdoblja istraživanja većina prijavljenih ozljeda pripisana je ramenu, zatim stopalu i trupu (Robison i sur., 2021). Kod ekipnog sporta pogotovo muškog američkog nogometa najčešće prijavljene ozljede bile su potresi mozga, djelomična ili potpuna puknuća kompleksa lateralnih ligamenata (iščašenje gležnja) i djelomična ili potpuna puknuća tetive koljena (McGuine i sur., 2012).

S obzirom na ove nove načine prevencije ozljeda i odgovarajuće razmatranje troškova, nedavni programi uključili su modernu tehnologiju ploča za mjerenje sile za točniju procjenu ravnoteže, dinamičke stabilnosti i generiranja sile sportaša uz prikupljanje objektivnih podataka. Takvi programi za prevenciju ozljeda pokazali su učinkovitost u poboljšanju snage i stabilnosti koljena među srednjoškolskim košarkašima, dinamičke posturalne stabilnosti među odbojkašicama (studenticama) i neuromuskularne kontrole među adolescentnim nogometašima. Buckley i suradnici (2020). također su dokazali da se ploča sile može koristiti za određivanje razlika u hodu među sportašima I. Divizije (Parisien i sur. 2021). Poboljšanje neuromuskularnog treninga među mladim nogometašima i rukometašima, značajno je smanjila stope ozljeda i troškove zdravstvene skrbi, uključujući ortopedske, sportsko medicinske troškove i posjete hitnoj pomoći (Marshall 2016).

### 3. ZAKLJUČAK

NCAA Injury Surveillance Program bilježi podatke o broju ozljeda u određenom sportu, lokalitetima ozljede, vremenskom periodu u odnosu na sportsku sezonu te ovisno o vrsti sporta; je li ozljeda zadobivena fizičkim kontaktom. Cilj im je smanjiti broj ozlijeđenih sportaša kroz uvođenje novih pravila te sportske opreme koja bi sama po sebi bila prevencija i bolje štitila same sportaše. Već 1992., van Mechelen i sur. osmislili su model prevencije ozljeda u 4 koraka u kojem se (1) identificira problem, (2) utvrđuje se klinička slika i mehanizme ozljede, (3) procjenjuje se i provodi intervencija (4) nakon uvedenih intervencija ponovno procjenjuje učinak putem stalnog nadzora. Sustav koji svoj nadzor vrši od 1982. godine može uvelike pomoću sportašima, trenerima i sportskim djelatnicima u donošenju metoda za prevenciju ozljeda, ali nameće se pitanje je li nadzor ozljeda uveden samo kako bi se prevencijom prvenstveno smanjili troškovi samog liječenja. Kada bi se uzelo u obzir hitna pomoć i posjeti liječniku, operacije i prijem u bolnicu, pedijatrijske sportske ozljede rezultiraju troškom s više od 10 milijardi dolara godišnje za zdravstvenu skrb. Stoga možemo zaključiti da sustav brine za svoje NCAA studente sportaše, ali isto tako brine o troškovima liječenja jer većina sportaša studenta nakon završenog fakulteta najčešće se umirovi i samo se 2 % od 500 000 studenata sportaša diljem SAD-a nastavi baviti sportom i potpiše profesionalni ugovor.

### 4. LITERATURA

1. Buckley, T. A., Munkasy, B. A., Krazeise, D. A., Oldham, J. R., Evans, K. M., i Clouse, B. (2020). Differential Effects of Acute and Multiple Concussions on Gait Initiation Performance. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 101(8), 1347–1354.
2. Dick, R., Agel, J., i Marshall, S. W. (2007). National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System commentaries: introduction and methods. *Journal of athletic training*, 42(2), 173–182.
3. Hootman, J. M., Dick, R., i Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of athletic training*, 42(2), 311–319.
4. Kerr, Z. Y., Wilkerson, G. B., Caswell, S. V., Currie, D. W., Pierpoint, L. A., Wasserman, E. B., Knowles, S. B., Dompier, T. P., Comstock, R. D., & Marshall, S. W. (2018). The First Decade of Web-Based Sports Injury Surveillance: Descriptive Epidemiology of Injuries in United States High School Football (2005-2006 Through 2013-2014) and National Collegiate Athletic Association Football (2004-2005 Through 2013-2014). *Journal of athletic training*, 53(8), 738–751.
5. Lemoyne, J., Poulin, C., Richer, N., i Bussières, A. (2017). Analyzing injuries among university-level athletes: prevalence, patterns and risk factors. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 61(2), 88–95.
6. Marshall, D. A., Lopatina, E., Lacny, S., i Emery, C. A. (2016). Economic impact study: neuromuscular training reduces the burden of injuries and costs compared to standard warm-up in youth soccer. *British journal of sports medicine*, 50(22), 1388–1393. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095666>
7. McGuine, T. A., Hetzel, S., Wilson, J., i Brooks, A. (2012). The effect of lace-up ankle braces on injury rates in high school football players. *The American journal of sports medicine*, 40(1), 49–57.
8. Melvin, P. R., Souza, S., Mead, R. N., Smith, C., i Mulcahey, M. K. (2018). Epidemiology of Upper Extremity Injuries in NCAA Men's and Women's Ice Hockey. *The American journal of sports medicine*, 46(10), 2521–2529.
9. National Collegiate Athletic Association. (2007) *NCAA Football Division I Manual*, Bylaws 17.11.2.4 and 17.11.2.5.
10. Parisien, R. L., Pontillo, M., Farooqi, A. S., Trofa, D. P., i Sennett, B. J. (2021). Implementation of an Injury Prevention Program in NCAA Division I Athletics Reduces Injury-Related Health Care Costs. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 9(9), 23259671211029898.
11. Pervis, V. (2020). What are NCAA Divisions? Division 1,2, & 3 Explained.
12. Robison, H. J., Boltz, A. J., Morris, S. N., Collins, C. L., i Chandran, A. (2021). Epidemiology of Injuries in National Collegiate Athletic Association Women's Tennis: 2014-2015 Through 2018-2019. *Journal of athletic training*, 56(7), 766–772.
13. van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 14(2), 82–99.

# ZASTUPLJENOST OZLJEDA U SENIORSKOM NACIONALNOM TIMU HRVATSKE U MUŠKOJ SPORTSKOJ GIMNASTICI

**Mauro Nemčanin**

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku*

## 1. UVOD

Sportska gimnastika po svojoj strukturalnoj složenosti spada u konvencionalne sportove. Muškarci se natječu u šest disciplina; konj s hvataljkama, karike, preskok, ruče, preča i tlo. Žene se natječu u samo četiri discipline; greda, dvovisinske ruče, preskok i tlo. Sportska gimnastika od gimnastičara zahtjeva snagu, pokretljivost, izdržljivost te koordinaciju na iznimno visokoj razini. Izvođenje tehničkih elemenata u sportskoj gimnastici uvelike opterećuje gornji dio tijela i to rezultira djelovanjem velikih sila na zglobove gornjih ekstremiteta (Desai i sur., 2019). Gimnastički elementi vrlo su složeni i zahtijevaju maksimalnu koncentraciju i spremnost tijekom izvođenja.

Po pojavnosti ozljeda sportska gimnastika se uvelike ne razlikuje od ostalih sportova na vrhunskoj razini, i u sportskoj gimnastici su česte. Gimnastičari imaju veću zastupljenost ozljeda koje zahvaćaju gornje ekstremitete (npr. rame ili zglob šake) od gimnastičarki, zbog specifičnosti elemenata i sprava koje se koriste u muškoj gimnastici (Claine i Haringe, 2013). Dugi treninzi i veliki broj ponavljanja istih elemenata i pokreta mogu dovesti do tjelesnog i mentalnog umora i povećati rizik od nastanka ozljede (McNaught-Davis i sur., 1990). Istraživanjem koje je provedeno 2011. godine, Krosshaug i sur. su utvrdili da su među gimnastičarima ozljede ruku, stopala i nogu bile najčešće, dok su ozljede glave, vrata i leđa bile manje zastupljene. Vrlo česta pojava kod vrhunskih gimnastičara jesu simptomi prenaprezanja, a najčešći su uzroci: subakromijalni sraz ramena, patelarni tendinitis koljena, upala Ahilove tetive, prijelom radijalne epifize i spondilolisteza (Pavlov, 2022). Cilj ovog rada je utvrditi zastupljenost ozljeda u Hrvatskom nacionalnom timu muške sportske gimnastike, te utvrditi povezanost između ukupnog broj godina gimnastičkog staža i broja ozljeda tijekom karijere.

Formirana je hipoteza istraživanja koja kaže da postoji statistička povezanost između ukupnog broja godina gimnastičkog staža i broja ozljeda tijekom karijere.

## 2. METODE RADA

Uzorak ispitanika ovog istraživanja činio je cijeli seniorski Nacionalni tim Hrvatske muške sportske gimnastike (MSG). Nacionalni tim seniorske MSG trenutno, prema Hrvatskom gimnastičkom savezu (HGS), čini 11 vrhunskih sportaša. Zastupljenost prema disciplinama u Nacionalnom timu Hrvatske MSG je sljedeća: konj s hvataljkama 63.6%, tlo 27.3% i preča 9.1%. Svi članovi seniorskog nacionalnog tima bili su uključeni u istraživanje. Istraživanje je provedeno pomoću anketnog upitnika koji je konstruiran za potrebe ovog istraživanja. Pitanja koja su bila postavljena u obliku Google Forms ankete bila su usmjerena prema godinama gimnastičarskog staža, vrsti, lokalitetu i stupnju težine ozljeda koju je sportaš imao u svojoj seniorskoj karijeri.

Varijable koje su korištene u istraživanju su disciplina na kojoj se sportaš natječe, ozljede prema lokalitetu, stupnju i težini (laka, srednje teška, teška i vrlo teška ozljeda), ukupan broj ozljeda tijekom karijere i ukupan broj godina gimnastičkog staža.

Statističkom obradom podataka izračunati su osnovni deskriptivnih parametri (aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalan i maksimalan rezultat). Također, za utvrđivanje povezanosti između va-

rijabli izračunata je Spearmanova korelacija zbog odstupanja u normalnosti distribucije. Statistička analiza podataka je provedena pomoću programa Statistica for Windows 14.

### 3. REZULTATI

U tablici 1. prikazani su rezultati ukupnog broja ozljeda i ukupnog broja godina gimnastičkog staža, a u Tablici 2. osnovni deskriptivni parametri istih.

**Tablica 1.** Ukupnog broja ozljeda i ukupan broj godina gimnastičkog staža

N	BO	GS
M.Ž.	2	15
T.S.	4	22
M.J.	1	18
J.V.	6	19
L.R.	1	15
F.B.	5	19
R.S.	2	30
M.N.	2	20
M.S.	0	16
A.B.	10	18
F.U.	4	29,5

BO - ukupan broj ozljeda, GS - ukupan broj godina gimnastičkog staža

**Tablica 2.** Deskriptivni parametri varijabli ukupnog broja ozljeda i ukupnog broja godina gimnastičkog staža

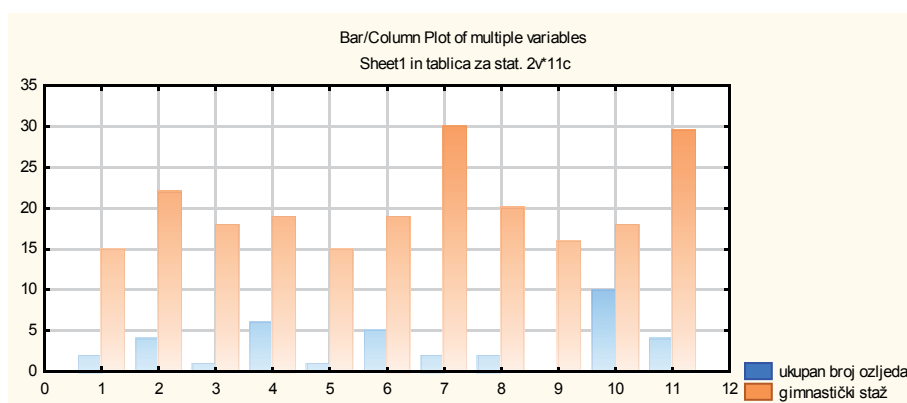
	AS	SD	MI	MAX
BO	3,364	± 2,873	0,00	10,00
GS	20,136	± 5,196	15,00	30,00

BO - ukupan broj ozljeda, GS - ukupan broj godina gimnastičkog staža

U Tablici 3. prikazana je matrica korelacija između varijabli ukupan broja ozljeda i ukupan broj godina gimnastičkog staža. Korištenjem Spearmanovog testa korelacije, utvrđeno je da postoji slaba pozitivna korelacija koja iznosi  $r_s = 0.371$ .

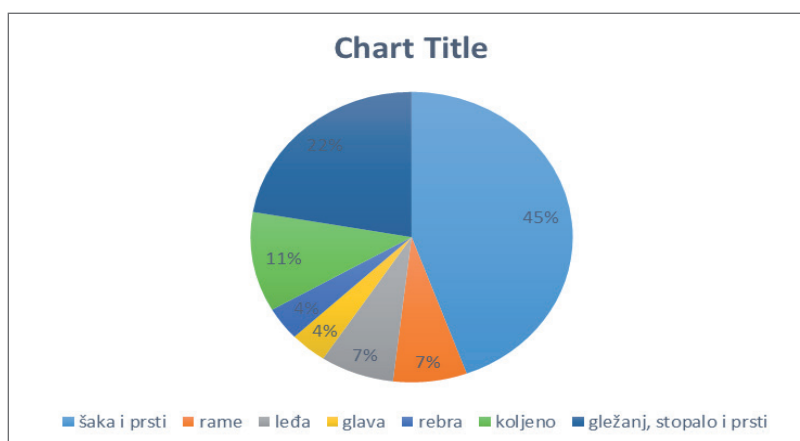
**Tablica 3.** Matrica korelacija varijabli ukupan broja ozljeda i ukupan broj godina gimnastičkog staža

	BO	GS
BO	1,000000	0,371239
GS	0,371239	1,000000



**Grafikon 1.** grafički prikaz povezanosti između ukupnog broja ozljeda i ukupnog broja godina gimnastičkog staža

Zastupljenost ozljeda prema lokalitetu pokazuje kako su najzastupljenije ozljede šake i prstiju sa 45%, gležanj koljeno i prsti 22%, koljeno 11%, leđa i rame 7% te glava i rebra 4%.



**Grafikon 3.** Zastupljenost ozljeda prema lokalitetu u Nacionalnom timu MSG

#### 4. RASPRAVA

Svih 11 članova Hrvatskog Nacionalnog tima MSG trenutno su specijalizirani za jednu ili dvije sprave na kojima se natječu. Od ukupnog broja ispitanika 63.6% se natječe na spravi konj s hvataljkama, koja je trenutno najzastupljenija sprava u Nacionalnom timu. Tlo, kao druga najzastupljenija sprava, prakticira 27.3% ispitanika, a preču 9.1%, odnosno samo jedan sportaš. Najzastupljenije ozljede su ozljede ligamenata i zglobova (frakture, dislokacije i istegnuća) te čine 32% od ukupnog broja ozljeda u Nacionalnom timu. Ozljede kosti (frakture, stres frakture i napuknuća) zauzimaju 26%, a mišića i tetiva (parcijalne rupture, potpune rupture i istegnuća) 21% od ukupnog broja. Nadalje, uvidom u rezultate, zastupljenost ozljeda prema stupnju težine pokazuje da su najzastupljenije srednje teške ozljede (52%), zatim teške ozljede (34%), te lake ozljede sa (11%) i vrlo teške ozljede sa (3%). Iz razloga što je najveći broj natjecatelja u Nacionalnom timu specijaliziran za spravu konj s hvataljkama, tamo je i najveći broj ozljeda te čine 46% od ukupnog broja. Nakon konja s hvataljkama, druga disciplina po brojnosti ozljeda je tlo sa 41% zastupljenosti. Navedeno i ne iznenađuje, upravo iz razloga što je na tlu veliki broj ekstremnih i opasnih rotacijskih elemenata koji vrlo lako mogu prouzročiti ozljedu pri doskoku ili slično. Ozljede prema lokalitetu najviše su zastupljene u predjelu šake i prstiju, sa ukupnom zastupljenošću od 46%, zatim gležanj, stopalo i prsti sa 22%, ozljede koljena 11% i slično. Navedeno je logično s obzirom na zastupljenost po spravama. Na konju s hvataljkama najviše se pojavljuju ozljede sitnih kostiju šake i ligamenata zbog specifičnosti discipline. Dosadašnja istraživanja (Caine i sur.,1989; Garrick i Requa, 1980; Lowry i Le Veau, 1982; Pettrone i Ricciardelli, 1987; Steel i White, 1983) pokazala su da se najveći broj (akutnih) ozljeda pojavljuje na spravi tlo. Navedeni re-

zultati istraživanja su povezani s ovim istraživanjem, jer 41% ozljeda pojavljuje se upravo na tlu, samo 3 člana od ukupno 11 iz Nacionalnog tima MSG specijalizirani su za tlo. Ovi rezultati mogu se objasniti tako što se za usvajanje elemenata na tlu provede više vremena nego na drugim spravama (Caine i sur., 1989).

Uvidom u dobivene rezultate, utvrđena je slaba pozitivna korelacija između dvije varijable na kojima je testirana korelacija. Povezanost postoji naravno, jer je veća mogućnost za pojavu ozljede ako se sportaš duže vremena bavi sportskom gimnastikom. S druge strane, netko je puno podložniji ozljedama, i on će imati broj ozljeda u pet godina veći nego netko u 15 ili 20 godina karijere. Upravo iz tog razloga, korelacija je slaba i iznosi 0.371. Ono na što treba obratiti pozornost je, ekstenzitet i intenzitet treninga i na prevenciju od ozljeda. Neke discipline u gimnastici će generalno imati manju zastupljenost ozljeda nego druge, zbog specifičnosti elemenata i načina izvedbe.

## 5. ZAKLJUČAK

Zaključno se može konstatirati da su trenutno u Nacionalnom timu MSG zastupljene samo tri discipline od ukupno šest. Konj s hvataljkama kao najzastupljenija, zatim tlo, i na kraju preča. Analizom rezultata može se vidjeti da je najveći broj ozljeda u karijerama nacionalnog tima nastao upravo na spravi konj s hvataljkama, što je i logično s obzirom na zastupljenost u Nacionalnom timu MSG. Kao druga disciplina, po zastupljenosti ozljeda, je tlo. Tlo je disciplina koja sadrži iznimno rizične elemente koji se izvode prilikom gimnastičke vježbe, pa je i razumljivo da je tolika zastupljenost. Kao treće, najmanje zastupljene, su ozljede na preči. Također, zbog male zastupljenosti u Nacionalnom timu, ukupan broj ozljeda na preči je vrlo mali. Daljnja istraživanja mogu se nadovezati na ovo istraživanje te obuhvatiti ženski Nacionalni tim Hrvatske sportske gimnastike.

## 6. LITERATURA

1. Caine O.J., Cochrane B., Caine C., Zemper E. (1989) An epidemiologic investigation of injuries affecting young competitive female gymnasts. *American Journal of Sports Medicine*, 17 (6): 811-820.
2. Desai, N., Vance, D. D., Rosenwasser, M. P., & Ahmad, C. S. (2019). Artistic gymnastics injuries; epidemiology, evaluation, and treatment. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 27(13), 459-467.
3. Garrick J.G., Requa R.K. (1980) Epidemiology of women's gymnastics injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 8 (4): 261-264.
3. Jukić, Ž. (2021). Prevencija i rehabilitacija sindroma bolnih leđa u gimnastici. *Repozitorij.kifst.unist.hr*.
4. Krosshaug, T. i sur. (2011). Injury mechanisms in artistic gymnastics: a video analysis of injuries sustained during the 2007-2009 World Championships. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(2), 69-79.
5. Lowry C.B., Leveau B.F. (1982) A retrospective study of gymnastic injuries to competitors and noncompetitors in private clubs. *American Journal of Sports Medicine*, 10 (4): 237-239.
6. McNaught-Davis J.P., Goodway J.D., White J. (1990) Training and injury in female gymnastics. *Presented at the International Congress Kinanthropometry IV*.
7. Meeusen, R., & Borms, J. (1992). Gymnastic injuries. *Sports Medicine*, 13(5), 337-356.
8. Pavlov, A. (2022). Fizioterapijska rehabilitacija najčešćih ozljeda u sportskoj gimnastici. *Zir.nsk.hr*.
9. Pettrone F.A., Ricciardelli E. (1987) Gymnastic injuries: the Virginia experience 1982-1983. *American Journal of Sports Medicine*, 15 (1): 59-62.
10. Steele V., White J. (1986) Injury prediction in female gymnasts. *British Journal of Sports Medicine*, 20: 31-33.
11. Sweeney, E. A., Howell, D. R., James, D. A., Potter, M. N., & Provance, A. J. (2018). Returning to Sport After Gymnastics Injuries. *Current Sports Medicine Reports*, 17(11), 376-390.
12. Thomas, R. E., & Thomas, B. C. (2019). A systematic review of injuries in gymnastics. *The Physician and sportsmedicine*, 47(1), 96-121.
13. Westermann, R. W., Giblin, M., Vaske, A., Grosso, K., & Wolf, B. R. (2015). Evaluation of men's and women's gymnastics injuries: a 10-year observational study. *Sports health*, 7(2), 161-165.



# OSNOVNI PROTOKOL PREVENCIJE OZLJEDA STRAŽNJE STRANE NATKOLJENICE U SPORTU I REKREACIJI

Nikola Mitrović  
*Adidas Runners Zagreb*

## 1. UVOD

Ozljede mišića stražnje strane natkoljenice su vrlo česte kod sportaša i rekreativaca. Javljaju se pri različitim sportskim aktivnostima, a različiti su i mehanizmi ozljeđivanja ove mišićne skupine (Shield i Bourne, 2018). Razumijevanje generalnog mehanizma ozljede mišića nužno je za razvoj odgovarajuće strategije te za razumijevanje specifičnog mehanizma ozljede mišića stražnje strane natkoljenice. Obzirom na dugi period rehabilitacije i veliku učestalost ponovnog ozljeđivanja, nužna je primjena ciljanih preventivnih protokola i primjerenih rehabilitacijskih postupaka kod ozlijeđenih sportaša i rekreativaca (Erickson i Sherry, 2017).

Preventivni programi velikom mjerom mogu smanjiti broj ozljeda stražnje strane natkoljenice ali i ublažiti težinu ozljede te skratiti period oporavka nakon ozljede.

## 2. KLASIFIKACIJA OZLJEDA HAMSTRINGSA

Postoje razni načini podjele ozljeda stražnje strane natkoljenice. U tekstu je prikazana najčešća podjela ozljeda stražnje strane natkoljenice. Ozljede se dijele se s obzirom na mjesto nastanka oštećenja, mehanizam ozljede i prisutnost traume uslijed kontakta.

Ozljede s obzirom na mjesto nastanka oštećenja dijelimo na proksimalne, centralne i distalne. S obzirom na mehanizam oštećenja dijelimo na sprinterski i istežajući tip, dok ozljede s obzirom na prisutnost traume dijelimo na direktne (kontaktne) i indirektne (nekontaktne).

Težine ozljeda najčešće dijelimo u 3 stupnja (Ropiak i Bosco, 2012):

0. – u ovom stupnju nemoguće je vidjeti oštećenja mišićnih vlakana na magnetskoj rezonanci;
1. prvi stupanj (radi se o ozljedama istežanja) - istežanje mišićno-tetivnih struktura, mala oštećenja pri kojima se gubi manje od 5% funkcije;
2. drugi stupanj (djelomična ruptura) – rezultira pucanjem nevelikog broja mišićnih vlakana, gubitak funkcije mišića 5-50%;
3. treći stupanj (potpuna ruptura) >59% gubitka funkcije.

## 3. PROTOKOLI PREVENCIJE OZLJEDA HAMSTRINGSA

Najučestaliji protokoli prevencije ozljeda baziraju se na istežanju i jačanju stražnje strane natkoljenice - tradicionalni pristup, dok se u novijoj literaturi mogu pronaći vrlo heterogeni protokoli različitih autora. Askling, Karlsson i Thorstensson (2003) navode da zbog mehanizma ozljede, koja najčešće nastupa u ekscentričnoj kontrakciji stražnje strane natkoljenice naglasak treba staviti na ekscentrične kontrakcije mišića.





Drugi autori naglašavaju da međuovisnost dijelova tijela i stabilnost trupa imaju veliki utjecaj na mehaniku stražnje strane natkoljenice za vrijeme bilo koje tjelesne aktivnosti (Goldman i Jones, 2011; Mendiguchia i Brughelli, 2010).


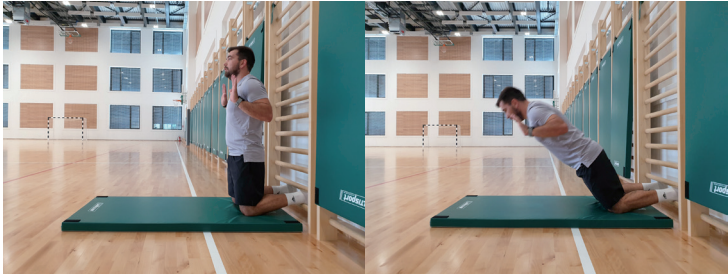
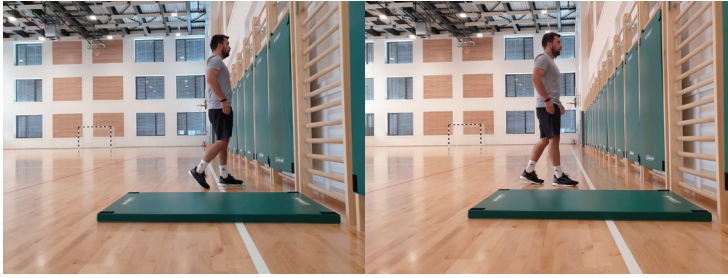

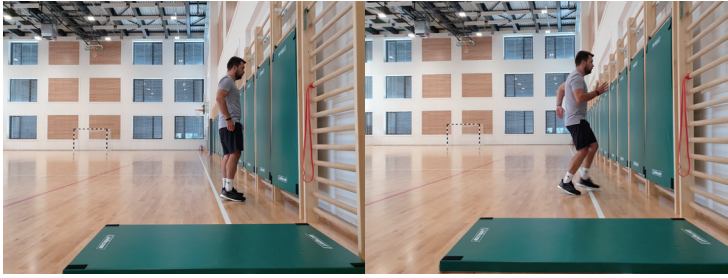
Neka istraživanja pokazuju kako je ekscentrična kontrakcija stražnjeg dijela natkoljenice, zajedno sa kvalitetnim zagrijavanjem i istežanjem, povezana s 65% manjom pojavom ozljeda (Small, McNaughton, Greig i Lovell, 2009).

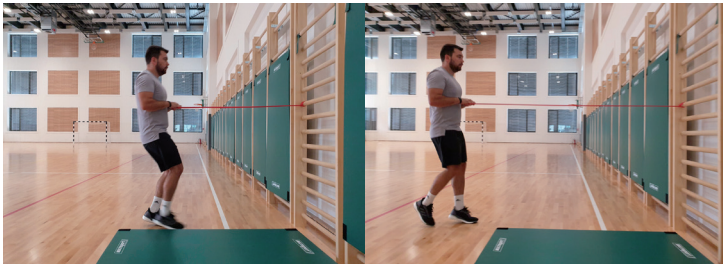
#### 4. OSNOVNE VJEŽBE ZA PREVENCIJU OZLJEDA HAMSTRINGSA

Budući da je mehanizam ozljeđivanja u većini slučajeva povezan s ekscentričnom kontrakcijom te na taj način moramo pristupiti i protokolu za prevenciju ozljeda stražnje strane natkoljenice No, ne bi trebalo izostaviti vježbe prevencije u kojima stražnje strane natkoljenice izvode izometričku i koncentričnu kontrakciju jer one predstavljaju drugačije opterećenje na same mišiće. U tablici 1. su navedene osnovne vježbe koje su vrlo važne za prevenciju ozljeda stražnje strane natkoljenice. Navedene vježbe sadrže sve vrste mišićne kontrakcije stražnje strane natkoljenice.

**Tablica 1.** Osnovne vježbe u programima prevencije ozljeda stražnje strane natkoljenice

	Opis vježbe	
1.	Početni položaj je ležanje na leđima, dlanovi su na tlu, noge su flektirane u zglobu koljena 90°, te su oba stopala na podlozi punom površinom. Kukove podižemo što više možemo te zadržimo u tom položaju 3 sekunde. Nakon toga ponavljamo isti pokret.	
2.	Početni položaj je ležanje na leđima, dlanovi su na tlu, noge su flektirane u zglobu koljena 90°. Jedno stopalo je na tlu punom površinom dok je druga noga opružena - natkoljenice su paralelne. Kukove podižemo što više možemo te zadržimo u tom položaju 3 sekunde. Nakon toga ponavljamo isti pokret.	
3.	Početni položaj je u ležanju na trbuhu. Elastična traka je na području pete i drugim dijelom fiksirana za čvrsti predmet. Radimo fleksiju u zglobu koljena.	
4.	U ležanju na leđima, dlanovi su na tlu, noge su flektirane u zglobu koljena 90° te oba stopala imaju kontakt sa tlom samo u području pete. Kukove podižemo što više možemo, te hodamo na petama do pozicije u kojoj možemo zadržati kukove visoko	

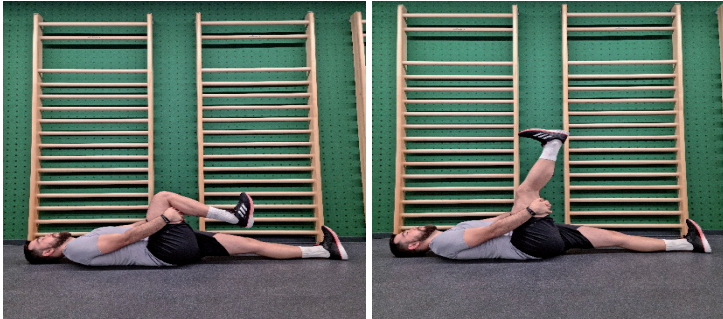

5.	<p>U ležanju na leđima, dlanovi su na tlu, noge su flektirane u zglobu koljena 90° te oba stopala imaju kontakt sa tlom samo u području pete. Kukove podižemo što više možemo, te kličemo petama po tlu na način da radimo ekstenziju i fleksiju u zglobu koljena pri tom zadržavajući kukove visoko</p>	
6.	<p>NHE (Nordic Hamstring Exercise) u uspravnom klečećem položaju, dok su stopala fiksirana za čvrsti objekt, radimo ekstenziju u zglobu koljena i pri tome zadržavamo trup čvrsto</p>	
7.	<p>Hodanje unatrag</p>	
8.	<p>Hodanje unatrag s otporom koji djeluje u suprotnom smjeru od kretanja</p>	
9.	<p>Trčanje unatrag</p>	

10.	Trčanje unatrag s otporom koji djeluje u suprotnom smjeru od kretanja.	
-----	--	--

Ciljajući na povećanje fleksibilnosti i jakosti mišića stražnje strane natkoljenice još je i preporučljivo korištenje rehabilitacijske Askling metode koja je prikazana u tablici 2. Askling metoda često je korištena u nogometu kod rehabilitacije sportaša nakon istegnuća stražnje strane natkoljenice, na taj način pronašla je i svoju primjenjivost u sportu i rekreaciji. Sastoji se od 3 vježbe: „the extender“, „the diver“, „the glider“.

Cilj vježbi je fleksibilnost mekog tkiva mišićne skupine te mišićna kontrola u fazama koncentrične i ekscentrične kontrakcije.

**Tablica 2.** Vježbe - Askling metoda

	Opis vježbe	
1.	The extender - u ležećem položaju, rukama pridržavamo natkoljenu pod kutem od 90° s obzirom na trup te vršimo ekstenziju u zglobu koljena pri tom zadržavajući stopalo u dorzalnoj fleksiji. Vježbu provodimo do granice boli	
2.	The diver – iz sunožnog stojećeg položaja prelazimo u jednonožni stav i pri tom radimo pretklon trupa te ekstenziju u zglobu kuka suprotne noge. Vježbu provodimo do granice boli	

3.	The glider – iz stojećeg stava klizajući na stražnjoj nozi i zadržavajući prednju nogu na tlu u dorzalnoj fleksiji gležnja i ekstenziji koljena dolazimo do položaja prikazanog na fotografiji. Vježbu provodimo do granice boli	
----	--	--

## 5. ZAKLJUČAK

Stražnja strana natkoljenice je mišićna skupina koja ima izuzetno veliku incidenciju ozljeda u sportu i rekreaciji. Ozljede su česte kod aktivnosti koje zahtijevaju učestala ubrzanja i velike amplitude pokreta.

U prevenciji ozljede stražnje strane natkoljenice važno je primijeniti pravilnu progresiju, te progresivno opteretiti potrebnu mišićnu skupinu. Preventivni protokoli bi trebali ići u smjeru pripreme stražnje strane natkoljenice za velike sile koje se događaju u trenutku kada je kuk flektiran, a koljeno u ekstenziji, tj. kada je stražnja strana netkoljenice u izduženom položaju – ekscentričnoj kontrakciji.

## 6. LITERATURA

1. Arner, J. W., McClincy, M. P. i Bradley, J. P. (2019). Hamstring Injuries in Athletes: Evidence-based Treatment. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 27(23), 868–877.
2. Askling, C., Karlsson, J. i Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(4), 244–250.
3. Askling, C.M., Tengvar, M., Saartok, T. i Thorstensson, A. (2008). Proximal hamstring strains of stretching type in different sports: injury situations, clinical and magnetic resonance imaging characteristics, and return to sport. *The American Journal of sports medicine*, 36(9), 1799-1804.
4. Erickson, L. N. i Sherry, M. A. (2017). Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *Journal of sport and health science*, 6(3), 262–270.
5. Goldman, E. F. i Jones, D. E. (2011). Interventions for preventing hamstring injuries: a systematic review. *Physiotherapy*, 97(2), 91–99.
6. Huygaerts, S., Cos, F., Cohen, D. D., Calleja-González, J., Guitart, M., Blazevich, A. J. i Alcaraz, P. E. (2020). Mechanisms of Hamstring Strain Injury: Interactions between Fatigue, Muscle Activation and Function. *Sports* (Basel, Switzerland), 8(5), 65.
7. Lempainen, L., Sarimo, J., Heikkilä, J., Mattila, K. i Orava, S. (2006). Surgical treatment of partial tears of the proximal origin of the hamstring muscles. *British journal of sports medicine*, 40(8), 688–691.
8. Macdonald, B., McAleer, S., Kelly, S., Chakraverty, R., Johnston, M. i Pollock, N. (2019). Hamstring rehabilitation in elite track and field athletes: applying the British Athletics Muscle Injury Classification in clinical practice. *British journal of sports medicine*, 53(23), 1464-1473.
9. Mendiguchia, J. i Brughelli, M. (2011). A return-to-sport algorithm for acute hamstring injuries. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 12(1), 2–14.
10. Mitrović N. *Prevencija, mehanizmi i rehabilitacija ozljeda hamstringsa u sportu i rekreaciji* (Diplomski rad). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet; 2020
11. Prebeg S. *Fizioterapijska prevencija i rehabilitacija kod najčešćih ozljeda preponaša u atletici* (Završni rad) Zagreb: Zdravstveno veleučilište; 2021
12. Rodgers, C. D. i Raja, A. (2020). Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Hamstring Muscle. U StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
13. Ropiak, C. R. i Bosco, J. A. (2012). Hamstring injuries. *Bulletin of the NYU hospital for joint diseases*, 70(1), 41–48.

14. Shield, A. J. i Bourne, M. N. (2018). Hamstring Injury Prevention Practices in Elite Sport: Evidence for Eccentric Strength vs. Lumbo-Pelvic Training. *Sports medicine*, 48(3), 513–524.
15. Small, K., McNaughton, L., Greig, M. i Lovell, R. (2009). Effect of timing of eccentric hamstring strengthening exercises during soccer training: implications for muscle fatigability. *Journal of strength and conditioning research*, 23(4), 1077-1083.
16. Thelen, D. G., Chumanov, E. S., Hoerth, D. M., Best, T. M., Swanson, S. C., Li, L., Young, M. i Heiderscheid, B. C. (2005). Hamstring muscle kinematics during treadmill sprinting. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(1), 108–114.

# TENDINOPATIJE RAMENA U SPORTAŠA – OD UZROKA DO LIJEČENJA

Milan Milošević

Poliklinika Ribnjak Zagreb

## 1. UVOD I DOSADAŠNJE SPOZNAJE

Milijuni ljudi svakodnevno se bave sportom. Sportska aktivnost vrlo često ima za posljedicu i ozljede sustava organa za pokretanje. Ozljede mogu biti locirane na gornjim ili donjim ekstremitetima, obuhvaćati tvrda ali i meka tkiva. Tetive ljudskog tijela specifično su tkivo koje povezuje mišiće našeg tijela sa kostima i time omogućuje sami pokret. Promjene tetive mogu biti locirane na njenim raznim zonama, od hvatišta, mišićno-tetivnog spoja ali i samog tetivnog dijela. Svako narušavanje fiziološkog funkcioniranja tetiva, dovodi do pojave tendinopatija. Prevalencija tendinopatija je relativno visoka, radi se o najčešćem poremećaju mišićno-koštanog sustava; do 2% odrasle populacije imalo je tegoba sa tetivama tijekom života (Riley, 2008). Incidencija tetivnih ozljeda, i posljedično tendinopatija, je bi-periodička, javljajući se uglavnom u populaciji 25-40 godina starosti te potom u populaciji starijoj od 60 godina (Möller i sur., 1996).

Tendinopatije su među najčešćim ozljedama prisutnima kod sportaša i čine skoro 30% svih dijagnostičiranih ozljeda (Macedo, 2019). Zabrinjavajući trend porasta tendinopatija, doveo je do stanja njihove veće incidencije u odnosu na sveprisutni osteoartritis (Riel i sur., 2019). Najčešće ozljeđivana tetiva u području ramenog zgloba je ona mišića supraspinatusa, Incidencija tendinopatija u području rotatorne manžete kreće se od 0,3% do 5,5%. Rameni zglob ljudskog tijela odlikuje se velikom pokretljivošću. Unutar ramena nalazi se kompleksan sustav ligamenata, tetiva i koštano-zglobnih dijelova. Zbog svoje velike pokretljivosti, stabilnost ramenog zgloba ponekad je ugrožena. Mišići i tetive ramena imaju funkciju dinamičkih stabilizatora zgloba. Četiri tetive ramenog zgloba tvore tzv. rotatornu manžetu koja omogućuje veliku pokretljivost ramenog zgloba. Pojam tendinopatija, uključuje nekoliko promjena stanja same tetive, uzrokovanih sa više faktora. Ponavljajuće mehaničko opterećenje tetive ramena, odnosno sindrom prenaprezanja, ipak je glavni uzrok njenog oštećenja koje započinje promjenama tkiva na molekularnoj razini a vremenom se manifestira i pojavom boli. Razlikujemo tzv. intrinzične- unutrašnje, od ekstrinzičnih ili vanjskih razloga nastanka tendinopatija. Unutrašnji razlozi nastanka tetivne ozljede uključuju starenje, prenaprezanje, traumatski događaj, smanjenu krvnu opskrbu. Vanjski uzroci nastanka ozljede uključuju razne anatomske varijacije u području akromio-klavikularnog zgloba, samog akromiona kao dijela lopatice, mišićni deficit i sl. Tendinopatske promjene očituju se prvenstveno na molekularnoj razini, u vidu gubitka pravilne paralelne strukture kolagenih vlakana, smanjenju ukupne gustoće i vrste kolagena. Kompleksni sustav biokemijskih promjena uzrokovanih preopterećenjem tetivnog tkiva dovodi do promjena na staničnoj razini. Proteini u ekstracelularnom matriksu poput metaloproteinaze doživljavaju porast koncentracije, a povećava se i stvaranje kolagena tipa III. To znatno smanjuje reparacijske kapacitete tetivnog tkiva. Preopterećenje tetiva, na molekularnoj razini dovodi do pojave fibroze, tzv. heterotopnih osifikacija, masne infiltracije i hijalinizacije, što sve slabi kvalitetu tetivnog tkiva.

Sportovi koji najčešće dovode do ozljede ramenog zgloba, odraz su nacionalnih sportskih tradicija i stoga su varijacije u učestalosti ozljeda ramena prisutne među zemljama i regijama. To je ujedno i ograničavajući faktor kada je u pitanju generalizacija rezultata takvih istraživanja. Kod pojave boli u ramenu, određene studije pokazuju da je očekivana incidencija u sportu visoka; 32% bejzbol, 47% košarka, 63% rukomet i 52% odbojka (Kraan i sur., 2019). Prednja ramena bol uslijed postojanja tendinopatije na razini rotatorne manžete prisutna je kod čak 71% profesionalnih plivača (Scott i sur., 2006).

## 2. KLINIČKA SLIKA I DIJAGNOSTIKA

Osim spomenute tetive mišića supraspinatusa i drugi dijelovi tzv. rotatorne manžete mogu biti oštećeni. Stoga je sa ortopedske strane, ispravno služiti se nazivom - subakromijalni bolni sindrom. Bolovi i ograničena pokretljivost u ramenu dominiraju kliničkom slikom. Sva stanja koja dovode do sužavanja ionako uskog subakromijalnog prostora, imaju za posljedicu kompresiju tetive mišića supraspinatusa. Klinički testovi koji se koriste prilikom utvrđivanja ovog stanja od velike su pomoći prilikom diferenciranja bolnih stanja ramena.

Iako postoji nekoliko kliničkih klasifikacija tendinopatija, najčešće je u upotrebi ona predložena od strane Blazine i suradnika (1973) koja razlikuje 4 stupnja: 1) prisutnost boli nakon sportske aktivnosti 2) bol na početku aktivnosti, koja nestaje sa zagrijavanjem a ponekad se javlja prilikom umora 3) bol prilikom i mirovanja i sportske aktivnosti 4) ruptura tetive). Ozljede tetive ramena dobro se mogu vizualizirati ultrazvučnom pretragom kao i primjenom magnetske rezonance. Ultrazvučna pretraga dinamička je metoda dijagnostike tetiva ramenog zgloba ali i ostalog tkiva. Kao odličan dijagnostički alat, ultrazvuk je sredstvo izbora bez kojega zahtjevniji ortopedski pregled nije potpun. Od ključne je važnosti verziranost ortopeda u korištenju ove pretrage. U diferencijalnoj dijagnostici treba razmišljati i o stanjima poput prisutnih artrotskih promjena, promjena na vratnoj kralježnici pa do pojave tumorskih tvorbi. Nakon utvrđenog stanja zgloba ramena, predlažu se konzervativne i operativne mogućnosti liječenja koje će u najkraćem roku dovesti do povratka sportskim aktivnostima.

## 3. REHABILITACIJSKI PROGRAM

Prije početka rehabilitacijskog programa, potrebno je odrediti adekvatni program izvođenja. Vježbe za ozlijeđenu tetivu, temelj su svakog rehabilitacijskog procesa. Postupno povećanje snage i izdržljivosti tetive i mišića te kinetičkog lanca, nužno je provoditi i na neozlijeđenoj strani. Utvrđivanje polaznog stanja, detaljan plan rehabilitacije i ciljeva koje je potrebno ostvariti u domeni su fizioterapeuta i kineziologa, koji su pak u stalnoj interakciji sa liječničkim timom. Potpuni odmor kod utvrđene tendinopatije nije poželjan i vrlo brzo dovodi do smanjenja snage mišića. Izometrijske vježbe se preporučuju prije provokativnih aktivnosti i vježbi snage, jer smanjuju kortikalnu inhibiciju i tetivnu bol. Rehabilitacijski program sa postepenim opterećenjem osnova je terapijskih napora. Obzirom na velike razlike kod pacijenata ali i u dostupnim saznanjima te specijaliziranim uređajima za rehabilitaciju, potrebno je individualizirati pristup svakoj ozljedi kako bi se postigao optimalan rezultat liječenja.

Ekscentrične vježbe najbolji su izbor, no potrebno je prilagoditi njihov program u odnosu na opterećenje tetive (Croisier i sur., 2001). Individualna procjena nakon učinjene dijagnostike je neizostavna. Vrijeme izvođenja ovih vježbi u rehabilitacijskom programu trebala bi iznositi otprilike 12 tjedana. Treba napomenuti da oporavak od tetivnih ozljeda može biti znatno duži od navedenoga perioda, ponekad i 6-12 mjeseci.

### 3.1. PLAZMA OBOGAĆENA TROMBOCITIMA – PRP

Ortobiološke metode liječenja tetivnih ozljeda koriste se u ortopedskoj praksi već duži niz godina. Ideja uspješne reparacije ali i regeneracije tkiva predmet je stalnih kliničkih istraživanja. PRP predstavlja plazma frakciju vlastite krvi, koja sadrži koncentraciju trombocita iznad uobičajene granice. Fiziološka koncentracija trombocita u krvi čovjeka iznosi 150,000 do 350,000/ $\mu$ L.

Trombociti sadrže preko 30 proteina među kojima su i tzv. faktori rasta. Učinak autologne plazme temelji se upravo na stvaranju i otpuštanju ovih faktora rasta nakon aktivacije samih trombocita. Tako dobivena plazma bogata je faktorima rasta koji stimuliraju nastanak novih krvnožilnih struktura, proliferaciju i diferencijaciju kao i formiranje tzv. ekstracelularnog matrixa i fibroznog kalusa. Primjena ove vrste liječenja danas je raširena u nekoliko grana medicine, pa tako i u regenerativnoj ortopediji. Scarpone i suradnici (2013) utvrdili su značajno smanjenje boli ali i povećanje funkcije ramena nakon primjene autologne plazme na 19 ramena kod 18 pacijenata sa dijagnozom refrakterne tendinopatije rotatorne manžete ramena.

### 3.2. VISKOSUPLEMENTI, INJEKCIJE KORTIKOSTEROIDA, TERAPIJA UDARNIM VALOM, GLICEROL – TRINITRAT

Aplikacija viskosuplemenata, odnosno hijaluronske kiseline, pokazala je dobre rezultate kod bolnih stanja ramena. Postupak se sastoji u lubrikaciji promijenjenog područja i posljedično smanjenju trenja između tetive i koštanih struktura subakromijalnog prostora. Vrlo često liječenje bolnih stanja ramena, pa



tako i tendinopatija, uključuje i primjenu injekcija kortikosteroida. Isti djeluju na način smanjenja upalnih promjena, neo-vasikularizacije, ali i smanjene sinteze proteina te time medijatora boli (Fredberg i sur., 2004). Od konzervativnih metoda liječenja, treba spomenuti i terapiju posebnim uređajem- udarni val (SWT) čija primjena se pokazala korisnom u liječenju prisutnih tendinopatija (Ioppolo i sur., 2014).

Primjena gliceril-trinitrata smatra se sigurnom i korisnom dodatnom terapijskom metodom liječenja tendinopatija. Nove studije nedvosmisleno su pokazale značajno smanjenje boli kod pacijenata izloženih ovoj vrsti liječenja u odnosu na placebo skupinu pacijenata (Challoumas i sur., 2019). Usporedba primjene autologne plazme i kortikosteroida u liječenju tendinopatija, dobro je prikazana u radu (Tang i sur., 2020).

### 3.3. STANIČNA REGENERACIJA TETIVA – MATIČNE STANICE

U središtu recentnih istraživanja ali i kliničke primjene, svakako su regenerativni procesi tkiva poput hrskavice, tetiva, mišića, korištenjem matičnih stanica. Svako tkivo posjeduje specifične stanice sa potencijalom diferencijacije i time obnavljanja. Pored osnovnih stanica tenocita, tetiva sadrži i progenitorske stanice koje imaju sposobnost diferencijacije u tenocite što predstavlja potencijal obnove oštećenog tkiva (Chen i sur., 2007).

Biološke metode regeneracije tetiva, uključuju primjenu matičnih stanica koje se najčešće dobivaju posebnim metodama ekstrakcije iz masnog tkiva ili koštane srži. Aktivacija specifičnih stanica tetivnog tkiva u određenim uvjetima dovodi do regeneracije tkiva (Ni i sur., 2012).

Ovaj tretman se koristi u kasnijim stadijima tetivnog oštećenja, djelovanjem na više načina; od zamjene oštećenih tenocita, preko poticanja unutrašnjih procesa regeneracije, do stimulacije stvaranja faktora rasta i sinteze proteina staničnog matriksa (Rossbach i sur., 2020).

Potencijal ove vrste naprednog liječenja čini se velik, no potrebna su daljnja standardizirana istraživanja kako bi se detaljno utvrdilo mogućnosti liječenja.

### 3.4. OPERATIVNO LIJEČENJE TENDINOPATIJA RAMENA

U slučaju otpornosti na primijenjene konzervativne metode liječenja, operativne procedure su indicirane. Na raspolaganju je više operativnih metoda, sa različitim pristupima. Minimalno invazivna kirurgija ramena, koristeći metodu artroskopije ili "pogleda u zglob" predstavlja standard kirurškog liječenja zglobnih promjena, pa tako i tetiva. Ovaj dekompresijski zahvat u ramenu obuhvaća, između ostalog, odstranjenje burse ili sluzne vrećice smještene ispod koštanog dijela lopatice (akromion) koji je često potrebno modelirati specijalnim motoriziranim uređajima za vrijeme zahvata. Ukoliko je prisutna i ozljeda tetiva rotatorne manžete, ista se može rekonstruirati za vrijeme zahvata. Kako se radi o minimalno invazivnom pristupu, pacijenti se znatno brže oporavljaju od operacije, u odnosu na otvoreni pristup ramenu i svemu što isti donosi.

Cilj ovog rada je ukazati na povećanu učestalost tendinopatija kod sportaša, specifično u području ramena. Jednako tako, pregled svih terapijskih mogućnosti od iznimnog je značaja kako bi se ostvario što raniji povratak sportu. U pretrazi literature korištena je tražilica PubMed. Pretraga je napravljena po svim poljima (engl. *all fields*) na temelju ključnih riječi: engl. *tendinopathy in sport, shoulder, supraspinatus*, uz korištenje Bolleova operatora AND.

## 4. RASPRAVA

Povratak svakodnevnim aktivnostima nakon ozljeda tetiva rotatorne manžete nije jednostavan, pogotovo kada je u pitanju profesionalni sport. Potrebno je razlikovati navedeno od povratka sportskoj izvedbi prije ozljede. Povratak sportu ovisi o stupnju tetivne ozljede, dobi pacijenta ali i kvaliteti rehabilitacijskog programa. Navedeno može varirati, no period od 3 do 9 mjeseci u većini slučajeva omogućuje ponovo bavljenje sportom (Beardsharw i sur., 2012). Kod većine sportova, povratak aktivnostima otprilike 7 dana ranije od prosjeka, vjerojatno dozvoljava sportašu sudjelovanje na 1-2 dodatne utakmice i predstavlja potencijal za značajan klinički utjecaj (Sheth i sur., 2018).

Iako smo svjedoci novih spoznaja u predkliničkom i kliničkom istraživanju tendinopatija, mnogo toga ostaje nerazjašnjeno. Patogeneza tendinopatija vrlo je složena, stoga današnja istraživanja molekularnih zbivanja daju dublji uvid u same osnove nastanka promjena. Upotreba regenerativnih metoda liječenja, kao što su matične stanice i PRP, pokazuju veliki potencijal u liječenju tetivnih ozljeda, no potrebna je ispravna

klinička indikacija za navedeno. U određenim slučajevima, usprkos ispravno doziranom i određenom tretmanu, nije prisutno očekivano poboljšanje u kliničkoj slici. Genska istraživanja u budućnosti mogu dati odgovor na pitanja što je u podlozi takvog slabijeg odgovora na primijenjene programe rehabilitacije kod određenih pojedinaca. Jednako tako, primjena novih lijekova i metoda na temelju konkretnih dokaza učinkovitosti, može se očekivati u nadolazećem periodu. Zaključno, tendinopatije i njihovo liječenje danas predstavljaju i veliko ekonomsko breme društva i stoga potraga za „zlatnim standardom“ liječenja i dalje traje.

## 5. LITERATURA

- Riley G. (2008). Tendinopathy—from basic science to treatment. *Nat Clin Pract Rheumatol*, 4(2):82–9.
- Möller A, Aström M, Westlin N.(1996). Increasing incidence of Achilles tendon rupture. *Acta Orthop Scand*, 67(5):479–81.
- Macedo, C. S. G. et al. (2019). Physical therapy service delivered in the polyclinic during the Rio 2016 paralympic games. *Phys. Ther. Sport*, 36, 62–67.
- Riel, H., Lindstrom, C. F., Rathleff, M. S., Jensen, M. B. & Olesen, J. L. (2019). Prevalence and incidence rate of lower-extremity tendinopathies in a Danish general practice: a registry-based study. *BMC Musculoskelet. Disord*, 20, 239.
- Kraan R.B.J., de Nobel D., Eygendaal D., Daams J.G., Kuijjer P.P.F.M., Maas M.(2019). Incidence, prevalence, and risk factors for elbow and shoulder overuse injuries in youth athletes: A systematic review. *Transl Sports Med*, 2:186–195.
- Scott A., Ashe M.C. (2006). Common tendinopathies in the upper and lower extremities. *Current Sports Medicine Reports*, 5, 233-241.
- Blazina M.E., Kerlan R.K., Jobe F.W., Carter V.S., Carlson G.J. (1973). Jumper's knee. *The Orthopedic Clinics of North America*, 4, 665-678.
- Croisier J.L., Forthomme B., Foidart-Dessalle M., Godon B., Crielaard J.M. (2001). Treatment of recurrent tendinitis by isokinetic eccentric exercises. *Isokinetics and Exercices Science*, 9, 133-141.
- Scarpone M, Rabago D, Snell E et al (2013). Effectiveness of platelet-rich plasma injection for rotator cuff tendinopathy: a prospective open-label study. *Glob Adv Health Med*, 2(2):26–31.
- Fredberg U., Bolvig L., Pfeiffer-Jensen M., Clemmensen D., Jakobsen B.W., Stengaard-Pedersen K. (2004). Ultrasonography as a tool for diagnosis, guidance of local steroid injection and, together with pressure algometry, monitoring of the treatment of athletes with chronic jumper's knee and Achilles tendinitis: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 33, 94-101.
- Ioppolo F., Rompe J.D., Furia J.P., Cacchio A.(2014). Clinical application of shock wave therapy (SWT) in musculoskeletal disorders. *Eur J Phys Rehabil Med*, 50(2):217–230
- Challoumas, D. et al. (2019). Topical glyceryl trinitrate for the treatment of tendinopathies: a systematic review. *Br. J. Sports Med*, 53, 251–262.
- Tang S, Wang X, Wu P, Wu P, Yang J, Du Z, et al. (2020). Platelet-rich plasma vs autologous blood vs corticosteroid injections in the treatment of lateral epicondylitis: a systematic review, pairwise and network meta-analysis of randomized controlled trials. *PM R*. 12(4):397–409.
- Chen JM, Willers C, Xu J, Wang A, Zheng M-H. (2007). Autologous tenocyte therapy using porcine-derived bioscaffolds for massive rotator cuff defect in rabbits. *Tissue Eng*, 13(7):1479–91.
- Ni M, Lui PP, Rui YF, Lee YW, Lee YW, Tan Q, et al.(2012). Tendon-derived stem cells (TDSCs) promote tendon repair in a rat patellar tendon window defect model. *J Orthop Res*, 30(4):613–9.
- Rosbach BP, Gulecyuz MF, Kempfert L, Pietschmann MF, Ullmann T, Ficklscherer A, et al. (2020). Rotator cuff repair with autologous tenocytes and biodegradable collagen scaffold: a histological and biomechanical study in sheep. *Am J Sports Med*, 48(2):450–9.
- Beardsharw A PL, Kennedy N, Clayton L, Wheeldon N. (2012). ACL Reconstruction Physiotherapy Advice for patients. Oxford University Hospital (NHS).
- Sheth U et al. (2018). Does Platelet-Rich Plasma Lead to Earlier Return to Sport When Compared With Conservative Treatment in Acute Muscle Injuries? A Systematic Review and Meta-analysis. *Arthroscopy*, 34(1):281-288.e1.



**6. dio**

**Kondicijska priprema  
parasportaša**

**Fitness training of  
para-athletes**



# UČINAK ZVUČNOG PODRAŽAJA NA RAVNOTEŽU SLABOVIDNIH ADOLESCENATA

Mihovil Bajan, Tatjana Trošt Bobić, Domagoj Galkowski  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Ravnoteža je složena sposobnost čiju uspješnost određuje veliki broj sustava. Za sada se najviše značaja pridaje vestibularnom, vidnom i somatosenzornom sustavu, no istraživanja uzimaju u obzir i slušni sustav (Zhong i Yost, 2013). Poznato je da osobe s oštećenjem vida imaju lošiju posturalnu kontrolu od osoba s očuvanim vidom (Lee i Scudds, 2003; Mürsepp i sur., 2018; Tomomitsu i sur., 2013). S obzirom na važnost vidnog sustava prilikom održavanja ravnoteže takvi podatci ne začuđuju, no izgleda da bi slušni podražaji, kao još jedan izvor aferentnih informacija koje se obrađuju u SŽS-u mogli doprinijeti posturalnoj kontroli (Lubetzky i sur., 2020; Anton, Ernst i Basta, 2019). Utjecaj auditornih (slušnih) podražaja na posturalnu kontrolu je relativno novo područje istraživanja. Trenutno dostupni podaci upućuju na to da ljudi koriste prostorno-vremenske informacije kako bi lokalizirali izvore zvuka, što može utjecati i na njihovu posturalnu kontrolu. Shodno tomu, Anton, Ernst i Basta (2019) zaključuju da konstantan (ne nasumičan) zvuk može povećati stabilnost tijekom hodanja. Rečeno čini osnovu za promjenu znanstvene paradigme po kojoj svaki zvuk narušava ravnotežu te otvara prostor za provedbu istraživanja u okviru kojih bi se istražio utjecaj različitih karakteristika zvuka (a pogotovo vremenske komponente) na posturalnu kontrolu čovjeka. Dodatne spoznaje u tom području mogle bi se u buduću koristiti i u planiranju treninga za razvoj ravnoteže i posturalne kontrole sportaša. U ovom istraživanju, ispitan je utjecaj različitog zvučnog podražaja na ravnotežu adolescenata s oštećenjem vida te se iznosi hipoteza da će ispitanici u uvjetima zvučnog signala konstantnog ritma i tempa postići statistički značajno bolji rezultat u testu ravnoteže, u dinamičkim uvjetima, u odnosu na uvjete bez zvuka i uvjete u kojima je zvučni signal promjenjivog ritma i tempa.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

U istraživanju je ukupno sudjelovalo 19 slabovidnih adolescenata (M - 13, Ž - 6), učenika Centra za odgoj i obrazovanje „Vinko Bek“ iz Zagreba. Raspon postotka preostalog vida kod ispitanika kretao se od 2 % do 40 %. Prosječna dob ispitanika iznosila je  $17,9 \pm 1,5$  godina. Prosječna visina ispitanika iznosila je  $168,16 \pm 16,9$  cm dok je prosječna težina iznosila  $66,1 \pm 15,8$  kg. Svi ispitanici su bili upoznati s protokolom testiranja te su svojevolumno pristupili istraživanju uz prethodno potpisanu suglasnost od strane roditelja/skrbnika, a istraživanje je odobreno od strane Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

### 2.2. MJERNI INSTRUMENTI I UZORAK VARIJABLI

Za mjerenje ravnoteže u dinamičkim uvjetima koristila se balansna platforma s mogućnošću antero-posteriornog gibanja te Gyko uređaj koji je bilježio antero-posteriorni pomak balansne platforme na kojoj je stajao ispitanik. Korištene varijable su: 1. ukupno prijedena antero-posteriorna udaljenost centra pritiska (PUT – cm), 2. prosječno kvadratno odstupanje od početne točke (RMS – cm) i 3. prosječna frekvencija gibanja ploče (FR – Hz).

### 2.3. OPIS PROTOKOLA TESTIRANJA DINAMIČKE RAVNOTEŽE

Obzirom da se radi o slabovidnim ispitanicima, zadatak je unaprijed detaljno verbalno opisan nakon čega je uslijedila prilagođena demonstracija. Prije službenog testiranja, svaki ispitanik je imao probni pokušaj kako bi se priviknuo na platformu. Testiranje je obuhvaćalo zadatak stajanja s obje noge na balansnoj platformi 25 sekundi sa zatvorenim očima. Zadatak se provodio u tri različita uvjeta: 1. stajanje u tišini, 2. stajanje s nasumičnim zvučnim podražajem, 3. stajanje s ritmičnim zvučnim podražajem (60 otkucaja zvuka u jednoj minuti – engl. *beat per minute*, bpm). Zvučni podražaji bili su reproducirani preko zvučnika koji je bio postavljen na udaljenosti od 2 metra iza ispitanika. Ispitanici su zadatak provodili po jedan put u svakom od uvjeta. Redosljed zvučnih podražaja je za svakog ispitanika bio nasumičan.

### 2.4. METODE OBRADE PODATAKA

Rezultati su obrađeni u programu Statistica 14.0. Za sve varijable izračunati su osnovni i disperzivni statistički parametri. Normalnost distribucije korištenih varijabli, utvrđena je Shapiro-Wilk W testom. Kako bi se utvrdile razlike u varijablama u različitim uvjetima provedena je ANOVA za ponovljena mjerenja na jednom faktoru (vrijeme) (*repeated measures ANOVA*).

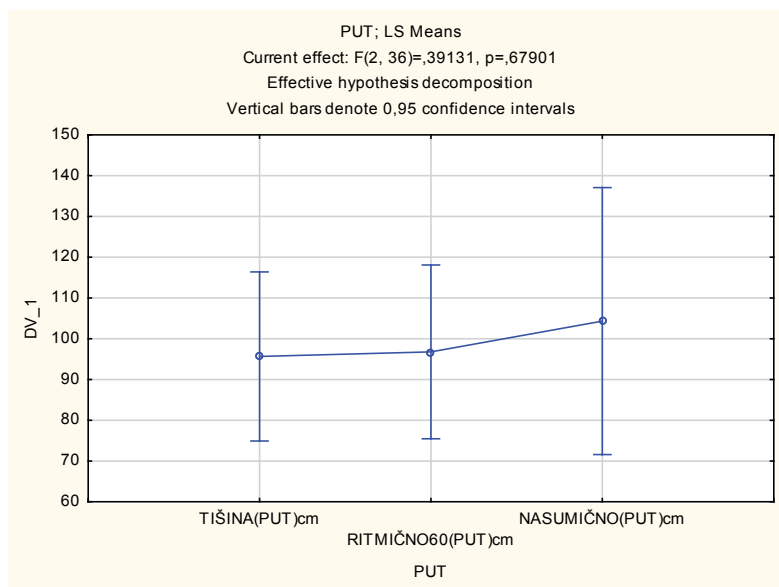
## 3. REZULTATI

Provedbom ANOVE za ponovljena mjerenja nije utvrđeno postojanje statistički značajne razlike u promatranim varijablama između uvjeta u kojima su se provodili zadatci (Tablica 1). Ipak, iz grafičkih prikaza ANOVE za ponovljena mjerenja može se primijetiti tendencija pogoršanja rezultata u varijablama PUT (ukupna prijeđena antero-posteriorna udaljenost centra pritiska) (Slika 1) i RMS (prosječno kvadratno odstupanje od početne točke) (Slika 2) u uvjetu kada su puštani nasumični zvučni podražaji, dok se to ne može primijetiti u varijabli FR (prosječna frekvencija gibanja ploče) (Slika 3).

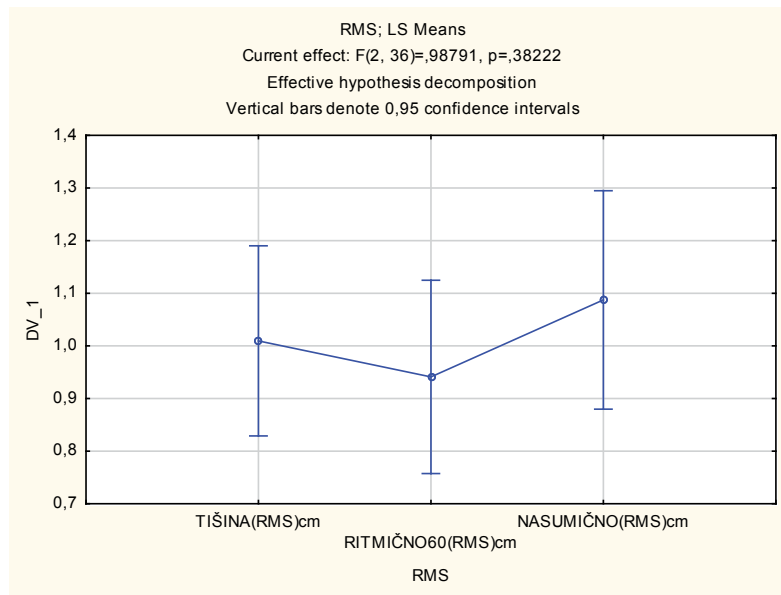
**Tablica 1.** Prikaz rezultata ANOVA-e za ponovljena mjerenja za promatrane varijable u sva tri uvjeta

	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
PUT – cm	846,0	2	423,0	0,39131	0,679014
RMS – cm	0,20366	2	0,10183	0,9879	0,382223
FR – Hz	0,00949	2	0,00474	0,0910	0,913257

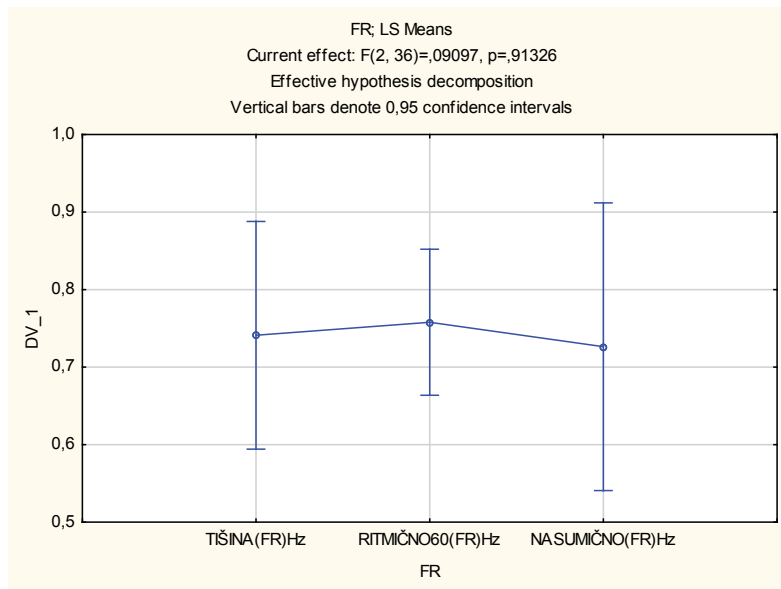
Degr. Of Freedom – stupnjevi slobode, PUT - ukupna prijeđena antero-posteriorna udaljenost centra pritiska (cm); RMS - prosječno kvadratno odstupanje od početne točke (cm); FR - prosječna frekvencija gibanja ploče (Hz); SS – suma kvadrata; MS – prosječna suma kvadrata; F – F vrijednost; p – razina statističke značajnosti.



**Slika 1.** Grafički prikaz rezultata u varijabli „PUT“



Slika 2. Grafički prikaz rezultata u varijabli RMS



Slika 3. Grafički prikaz rezultata u varijabli FR

#### 4. RASPRAVA

Rezultati ovoga istraživanja ukazuju da ne postoji statistički značajna razlika u sposobnosti održavanja ravnoteže u uvjetima s različitim zvučnim podražajima, u populaciji slabovidnih adolescenata. Iz prikazanih rezultata može se primijetiti tendencija pogoršanja rezultata u uvjetima nasumičnih zvučnih podražaja u usporedbi s uvjetima ritmičnih zvučnih podražaja i u uvjetima tišine. Ovakva tendencija ide u prilog malom broju dosadašnjih istraživanja koja su provedena na ispitanicima bez oštećenja vida, a koja također upućuju na poboljšanje posturalne kontrole u uvjetima kada je reproduciran zvučni podražaj. Seiwerth i sur. (2018) su zabilježili da su ispitanici (bez vidnog oštećenja) imali statistički značajno manje odstupanje od početne pozicije te statistički značajno manji kut rotacije tijekom izvođenja „Fukuda“ testa u uvjetima kada je puštan zvučni podražaj (65 decibela, dB) za razliku kada su izvodili test u tišini (karakteristika zvučnog podražaja nije definirana). Na kraju zaključuju da auditorne informacije imaju pozitivan utjecaj na vestibulospinalnu koordinaciju. Vizualni sustav je primarni senzorni sustav koji omogućuje tijelu da procijeni vanjske faktore i prilagodi posturu shodno istima (Alghadir i sur., 2019 prema Cascio, 2010; Roth, 2009).

U slučajevima oštećenja vida razvijaju se različiti posturalni i motorički obrasci koji mogu voditi prema posturalnim deficitima (Alghadir i sur., 2019 prema Jeon i Cha, 2013). Postoji veliki broj faktora koji utječu na uspješnost ravnoteže kod slijepih i slabovidnih osoba kao što su vrijeme i način nastanka te stupanj oštećenja vida, što upućuje na potrebu za provedbom većeg broja istraživanja u ovome području koja će utvrditi na koji način slijepe i slabovidne osobe nadomještaju deficit vizualnog sustava. Već je poznato da je uspješno održavanje ravnoteže rezultat adekvatnih odgovora na aferentne informacije iz vestibularnog, vizualnog i propioceptivnog sustava te prema novijim istraživanjima i slušnog sustava. Prijašnja istraživanja su pokazala da se doprinos navedenih senzornih sustava mijenja ovisno o perturbacijama tijekom stajanja i ovisno o okolišnim faktorima (Assländer i Peterka, 2014). Takva pojava se naziva senzorno reponderiranje te omogućuje osobi da održi ravnotežu u različitim, nepredviđenim, uvjetima. Sukladno dosadašnjim istraživanjima, za očekivati je da će zvučni podražaji imati pozitivan učinak na održavanje ravnoteže kod osoba s oštećenjem vida. Easton i sur. (1998) su u svom istraživanju, provedenom na prirodno slijepim osobama i osobama očuvanog vida, zabilježili značajno manje „ljuljanje“ tijela (engl. *body sway*) u obje skupine ispitanika u uvjetima kada su puštani kontinuirani zvučni podražaji preko slušalica na oba uha. Jednako tako, Zhong i Yost (2013) ukazuju na povezanost između prostornog zvuka i ravnoteže te navode da konstantni fiksirani prostorni zvuk pruža povratne informacije koje SŽS koristi u svrhu bolje kontrole posturalne stabilnosti. U prilogu dodaju da slušni podražaji doprinose radu vestibularnog sustava, ali ipak u manjoj mjeri nego vizualni podražaji. Utjecaj zvučnog podražaja neupitno utječe na posturalnu stabilnost, no ostaje nerazjašnjeno koja vrsta zvučnog podražaja i na koji način doprinosi održavanju ravnoteže. Provedeno je nekoliko istraživanja u kojima su primjenjivani različiti tipovi zvučnih podražaja, a rezultati tih istraživanja su oprečni (Anton, Ernst i Basta, 2019; Kons i sur., 2019), te je ovu novu nišu istraživanja posturalne kontrole dodatno proučiti u budućim istraživanjima. U ovome istraživanju nije postojala kontrolna skupina koja bi omogućila utvrđivanje razlika u obradi auditornih informacija između osoba bez oštećenja vida i osoba s oštećenim vizualnim sustavom te je ovo ujedno i prijedlog za buduća istraživanja.

## 5. ZAKLJUČAK

Glavni cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitog zvučnog signala na ravnotežu slabovidnih adolescenata tijekom mirnog stajanja na nestabilnoj površini. Iako dobiveni rezultati ne ukazuju na statistički značajnu razliku u testu ravnoteže u uvjetima s različitim zvučnim podražajima, primijećena je tendencija pogoršanja rezultata u uvjetima s nasumičnim zvučnim podražajem, no potrebna su daljnja i detaljnija istraživanja. Iz dosadašnjih spoznaja, tri sustava se navode kao primarna za održavanje ravnoteže: vizualni, vestibularni i propioceptivni sustav. Novija istraživanja, u sve većoj mjeri, potvrđuju pozitivan utjecaj pojedinog zvučnog podražaja te sudjelovanje i slušnog sustava u održavanju ravnoteže. Ipak, obzirom na izrazitu kompleksnost ravnoteže kao motoričke sposobnosti, teško je donijeti zaključke o tome koji sustavi i u kojoj mjeri doprinose njenoj uspješnosti. Iako ne postoji puno istraživanja koja pokazuju koji zvučni podražaji i na koji način sudjeluju u održavanju ravnoteže, smatra se da je u svakodnevnom životu, osobama s oštećenjem vida, svaki zvučni podražaj koristan i pomaže da se osoba bolje orijentira u prostoru. Specifičnosti korištenja zvučnog signala u posturalnoj kontroli osoba s oštećenjem sluha, ali i čovjeka općenito potrebno je dodatno istražiti. Također je važno naglasiti da, kao i svaka druga motorička sposobnost, i ravnoteža zahtjeva trening kako bi se unaprijedila te je samo sustavnim treningom ravnoteže moguće razviti i sustave koji pridonose njenom održavanju.

## 6. LITERATURA

1. Alghadir, A. H., Alotaibi, A. Z. i Iqbal, Z. A. (2019). Postural stability in people with visual impairment. *Brain and behavior*, 9(11), e01436.
2. Anton, K., Ernst, A. i Basta, D. (2019). Auditory influence on postural control during stance tasks in different acoustic conditions. *Journal of Vestibular Research*, 29(6), 287-294.
3. Assländer, L. i Peterka, R. J. (2014). Sensory reweighting dynamics in human postural control. *Journal of neurophysiology*, 111(9), 1852-1864.
4. Campos, Jennifer, Robert Ramkhalawansingh i M. Kathleen Pichora-Fuller. "Hearing, self-motion perception, mobility, and aging." *Hearing research*, 369 (2018): 42-55.
5. Easton, R. D., Greene, A. J., DiZio, P. i Lackner, J. R. (1998). Auditory cues for orientation and postural control in sighted and congenitally blind people. *Experimental brain research*, 118(4), 541-550.

6. Kons, R. L., Sakugawa, R. L., Rossato, M., Diefenthaler, F. i Detanico, D. (2019). Neuromuscular and postural control in visually and nonvisually impaired judo athletes: case study. *Journal of exercise rehabilitation*, 15(1), 60.
7. Lubetzky, A. V., Gospodarek, M., Arie, L., Kelly, J., Roginska, A. i Cosetti, M. (2020). Auditory input and postural control in adults: a narrative review. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 146(5), 480-487.
8. Lee, H. K. i Scudds, R. J. (2003). Comparison of balance in older people with and without visual impairment. *Age and ageing*, 32(6), 643-649.
9. Mürsepp, I., Arjokesse, R., Ereline, J., Pääsuke, M. i Gapeyeva, H. (2018). Impact of visual impairment on static and dynamic postural control and habitual physical activity in children aged 10–16 years. *British Journal of Visual Impairment*, 36(3), 227-237.
10. Seiwert, I., Jonen, J., Rahne, T., Schwesig, R., Lauenroth, A., Hullar, T. E. i Plontke, S. K. (2018). Influence of hearing on vestibulospinal control in healthy subjects. Einfluss des Hörens auf die vestibulospinale Kontrolle bei gesunden Probanden. *HNO*, 66 (Suppl 2), 49–55.
11. Tomomitsu, M. S., Alonso, A. C., Morimoto, E., Bobbio, T. G. i Greve, J. (2013). Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics*, 68, 517-521.
12. Zhong, X. i Yost, W. A. (2013). Relationship between postural stability and spatial hearing. *Journal of the American Academy of Audiology*, 24(09), 782-788.



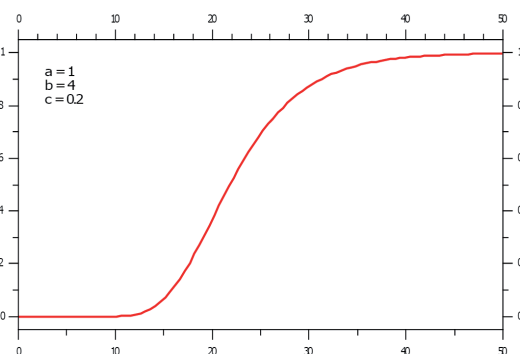
# AEROBNA IZDRŽLJIVOST VRHUNSKIH PLIVAČA I PARAPLIVAČA

Lucija Ljubej, Dajana Zoretić, Ivan Perzel  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Aerobna izdržljivost je sposobnost koja nam omogućava da kontinuirano provodimo neku aktivnost tijekom što dužeg vremenskog perioda bez smanjenja efikasnosti izvedbe. Može se definirati i kao sposobnost odupiranja umoru tijekom aktivnosti dugog trajanja (Maršić i sur., 2008; prema Hollmann i Hettinger, 2000). Dokazano je da je  $VO_{2max}$  dobar izoliran prediktor uspješnosti u plivanju na srednje udaljenosti što znači da uspješnost u plivanju na 400 metara slobodnim stilom uvelike ovisi o sposobnosti sportaša da postigne veću brzinu plivanja sa što nižim postotkom  $VO_{2max}$  (Ribeiro i sur. 1990). Maksimalni primitak kisika ili maksimalni aerobni kapacitet ( $VO_{2max}$ ) je sposobnost krvožilnog sustava da dopremi kisik do stanica u mišićima te korištenje tog kisika tijekom izvedbe. Plivanje je složen, kontinuiran, cikličan i individualan sport, gdje tjelesno kondicijska priprema ima velik doprinos u postizanju visokih performansi. Olimpijski događaji traju između ~20 s do 15 minuta, očito je da natjecateljsko plivanje općenito ovisi o aerobnoj i anaerobnoj isporuci energije (Gastin 2001). Uzimajući u obzir da plivački olimpijski program ima 35 plivačkih disciplina potreban je sistem usporedbe kvalitete rezultata između disciplina i između spolova. U tu svrhu svake godine WORLD AQUATICS objavljuje bodovnu tablicu u kojoj je svjetski rekord u svakom događaju valoriziran s 1000 bodova. Postoji posebna tablica za oba spola. Ovaj sustav bodovanja prihvaćen je u cijelom svijetu za valorizaciju rezultata (Vukelić, Leko, i Šiljeg 2021).

Paraplivanje je sport koji je od najranijih početaka dio paraolimpijskog sporta pa se sukladno tome natjecanje u paraplivanju održavalo na svim olimpijskim igrama do sada (Aitchison i suradnici, 2021). Već je spomenuto kako je maksimalni primitak kisika veoma bitan za uspješnost u plivanju, ali uz njega postoji još jedan važan parametar koji utječe na rezultat u plivanju, a to je ekonomičnost funkcionalnih sustava. Da želimo usporediti dva plivača koji imaju iste vrijednosti  $VO_{2max}$ , plivač koji ima bolju ekonomičnost kretanja će biti brži. Stoga paraplivanje mora biti promatrano kao zasebni dio plivanja. Paraplivači su podijeljeni u kategorije odnosno klase prema funkcionalnim, kognitivnim i senzornim mogućnostima kako bi svaki pojedinac imao priliku nastupati na natjecanjima bez obzira na zdravstvene teškoće. Model bodovnog sustava koji se danas koristi u paraplivanju je Gompertzova (sigmoidna) funkcija, matematički model za vremenske serije. Opća formula Gompertzove funkcije je  $G(x) = ae^{-eb^{-cx}}$ , pri čemu su  $a$ ,  $b$  i  $c$  pozitivni brojevi te  $x$  kao vrijednost izvedbe. S obzirom da je želja da bolje izvedbe dobiju veće vrijednosti koristi se recipročna vrijednost vremena kao izvedba  $x$ .



Slika 1. Grafički prikaz osnovne formule Gompertzove funkcije  $G(x) = ae^{-eb^{-cx}}$  (IPC, 2017).

Uz pomoć ovog skupa parametara za svaki spol, događaj i klasu, bodovi se mogu izračunati i koristiti za usporedbu između različitih disciplina. Proces dobivanja bodova temelji se na tome da najbolji rezultati budu na oko 1000 bodova, naravno ne točno u decimalu kako bi se ostavilo prostora za nove vrhunske plivače da postignu bolje rezultate koji će onda biti iznad te granice.

Tri parametra mogu se tumačiti na sljedeći način:

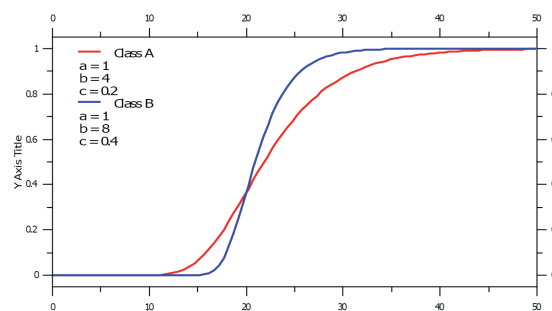
- $a$  je najveći mogući broj bodova
- $b$  postavlja pomak duž x-osi
- $c$  postavlja stopu rasta duž  $x$

Primijenjene su male prilagodbe kako bi se povećala stabilnost i komparativnost. Najvažnija implementacija je koncept glavnih jednadžbi kako bi se osigurao pravedan bodovni sustav između različitih klasa. Unutar svake kombinacije klasa, izvedbe su preračunate u odnosu na svaku vrhunsku izvedbu u skupu podataka, a Gompertzova funkcija je prilagođena naspram dobivenih podataka. Ova funkcija se naziva glavna jednadžba i odražava opću raspodjelu izvedbi unutar kombinacije klasa. Zadržavanje glavnih parametara jednadžbe  $a$  i  $b$  fiksnim, treći parametar  $c$  ponovno je izračunat za svaku klasu pomoću faktora najbolje izvedbe koji se koristi za usporedbu rezultata između različitih klasa.

Za izračun određene izvedbe za određeni broj bodova koristimo inverznu Gompertzovu funkciju:

$$G(x) = ae^{-e^{-bx}}$$

s izvedbom ( $p$  u sekundama), bodovima  $q$  i parametrima  $a$ ,  $b$  i  $c$ . (IPC, 2017)



**Slika 2.** Grafički prikaz glavne jednadžbe koja odražava distribuciju izvedbi unutar kombinacije klasa (IPC, 2017).

Namjera ovog koncepta glavne jednadžbe bila je povećati komparativnost krivulja unutar svake kombinacije klasa. Pogotovo ako dvije krivulje klase A i B imaju sjecište, to dovodi do logičkih nedosljednosti. U primjeru, za dobre rezultate sustav bodovanja kaže klasa B je najviše oštećena i stoga su potrebne niže izvedbe da bi se pobijedili sportaši iz klasa A. Ali za slabije izvedbe, ovo je obrnuto (IPC, 2017). Cilj ovog istraživanja je ustanoviti postoje li razlike u aerobnoj izdržljivosti između paraplivača i plivača, između plivača međusobno u odnosu na tip plivača te postoje li razlike između plivača i paraplivača u odnosu na bodove (WORLD AQUATICS i MD bodovi).

## 2. METODE RADA

Uzorak ispitanika se sastoji od 24 vrhunska plivača i paraplivača u seniorskoj kategoriji od kojih je 12 plivača i 12 paraplivača. Uzorak od 12 vrhunskih plivača sastoji se od 8 plivača i 4 plivačice kao i kod paraplivača gdje se uzorak također sastoji od 8 paraplivača i 4 paraplivačice. Uzorak varijabli sastoji se od relativnog  $VO_{2max}$  dobivenog na bicikl-ergometru te najboljeg rezultata svakog plivača i paraplivača izraženog u WORLD AQUATICS i MD bodovima. Prikupljeni podaci su obrađeni u programu Statistika 14.0 sukladno s postavljenim pretpostavkama: izračunat će se osnovni statistički pokazatelji te će se za ispitivanje postavljenih hipoteza koristiti T-test za nezavisne uzorke. Za ispitivanje hipoteze; postoje li razlike kod plivača i para plivača u odnosu na WORLD AQUATICS i MD bodove kroz median kod  $VO_{2max}$  /kg koristit će se T-test te će se izračunati veličina učinka preko Excel Sheet. U slučaju da pretpostavke odabranih hipoteza nisu potvrđene, koristit će se druge prikladne metode.

### 3. REZULTATI I RASPRAVA

Tablice 1. i 2. sastoje se od disciplina, najboljeg ostvarenog vremena, bodova (WORLD AQUATICS i MD) te dobivenog rezultata za  $VO_{2max}$  kod vrhunskih plivača te klase u kojoj se natječu kod paraplivača. U Tablicama 3.-6. prikazani su rezultati dobiveni statističkom obradom podataka u programu Statistica 14.0. Prikazane su vrijednosti izračunate na temelju dobivenih vrijednosti  $VO_{2max}$  iz Tablica 1. i 2.

**Tablica 1.** Parametri četiriju varijabli vrhunskih plivača u seniorskoj kategoriji - disciplina u kojoj se natječu, najbolje ostvareno vrijeme u toj disciplini, WORLD AQUATICS bodovi te relativna vrijednost  $VO_{2max}$

IME I PREZIME	KLASA	DISCIPLINA	VRIJEME	WORLD AQUATICS BODOVI	VO2MAX - rel
Ispitanik br.1		800m SLOBODNO	9,00.50	721	40,6
Ispitanik br. 2		50m SLOBODNO	26,35	725	41,4
Ispitanik br. 3		400m MJEŠOVITO	5,06.84	652	46,7
Ispitanik br. 4		1500m SLOBODNO	17,18.67	696	39,4
Ispitanik br. 5		200m DUPIN	2,02.07	746	55
Ispitanik br. 6		400m SLOBODNO	3,55.89	812	46,4
Ispitanik br. 7		200m SLOBODNO	1,52.97	736	42,2
Ispitanik br. 8		400m SLOBODNO	4,06.13	715	44,7
Ispitanik br. 9		400m SLOBODNO	4,00.07	770	46,4
Ispitanik br. 10		100m SLOBODNO	50,74	790	39,3
Ispitanik br. 11		100m SLOBODNO	49,98	827	52,7
Ispitanik br. 12		200m SLOBODNO	1,52.15	752	45

**Tablica 2.** Parametri pet varijabli vrhunskih paraplivača u seniorskoj kategoriji - Klasa u kojoj se natječu prema stupnju i vrsti invaliditeta, disciplina u kojoj se natječu, najbolje ostvareno vrijeme u toj disciplini, MD bodovi te relativna vrijednost  $VO_{2max}$

IME I PREZIME	KLASA	DISCIPLINA	VRIJEME	MD BODOVI	VO2MAX – rel
Ispitanik br. 1.1	SB8	100m PRSNO	1:31.56	775	39,3
Ispitanik br. 1.2	S8	100m SLOBODNO	1:27.42	418	38,82
Ispitanik br. 1.3	S9	50m SLOBODNO	31.96	523	25,2
Ispitanik br. 1.4	S8	100m LEPTIR	1:27.54	863	36,96
Ispitanik br. 1.5	S6	100m LEĐNO	1:15.46	963	52,46
Ispitanik br. 1.6	S10	50m SLOBODNO	27.60	537	32,26
Ispitanik br. 1.7	S9	200m SLOBODNO	2:52.14	373	35,65
Ispitanik br. 1.8	SB5	100m PRSNO	1:51.55	625	37,65
Ispitanik br. 1.9	S9	50m SLOBODNO	28.74	610	37,57
Ispitanik br. 1.10	S10	100m SLOBODNO	59.05	753	47,9
Ispitanik br. 1.11	S5	200m SLOBODNO	3:02.55	657	39,08
Ispitanik br. 1.12	S6	50m LEPTIR	42.88	336	44,42

**Tablica 3.** Deskriptivni parametri Aritmetičke sredine i Mediane WORLD AQUATICS i MD bodova kod plivača i paraplivača

Varijabla	Deskriptivna statistika		
	Valid N	Aritmetička sredina	Mediana
Bodovi (WA i MD)	24	682,2917	723,0000

**Tablica 4.** Razlika plivača i paraplivača u vrijednost. maks. primitka kisika,  $VO_{2max}$ ; Razlika plivača i paraplivača u odnosu na WORLD AQUATICS i MD bodove u vrijednost. maks. primitka kisika,  $VO_{2max}$

Varijabla	T-test Grupa 1: Plivač Grupa 2: Paraplivač							
	Mean Plivač	Mean Paraplivač	t-value	p	Valid N Plivač	Valid N Paraplivač	Std.Dev. Plivač	Std.Dev. Paraplivač
$VO_{2max}$	44,98333	38,93917	2,432218	0,023599	12	12	4,956141	7,038605
Varijabla	T-test Grupa 1: disciplina iznad 200 m Grupa 2: disciplina do 200 m							
	Mean Plivač	Mean Paraplivač	t-value	p	Valid N Plivač	Valid N Paraplivač	Std.Dev. Plivač	Std.Dev. Paraplivač
$VO_{2max}$	38,50417	45,41833	-2,90547	0,008202	12	12	5,814734	5,843358

Nakon obrade svih podataka utvrđeno je kako postoje statistički značajne razlike između plivača i paraplivača u vrijednostima  $VO_{2max}$ . Statističkom metodom Studentova T – testa utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika u samim vrijednostima  $VO_{2max}$  kao i u istim tim vrijednostima u odnosu na WORLD AQUATICS i MD bodove, dok kod rezultata u  $VO_{2max}$  u odnosu na tip plivača nema statistički značajne razlike. Uspoređujući rezultate ovog istraživanja može se donjeti zaključak da plivači prosječno imaju veći  $VO_{2max}$  od paraplivača te je sukladno tome i vrijednost WORLD AQUATICS i MD bodova veća ili manja. Ta informacija može biti značajna u osmišljavanju plana i programa treninga plivača i paraplivača. Zanimljiva je i činjenica da pojedinci paraplivača imaju vrijednosti  $VO_{2max}$  toliko visoke da se izjednačavaju s prosjekom vrijednosti  $VO_{2max}$  plivača, a kod nekih je ta vrijednost čak i puno veća. Naravno kod ovog istraživanja se mora uzeti u obzir i činjenica da su promatrani rezultati uključivali i muške i ženske natjecatelje. Clemente-Suárez i sur. (2018) provode istraživanje na 17 dobro treniranih plivača te dolaze do zaključka kako su promjene u  $VO_{2max}$  bile veće kod obrnute periodizacije treninga nego kod tradicionalne periodizacije treninga, ali je tradicionalna periodizacija rezultirala većom učinkovitošću plivanja, vjerojatno zbog većeg obujma tehničkog treninga koji se izvodi tijekom programa.

Sousa i suradnici (2014) su napravili istraživanje na 12 dobro treniranih muških plivača od kojih su svi sudjelovali na natjecanjima na nacionalnoj razini. Svi plivači su bili specijalizirani za srednje dionice slobodnim stilom, trenirali su barem osam puta tjedno te su sudjelovali na državnim prvenstvima barem četiri godine. Ispitanici su odradili 4 posjeta bazenu u razdoblju od dva tjedna, a prilikom prvog posjeta plivačima je izmjeren  $VO_{2max}$  i  $vVO_{2max}$ . Rezultati su pokazali kako se vrijeme do iscrpljenosti smanjivalo kako se povećavala brzina plivanja. Ribeiro i sur. (1990) provode zanimljivo istraživanje na 15 plivača koji su sudjelovali u intenzivnom fizičkom treningu. Istraživanje je pokazalo da se 79 posto varijabilnosti plivačke izvedbe na 400 metara može računati u brzinu plivanja koja odgovara 85 posto  $VO_{2max}$  ili brzina koja odgovara koncentraciji laktata u krvi od 4 mm dobivene relativno jednostavnim postupkom testiranja. Oba metabolička indeksa su dobro izolirani prediktori uspješnosti u plivanju na srednje udaljenosti, što ukazuje da uspjeh u utrci na 400 m slobodnim stilom uvelike ovisi o sposobnosti sportaša da postigne veću brzinu plivanja sa što nižom koncentracijom laktata u krvi i/ili sa što nižim postotkom  $VO_{2max}$ . Jedno od novijih istraživanja slične tematike proveli su Zaton i Kozłowski (2016) na 17-ero osnovnoškolske djece koji su bili raspoređeni u dvije skupine: eksperimentalnu (n = 9) i kontrolnu (n = 8). Šestotjedni intervalni ciklus treninga u velikoj je mjeri poboljšao vrijeme plivanja djece osnovnoškolskog uzrasta. Značajno povećanje  $VO_{2max}$ ,  $VE_{max}$ ,  $Hr_{max}$  i  $La-$  dokazuje da se izdržljivost poboljšala. Poboljšana je brzina plivanja na distancama od 25, 50 i 100 m slobodnim stilom. Naczki i suradnici (2021) su radili istraživanje na adolescentima s Downovim sindromom te su nakon 33 tjedna plivačkih treninga u jednoj od grupa uočili značajno poboljšanje aerobnog kapaciteta kod ispitanika.

#### 4. ZAKLJUČAK

Ovaj istraživački rad je za svrhu imao utvrditi postoje li razlike u vrijednostima maksimalnog primitka kisika između vrhunskih plivača i paraplivača, razliku u vrijednostima  $VO_{2max}$  između plivača u odnosu na tip plivača te razliku u  $VO_{2max}$  između plivača i paraplivača u odnosu na WORLD AQUATICS i MD bodove. Za potrebe ovog rada korištene su vrijednosti  $VO_{2max}$  izmjerene na 12 vrhunskih Hrvatskih plivača i 12 paraplivačima u seniorskoj kategoriji. S obzirom na svrhu i ciljaovog istraživanja podaci su obrađeni odgovarajućom statističkom metodom (t-test za nezavisne uzorke) u programu Statistica 14.0. Konačnim rezultatima utvrđeno je postojanje statistički značajne razlike između plivača i paraplivača u vrijednostima  $VO_{2max}$  uz pogrešku  $p = 0,023599$  te između plivača i paraplivača u vrijednostima  $VO_{2max}$  u odnosu na WORLD AQUATICS i MD bodove uz pogrešku  $p = 0,008202$ , dok razlika između plivača u vrijednostima  $VO_{2max}$  u odnosu na tip plivača nije statistički značajna uz pogrešku  $p = 0,532708$ . S obzirom na dobivene rezultate ovog istraživanja može se zaključiti da vrijednost maksimalnog primitka kisika ima utjecaj na izvedbu kod vrhunskih plivača i paraplivača te u većini slučajeva natjecatelji s većim vrijednostima posjeduju i veći broj bodova tj. imaju bolji plasman. Rezultati ovog rada mogu poslužiti trenerima u izradi plana i programa svojih natjecatelja i pripremu istih za natjecanja koja ih očekuju. Ne postoji veliki broj radova ove tematike općenito, a pogotovo u paraplivanju tako da ćemo navesti jedan rad u tom području najbližije tematike. Feitosa i suradnici (2019) rade istraživanje na 11 dobro utreniranih plivača s tjelesnim poteškoćama. Svi ispitanici su imali barem pet treninga i 20 preplivanih kilometara tjedno. Kriterij za odabir ispitanika je bio da se natječu na regionalnim, državnim ili međunarodnim natjecanjima s minimalno 2 godine iskustva. Uspoređen je  $VO_{2peak}$  sa  $VO_{2max}$  te su rezultati pokazali da se ne razlikuju. S obzirom na veliku raznolikost oštećenja i broj sportskih klasa koje postoje u paraolimpijskom plivanju, može se zaključiti da je  $VO_{2peak}$ , identificiran u 200-m kraul testu, valjana procjena  $VO_{2max}$  u dobro utreniranih plivača s tjelesnim oštećenjima koja su slična oštećenjima u tom radu.

#### 5. LITERATURA

1. Aitchison, B., Rushton, A. B., Martin, P., Soundy, A., i Heneghan, N. R. (2021). The podium illusion: a phenomenological study of the influence of social support on well-being and performance in elite para swimmers. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1), 1-11.
2. Clemente-Suárez, V. J., Fernandes, R. J., de Jesus, K., Pelarigo, J. G., Arroyo-Toledo, J. J., i Vilas-Boas, J. P. (2018). Do traditional and reverse swimming training periodizations lead to similar aerobic performance improvements? *The Journal of Sports Medicine and physical fitness*, 58(6), 761-767.
3. Feitosa, W. G., Barbosa, T. M., Correia, R. D. A., i Castro, F. A. D. S. (2020). Is  $VO_{2peak}$  a valid estimation of  $VO_{2max}$  in swimmers with physical impairments?. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 91(2), 252-262.
4. Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, 31(10), 725-741.
5. Hollman, W., i Hettinger, T. (2000). *Sportmedizin. Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. Stuttgart: Schattauer Verlag
6. Naczka, A., Gajewska, E., i Naczka, M. (2021). Effectiveness of Swimming Program in Adolescents with Down Syndrome. *International journal of environmental research and public health*, 18(14), 7441.
7. Ribeiro, J. P., Cadavid, E., Baena, J., Monsalvete, E., Barna, A., & De Rose, E. H. (1990). Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. *British journal of sports medicine*, 24(3), 196-200.
8. Sousa, A. C., Vilas-Boas, J. P., i Fernandes, R. J. (2014). Kinetics and Metabolic Contributions Whilst Swimming at 95, 100, and 105% of the Velocity at. *BioMed research international*, 2014.
9. Vukelić, B., Leko, G., i Šiljeg, K. (2021). Evaluation of scoring systems in swimming results. Šalaj, S., Škegro, D. (ur.). *9<sup>th</sup> International Scientific Conference on Kinesiology – Proceedings* (str. 877-880). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
10. Zatoń, M., i Kozłowski, J. (2016). Effectiveness of interval training on changes in young swimmer's physiological parameters and swimming speed. *SWIMMING VI*, 11(75), 38.

## TRENING PARASPORTAŠA

Jasna Lulić Drenjak

*Hrvatski paraolimpijski odbor*

*Fakultet zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci*

### 1. UVOD

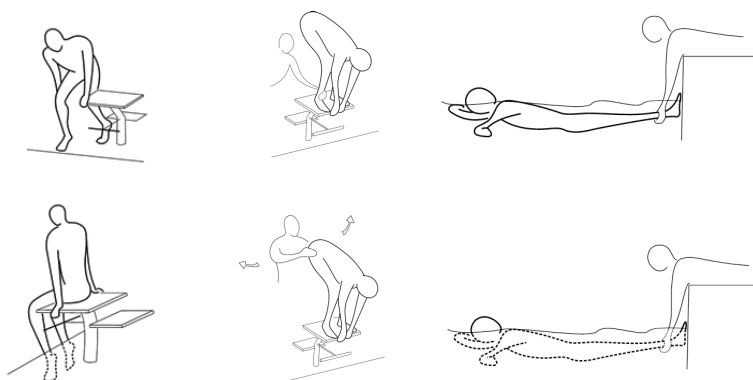
Trening je sustavna sportska aktivnost koja se stupnjuje progresivno i individualno, dugog trajanja (Bompa, 2006), kao što je i kompleksan transformacijski proces kojeg čine uređeni sustavi trenažnih operatora koji su primjereni utvrđenim stanjima treniranosti sportaša i postavljenim ciljevima sportske pripreme u vremenski zaokruženim ciklusima u skladu sa stupnjem darovitosti pojedinca, razinom njegove samoaktivnosti i utjecajem okolinskih čimbenika (Milanović, 2013). Parasportaš je sportaš s invaliditetom ili sportaš s tjelesnim, vidnim ili mentalnim oštećenjem koje ga čini podobnim za natjecanje u sustavu parasporta. U Konvenciji UN-a o pravima osoba s invaliditetom, osobe s invaliditetom definirane su kao osobe koje imaju dugotrajna tjelesna, mentalna, intelektualna ili osjetilna oštećenja, koja u međudjelovanju s različitim preprekama mogu sprečavati njihovo puno i učinkovito sudjelovanje u društvu na ravnopravnoj osnovi s drugima. Oko 87 milijuna osoba u EU-u živi s nekim oblikom invaliditeta. Mnoge osobe s invaliditetom u Europi nemaju jednake mogućnosti u životu kao drugi. Nisu im dostupne sve škole, radna mjesta, infrastruktura, proizvodi, usluge ni informacije. S njima se ponekad loše i nepravedno postupaju. Najviša nevladina nacionalna sportska udruga parasportaša koja brine o sustavu parasporta u Republici Hrvatskoj je Hrvatski paraolimpijski odbor (HPO). Ustrojen je po načelima međunarodnog paraolimpijskog pokreta i prema paraolimpijskim standardima. Osim što u svom djelokrugu na odgovarajućoj razini potiče i promiče odgovarajući sport osoba s invaliditetom, odnosno sportsku aktivnost osoba s invaliditetom, usklađuje aktivnosti svojih članica, organizira i provodi sustav sportskih natjecanja osoba s invaliditetom, uređuje pitanja koja se odnose na registraciju sportaša osoba s invaliditetom, status sportaša i drugih sportskih djelatnika, isto tako skrbi o unapređenju stručnog rada i osposobljavanju stručnih djelatnika, ... Članice HPO čine petnaest Nacionalnih sportskih saveza, jedanaest Županijskih sportskih saveza i deset Gradskih sportskih saveza osoba s invaliditetom. Međunarodnu neprofitnu organizaciju koja skrbi o internacionalnom sustavu parasporta, Međunarodni paraolimpijski odbor (IPC), osnovao je 161 nacionalni paraolimpijski odbor i četiri međunarodne organizacije sporta za osobe s invaliditetom. IPC nadzire i koordinira ljetne i zimske paraolimpijske igre i druga natjecanja za osobe s osobe s invaliditetom, od kojih su najvažnija svjetska i regionalna prvenstva. Članstvo danas čine nacionalni paraolimpijski odbori (NPC), međunarodne federacije (IF), regionalne organizacije i međunarodne organizacije sporta za osobe s invaliditetom (IOSD). Trenutno postoji 28 paraolimpijskih sportova odobrenih od strane IPC-a: dvadeset dva ljetna i šest zimskih. Dva najnovija sporta koja su dobila paraolimpijski status su badminton i taekwondo a debitirali su na Olimpijskim igrama. Pitanje svih pitanja da li je isto i ako nije, što je to različito u treniranju sportaša i parasportaša. Koja znanja i sposobnosti treba posjedovati trener parasportaša? Postoje oni koji su pobornici ideje da nisu potrebna nikakva druga i „drugačija“ znanja i oni koji misle da apsolutno jesu. Možemo si postaviti pitanje i da li se parasport razlikuje i koliko od „standardnog“ sporta?



Slika 1. Osvajači medalja PI Tokio

## 2. TRENING PARASPORTAŠA

Trening je kao transformacijski proces usmjeren na formiranje znanja, razvoj sposobnosti i usavršavanje motoričkih vještina sportaša (Milanović, 2013). Taj je proces identičan i u parasportu. No da bismo trenirali parasportaše, tu najveću manjinu na svijetu, potrebno je razvijati znanja iz različitih područja i adaptirati rad na nekoliko razina ovisno o vrsti i stupnju invaliditeta. Možda ne treba činiti ništa drugo što već po prirodi nismo, biti znatiželjni, domišljati, kreativni, maštoviti i inovativni. Ono o čemu svaki trener vodi računa su komponente treniranosti sportaša dakle sposobnosti, osobine i motorička znanja. Njih procjenjujemo različitim dijagnostičkim postupcima koji se veoma često u parasportu koriste i u klasifikacijske svrhe. Klasifikacija je proces grupiranja natjecatelja sa sličnim sposobnostima u svrhu poštenog natjecanja. Ona postoji i u standardnom sportu kao što je hrvanje, boks, judo, dizanje utega. U tim su sportovima sportaši klasificirani po težini. Funkcionalni klasifikacijski sustav temelji se na maksimalnim sposobnostima vrhunskih sportaša s tjelesnim oštećenjima. Da bi se uopće mogao natjecati sportaš treba biti klasificiran. Sam proces klasifikacije sastoji se od tri dijela. Prvo se provodi testiranje na medicinskom stolu, koji čini medicinski dio testiranja i obično ga provode fizioterapeuti ili liječnici koji poznaju protokol testiranja. Testira se koordinacija, mišićna snaga, zglobna pokretljivost, uzimaju mjere trupa i ekstremiteta, visina i/ili sjedeća visina. Nakon toga provodi se opservacija same izvedbe sporta ili discipline koji čini tehnički dio testiranja a kojeg provode tehnički klasifikatori (kineziolozi ili treneri predmetnog sporta). Promatranje, kao posljednji dio klasifikacijskog procesa, od strane medicinskih i tehničkih klasifikatora provodi se tijekom natjecanja. Sportaš može biti klasificiran na nacionalnom ili internacionalnom nivou. Na internacionalnom nivou može biti testiran samo ako ga klasificiraju autorizirani klasifikatori. Procese klasifikacije prolaze i sportaši s intelektualnim teškoćama i oštećenjem vida po dizajniranim i propisanim protokolima. Svaki trener poznaje strukturalna obilježja standardnih sportova ali postoje sportovi u paraolimpijskom sustavu koji su isključivo dizajnirani i osmišljeni za osobe s invaliditetom. Na primjer goalball, sport za slijepu i slabovidne osobe. Goalball je timski sport osmišljen posebno za sportaše s oštećenjem vida. Sudionici se natječu u timovima od po tri osobe. Cilj je ubaciti zvučnu loptu u protivnički gol. Zvučna lopta se nikad ne šutira već se baca rukom. Ovaj sport nema ekvivalenta u standardnom sportu. Većina ostalih sportova su adaptirani tako da bi u njima mogle sudjelovati i osobe s invaliditetom (pravila, pomagala). Jedan primjer adaptacije pravila, npr. u paraplivanju je prilagodba starta. Shodno težini tjelesnog oštećenja dopušteno je startati sa startnog bloka, stojeći pokraj startnog bloka, sjedeći na startnoj platformi, dopušteno je startati uz asistenciju i startati iz vode.



Slika 2. Adaptacija starta u paraplivanju

Upotreba različitih pomagala, sportskih kolica, ortoza i proteza kod sportaša s tjelesnim teškoćama definirana je unutar pravila svakog sporta. Kod biomehaničkih istraživanja pri kinematičkoj analizi gibanja treneri mogu ustanoviti velika odstupanja u prostornim, vremenskim i prostorno vremenskim veličinama i odnosima između segmenata tijela, tijela sportaša i podloge,... što je pogotovo vidljivo kod parasportaša u niskim klasama tj. parasportaša s velikim tjelesnim oštećenjima nasuprot onih s minimalnim oštećenjima. Kinetička analiza koja registrira i vrednuje unutarnje i vanjske sile te rezultati iste koje dobijemo analizom, često će zbog različitih vrsta oštećenja biti neusporedivi s rezultatima standardne populacije što je slučaj i kod elektromiografske analize. Npr. kod parasportaša u kolicima možemo mjeriti silu reakciju podloge na sjedištu kolica za vrijeme izvođenja sportske aktivnosti da bismo analizirali mjesta najvećeg pritiska kako bi prilagodili sjedište kolica i smanjili mogućnost pojave ozljeda. Spiroergometrijske vrijednosti u parasportu lako se prate ako se oprema za mjerenje i protokoli prilagode različitim vrstama invaliditeta (Wheelchair roller).

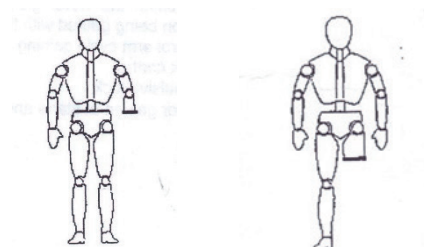


Slika 3. Wheelchair roller

Parasportaši općenito imaju isti ili vrlo slični odgovor organizma na trening kao i standardni sportaši pod uvjetom da nemaju zdravstveno povezanih komplikacija (Shepard, 1990). Tu izuzetak predstavljaju sportaši paraplegičari s visokim lezijama i kvadriplegičari. Maksimalni puls vjerojatno će biti 120-130 udaraca u minuti zbog oštećenja simpatičkog živčanog sustava (tj. živčanog puta između mozga i srca). Rezultati unosa kisika moraju se smatrati vršnim, a ne maksimalnim vrijednostima. Kvadriplegičari ne mogu razviti vršni unos kisika i koncentracije laktata u krvi u usporedbi s treniranim paraplegičarima. Rezultate treba koristiti za formativno vrednovanje (tj. samousporedbu) ili usporedbu sa sportašem sličnog invaliditeta ali ne s paraplegičarima i standardnim sportašima (Goodman, 1995). Anatomska analiza treneru pruža informacije o mišićima koji sudjeluju u sportskim aktivnostima no problemi se u parasportu mogu pojaviti ako osoba ima smanjenu mišićnu snagu, nedostaje neki mišić ili dio tijela, ako zbog drugih vrsta poteškoća ne može kontrahirati i/ili relaksirati mišiće... Zdravlje je preduvjet da bi se netko bavio sportom ali to ne znači da se parasportaši zbog svog primarnog stanja ne smiju baviti sportom. U njihovu je slučaju, zdravlje samo bitno neprekidno kontrolirati i unaprjeđivati. Treneri moraju biti svjesni da ponekad moraju biti pažljiviji u korištenju sadržaja i nekih metoda rada kod određenih vrsta tjelesnih oštećenja. Npr. kod osobama s artrogripozom ne inzistiramo na izvođenje vježbi u punom opsegu pokreta kao kod standardnih sportaša. Prevencija kao i neželjenost sekundarnih oštećenja jedna je od najvažnijih pretpostavki u treningu parasportaša naročito sportaša s tjelesnim oštećenjima. Parasportaši s tjelesnim oštećenjima



razlikuju se po morfološkim karakteristikama od standardne populacije. Primjećuje se velika nesimetričnost kod mjera na simetričnim dijelovima tijela zbog prirode bolesti ili oštećenja (hemiplegije, dismelije, amputacije,...) a kod djece s teškoćama u razvoju rast i razvoj je često usporen. Kod sportaša s tjelesnim oštećenjima motorika je narušena pa će razvoj motoričkih sposobnosti teći ili usporeno ili će neke vrijednosti unutar standarda biti nedostižne. Osobe s poremećajima u kognitivnom funkcioniranju imat će problema s prijemom, obradom, pohranom i korištenjem motoričkih informacija. Narušena su im i spoznajni procesi pa će ti sportaši imati problema u rješavanju tehničko taktičkih problema kao i slijepi sportaši. Kako kognitivne tako su i konativne dimenzije sportaša važne za sportsku uspješnost. Studije su pokazale veću potrebu za psihološkom podrškom unutar tima prije i tijekom Paraolimpijskih igara. U standardnom sportu vrijedi činjenica da ako postoji široka osnovica dobro razvijenih i usklađenih antropoloških karakteristika, moguće je nadograditi specifične komponente treniranosti (Milanović, 2013), no u parasportu u kojem postoji veliki varijabilitet antropoloških specifičnosti (asimetrije, nedostatak) to predstavlja veliki izazov i postavlja trenera u situaciju kako nedostatak pretvoriti u prednost. Isti izazovi mogu se javiti u procesu razvijanja specifične kondicijske pripremljenosti koja se razvija na osnovi bazičnih funkcionalnih i motoričkih sposobnosti jer u parasportaša zbog različitih vrsta invaliditeta ne možemo doseći puni opseg sposobnosti. Kod osoba s problemima u kogniciji, socijalnoj interakciji ili kod slijepih sportaša, razine tehničko taktičke pripremljenosti bit će na znatno nižem nivou nego u standardne populacije. Pokazatelji situacijske efikasnosti sportaša najviše će se razlikovati unutar pojedine klase u kinematičkim karakteristikama kretanja. Na primjer vrijeme startne reakcije paraplivača klase S9 koji se nalaze unutar iste klase a različitog invaliditeta; paraplivač s amputacijom podlaktice nasuprot paraplivača s amputacijom noge.



**Slika 4.** Prikaz paraplivača klase S9

U paraolimpijskom sportu zapažen je i kontinuirani rast dostignuća u svim sportskim granama i disciplinama. Stagnacija je prisutna i dešava se isključivo u fazama promjene klasifikacijskog sustava. Dijagnostički postupci u parasportu traže male adaptacije i izrade adaptiranih protokola a provode se shodno protokolu i invaliditetu parasportaša. Usmjeravanje, orijentacija i izbor djece i mladih sportaša ide preko Paraolimpijskih sportskih škola i u Hrvatskoj projekta Jačanja kapaciteta HPO-a prema skupini sportskih grana koristeći se testovima za procjenu darovitosti, sklonosti djeteta ali i analizi potencijalnog uspjeha unutar neke određene klase u potencijalnoj vrsti sporta a kasnije i u određenoj sportskoj grani ili pojedinoj disciplini. Oporavak parasportaša ima neke posebnosti i izazove a vezane su uz režim života kao što su na primjer dobri i prilagođeni uvjeti stanovanja (adaptirani prostor za život slabije pokretnima, dostupnost lifta), putovanja u prilagođenim vozilima, dostupnost adekvatnog školovanja i prilagodba istog. Socijalni status osoba s invaliditetom i njihovih obitelji ozbiljna je pretpostavka bavljenja sportom jer od nje polazi sve ostalo. Na području higijene važno je obuhvatiti i higijenu npr. bataljka, specijalizirane opreme i pomagala te primjerene i osobno adaptirane sportske odjeće i obuće jer je ona preduvjet zdravlja. Prilagođeni sportski objekti (unutarnji i vanjski prostori) da bi isti bili dostupni za sve, od velike su važnosti. Fizikalna sredstva igraju ključnu ulogu kod sportaša s tjelesnim oštećenjima. Fizioterapijski postupci povoljno utječu ne samo na sprječavanje sekundarnih promjena kod parasportaša već povoljno utječu na postizanje željene pripremljenosti. Metode psihološke pripreme igraju veliku ulogu u radu s parasportašima već od ranih dana bavljenja sportom (problemi u komunikaciji, socijalna deprivacija, odnos prema vlastitom tijelu,...). Metodika sportskog treninga adaptirana je prema vrstama invaliditeta tj. potrebama, mogućnostima i/ili kontraindikacijama izazvanih primarnim stanjem kod nekih parasportaša. Ponekad adaptiramo sadržaje treninga, opterećenja, trenažna pomagala, metode rada dok lokaliteti pretežno moraju biti prilagođeni. Metode poučavanja koristimo uvažavajući vrstu invaliditeta. Verbalne i taktilne metode koristimo kod slijepih dok neke autistične osobe doživljavaju nelagodu pri upotrebi taktilne metode. Usmeno izlaganje i postavljanje motoričkih zadataka osobama sa smanjenim kognitivnim sposobnostima bit će jednostavno

i primjereno njihovom intelektualnom statusu. Metoda igre nije zanimljiva nekim osobama iz spektra autizma ali su nekima zanimljivi i prihvatljivi slikovni prikazi. Metode poučavanja prema načinu svladavanja motoričkih zadataka koriste se shodno prihvatljivosti primaoca podataka. Od principa programiranog poučavanja naš rad se najviše temelji na principu individualizacije uz uvažavanje preostala tri principa. Uz sve navedeno, vidimo da postoje slučajevi u kojima naš trenerski rad moramo adaptirati više a postoje situacije u kojima naš rad uopće ne traži dodatne adaptacije. Razmislimo slažemo li se s pretpostavkom da što je viša razina oštećenja, veća je vjerojatnost da su nam potrebna dodatna znanja iz različitih znanstvenih područja. Ako ste oni koji misle da su nam dodatna znanja potrebna, a rado biste trenirali parasportaše, no osjećate nelagodu jer ne znate od kuda biste započeli, ne brinite. Hrvatski paraolimpijski odbor, kako i stoji u statutu naše najveće parasportske udruge, iz uvoda naše priče, skrbi o unapređenju stručnog rada i osposobljavanju stručnih djelatnika. Odbor za školovanje kadrova nadležan je za pomoć svakom treneru u sustavu parasporta kao i nacionalni, regionalni i gradski savezi koji imaju visoko i dodatno educirane kadrove za rad u parasportu. HPO i njene članice nude neformalna i formalna učenja kroz različite europske projekte. Osobe koje im pomažu u tom postupku su voditelji/mentori (coach developer). To su osobe koje na različite načine pokušavaju pomoći trenerima koji su spremni razvijati svoje kompetencije. Nešto što ne traži veliki angažman velikog broja mentora a potiče trenere na poboljšanje vlastitih znanja, sposobnosti i vještina je formiranje kutka za trenere na web stranici na kojoj se nalaze informacije o različitim mogućnostima potpore trenerima s nekih drugih, već oformljenih zajednica kao što su podaci o radionicama iz različitih sportova, prikazi otvorenih prilike praćenja (shadowing), seminara, vebinara, konferencija, pristupi različitim ekspertima iz mnogih područja (liječnici, fizioterapeuti, rehabilitatori, protetičari, ortotičari, biomehničari, nutricionisti, psiholozi,...). Načini na koje mentori pružaju podršku ali je dostavljaju osobe iz drugih organizacija, je kada se organiziraju razmjene trenera, „kritičko“ prijateljstvo, vršnjačko mentorstvo, kada se razvijaju nove mreže potpore, kada se povezuje trenere s već postojećim istraživanjem ili aktualnim istraživačima u nekom području. Treći nivo je u organizaciji HPO-a koji je organizator radionica, seminara, kongresa. Mentor može organizirati povratno informiranje, pregled trenera, analizu, evaluaciju i ocjenjivanje trenera.

### 3. ZAKLJUČAK

Osoba s invaliditetom bavi se sportom iz istih razloga kao i bilo tko drugi. Da bi razvila sposobnosti, vještine, povećala socijalne kontakte, zbog osobnog izazova i užitka, uzbuđenja koje izaziva natjecanje i šanse da dostigne i dobije priznanje u izabranom sportu. Naša je odgovornost kao stručnjaka, kineziologa, trenera omogućiti parasportašima sigurno bavljenje sportom. Važno je biti spretan u različitim vidovima komunikacije, pristupačan, motivirajući. Inovativan u rješavanju problema, donošenju pravilnih odluka i razvoju dobrih odnosa unutar grupe, empatičan, optimističan, otvoren prema pozitivnoj kritici. Cilj je razvijati osobne kompetencije obogaćujući i šireći znanja, sposobnosti i vještine uvažavajući sve specifičnosti u treningu parasportaša koji od nas ne traži ništa više nego našu profesionalnost.

### 4. LITERATURA

1. About the International Paralympic Committee. <https://www.paralympic.org/ipc/who-we-are>.
2. Bompa, T.O. (2006). Periodizacija, *Teorija i metodologija treninga*, Zagreb: Marjan Tisak
3. Diskriminacija. <http://sjaj.hr/pravna-zastita/diskriminacija/>.
4. Goodman, S. (1995). Coaching Athletes with Disabilities: *General Principles (2.izd.)*. Australian Sports Commission, Better Printing Service
5. International Paralympic Committee. Available at <https://olympics.com/ioc/ipc>.
6. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*, Kineziologija sporta, Zagreb: Tiskara Zelina d.d.
7. Osobe s invaliditetom. <https://ec.europa.eu/social/main>.
8. *Paralympic sports*. <https://www.paralympic.org/sports>.
9. Shepard, R.J. (1998b). Sports medicine and wheelchair athlete, *Sport Medicine*, 4, 226-247.
10. Ustrojstvo Hrvatskog paraolimpijskog odbora. <https://www.hpo.hr/O-nama/>

# KLASIFIKACIJA SPORTAŠA I PREVENCIJA OZLJEDA KOŠARKE U INVALIDSKIM KOLICIMA

Lea Bušac Krišto<sup>1,2,3</sup>, Dino Hadžović, Andrea Krajačić<sup>1,4</sup>, Mihaela Grubišić<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Zdravstveno veleučilište Zagreb

<sup>3</sup>Fakultet zdravstvenih znanosti, Sveučilište Libertas

<sup>4</sup>SiLab, Senzorno integracijski laboratorij

## 1. UVOD

Hrvatski savez košarke u kolicima definira košarku u invalidskim kolicima kao invalidski sport, za osobe koje imaju minimalnu povredu (da se ne mogu baviti validnim sportom), oštećenja kralježnice i donjih dijelova ekstremiteta tijela (paraplegija, parapareza, paraliza i sl.) (Službena pravila košarke u kolicima, 2017).

Kao i u svakom sportu regulative, pravila, norme i svako osuvremenjivanje podataka donosi Svjetska organizacija, u ovom slučaju to je Svjetska federacija košarke u kolicima (*International Wheelchair Basketball Federation, IWBF*). Prema podacima dostupnima na stranicama IWBF-a procjene su da danas košarku u kolicima igra preko 100 000 igrača (rekreativci i natjecatelji) diljem svijeta (IWBF official handbook, 2019).

Vrhunski sport osoba s invaliditetom uglavnom se stavlja u kontekst rehabilitacije, a rjeđe kao predmet proučavanja u kineziologiji. Ciliga i suradnici navode kako su se u sportu osoba s invaliditetom gotovo uvijek u prvi plan stavljale one „sposobnosti“ koje su nastale kao posljedica invaliditeta, a ne one sposobnosti koje su se u kontekstu kineziološke znanosti mogle i trebale istraživati ravnopravno u sustavu vrhunskog sporta (Ciliga i ostali, 2006). Jedan od mogućih razloga zašto se preostale sposobnosti sportaša s invaliditetom do sada nisu mogle istraživati na primjeren način prema Ciligi i Petrinović (2000) bi mogao biti nedostatak, odnosno neadekvatan sustav mjernih instrumenata općenito (Ciliga & Petrinović, 2000).

## 2. KLASIFIKACIJA IGRAČA

Bilo koji igrač da bi se natjecao na najvišim razinama natjecanja košarke u kolicima treba proći klasifikaciju stupnja tjelesnog oštećenja. Vujica (2013) klasifikaciju definira kao proces kojim se ukupni momčadski potencijal na terenu izjednačuje s momčadskim potencijalom protivnika. Prema tome se funkcionalna procjena uzima u obzir da svaki igrač ima sposobnost obavljanja specifične vještine za sport kao što je košarka u kolicima, a podrazumijeva vožnju, vođenje, dodavanje, reakcija na kontakt, šutiranje i skok (Vujica, 2013.). Na kraju se temeljem igračeve funkcionalne sposobnosti igraču dodjeljuje bodovna vrijednost koja zapravo određuje njegovu klasifikaciju.

U okvirima međunarodne organizacije klasifikacijski raspon je od 1,0 do 4,5 bodova. Što je igrač u nižem klasifikacijskom razredu to znači da je više limitiran u svojim funkcionalnim mogućnostima. Ekipu košarke u kolicima čini 5 igrača na terenu. U bilo kojem trenutku zbroj klasifikacijskih bodova na terenu ne smije biti veći od 14, ako se radi o nacionalnoj reprezentaciji odnosno 14,5 ako se govorimo o klupskim natjecanjima.

Bilo koji igrač, bez obzira koliku funkcionalnu sposobnost posjedovao, ne može se natjecati u službenim utakmicama IWBF-a ako nema službenu ID karticu da je klasificirani igrač. Tu karticu izdaje službena komisija IWBF zadužena za klasifikaciju igrača. ID kartica između ostalih podataka sadrži i ocjenu izraženu u poenima koja je dodijeljena igraču prema pravilima klasificiranja. Klasifikacijska ocjena može se mijenjati sve do dijela natjecanja kada počinje *play off*. U tom trenutku promjena klasifikacijskih ocjena više nije moguća. Prema IWBF-u važeće klasifikacijske ocjene su: 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 i 4.5 (IWBF, 2014).

Glavne funkcije koje određuju klasu igrača su:

- 1) Funkcija trupa
- 2) Funkcija donjih udova
- 3) Funkcija gornjih udova

## 2.1. KLASIFIKACIJSKE OCJENE IGRAČA

Igrači u svakoj klasi imaju različit opseg odnosno volumen aktivnosti koji mogu s obzirom na anatomsku ravninu. Tipični opseg akcije za svaku primarnu klasu prikazan je u tablici 1.

Tablica 1. Klasifikacijske ocjene igrača i mogućnosti pomicanja trupa

Klasifikacijska ocjena	Pomicanje trupa u vertikalnoj ravnini (rotacije)	Pomicanje trupa u ravnini prema naprijed	Pomicanje trupa u bočnoj ravnini
Igrač klase 1,0	Nema aktivno pomicanje trupa	Malo ili nikakvo kontrolirano kretanje trupa	Nema kontrolirano pomicanje trupa
Igrač klase 2,0	Ima aktivnu rotaciju gornjeg dijela trupa, ali nema rotaciju donjeg dijela trupa	Ima djelomično kontrolirano kretanje trupa	Nema kontroliranih pokreta trupa
Igrač klase 3,0	Ima potpuno kretanje trupa	Ima potpuno kretanje trupa	Nema kontroliranih pokreta trupa
Igrač klase 4,0	Ima potpuno kretanje trupa	Ima potpuno kretanje trupa	Ima potpun pomak trupa na jednu stranu, ali obično zbog ograničene funkcije u jednom donjem udu ima poteškoća s kontroliranim pomicanjem trupa na drugu stranu
Igrač klase 4,5	Ima potpuno kretanje trupa	Ima potpuno kretanje trupa	Ima pune pokrete trupa na obje strane

Za igrače između 1. i 2. klase možemo reći kako ni jedan od igrača ne može kontrolirati sjedeću bazu te se radi pretežno o igračima s dijagnozom paraplegije. Za većinu je potrebna gornja podrška trupa kako bi se mogao vratiti natrag u sjedeći položaj nakon što se je ispružio naprijed radi vođenja hvatanja, dodavanja ili šutiranja lopte.

Igrači klase 3,0 i 4,0 su slični po tome što imaju kontrolu nad svojom sjedećom bazom i to su pretežno igrači s dvostrukom amputacijom, dječjom paralizom ili parezom. Sportaši klase 3,0 i općenito su u mogućnosti okretati ramena, kao i nagnuti se prema naprijed bez poteškoća. Oni mogu voditi loptu daleko ispred kolica. Međutim, ne mogu se nagnuti na stranu i vratiti se u uspravan položaj, bez korištenja svoje ruke kao pomoći.

Klasa 4,5 su igrači s minimalnim invaliditetom, jednostruka amputacija ispod koljena ili neki oblik teške povrede koljena. Postoje i situacije kada se čini da se igrač ne uklapa u točno određenu jednu klasu, pokazujući karakteristike dvije ili više klasa. Tada klasifikator može dodijeliti igraču polovičnu klasifikaciju na primjer, 2,5 ili 3,5.

## 3. METODIČKE VJEŽBE ZA PRIPREMU IGRAČA U SVRHU PREVENCIJE

Prvo kako bi se igrači podijelili u skupine potrebno je napraviti inicijalno testiranje igrača kako bi ih se moglo podijeliti u homogenizirane skupine za razvoj specifičnih motoričkih vještina. S obzirom na specifičnosti košarke u invalidskim kolicima, poseban je naglasak u kondicijskoj pripremi stavljen na gornje ekstremitete i rameni obruč. Stoga ne čudi da je i najveći broj objavljenih radova usmjeren upravo na prevenciju ozljeda gornjih ekstremiteta, ponajviše ramena (Hollander i ostali, 2020) very few studies have investigated athletes with disabilities during major championships apart from the Paralympic Games. Therefore, the aim of this study was to assess the rate and characteristics of injuries during the Wheelchair Basketball World Championships 2018 (WBWC).

Prema velikoj studiji koju su Hollander i suradnici (2020) proveli na svjetskom prvenstvu u košarci u kolicima dolazimo do broja od ukupno 100 ozljeda u 11 timova na 132 igrača. Najveći je broj ozljeda nastao tijekom utakmica i posljedica je izravnog kontakta među igračima. Najveći broj ozljeda odnosio se na vrat i

vratnu kralježnicu (16%), gornji dio leđa i torakalnu kralježnicu (15%) te zglob ramena (14%). Najučestalija ozljeda je mišićni spazam (25%), a najučestaliji sindromi su razni sindromi prenaprezanja (52%) (Hollander i ostali, 2020) very few studies have investigated athletes with disabilities during major championships apart from the Paralympic Games. Therefore, the aim of this study was to assess the rate and characteristics of injuries during the Wheelchair Basketball World Championships 2018 (WBWC. Stoga, kada govorimo o metodičkoj pripremi sportaša najveći naglasak treba staviti upravo na najviše pogođene regije. U tablici 2. prikazane su samo neke od metodičkih vježbi za razvoj snage ramenog obruča, a u svrhu prevencije istih.

**Tablica 2.** Metodičke vježbe za razvoj snage ramenog obruča u svrhu prevencije

Metodička vježba	Opis
Bacanje medicinke u zrak	Igrač sjedi na balans jastuku od pjene i dobacuje se medicinkom s trenerom ili suigračem
Bacanje medicinke u pod	Igrač je i dalje pozicioniran na balansnoj podlozi i baca medicinku u pod. Suigrač ili trener mu vraćaju medicinku
Unilateralni potisak slobodnim utegom iznad glave	Igrač sjedi na podlozi po želji, u jednoj ruci je uteg, dok je druga ruka slobodna u prostoru kako se njome ne be pridržavao
Palačinke	Rotacije po strunjačama za razvoj snage trupa potaknute rotacijom u ramenom zglobu
Izbačaj medicinke u zrak iz ležećeg položaj	Igrač je u supiniranom položaju i izbacuje medicinku u zrak
Unutarnja/ vanjska rotacija ramenog zgloba elastičnom gumom	Igrač sjedi na podlozi po želji, elastična guma je elongirana po želji i pričvršćena te sportaš izvodi pokret unutarnje/ vanjske rotacije

Također, kao i u drugim sportovima treba voditi brigu i o razvoju općenitog kardiopulmonalnog statusa, Horning (2001) preporučuje trening barem 2-5 puta tjedno, dok De Pauw i Gavron (1995) savjetuje učestalost treninga kod vrhunskih sportaša s invaliditetom barem 5-6 puta tjedno (Horning, 2001), (DePauw, K. P. & Gavron, 1995). Labanowich (1998) preporučuje da za košarkaše u invalidskim kolicima svaki trening treba trajati 2-3 sata ukupno najmanje 4-6 sati tjedno (Labanowich, 1998).

#### 4. ZAKLJUČAK

Bilo koji igrač, bez obzira koliku funkcionalnu sposobnost posjedovao, ne može se natjecati u službenim utakmicama IWBF-a ako nema službenu ID karticu da je klasificirani igrač. Tu karticu izdaje službena komisija IWBF zadužena za klasifikaciju igrača. Klasifikacije je definirana kao proces kojim se ukupni momčadski potencijal na terenu izjednačuje s momčadskim potencijalom protivnika.

Kada pak govorimo o metodičkoj pripremi igrača košarke u kolicima svakako valjda napomenuti kako je naglasak na gornjim ekstremitetima te kondicijsku pripremu treba bazirati na prevenciji ozljeđivanja upravo tog dijela.

Na kraju valja dodati, kako je kao i u bilo kojoj drugoj sportskoj aktivnosti potrebno stalno, iznova provoditi znanstvena istraživanja kako bi sam sport i struka mogli napredovati i razvijati se u skladu sa suvremenim razvojem kineziološke struke.

#### 5. LITERATURA

1. Ciliga, D., Petrinović, L. (2000). Povezanost motoričkih sposobnosti s ocjenom funkcionalne klasifikacije košarkaša u invalidskim kolicima. *Hrvatski Športskomedicinski Vjesnik*, 15, 13–18.
2. Ciliga, D., Petrinović Zekan, L., Trošt T., (2006). The relationship between anthropometric indicators and motor abilities in wheelchair basketball players. In *Hrvatski športskomedicinski vjesnik* (Vol. 21, Issue 1). Hrvatski olimpijski odbor.
3. DePauw, K. P. i Gavron, S. J. (1995). Disability and sport. *Human Kinetics*.
4. Hollander, K., Kluge, S., Glöer, F., Riepenhof, H., Zech, A., & Junge, A. (2020). Epidemiology of injuries during the Wheelchair Basketball World Championships 2018: A prospective cohort study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 30(1), 30(1), 199–207.

5. *IWBF OFFICAL HANDBOOK*, (2019). Dostupno na <https://iwbf.org/2019/04/24/iwbf-publish-2019-official-handbook/>
6. Službena pravila košarke u kolicima, (2017). Dostupno na [https://iwbf.org/wp-content/uploads/2019/03/Sluzbena-pravila-kosarke-u-kolicima-2018\\_-ver2.pdf](https://iwbf.org/wp-content/uploads/2019/03/Sluzbena-pravila-kosarke-u-kolicima-2018_-ver2.pdf)
7. Labanowich, S. (1998). *Wheelchair Basketball*. River Front Books.
8. Vujica, I. (2013). Košarka u kolicima. 23. *LJETNA ŠKOLA KINEZIOLOGA REPUBLIKE HRVATSKE* „Kineziološke aktivnosti i sadržaji za djecu, učenike i mladež s teškoćama u razvoju i ponašanju te za osobe s invaliditetom“, 476–482.
9. *Wheelchair Basketball* | International Paralympic Committee. (n.d.). Dostupno na <https://www.paralympic.org/wheelchair-basketball>

# 7. dio

## Kondicijska priprema posebnih populacija

(vojska, policija, vatrogasci...)

## Fitness preparation of special populations

(army, police, firefighters...)



# EFEKTI DVA NEOVISNA GODIŠNJA CIKLUSA SPECIJALISTIČKE OBUKE PRIPADNIKA INTERVENCIJSKIH SNAGA

Marijan Jozić<sup>1</sup>, Hrvoje Sertić<sup>3</sup>, Josip Jozić<sup>3</sup>, Damir Lauš<sup>4</sup>, Mario Bošnjak<sup>2</sup>, Melior Klarić<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište kriminalistike i javne sigurnosti, MUP RH

<sup>2</sup>Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske

<sup>3</sup>Kineziološki Fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>4</sup>Veleučilište u Bjelovaru

<sup>5</sup>Ministarstvo obrane Republike Hrvatske

## 1. UVOD

Kvalitetna razina tjelesne kondicije intervencijskih snaga ima izravan i značajan utjecaj na razinu situacijske efikasnosti intervencijskih snaga u visoko stresnim, individualnim i skupnim situacijama postupaња. Razvoj motoričkih i funkcionalnih sposobnosti temeljni su ciljevi sustava specijalističke obuke policijskih službenika, oni su *conditio sine qua non* za efikasno postupaње policijskih službenika. Obzirom na složenost službenih poslova policijskih službenika, jedan od elemenata njihovih zadaća je i provedba moderne obuke specijalističke obuke, obuke policijskog integralnog treninga (Artwohl i Christensen, 1997; Drid, Trivić, Obadov, 2009; Jozić, Zečić, 2009; 2013; Taverniers i De Boeck, 2013; Lauš, Begović i Car, 2015; Jozić, 2020; Sharps, 2022; Klarić, 2022). Naravno, od samih karakteristika policijskih poslova ovisiti će struktura globalnog plana i programa i struktura samoga operativnog plana i programa (osnovni kriterij za izbor trenažnih vježbi) (definiranje sadržaja trenažnog rada, klasificiranje i opis motoričkih sadržaja (elementi policijskog integralnog treninga, trenažni sadržaji). Odabir sadržaja za razvoj eksplozivne snage, izdržljivosti, odabir sadržaja elemenata suvremenih metodičkih organizacijskih oblika rada, sama distribucija kinezioloških operatora, izbor i definiranje lokaliteta rada, distribucija suvremenih trenažnih pomagala u specifičnim ciklusima policijskog integralnog treninga, treninga opće i specijalističke tjelesne pripreme (Jozic i Zečić, 2009) su čimbenici koji determiniraju efekte, učinkovitost ciklusa treninga specijalističke obuke. Za očekivati je da postoje razlike u utjecaju, efektima godišnjih ciklusa treninga specijalističke obuke na razinu bazičnih motoričkih sposobnosti, razinu same izdržljivosti policijskih službenika, poglavito iz razloga što je kompletan sustav policije iznadprosječno angažiran, zadnjih nekoliko godina u obavljanju službenih zadaća (migracijska kriza, COVID - 19 mjere, uvažavajući i samu kronološku dob policijskih službenika i mnoge druge endogene i egzogene faktore ograničenja). Razina situacijske efikasnosti policijskih službenika u stresnim uvjetima bezuvjetno je oslonjena i na razinu bazičnih motoričkih sposobnosti kao i na antropometrijske karakteristike policijskih službenika. Istraživanje je realizirano na dvije neovisne skupine ispitanika, pripadnicima intervencijskih snaga s ciljem utvrđivanja razlika između njih u jednoj antropometrijskoj varijabli i u setu od osam varijabli za procjenu bazičnih motoričkih sposobnosti.

Cilj ovoga rada je utvrditi efekte dva jednogodišnja ciklusa specijalističke obuke, policijskog integralnog treninga na razvoj nekih bazičnih motoričkih sposobnosti i standardnog instrumentarija antropometrijskih mjera koji se uporabljuje za procjenu ukupne tjelesne mase, težina tijela.



## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

U istraživanju je sudjelovalo ukupno 62 ispitanika, policijskih službenika interventne policije bez patoloških aberacija (po 31 ispitanik u svakoj skupini), muškog spola. Ovaj broj ispitanika osigurava dovoljan broj stupnjeva slobode (df) pri čemu se postiže visoka snaga statističkog zaključivanja na razini pouzdanosti od 95%.

### 2.2. UZORAK MJERNIH INSTRUMENTATA

U radu je korišten set od devet varijabli za procjenu razine utreniranosti: standardni instrumentar antropometrijskih mjera koja se upotrebljuje za procjenu ukupne tjelesne mase, težina tijela (ATT), test za procjenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta, skok u dalj s mjesta (MSD), test za procjenu repetitivne relativne jakosti muskulature ruku i ramenog pojasa, zgibovi do otkaza (ZGIB), „sklekovi“ na ručama do otkaza (SKL R), podizanje trupa u 2 minute (PODT), diskontinuirano trčanje do 2400 m (2400 m), test agilnosti, trčanje 4 x 18 m (4x18 m), (Jozić, 2005; Jozić i Zečić, 2009), potisak sa 70% tjelesne mase (BENCH 70 % TT), čučnjevi u 60 sekundi (ČUČ 60 s), (Jukić i sur., 2008; Jozić, 2020).

### 2.3. OPIS EKSPERIMENTALNOG POSTUPKA

Za vrijeme realizacije jednogodišnjih ciklusa treninga specijalističke obuke dvije skupine intervencijskih snaga koristile su udarne i održavajuće mikrocikluse specijalističke obuke. Druga skupina ispitanika češće je aplicirala udarne i održavajuće mikrocikluse specijalističke obuke, kroz individualizirane oblike rada, realizirajući ciljane trenažne elemente za unaprjeđenje motoričkog statusa policijskih službenika i za unaprjeđenje znanja borenja („samostalne“ individualne oblike rada s različitim sadržajima). U individualiziranim oblicima rada dominirali su elementi policijske samoobrane, juda, karatea, boksa, jui-jitse, borbe u „stojci“ i borbe u parteru s partnerima koji posjeduju veću tjelesnu masu (Drid i sur., 2009; Šalaj i Šalaj, 2011; Jozić i sur., 2016; Jožići Zečić, 2016; Jozić, 2020) kružni i stanični metodički organizacijski oblici rada.

### 2.4. METODE OBRADE PODATAKA

Uvažavajući činjenicu da rezultati u varijablama nemaju normalnu distribuciju, za utvrđivanje značajnih razlika između dvije neovisne promatrane skupine ispitanika korišten je Mann – Whitney U test. U radu su izračunati osnovni deskriptivni parametri: aritmetička sredina (Mean), maksimalni rezultat (Maximum), minimalni rezultat (Minimum), standardna devijacija (Std. Dev.), skewnes – mjera asimetrije, Kurtosis – mjera zakrivljenosti. Podatci su obrađeni statističkim paketom Statistica for Windows ver. 13.4 na Kineziološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

## 3. REZULTATI I RASPRAVA

**Tablica 1.** Deskriptivni parametri 1 skupine ispitanika

K=1	Descriptive Statistics (1 NEOVISNA_ skupina_), Include condition: k=1						
	Valid N	Mean	Minimum	Max	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis
ATT	31	88,29	62,00	115,00	11,88	0,06	-0,17
MSD	31	214,10	170,00	240,00	18,83	-0,67	0,35
ZGIB	31	9,68	4,00	22,00	4,32	0,94	0,92
„DIPSI“	31	15,26	8,00	25,00	4,38	0,23	-0,85
POD. TRUPA	31	70,68	50,00	94,00	11,53	0,39	-0,52
2400m	31	12,22	9,20	16,20	1,47	0,06	0,50
4X18	31	16,41	14,55	19,20	1,08	0,12	-0,03
BENCH70% TT	31	16,81	5,00	40,00	6,87	1,06	2,88
ČUČANJ 60 s	31	48,26	12,00	62,00	11,41	-1,93	4,49

U tablici 1 vidljivi su rezultati deskriptivne statistike primijenjenog seta varijabli prve skupine pripadnika intervencijskih snaga. Uspoređujući rezultate tjelesne mase (ATT) prve skupine ispitanika 88,29 kg (tablica 1) i druge skupine ispitanika 89,03 kg (tablica 2) s rezultatima tjelesne mase (ATT) stranih pripadnika specijalne policije (prosječne tjelesne mase 88,8 kg) (Robinson i sur., 2018) možemo uočiti da su pripadnici prve skupine intervencijskih snaga nešto lakši od stranih pripadnika policije, te da su pripadnici druge skupine intervencijskih snaga nešto teži, ali ne statistički značajno, prema rezultatima (Robinson i sur., 2018). Dobivene rezultate tjelesne mase (ATT) možemo pripisati zadovoljavajućoj učestalosti specijalističke obuke, udarnih i održavajućih mikrociklusa specijalističke obuke, individualiziranim treninzima, informacijskoj i energetskej komponenti opterećenja, individualnim i skupnim metodičkim organizacijskim oblicima rada (rad u stanicama, kružni oblik rada, poligon pješadijskih prepreka). Uspoređujući rezultate testa za procjenu brze i precizne promjene smjera kretanja, testu za procjenu agilnosti (4 x 18 m) (tablica 1 i tablica 2) (16,41s i 15,94 s) koji se statistički značajno razlikuju (tablica 3) s rezultatima domaćih autora (Jozić i Zečić, 2009) možemo konstatirati da rezultati u tablici 1 i u tablici 2 u rangu rezultata prijašnjih istraživanja (Jozić i Zečić, 2009). Rezultati nas upućuju na zaključak da pripadnici intervencijskih snaga posjeduju optimalnu razinu agilnosti koja je bitna kod obavljanja različitih službenih poslova (upad i ulaz u objekte, kod pucnjave u bliskim borbama, borba u bliskim prostorima (engl. *Close Quarters Battle – CQB*) (Klarić, 2022; Sharps, 2022) koja zahtjeva primjenu različitih stavova i tehnika na „kontaktnim udaljenostima“, kako bi se policajci mogli brzo adaptirati na svaku urgentnu situaciju, primjene elemenata policijske samoobrane, zahvata za privođenje, izbjegavanja prijateljske vatre, „čišćenja kutova prostorija“ (Klarić, 2022). Bliske borbe, „izuzetno bliski susreti“ odnose se na situacije gdje je napadač na „kontaktnoj udaljenosti“ ili odmah iznad vas.

**Tablica 2.** Deskriptivni parametri 2 skupine ispitanika

k=2	Descriptive Statistics (2_ZAVISNI), Include condition: k=2						
	Valid N	Mean	Minimum	Max	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis
ATT	31	89,03	65,00	100,00	8,58	-1,12	0,95
MSD	31	238,23	190,00	270,00	16,31	-0,68	1,30
ZGIB	31	10,19	4,00	19,00	3,43	0,21	0,33
„DIPSI“	31	17,58	8,00	28,00	3,95	-0,10	1,42
POD. TRUPA	31	67,81	35,00	92,00	14,08	-0,48	-0,12
2400 m	31	11,56	10,05	14,32	1,23	0,72	-0,40
4 X 18	31	15,94	14,68	18,40	0,80	0,86	1,68
BENCH70%TT	31	18,26	8,00	50,00	7,07	3,02	13,66
ĆUČANJ 60 s	31	47,97	31,00	56,00	6,30	-1,28	1,68

U tablici 2 vidljivi su rezultati deskriptivne statistike primijenjenog seta varijabli druge skupine pripadnika intervencijskih snaga. Uspoređujući rezultate eksplozivne snage donjih ekstremiteta, skoka u dalj s mjesta (MSD) (tablica 1., tablica 2 i tablica 3) možemo konstatirati da su rezultati eksplozivne snage donjih ekstremiteta druge skupine intervencijskih snaga (tablica 2) (MSD) statistički značajno bolji od rezultata prve skupine intervencijskih snaga (tablica 1). Prosječni rezultat eksplozivne snage donjih ekstremiteta (MSD) druge skupine intervencijskih snaga iznosi 238,23±8,58 cm (tablica 2) i statistički je značajno bolji je od prosječnog rezultata prve skupine intervencijskih snaga (MSD) koji iznosi 214,10±18,83 cm (tablica 1). Vrijednosti rezultata eksplozivne snage donjih ekstremiteta (MSD) (tablica 2) druge skupine intervencijskih snaga više su od vrijednosti rezultata ročnika Hrvatske vojske (226,00±21,22 cm), vojnih specijalaca (231,00±19,74 cm) kao i od rezultata vojnih pilota (207±19,26 cm) (Jukić i sur., 2008). Rezultati druge skupine intervencijskih snaga viši su i od rezultat eksplozivne snage donjih ekstremiteta naših marinaca (221,63±17,41 cm (Milavić i sur., 2010). Također je značajno istaknuti vrijednosti rezultata testa funkcionalnih sposobnosti, diskontinuirano trčanje do 2 400 m (2 400 m) čije su vrijednosti na granici statističke značajnosti razlika gdje je druga skupina intervencijskih snaga postigla prosječni rezultat 11,56 minuta, koji je bolji ali ne i statistički značajno bolji od prve skupine intervencijskih snaga. Navedene vrijednosti rezultata testa za procjenu funkcionalnih sposobnosti (2 400m) su niže u odnosu na postignuti prosječni rezultat na 2 400 m prema domaćim istraživačima (Jozić, Zečić, 2009) čije su vrijednosti iznosi-

le (11,01±10,88 min). Rezultat na upućuje na zaključak na nužno povećanje sadržaja opće i specijalističke tjelesne pripreme trenaznim elementima za unaprjeđenje funkcionalnih sposobnosti (ciklično kretanje različitim tempom do 1 600 m, ciklično kretanje različitim tempom do 2 400 m, ciklično kretanje različitim tempom od 8 000 m do 12 000 m).

**Tablica 3.** Rezultati Mann-Whitney U testa

varijable	Mann-Whitney U Test (w/ continuity correction) (1 i 2_ skupina_KPS_2023), By variable k, Marked tests are significant at p <,05000				
	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-value
ATT	944,00	1009,00	448,00	-0,45	0,65
MSD	653,50	1299,50	157,50	-4,54	<b>0,00</b>
ZGIB	912,00	1041,00	416,00	-0,90	0,37
„DIPSI“	825,00	1128,00	329,00	-2,13	<b>0,03</b>
POD.TRUPA	983,50	969,50	473,50	0,09	0,93
2400 m	1106,50	846,50	350,50	1,82	0,07
4X18	1129,50	823,50	327,50	2,15	<b>0,03</b>
BENCH 70% TT	930,00	1023,00	434,00	-0,65	0,52
ČUČNJEVI 60 sec.	1024,50	928,50	432,50	0,67	0,50

U tablici 3 vidljivi su rezultati Mann-Whitney U testa za nezavisne uzorke. Rezultati nam pokazuju da se dvije nezavisne skupine pripadnika interventne policije statistički značajno razlikuju u tri testa za procjenu bazičnih motoričkih sposobnosti: testu za procjenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta, skoku u dalj s mjesta (MSD), testu za procjenu repetitivne relativne snage muskulature ruku i ramenog pojasa, muskulature trupa („DIPSI“), testu agilnosti (4 x 18 m). Ispitanici se statistički značajno razlikuju u prezentiranoj razini eksplozivne snage donjih ekstremiteta (MSD), koja je prema Jukić i sur, 2008; Jozić, 2020) sposobnost aktiviranja maksimalnog broja mišićnih jedinica u što kraćoj jedinici vremena, ista je reprezentant situacijske efikasnosti, uspješnosti u gotovo svim specifičnim aktivnostima koje zahtijevaju prezentaciju i održanje najviše razine mišićne sile u najkraćoj jedinici vremena. Bolje rezultate druge skupine intervencijskih snaga u odnosu na prvu skupinu intervencijskih snaga možemo pripisati s jedne strane povećanom broju sati službene specijalističke obuke, policijskog integralnog treninga, individualnim treninzima pripadnika intervencijskih snaga koji su također vjerojatno unaprijedili pozitivnu razinu bazičnih motoričkih sposobnosti druge skupine i vjerojatno i višoj razini intrinzične motivacije druge skupine policijskih službenika. Odnosno, rezultate druge skupine intervencijskih snaga možemo također pripisati i trenaznim elementima tipa sprinta/trčanja s opremom i bez opreme, penjanje uz konop s opterećenjem i bez opterećenja, trčanja niz i uz stubišta /kosine, sa i bez svjetla, plivanje sa opremom i bez specifične opreme, hodnjama po snijegu, usavršavanju elemenata policijske samoobrane (sparing, borbe u „stojci“ i u parteru), sve s ciljem unaprjeđenja situacijske pripreme za urgentne i visoko stresne situacije.

#### 4. ZAKLJUČAK

Rezultati rada prezentirali su postojanje statistički značajnih razlika u efektima dva neovisna jednogodišnja ciklusa opće i specijalističke tjelesne pripreme kod pripadnika intervencijskih snaga. Rezultati (tablica 1, tablica 2 i tablica 3) pokazuju da se dvije nezavisne skupine pripadnika interventne policije statistički značajno razlikuju u tri testa za procjenu razine motoričkih sposobnosti: testu za procjenu eksplozivne snage donjih ekstremiteta, skoku u dalj s mjesta (MSD), testu za procjenu repetitivne relativne snage muskulature ruku i ramenog pojasa, muskulature trupa („DIPSI“), testu agilnosti (4 x 18 m), rezultati Mann-Whitney U testa (tablica 3). Rezultati testa za procjenu funkcionalnih sposobnosti (2 400 m) na upućuje na zaključak da je programa treninga prve skupine intervencijskih snaga neophodno pojačati sadržajima opće i specijalističke tjelesne pripreme elementima za unaprjeđenje funkcionalnih sposobnosti (ciklično kretanje različitim tempom do 1 600 m, ciklično kretanje različitim tempom do 2 400 m, ciklično kretanje različitim tempom od 8 000 m do 12 000 m). Gledajući s pozicije policijskog treninga adekvatna razina funkcionalnih sposobnosti je *conditio sine qua non* za očekivani razvoj i održavanje velikog broja moto-

ričkih sposobnosti kao i antropometrijskih karakteristika. Visoka razina funkcionalnih sposobnosti kvalitetno utječe na brzinu oporavka nakon provedbe sustava specijalističke obuke najviše razine opterećenja.

Prezentirane rezultate (tablica 1., tablica 2 i tablica 3) možemo pripisati mnogobrojnim trenažnim sadržajima eksplozivnog karaktera, sadržajima za unaprjeđenje eksplozivne snage tipa sprinta (kratki sprintevi, ubrzanja sa i bez opterećenja, trčanja naprijed, nazad, jednonožnim i sunožnim skokovima, saskocima i naskocima, realizaciji elemenata policijske samoobrane). Na unaprjeđenje razine bazičnih motoričkih sposobnosti vjerojatno su pozitivno utjecali i realizirani trenažni sadržaji za razvoj funkcionalnih sposobnosti (aerobno-anaerobni trenažni sadržaji), trenažni sadržaji za razvoj eksplozivne snage tipa bacanja (judo bacanja, primjena specifičnog fitnes judo testa, treninzi sa „zvonicima“, slobodnim utezima, medicinkama različitih veličina i težina, pojedinačno, u paru i u skupinama). Značajno je naglasiti vjerojatne kumulativne učinke policijskog integralnog treninga, treninga elemenata policijske samoobrane (elementi juda, karatea, boksa...), sparinga, borbi u „stojci“ i u parteru (Šalaj i Šalaj, 2011; Taverniers i De Boeck, 2013; 2019; Jozić, 2020) koji utječu na ukupnu efikasnost godišnjih ciklusa specijalističke obuke. Pripadnici intervencijskih snaga za kvalitetno obavljanje službenih zadaća moraju biti kvalitetno pripremljeni jer su policijska postupanja stresna a sami „vatreni obračuni“ znaju biti nasilni, visoko kaotični, kao i izuzetno brzo odvijajući događaji, ako iza policijskih službenika postoji realistično utemeljena obuka oni vjerojatno imaju plan postupanja, oni imaju ogromnu taktičku prednost koja je rezultat kontinuirane obuke.

## 5. LITERATURA

1. Artwohl, A. i Christensen, L. W. (1997). *Deadly force encounters: what cops need to know to mentally and physically prepare for and survive a gunfight*. Boulder: Paladin Press.
2. Drid, P., Trivić, T. i Obadov, S. (2009). Primjena specifičnog fitnes džudo testa u procjeni stanja treniranosti džudaša. *U S. Šalaj, C. Gregov, D. Milanović i I. Jukić (ur.), Kondicijska priprema sportaša 2009.*, str. 206–209. Zagreb: Kineziološki fakultet; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
3. Jozić, M. i Zečić, M. (2009). Trening izdržljivosti za pripadnike interventne policije MUP-a RH. *U I. Jukić, D. Milanović, C. Gregov i S. Šalaj (ur.), Trening izdržljivosti: 7 međunarodna konferencija Kondicijska priprema sportaša*, 245-249. Zagreb: Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
4. Jozić, M., Zečić, M., Turk, Ž. i Veseljak, D. (2016). Efikasnost treninga specijalističke obuke s naglaskom na elemente samoobrane i judo treninga kod policijskih službenika interventne policije. *U V. Findak (ur.), 25. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske „Kineziologija i područja edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije u razvitku hrvatskog društva“*, str. 209–215. Poreč: Hrvatski kineziološki savez.
5. Jozić, M. i Zečić, M. (2016). Efekti programa specijalističke obuke za brzo podizanje motoričkih sposobnosti pripadnika interventne policije s ciljem umanjavanja utjecaja različitih negativnih čimbenika. *U I. Jukić, C. Gregov, S. Šalaj, L. Milanović i V. Wertheimer (ur.), Kondicijska priprema sportaša 14*, str. 199-203. Zagreb: Kineziološki fakultet; Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
6. Jozić, M. (2020). *Razlike između pripadnika interventne i specijalne policije u morfološkim i motoričkim obilježjima i u uspješnosti gađanja vatrenim oružjem*. (Doktorski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
7. Jozić, M., Sertić, H., Biletić, I., Jozić, J., Lauš, D. i Bošnjak, M. (2022). Procjena važnosti nekih elemenata specijalističke obuke mlađih i starijih pripadnika interventne policije i njihova uloga u stresnim situacijama. *U L. Milanović, V. Wertheimer, I. Jukić i I. Krakan (ur.), Kondicijska priprema sportaša 2022: zbornik radova*, str. 520-524. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.
8. Klarić, M. (2022). Borba u bliskim i urbanim prostorima (CQB/MOUT) za pripadnike specijalnih snaga: priručnik za obuku. *Ministarstvo obrane Republike Hrvatske, Glavni stožer Oružanih snaga Republike Hrvatske*.
9. Lauš, D., Begović, A. i Car, A. (2015). Utjecaj policijskog treninga na razinu doživljenog stresa policijskih službenika. *Policija i sigurnost*, 24 (3/2015), 201-211.
10. Miklečić, D. (2003). Obuka u interventnim jedinicama policije: opća i specijalna tjelesna priprema. *Policija i Sigurnost*, 12 (4-6), 252–264.
11. Milavić, B., Guć, D. i Maleš, B. (2010). Jesu li brzina, agilnost i eksplozivna snaga potrebne u selekciji mornara? *U I. Jukić, C. Gregov, L. Milanović i T. Trošt-Bobić (ur.), Zbornik radova 8. godišnje međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša 2010. – Trening brzine, agilnosti i eksplozivnosti*, str. 548-551. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga kondicijskih trenera Hrvatske.

12. Robinson, J., Roberts, A., Irving, S. i Orr, R. (2018). Aerobic fitness is of greater importance than strength and power in the load carriage performance of specialist police. *International Journal of Exercise Science*, 11(4), 987-998.
13. Sharps, M. J. (2022). Processing under pressure: Stress, memory, and decision-making in law enforcement. *Looseleaf Law Publications*, Inc.
14. Šalaj, D. i Šalaj, S. (2011). Kondicijska priprema specijalne policije Republike Hrvatske – Antiteroristička jedinica Lučko. *Kondicijski trening*, 9(1), 59-70.
15. Taverniers, J. i De Boeck, P. (2013). Force-on-Force Handgun Practice. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 56(2), 403–413. doi:10.1177/0018720813489148.





# 8. dio

Kondicijski trening  
djece i mladih

Physical  
conditioning of  
children and youth

# EFEKT RELATIVNE DOBI U EUROPSKIM NOGOMETNIM LIGAMA

Marino Biliškov, Josip Andabak, Ante Rađa, Marko Erceg  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Splitu*

## 1. UVOD

Suvremeni sport pa tako i nogomet zahtjeva temeljito i sukcesivno praćenje te provjeravanje cjelokupnog antropološkog statusa sportaša. Generalno gledajući možda i najveću konkurenciju za uspjeh u nekom sportu imaju upravo nogometaši. U uvjetima enormnog broja nogometaša treba imati dobre filtere (selekciju) kako bi kroz nogometne akademije i škole nogometa napredovali bolji, kvalitetniji i talentiraniji mladi sportaši, budući profesionalci. Mladi sportaši pa tako i nogometaši se uglavnom grupiraju po godištim (kronološki od siječnja do prosinca pojedine godine), iako neki autori navode kako takvo grupiranje može biti pogrešno te bi se trebalo razmisliti o alternativnim rješenjima grupiranja igrača (Dvorak i sur. 2007). Unutar jedne dobne kategorije može biti i 12 mjeseci razlike. U nogometu se problem multiplicira zato što su pojedini uzrasti grupirani po dvije kalendarske godine. Iako razlika od godinu dana (kronološka) nije pretjerano značajna kod seniora profesionalaca kod djece koja se počinju baviti nogometom ta razlika može biti i 10-15 % ukupne životne starosti što je iznimno velika razlika. Kronološki zrelija djeca u pravilu imaju bolje razvijene kognitivne sposobnosti, emocionalno su zrelija, te viša, snažnija i brža što ih na terenu čini boljima od relativno mlađih vršnjaka. Razlika u kronološkoj dobi između igrača rođenih u jednoj kalendarskoj godini još je poznata i kao efekt relativne dobi. Efekt relativne dobi u sportu se očituje u selekciji u korist igrača rođenih početkom godine jer su stariji i tjelesno razvijeniji te se očekuje kako će biti puno više tih igrača u mlađim kategorijama u odnosu na one koji su rođeni krajem godine. Mladi igrači koji se pokazuju kao talenti su odabrani u nacionalne selekcije i to predstavlja prvi korak u profesionalnoj karijeri. Takav efekt se ne očekuje u profesionalnom, seniorskom statusu te će se kroz ovaj rad pokušati ustanoviti postoji li efekt relativne dobi kod seniora potencijalno (vjerojatno) uzrokovan odabirima igrača u mladosti. Osnovni cilj istraživanja je bio utvrditi postojanje efekta relativne dobi u elitnim nogometnim ligama (1. i 2. liga) iz Njemačke, Italije i Francuske.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika sačinjavalo je 3160 nogometaša iz europskih nogometnih liga, i to: Njemačka (Bundesliga, Bundesliga 2), Francuska (Ligue 1, Ligue 2) i Italija (Serie A, Serie B). Od navedenih 3160 igrača 924 igrača nastupala su u njemačkim ligama, 1060 igrača u francuskoj prvoj i drugoj ligi te je 1176 igrača bilo iz talijanske prve i druge lige.

### 2.2. UZORAK VARIJABLI

Uzorak varijabli bili su datumi rođenja 3160 nogometaša, koji su poslije grupirani u kvartale odnosno tromjesečja, te su na kraju grupirani u polugodine, odnosno igrače koji su bili rođeni u prvih 6 mjeseci i igrače koji su bili rođeni u drugih 6 mjeseci.

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Metode obrade podataka uključivale se izračunavanje  $hi$  – kvadrat testa, a uz pomoć očekivanih i dobivenih frekvencija utvrđivalo se postojanje efekta relativne dobi. Hipoteze su testirane uz nivo statističke značajnosti  $p < 0.05$ .



### 3. REZULTATI I RAPRAVA

**Tablica 1.** Zastupljenost nogometaša po mjesecima rođenja

Mjesec	Zabilježeno	Razlika zabilježeno/ očekivano	
1.	339	75,67	
2.	328	64,67	
3.	351	87,67	
4.	301	37,67	
5.	289	25,67	
6.	280	16,67	Chi-Square = 152,59
7.	227	-36,33	df = 11
8.	251	-12,33	p = 0,000
9.	236	-27,33	
10.	192	-71,33	
11.	186	-77,33	
12.	180	-83,33	

Legenda: Chi-square – vrijednost Hi kvadrat testa, df – stupnjevi slobode, p – statistička značajnost

Kao što je vidljivo iz Tablice 1. postoji značajno više igrača rođenih u prvim mjesecima godine u odnosu na one rođene krajem kalendarske godine (Hi-kvadrat = 152.59,  $p=0,000$ ). Od siječnja do lipnja bilježi se više igrača od očekivanog, a od srpnja do prosinca manje igrača od očekivanog. Najviše igrača rođeno je u mjesecima ožujku i siječnju, a najmanje u studenom i prosincu. Ovakvi rezultati su donekle očekivani te se može kazati kako se slažu s rezultatima prethodnih studija (Barnsley i sur. 1992., Gutierrez i sur. 2010). Njihovim istraživanjima ustanovljena je povezanost između igrača rođenih početkom godine i uspjeha u međunarodnom nogometu. Efekt relativne dobi imao je jači utjecaj kod mlađih dobnih kategorija iako je bio prisutan i kod starijih dobnih skupina.

**Tablica 2.** Zastupljenost nogometaša po kvartalima

Kvartal	Zabilježeno	Razlika zabilježeno/ očekivano	
1.	1018	228,00	
2.	870	80,00	Chi-Square = 149,35
3.	714	-76,00	df = 3
4.	558	-232,00	p = 0,000

Legenda: Chi-square – vrijednost Hi kvadrat testa, df – stupnjevi slobode, p – statistička značajnost

Može se primjetiti u Tablici 2. kako je u prva dva kvartala u godini rođeno više igrača nego što je očekivano, dok je u 3. i 4. kvartalu rođeno manje igrača u odnosu na očekivane rezultate. Ovako dobiveni rezultati slažu se s rezultatima istraživanja Helsen i sur. 2012., a u kojem su istraživači promatrajući 10-godišnji interval ustanovili kako ne postoje promjene u ovom efektu što znači kako je ovakav problem, odnosno efekt relativne dobi i dalje prisutan.

**Tablica 3.** Zastupljenost nogometaša po polugodini

Polugodina	Zabilježeno	Razlika zabilježeno/ očekivano	
1.	1888	308,0	Chi-Square = 120,08
2.	1272	-308,0	df = 1
			p = 0,000

Legenda: Chi-square – vrijednost Hi kvadrat testa, df – stupnjevi slobode, p – statistička značajnost

Pregledom Tablice 3. može se uočiti kako je u prvih 6 mjeseci rođeno znatno više nogometaša odnosno njih 1888, dok je u drugoj polovici godine rođeno njih 1272. Rezultati sugeriraju (za promatrani uzorak ispitanika) kako se u navedenim europskim ligama nalazi otprilike 300 igrača više iz prve polovine godine te oko 300 igrača manje iz druge polovine godine. Ovi podaci su vjerojatno produkt pogrešne selekcije u mlađim dobnim kategorijama. Nadalje, iz tablice je vidljivo kako je 600-injak igrača više rođenih u prvoj polugodini u odnosu na drugu polugodinu. Rezultati ovog istraživanja slažu se sa rezultatima prethodnih studija (Glamser i sur. 2004). Kao i u brojnim drugim aspektima nogometne igre, nepoznavanje materije dovodi do pogrešaka, transverzalnim mjerenjima ili subjektivnim procjenama donose se odluke o selekciji igrača koje mogu imati dalekosežne posljedice što je jasno vidljivo pregledom dosadašnjih istraživanja kako u nogometu tako i u drugim sportovima. Prije svega potrebno je educirati same trenere kako bi bili svjesni implikacija svojih odluka. Nadalje, u klubovima bi se trebala provoditi longitudinalna praćenja jer se takvim mjerenjima mogu analizirati promjene u statusu igrača ali i tempo samog razvoja. Prilikom odabira talenata bilo bi dobro da je uključen i veći broj eksperata i stručnjaka kako bi se igrače sveobuhvatno procijenilo. Na ovakav način, potencijalno bi se mogao smanjiti utjecaj efekta relativne dobi.

#### 4. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja potvrđuju postojanje efekta relativne dobi u europskim nogometnim ligama. Relativno starija djeca uglavnom imaju razvijenije različite dimenzije antropološkog statusa te bivaju selektirana u bolje ekipe, dok relativno mlađa djeca zbog trenutno slabijih sposobnosti češće odustaju od sporta (Gil i sur. 2007, Helsen, Starkes i Van Winckel 2000, Augste i Lames 2011). Efekt relativne dobi je široko rasprostranjen i prisutan u gotovo svim sportovima, a poseban značaj ima u fazi ubrzanog razvoja djece (pubertet) kada su efekti kronološke i biološke zrelosti iznimno značajni (Musch i Grodin 2001, Helsen, Van Winckel i Williams 2005, Delorme, Boiché i Raspaud 2010). Iako detaljno dokumentiran, ovaj efekt nema naznaku smanjivanja. Dapače, novije studije ukazuju na rast ovog efekta (Cobley, Schorer i Baker 2008, Nolan i Howell 2010, Helsen i sur. 2012). Igrači koji su selektirani kao talenti igraju u najboljim klubovima, te imaju najbolje uvjete za razvoj. Na taj način mladi igrači imaju veću šansu napraviti profesionalnu nogometnu karijeru. Moguća rješenja nisu jednostavna i podrazumijevaju visoku obrazovanost i edukaciju trenera. Nadalje, nužno je i klubovima ukazati na činjenicu kako se talenti „gube“ zbog prerane selekcije i specijalizacije. Potrebno je pružiti jednaku šansu svim igračima, osobito mogućnost za napredovanje, a kroz igru i utakmice dati dovoljno prostora i onima koji su trenutno „malo“ slabiji ili sporiji jer među njima je sigurno dio igrača koji će vremenom dostići vršnjake te će se trenutne razlike izgubiti. U konačnici, što je najteži dio procesa detekcije talenata, bilo bi uputno procjenjivati igrače s onim „što bi mogli biti“ a ne s onim „što su trenutno“.

#### 5. LITERATURA

1. Augste, C. & Lames, M. (2011). The relative age effect and success in German elite U-17 soccer teams. *Journal of sports sciences*, 29(9), 983-987.
2. Barnsley, R. H., Thompson, A. H. & Legault, P. (1992). Family planning: Football style. The relative age effect in football. *International Review for the Sociology of Sport*, 27(1), 77-87.
3. Cobley, S. P., Schorer, J. & Baker, J. (2008). Relative age effects in professional German soccer: A historical analysis. *Journal of sports sciences*, 26(14), 1531-1538.
4. Gutierrez; D., Del Campo, D., Pastor Vicedo, J. C., Gonzalez Villora, S. & Contreras Jordan, O. R.. (2010). The relative age effect in youth soccer players from Spain. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 190-198.
5. Gil, S., Ruiz, F., Irazusta, A., Gil, J. & Irazusta, J. (2007). Selection of young soccer players in terms of anthropometric and physiological factors. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 47(1), 25-32.
6. Glamser, F. D. & Vincent, J. (2004). The relative age effect among elite American youth soccer players. *Journal of sport Behavior*, 27(1), 31-38.
7. Helsen, W. F., Starkes, J. L. & Van Winckel, J. (2000). Effect of a change in selection year on success in male soccer players. *American Journal of Human Biology*, 12(6), 729-735.
8. Helsen, W. F., Van Winckel, J. & Williams, A. M. (2005). The relative age effect in youth soccer across Europe. *Journal of sports sciences*, 23(6), 629-636.

9. Helsen, W. F., Baker, J., Michiels, S., Schorer, J., Van Winckel, J. & Williams, A. M. (2012). The relative age effect in European professional soccer: Did ten years of research make any difference?. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1665-1671.
10. Musch, J. & Grondin, S. (2001). Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Developmental review*, 21(2), 147-167.
11. Nolan, J. E. & Howell, G. (2010). Hockey success and birth date: The relative age effect revisited. *International Review for the Sociology of Sport*, 45(4), 507-512.

# BAZIČNE VJEŽBE ZA RAZVOJ KOORDINACIJE NOGOMETAŠA U 9 I U 10 GODINA

Zvonimir Jambrušić<sup>1</sup>, Josipa Nakić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

Prema Bompri (2006.), koordinacija je sposobnost upravljanja pokretima cijelog tijela ili dijelova lokomotornog sustava. Također se može opisati kao sposobnost izvođenja jednostavnih i složenih pokreta, odnosno sposobnost izvedbe kompleksnih kretanja, ali i brzog učenja novih pokreta i brze izmjene jednoga kretanja s drugim (Drabik, 1996).

Prema Drabiku (1996.) koordinacija se sastoji od sljedećih komponenata: ritmičnost, ravnoteža, sposobnost reakcije, sposobnost kinestetičke diferencijacije, orijentacija u prostoru, adekvatnost kretanja i sinkronizacija pokreta. Prema istom autoru, na koordinaciju utječe više faktora: inteligencija sportaša (mogućnost rješavanja kompleksnih, nepredvidivih motoričkih zadataka), sustavan trening (unapređuje kinestetička osjetila i na taj način koordinaciju, preciznost i brzinu pokreta); stečena motorička znanja (motoričko iskustvo) te razina razvijenosti drugih motoričkih sposobnosti (niska razina razvijenosti brzine, snage, izdržljivosti, fleksibilnosti i drugih motoričkih sposobnosti loše utječe na koordinaciju). Prema Ercegu i suradnicima (2018.) u nogometu imamo 4 faze razvoja: 1. faza je od 5. do 8. godine života, druga faza je od 9. do 12. godine, 3. faza je od 13. do 16. godine i 4. faza je od 17. do 19. godine. Prva faza se sastoji od 50% sadržaja univerzalnih sportskih škola (atletska škola, trčanja, skipovi, frekvencija pokreta, gimnastički elementi, padovi, kotrljanja, skokovi, poskoci, okreti, igre, štafete), dok drugih 50% čine lakši tehnički nogometni elementi koje provodimo kroz razne igre (vođenje, primanje i udaranje lopte). U drugoj fazi smanjuje se udio višestrane pripreme, a veći naglasak stavlja se na specifičnu pripremu. Ta faza služi za usavršavanje i stabilizaciju bazičnih motoričkih sposobnosti. Najveća se pažnja u ovoj fazi treba usmjeriti prema genetski visoko uvjetovanim sposobnosti kao što su agilnost, brzina, eksplozivna snaga i za nogomet u toj dobi najvažnija manipulacija loptom (specifična koordinacija) (Erceg i suradnici., 2018.). Postoje bazične i specifične vježbe koordinacije, a ovaj rad prikazuje i objašnjava bazične vježbe koordinacije prilagođene djeci nogometašima U 9 i U 10 godina.

## 2. BAZIČNE VJEŽBE ZA RAZVOJ KOORDINACIJE U 9 I U 10 GOD.

Iz radova Gredelja i suradnika (1975.) može se doći do zaključka da ukupni kapacitet koordinacijskih sposobnosti čini sve one potencijale koji ujedno determiniraju i cjelokupnu čovjekovu motoriku. Prema tome koordinacija je jedina motorička sposobnost koja sadrži sve ili skoro sve karakteristike motoričkog prostora (Idrizović, 2011.). Na osnovi svih saznanja postoji mnoštvo različitih struktura koordinacije, ali jedna od temeljnih podjela je ona na bazičnu i specifičnu koordinaciju. Pod bazičnom, dakle, općom koordinacijom se podrazumijeva neuromuskularno determinirano svojstvo, koje predstavlja sposobnost eksploatacije, vremenski, energetski i motoričko određenih, snažnih, brzinskih i izdržljivih mišićnih potencijala u cilju realizacije općih kretnih struktura različitog kompleksiteta (Idrizović, 2011.).





Bazična koordinacija u nogometu predstavlja onu koordinaciju čije očitovanje nije vezano uz tehniku u nogometu, nego se odnosi na usvajanje bilo kojeg motoričkog zadatka, ona je temelj za razvoj specifične koordinacije. Prema Drabiku (1996.), svestrani razvoj i raznovrsnost sportaša u daljnjim etapama sportske specijalizacije ovisit će o sustavnom radu na bazičnoj koordinaciji. U treningu bazične koordinacije nogometaša U 9 i U 10 godina sudjeluju velike mišićne skupine u pokretima cijelog tijela kao što su trčanja, hodanja, skakanja i održavanja ravnotežnih položaja, a djeca to izvode kroz igru. Prirodni oblici kretanja,


elementi tehnike i metodičke vježbe su sadržaji koji se primjenjuju u treniranju bazičnih koordinacijskih sposobnosti. Svi ti sadržaji dominantno se primjenjuju kroz igru. Važno je da sva djeca sudjeluju aktivno i da su opterećenja prilagođena individualnim sposobnostima. U toj dobi česte su greške koje se pojavljuju kod izvođenja pojedinih gibanja, stoga je važno pružiti pravovremenu pomoć i korekciju pri izvođenju.




Temeljna usmjerenost razvoja koordinacije treba ići k poboljšanju krajnjih efekata nogometne igre u čijoj pozadini je sposobnost koju integrirano čine svi segmenti koordinacije – balans, ravnoteža, kvalitetno izvođenje starta, kvalitetno zaustavljanje, promjena pravca kretanja, promjena ritma kretanja (Komes, 2011.). Koordinacijski kapaciteti nogometaša U 9 i U 10 godina podrazumijevaju osnovne vježbe reakcije, ravnoteže, prostorno-vremenske orijentacije i povezivanje različitih motoričkih programa (kao trčanja sa skakanjem i bacanjem, trčanja s različitim smjerovima i namjerama, reakcije iz različitih situacija i pozicija itd.) (Jovanović i sur., 2011.) Iz mnoštva raznih faktora koordinacije najinteresantnija se čini ona prema Vučetiću i suradnicima (2011.) koji dijele koordinaciju na dva faktora višeg reda: faktor prostorno vremenske koordinacije i faktor neuromuskularne koordinacije. Ovaj rad će se orijentirati samo na prostorno vremensku koordinaciju koja se sastoji od 5 podfaktora, a to su: kontrola pokreta, agilnost, timing, ravnoteža i preciznost (Vučetić i sur., 2011).

Bazične vježbe koordinacije opisane su tekstualno, te videozapisom. Pored opisa svake vježbe nalazi se QR kod koji omogućuje prikazivanje navedenih videozapisa na web stranici [www.youtube.com](http://www.youtube.com), na način da se skeniraju pomoću odgovarajuće aplikacije.





Primjeri sadržaja za razvoj bazične koordinacije nogometaša U 9 i U 10 godina.

1. Vježbe za razvoj kontrole pokreta				
R. br.	Naziv vježbe	Faktor koordinacije	Opis	QR kod
1.1.	Hodanje u uporu za rukama	koordinacija ruku, nogu i cijelog tijela	početna pozicija je u „push up“ poziciji. Koljena i lakti su savijeni. Važno je da zglobovi lakta nisu zaključani. Ramena i trup trebaju biti čvrsti i stabilni. Aktivirati mišiće trupa i scapulo-torakalnog zgloba u stabilizacijskoj funkciji. Kretanje se radi na način da pokret započinje lijevom rukom, slijedi desna noga, zatim desna ruka pa lijeva noga tj. 1-2-3-4- ritam.	
1.2.	Bacanje loptice u zid i hvatanje drugom rukom	koordinacija ruku	stav je dijagonalni ili paralelni, loptica je u lijevoj ruci, te se baca u zid i hvata drugom rukom. Nakon toga loptica se ponovno baca u zid i hvata drugom rukom te tako naizmjenično. Udaljenost od zida je 2 do 3 metra.	
1.3.	Sunožni poskoci lijevo-desno, naprijed-nazad	koordinacija nogu	stopala su paralelna, odrazom objema nogama rade se skokovi naprijed-nazad, te u stranu lijevo-desno unutar kvadrata koji je podijeljen na četiri dijela. Koljena se ne podižu previsoko, doskok je obavezno na prednji dio stopala i mekan. Trup je cijelo vrijeme uspravan i važan je usklađen rad rukama i nogama.	
1.4.	Žongliranje balona nogom	koordinacija ruku, nogu i cijelog tijela	tijelo je malo nagnuto prema naprijed. Ruke su raširene i savijene u laktovima, te se žongliranje izvodi sredinom hrpta stopala. Balon se udara zategnutim hrptom stopala, ali ne prejako već da leti do visine prsa. Noga je prije udarca savijena te se tokom udarca opruža i spušta na podlogu.	


2. Vježbe za razvoj agilnosti				
R. br.	Naziv vježbe	Faktor koordinacije	Opis	QR kod
2.1.	Niski skip kroz koordinacijske ljestve	frontalna	tijelo je uspravno, istovremeno pomicati nogu i suprotnu ruku prema naprijed. Pokret noge kreće iz kuka njezinim podizanjem, koljeno ide prema naprijed te se stopalo podiže na prednji dio stopala. Oslonac tijela se prebacuje na prednju nogu i automatski radi njezino opružanje te spušta petu na pod. Stopalo i skočni zglob su „mekani“ kod izvođenja ove vježbe.	




2.2.	Imitacija vođenja lopte donjom stranom stopala	lateralna	tijelo je okrenuto bočno od pravca kretanja i nagnuto je prema naprijed. Oslonačna noga je lagano savijena u koljenu, dok je noga kojom imitiramo vođenje lopte podignuta i savijena u koljenu, te je stopalo u poziciji simulacije manipulacije loptom.	
2.3.	Trčanje slalom između čunjeva	promjena smjera kretanja okretom	vježbač se nalazi ispred čunja na startnoj liniji i na znak trenera trči što brže između čunjeva, nastojeći da ih pritom ne dira. Kod trčanja tijelo je u uspravnom položaju, s laganim pretklonom, pogled usmjeren ispred sebe. Rad ruku i nogu je sinkroniziran, ruke se kreću suprotno od noge na istoj strani u smjeru naprijed-nazad. Kod promjene smjera kretanja tijelom radimo blagi otklon u stranu u koju želimo ići te spuštamo centar težišta tijela.	
2.4.	T-test	S kutnom promjenom smjera	koriste se 4 čunja u obliku slova T. Prvi čunj označava startnu i ciljnu liniju te je okomit na srednji čunj koji je udaljen 10 metara. Ostala dva čunja su u liniji sa srednjim čunjom i od njega su udaljeni 5 metara. Igrač se nalazi s obje noge iza startne linije i na znak kreće trčati prema srednjem čunju kojeg mora dotaknuti rukom. Kad dotakne srednji čunj bočno se kreće do lijevog čunja kojeg također mora dotaknuti rukom te nastavlja bočnim kretanjem do desnog čunja i natrag do središnjeg. Od središnjeg čunja do ciljne linije kreće se unatrag.	

### 3. Vježbe za razvoj timinga




R. br.	Naziv vježbe	Faktor koordinacije	Opis	QR kod
3.1.	Prebacivanje loptice iz lijeve ruke u desnu i obratno	ruka oko	igrač je u raskoračnom stavu, noge su raširene u širini ramena i opružene. Ruke su maksimalno raširene i opružene. Tijelo je uspravno, pogled je na lopticu. Lopticu drži u jednoj ruci te ju izbacuje preko glave u drugu ruku.	
3.2.	Dotakni nogom kapicu	noga oko	ispred igrača nalaze se četiri kapice crvene, bijele, žute i plave boje. Trener nasumično govori te četiri boje, a igrač mora što brže nogom taknuti kapicu te boje. Ovo je vježba za razvoj kognitivne i motoričke komponente koordinacije.	
3.3.	Žongliranje balona glavom	tijelo oko	tijelo je uspravno, vrat je krut, oči otvorene, usta zatvorena, ruke su podignute u visini ramena i lagano pogrčene prema unutra u laktovima. Balon udaramo vrhom čela, prije udarca tijelo se spušta u koljenima i kukovima i naglim podizanjem tijela te udarcem glave odbijamo balon okomito prema gore i pokušavamo ga što duže držati u zraku. Pogled je cijelo vrijeme usmjeren na balon.	
3.4.	Uhvati lopticu	brzina reakcije	igrač stoji na udaljenosti 1,5-2 metra od trenera ili suigrača. Tijelo je uspravno, pogled prema naprijed, stav je paralelni, ruke su uz tijelo. Trener ili suigrač baca lopticu bilo gdje pored igrača. Igrač treba što brže reagirati rukama i uhvatiti lopticu.	

### 4. Vježbe za razvoj ravnoteže

R. br.	Naziv vježbe	Faktor koordinacije	Opis	QR kod
4.1.	Trčanje po linijama i točkama	dinamička	igrač se nalazi na početku poligona te u što kraćem vremenu mora proći poligon trčeći po linijama i točkama, pritom pazеći da nogama staje na liniju i točku. Igrač sam bira smjer u kojem će ići. Zadatak se izvodi trčeći na prednjem dijelu stopala.	

4.2.	Vaga	Statička	igrač stoji na jednoj nozi, drugom nogom radi zanoženje. Noga koja je u zanoženju je opružena i okomita na stajnu nogu. Tijelo radi pretklon sve do pozicije da je okomito na stajnu nogu. Pogled je prema naprijed, ruke su opružene i raširene i u toj se poziciji zadržimo 20-30 sekundi.	
4.3.	Mekana strunjača za ravnotežu	Statička	jednu nogu stavimo na mekanu strunjaču za ravnotežu, drugu polako podižemo u zrak, te pokušavamo zadržati ravnotežan položaj tijela. Ruke su raširene i pomažu u održavanju ravnotežnog položaja. Kada se uspostavi ravnotežni položaj, zadržavamo se u njemu 20-30 sekundi i zatim promjenimo noge.	
4.4.	Imitacija dodavanja visoke lopte na mekanoj strunjači za ravnotežu	Statička	jednu nogu stavimo na mekanu strunjaču za ravnotežu, drugu polako podižemo u zrak, te pokušavamo zadržati ravnotežan položaj tijela. Tijelo je u blagom pretklonu i koljeno je malo pogrčeno. Kada uspostavimo ravnotežan položaj igrač nogom koja je u zraku radi imitaciju udarca po lopti sredinom hrpta stopala. Rukama si pomaže održati ravnotežni položaj.	

#### 5. Vježbe za razvoj preciznosti

R. br.	Naziv vježbe	Faktor koordinacije	Opis	QR kod
5.1.	Vođenje loptice štapom	Ciljanje	igrač se nalazi na startnoj liniji sa štapom i lopticom. Na znak trenera kreće voditi lopticu štapom do čunja i nazad do ciljne linije. Cilj je u što kraćem vremenu prijeći zadani poligon. Loptica se smije dirati samo sa štapom.	
5.2.	Imitacija udarca nogom visoke lopte	Gađanje	igrač radi imitaciju udarca visoke lopte punim stopalom. Tijelo radi lagani otklon u stranu suprotnu od lopte, te je također u pretklonu. Stajna noga je na prednjem dijelu stopala i udaljena od lopte 10-15 centimetara. Težište tijela je prebačeno na nju. Nagibom tijela i prebacivanjem težišta tijela na stajnu nogu dobivamo dobru pokretljivost noge kojom udaramo loptu. Ruke su lagano savijene u laktovima. Noga kojom radimo udarac prvo radi zanoženje, zatim radi prednoženje u zglobu kuka i koljena. Stopalo je također maksimalno opruženo. Čunj služi kao orijentir na kojoj visini udaramo loptu.	
5.3.	Rušenje čunjeva pilates loptom	Gađanje i ciljanje	čunjevi su udaljeni od linije gađanja 9 metara i postavljeni su u obliku trokuta. Igrač nogom udara pilates loptu i nastoji s njom srušiti sve čunjeve. Zbog jačine udarca radi zalet od 3-4 koraka. Pilates loptu udara sredinom hrpta stopala ili unutarnjom stranom stopala.	

### 3. ZAKLJUČAK

Nogomet je jedan od najomiljenijih i najmasovnijih sportova djece i mladih. Kod nogometaša U 9 i U 10 godina koordinacija je najvažnija motorička sposobnost. Koordinacija je sposobnost upravljanja pokretima cijelog tijela ili dijelovima lokomotornog sustava, ali ona je i sposobnost izvođenja kompleksnih kretanja, brzog učenja novih pokreta, te brze izmjene jednog kretanja s drugim. Postoji više različitih podjela koordinacije po različitim autorima, ali jedna od temeljnih podjela je ona na bazičnu i specifičnu. Bazična koordinacija u nogometu predstavlja onu koordinaciju čije očitovanje nije vezano uz nogometnu tehniku, nego se odnosi na usvajanje bilo kojeg motoričkog zadatka i ona je temelj za razvoju specifične koordinacije. Kod nogometaša U 9 i U 10 godina u treningu bazične koordinacije važan je višestrani razvoj i da se vježbe što više izvode kroz igru. Bazične vježbe usko su vezane uz prirodne oblike kretanja. Nogometnom specijalizacijom treba se krenuti tek nakon što se automatiziraju bazične vježbe.

#### 4. LITERATURA

1. Bompá, T. (2006). *Teorija i metodologija treninga*. Zagreb: Gopal.
2. Drabik, J. (1996). *Children and Sports Training*, Stadion Publishing Company, Inc.
3. Erceg, M., Zagorac, N. i Katić, R. (2008). The impact of football training on motor development in male children. *Collegium Antropologicum*, 32(1), 241-247.
4. Gredelj, M., Hošek, A., Metikoš, D. & Momirović, K. (1975). Model hijerarhijske strukture motoričkih sposobnosti: 1. Rezultati dobiveni primjenom jednog neklasičnog postupka za procjenu latentnih dimenzija. *Kineziologija*, 5(1-2), 7-82.
5. Idrizović, K. (2011). Što je koordinacija? U I. Jukić (ur.), *Zbornik radova 9. godišnje međunarodne konferencije «Kondicijska priprema sportaša*, Zagreb, 25. i 26. veljače, 2011.
6. Jovanović, M., Sporiš, G., Mihačić, V. (2011). Koordinacijski kapaciteti nogometaša. U I. Jukić (ur.), *Zbornik radova 9. godišnje međunarodne konferencije „Kondicijska priprema sportaša“*, Zagreb, 25. i 26. veljače, 2011.
7. Komes, Z. (2011). Integrirani trening koordinacije u vrhunskom nogometu. U I. Jukić (ur.), *Zbornik radova 9. godišnje međunarodne konferencije „Kondicijska priprema sportaša“*, Zagreb, 25. i 26. veljače, 2011.
8. Vučetić, V., Sukreški, M., Zuber, D., Sporiš, G. (2011). Dijagnostički postupci za procjenu razine koordinacije sportaša. U I. Jukić (ur.), *Zbornik radova 9. godišnje međunarodne konferencije „Kondicijska priprema sportaša“*, Zagreb, 25. i 26. veljače, 2011.



# **SPECIJALIZACIJA GIMNASTIČARA NAKON UNIVERZALNOG PROGRAMA – KADA, KAKO I ZAŠTO?**

**Mauro Nemčanin**

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku*

## **1. UVOD**

Sportska gimnastika potječe iz naziva gimnasticiranje, a jedna od definiciji glasi: „gimnastika je način vježbanja koji od vježbača zahtijeva i razvija snagu, ravnotežu i agilnost, a može se izvoditi na ili sa spravama“, a gimnasticiranje je „vještina izvođenja gimnastičkih vježbi“ (Goodbody, 1983). Sportska gimnastika dijeli se na mušku i žensku. Muška sportska gimnastika obuhvaća šest disciplina: tlo, konj s hvataljkama, karike, preskok, ruče, preča, i posebna disciplina koja ujedinjuje sve sprave, često nazivana kraljevskom disciplinom, višeboj. Ženska gimnastika obuhvaća četiri discipline, a to su: tlo, dvovisinske ruče, preskok i greda. Sportska gimnastika od gimnastičara zahtjeva snagu, fleksibilnost, ravnotežu, koordinaciju, izdržljivost i motoričku kontrolu. Uz dobro razvijenu tehničku i kondicijsku pripremu, veliku važnost u gimnastici imaju i morfološke karakteristike. Kroz dosadašnja istraživanja koja su se bazirala na povezanosti morfoloških karakteristika sa uspjehom u gimnastici, najznačajnijom osobinom se pokazala tjelesna visina i težina (Možnik i sur., 2013). Trenutno, odlukom Hrvatskog gimnastičkog saveza (HGS), u Hrvatskoj postoji osam programa za sportsku gimnastiku, a to su: program za djecu s posebnim potrebama, program za odrasle, program za veterane, otvoreni program-leveli (stupnjevi ili razine), univerzalni program, obavezni program, slobodni program i apsolutni program. U ovom radu, naglasak će biti na univerzalnom programu, odnosno u kojem smjeru ići nakon što se isti savlada.

## **2. UNIVERZALNI PROGRAM**

Univerzalni program ima 3 natjecanja na državnoj razini i to: ekipno prvenstvo (EP), pojedinačno prvenstvo u višeboju (PV) i u pojedinačnoj konkurenciji po spravama (PP). Postoje dvije kategorije: mlađi dječaci (6-7 godina) i stariji dječaci (8-9 godina). Gimnastičar u dogovoru s trenerom proizvoljno bira na kojim će spravama nastupiti na Prvenstvu Hrvatske. Postoji pravilo koje glasi da na Prvenstvu Hrvatske u pojedinačnom plasmanu po spravama pravo nastupa ima po 10 najbolje plasiranih pojedinaca iz Hrvatske prema zbroju bodova iz jednog proljetnog i jednog jesenskog kola kupa Hrvatske, ali najviše po dva iz jednog kluba. Inače, svi gimnastičari koji započinju trenažni proces, kao i njihovi treneri, teže ka apsolutnom programu i cilj je napraviti vrhunski rezultat prvo na državnoj, pa i većoj razini. Univerzalni program je zapravo odličan „putokaz“ svim trenerima koji vrše trenažni postupak sa gimnastičarima jer ih na taj način navode na najbitnije motoričke zadatke i specifične elemente po pojedinim spravama. Ukoliko trener u toj dobi (6-9) godina ne može sa sigurnošću odlučiti kojoj spravi će se posvetiti u budućnosti s kojim gimnastičarom, pratit će program višeboja i pokušati ostvariti što bolju izvedbu po spravama. Nakon savladanog univerzalnog programa, trener sukladno stanju i rezultatima mladog gimnastičara, pokušava istodobno napredovati na svim spravama učeći i usvajajući nove elemente.

Tijekom sljedećeg razdoblja, koje će trajati dvije i maksimalno četiri godine, uvidjet će na kojim spravama će pojedinac brže, odnosno sporije napredovati. Razdoblje od dvije do četiri godine se spominje iz razloga što prvo veliko natjecanje (npr. Europsko prvenstvo), dolazi za pet ili šest godina od završetka univerzalnog programa. Kako bi trener na vrijeme mogao stići provesti plan sa gimnastičarom, te usvojiti i usavršiti sve elemente za zamisljenu izvedbu i ciljani rezultat u apsolutnom programu, potrebno je vrijeme od tri do četiri godine kontinuiranog treninga. Ne ulazeći u planiranje i programiranje treninga s obzirom na ciljeve istog, najčešći problem kod specijalizacije je što trener ne zna, i/ili ne želi odbaciti jednu ili više sprava. Također, problem kod specijalizacije stvaraju i želje gimnastičara, odnosno simpatiziranje

prema jednoj ili više sprava. Često je i trener taj koji ima krivu viziju o tome kakvog gimnastičara i na kojoj spravi želi stvoriti. Nažalost, puno današnjih trenera dopušta, i gubi vrijeme na spravama koje nažalost, u budućnosti neće moći donjeti nikakav rezultat. Cilj vrhunске sportske gimnastike nije stvoriti prvaka Hrvatske (gdje je konkurencija na pojedinim spravama zbog manjka natjecatelja skoro pa i nepostojuća), već pokušati dotaknuti europski i svjetski vrh.

### 3. TRENAŽNI PROCES S MLADIM GIMNASTIČARIMA

Mnogi talentirani sportaši, uključujući gimnastičare, završavaju karijeru zbog neadekvatnog, monotonog i predimenzioniranog treninga, i kao takav uzrokuje ozljedu i odsutnost treninga zbog potrebe za motivacijom (Čoh, 2019). Tijekom prvih par godina kontinuiranog treninga, nakon što se razviju motoričke sposobnosti koje su bitne kako bi gimnastičari mogli izvoditi iznimno zahtjevne elemente, vrlo je bitno što ranije početi sa natjecanjima, nebitno na kojoj razini.

Mladim gimnastičarima to vrlo važno zbog motivacije jer je trenažni postupak vrlo dugačak, fizički naporan te pomalo emocionalno uskraćen zbog velike količine vremena provedenog na pripremi za izvedbu elemenata. Bitno je natjecati se, kako bi se mogli adaptirati i osjetiti zahtjeve natjecateljskih uvjeta, njihovo pravo na samo jedan pokušaj izvedbe vježbe i susretanje sa specifičnostima natjecanja (trema, manjak koncentracije i umor) u odnosu na sam trenažni proces (Brez, 2015). Prema istraživanjima (Ackland i sur., 2003), gimnastičari nižeg rasta i srednje visine imaju više izgleda za postizanje uspjeha u sportskoj gimnastici. Navedena istraživanja se odnose na sportaše koji vježbaju višeboj. Trendom specijalizacije se visoki gimnastičari mogu ravnopravno suprostaviti gimnastičarima nižeg rasta na određenim disciplinama.

### 4. SPECIJALIZACIJA ZA JEDNU ILI VIŠE SPRAVA

U današnje vrijeme gimnastičari se sve više specijaliziraju za jednu do dvije sprave jer je konkurencija velika i gotovo je nemoguće biti najbolji u višeboju i na pojedinoj spravi (Možnik i sur., 2009). Gimnastika u svijetu, kao i većina individualnih bazičnih sportova, nije toliko medijski i sponzorski popraćena. Iz tog razloga, pogotovo u Hrvatskoj, sve je manje onih koji će moći cijeli svoj život posvetiti treningu i karijeri baš u sportskoj gimnastici. U Hrvatskoj, gdje je financijska potpora i usmjerenost od strane države znatno slabija nego u npr. nogometu, pa tako i financiranje klubova, gimnastičara i trenera, jedina mogućnost kako se probiti do nekog europskog ili svjetskog vrha, jest specijalizacija za jednu ili dvije sprave. Sa specijalizacijom mladih sportaša, treba biti vrlo oprezan. Uzimajući u obzir da je do devete godine života gimnastičar radio višeboj, i da nije napravljena još nikakva specijalizacija, tek tada dolazi na red trener-ska stručna procjena i vizija što dalje. Nakon završenog i savladanog univerzalnog programa, trener mora prepoznati koliko je njegov gimnastičar sposoban, i kojim tempom napreduje u sljedećih jednu ili najviše četiri godine. Imajući u obziru da trener zna još od postupka selekcije gimnastičara u kojem će se smjeru pojedini sportaš razvijati (morfološke karakteristike i građa tijela), trener mora donjeti objektivno odluku u kojem smjeru nastaviti.

Prvo što bi trener trebao napraviti, je početi smanjivati provedeno vrijeme na pojedinim spravama na kojima gimnastičar pokazuje usporeni razvoj i stagnaciju na određenim elementima, te usmjeriti većinu vremena na sprave koje su puno većeg potencijala za rezultat. Također, mora dati do znanja sportašu kako mu bolje ide na spravi na kojoj to i pokazuje, s ciljem jasne vizije gdje ima smisla ulagati vrijeme i trud. Nadalje, kako vrijeme prolazi, i trenažni proces napreduje, trener mora procijeniti koje će sprave potpuno izbaciti iz trenažnog procesa, jer kao i na svim spravama, postoji rizik od raznih ozljeda i bilo kakve prepreke koja će usporiti planirani trenažni proces.

### 5. OZLJEDE

Ozljede, kao i u svakom drugom sportu na vrhunskoj razini, neizbježne su. Specijalizacija ne ide u korist prevenciji i smanjivanju učestalosti ozljeda zbog stalnih ponavljajućih pokreta i elemenata koje se izvode na spravi. S druge strane, šansa da se gimnastičar ozljedi ako radi šest disciplina (višeboj) sigurno je veća nego da radi jednu disciplinu. Istraživanjem koje je provedeno 1990. godine, McNaught-Davis i sur., utvrđeno je da gimnastičari koji su imali visoko intenzivne treninge (ponavljanje istog pokreta i elemenata u određenom vremenu) imali su veću šansu za ozljedu. Naravno, uvjeti u kojima se trenira bitni su kako ne bi došlo do neželjene ozljede prilikom doskoka, naskoka na spravu i slično.

## 6. ZAKLJUČAK

Na temelju svih dosadašnjih tvrdnji istraživanja koja su spomenuta u radu, može se zaključiti da je specijalizacija gimnastičara u Hrvatskoj možda i jedini način kako doći do vrhunskog rezultata. Trenutno, u Hrvatskoj ne postoji niti jedan aktivni gimnastičar u apsolutnom programu koji natječe višeboj na svjetskoj ili europskoj razini (govorimo o vrhunskim rezultatima, usporedno sa pojedinačnim spravama, ili bar blizu toga). Iz tog razloga, može se zaključiti kako to u Hrvatskoj nije disciplina koja je cijenjena i perspektivna jer nemamo dovoljno natjecatelja koji će činiti konkurentu ekipu za ekipna natjecanja. Međutim, višeboj kao disciplina je iznimno koristan kada je riječ o kvalifikacijama za Olimpijske igre pa ga neki gimnastičari koriste kao „ulaznicu“ za OI, a onda nastupaju na svojim specijaliziranim disciplinama. Specijalizacija mladih gimnastičara bitna je za razvoj Hrvatske gimnastike i smatram da bi se puno više trebalo pričati i znati o tome, a ovim radom sam pokušao dati neke informacije o istoj, te olakšati budućim trenerima u svom daljnjem radu sa mladima. Uz neupitnu stručnost, objektivnost i realnost trenera su najvažnije kod specijalizacije gimnastičara i ciljanog planiranja i programiranja treninga.

## 7. LITERATURA

1. Brez, M. (2015). Selekcija, plan i program rada u prve dvije godine treninga u sportskoj gimnastici (*University of Zagreb. Faculty of Kinesiology. Department of Kinesiology of Sports*).
2. Čoh, M. (2019). Problemi identifikacije i razvoja talenata u savremenom sportu. *SPORT-Nauka i Praksa*, 9(1), 1-10.
3. Goodbody J. (1983). *The Illustrated History of Gymnastics. Beaufort Books*
4. Hrvatski Gimnastički Savez (2021). Propozicije za natjecanja nacionalnog programa HGS-a za MSG za 2021. Godinu.
5. McNaught-Davis J.P., Goodway J.D., White J. (1990) Training and injury in female gymnastics. *Presented at the International Congress Kinanthropometry IV*
6. Možnik, M., Krakan, I., & Brez, M. (2009). Trening izdržljivosti i metode oporavka vrhunskih gimnastičara. *7. Godišnja međunarodna konferencija kondicijska priprema sportaša*
7. Možnik, M., Hraski, Ž., & Hraski, M. (2013). Visina, težina i dob vrhunskih gimnastičara 2007. i 2011. godine. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 28(1), 14-23.





# 9. dio

Kondicijska priprema  
u funkciji zdravlja

Physical conditioning  
within healthcare

# TJELESNA AKTIVNOST – PREPORUKE I MOGUĆNOSTI

**Goran Bobić**  
Veleučilište Ivanić-Grad

*Tko želi ostati snažan, zdrav i mlad te si produljiti život, neka bude umjeren u svemu. Neka diše svjež zrak, neka njeguje i vježba tijelo, neka čuva hladnu glavu i tople noge, a bolesti neka si liječi postom, a ne lijekovima.*

*Hipokrat*

## 1. UVOD

Svijet današnjice karakteriziraju sjedilački način života i tjelesna neaktivnost što posljedično utječe na pojavnost različitih vrsta oboljenja od kroničnih nezaraznih bolesti i preranih fatalnih ishoda u ljudskoj populaciji (Arocha Rodulfo, 2019). Neki od razloga za nekretanjem proizlaze iz čovjekove težnje za racionalizacijom utroška vremena i energije te napretkom tehnologije. Razina tjelesne aktivnosti u posljednjih nekoliko desetljeća u stalnom je padu, što je ponajviše prouzročeno mehanizacijom rada i obavljanjem dnevnih poslova pri čemu se korištenjem različitih sredstava i opreme tjelesni rad učinio nepotrebnim. Nekretanju značajno doprinose i privlačnost različitih televizijskih programa i pojačana uporaba računala (Edwards i Tsouros, 2006). Od davnina je poznato da nekretanje doprinosi povećanom riziku za oboljenje, no danas kad je skoro jedna trećina svjetske populacije tjelesno neaktivna, to predstavlja globalni javnozdravstveni problem (Arocha Rodulfo, 2019). Takav način života štetan je po tjelesno i mentalno zdravlje pojedinca i utječe na nisku razinu funkcionalnih sposobnosti čovjeka (Booth, Roberts i Lave, 2012). Starenjem, fiziološki kapaciteti ljudskog organizma prirodno opadaju dok u kombinaciji sa sjedilačkim načinom života dodatno se pogoršavaju mišićna funkcija i kardiorespiratorna izdržljivost što rezultira slabijim sposobnostima za izvedbu uobičajenih dnevnih aktivnosti u kombinaciji s nemogućnošću neovisnog funkcioniranja (Izquierdo i sur., 2021). S druge strane, poznati su brojni pozitivni učinci koje kretanje, kao jedna od osnovnih biotičkih potreba čovjeka ima na ljudski organizam, pri čemu treba naglasiti da ono treba ponajprije biti zdravstveno usmjereno, što znači da koristi zdravlju i funkcionalnim kapacitetima bez rizika njegova oštećenja (WHO, 2006). Tjelesna aktivnost danas, što potvrđuju mnoge dobro argumentirane studije, važan je čimbenik u primarnoj i sekundarnoj prevenciji velikog broja kroničnih metaboličkih bolesti i s njima povezanih bolesti srca i krvnih žila, povezana je s manjom vjerojatnošću nastanka i razvoja određenih zloćudnih bolesti, odgađa i usporava smanjenje radne sposobnosti, doprinosi očuvanju kognitivnog zdravlja u starijoj dobi čime neposredno utječe i na poboljšanje kvalitete života pojedinca (Mišigoj-Duraković i sur., 2018). Da li će se i u kojoj mjeri ostvariti poboljšanje zdravstvenog statusa ili njegovo održavanje u optimalnoj ravnoteži organizma u ovom dijelu ovisi o vrsti, trajanju, intenzitetu i učestalosti provedbe aktivnosti (Miko i sur., 2020). Sukladno tome, većina međunarodnih smjernica za odrasle osobe upućuje na tjelesnu aktivnost umjerenog (u trajanju od 150 minuta) do visokog intenziteta (75 minuta), ili u kombinaciji navedenog u periodu od tjedan dana, naglašavajući da je to onaj minimum kojim se mogu ostvariti pozitivni učinci na zdravstveni status čovjeka. Istovremeno, postoje i oprečne studije koje opovrgavaju istaknuto smatrajući da se time stvara nepotrebna prepreka za sve one koji bi jednostavno mogli profitirati samo od činjenice da postanu više aktivni nego što su bili prije (Warburton i Bredin, 2017). Za ostvarenje preporučenih smjernica ili jednostavno više aktivnosti u odnosu na prijašnji način života, pojedinac uz sport ili organiziranu rekreaciju priliku za kretanjem može realizirati svugdje-tamo gdje živi i radi, u naseljima i u obrazovnim i zdravstvenim institucijama (Edwards i Tsouros, 2006). Cilj ovog rada je prezentirati mogućnosti koje čovjek ima u suvremenom životu i radu za postizanjem preporučenih vrijednosti razine tjelesne aktivnosti ili jednostavno za ostvarenjem višeg stupnja kretanja a koje je moguće realizirati i provesti una-

toč preprekama koje proizlaze iz svakodnevice. Promjena iz sjedilačkog načina života u aktivan životni stil imati će pozitivne učinke na zdravstveni, ekonomski i socijalni status pojedinca ali i društva u cjelini.

## 2. TJELESNA AKTIVNOST-PREPORUKE I MOGUĆNOSTI

Tjelesna aktivnost odnosi se na mišićni rad s povećanom energijskom potrošnjom u slobodnom vremenu, rekreaciji i sportu, u profesionalnoj djelatnosti i uobičajenim dnevnim aktivnostima (Heimer, Čajavec i sur., 2006). Može se realizirati na različite načine: kao hodanje, bicikliranje, sport ili aktivan oblik rekreacije (yoga, tai chi...), kroz poslove u kući ili vrtlaranje; svi oni mogu osigurati pozitivne učinke na zdravlje ako se provode redovito i u odgovarajućem intenzitetu i trajanju (WHO, 2018). Nastavno, i samo društvo treba pozitivno utjecati na okruženje stvarajući pretpostavke za promociju tjelesne aktivnosti i zdravlja pri čemu bi ju pojedinac mogao jednostavnije ugraditi u svoju dnevnu rutinu i tako izgraditi aktivni životni stil (Tobin i sur., 2022). Sama aktivnost treba biti zdravstveno usmjerena, što znači da se provodi u onom obliku koji koristi zdravlju i funkcionalnim kapacitetima bez rizika njegovog oštećenja (WHO, 2006), s povećanim energijskim utroškom za više od 150 kcal na dan, odnosno za više od 1000 kcal na tjedan (Mišigoj-Duraković i sur., 2018). Podaci danas iz relevantnih studija ukazuju na nedostatnost kretanja u općoj populaciji i zahtijevaju odlučnost i urgentnost u provođenju politika usmjerenih prema povećanju dnevnog udjela tjelesne aktivnosti u životu pojedinca. Prema Guthold i sur. (2018) 27,5 % svjetske populacije tjelesno je neaktivno pri čemu postoji znatno viša prevalencija inaktiviteta u visoko razvijenih zemalja zapadnog svijeta. Prema Heimeru (2012), u Republici Hrvatskoj oko 60 % odrasle populacije nedovoljno je tjelesno aktivno, razina tjelesne aktivnosti u područjima transporta i slobodnog vremena na nezadovoljavajućoj je razini, nedostatnost kretanja najprisutnija je u adolescenata i mladih odraslih osoba (15-24 godine) uz izraženu visoku razinu sedentarnog ponašanja u djece (11-15 godina). Hipokinezija je prepoznata od strane Svjetske zdravstvene organizacije (2010) kao četvrti vodeći čimbenik rizika smrtnosti u općoj populaciji, uz porast razine neaktivnosti u mnogim zemljama i s tim povezane učestalosti pojavnosti kroničnih nezazaznih bolesti. S namjerom promjene negativnih trendova a utemeljeno na brojnim relevantnim istraživanjima, izdane su međunarodne preporuke za zdravstveno utemeljenu tjelesnu aktivnost prikazane u tablici 1.

**Tablica 1.** Preporuke za zdravstveno utemeljenu tjelesnu aktivnost

Populacija	Dob	Preporuka
Djeca i mladež	5-17	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 60 minuta tjelesne aktivnosti umjerenog do visokog intenziteta na dan</li> <li>- dodatni pozitivni učinci mogu se ostvariti tjelesnom aktivnošću trajanja duže od 60 minuta dnevno</li> <li>- aktivnost uglavnom treba biti aerobnog karaktera</li> <li>- aktivnost visokog intenziteta koja uključuje jačanje mišića i kostiju treba se provoditi barem 3x tjedno</li> </ul>
Odrasli	18-64	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aktivnost treba biti aerobnog karaktera i umjerenog intenziteta u trajanju od 150 minuta tjedno, ili visokog intenziteta u trajanju od 75 minuta tjedno, ili u kombinaciji navedenog</li> <li>- aerobna aktivnost treba se izvoditi u intervalima u trajanju od minimalno 10 minuta</li> <li>- dodatni pozitivni učinci mogu se ostvariti tjelesnom aktivnošću umjerenog intenziteta u trajanju od 300 minuta tjedno, ili aktivnošću visokog intenziteta u trajanju od 150 minuta tjedno, ili u kombinaciji navedenog</li> <li>- aktivnosti usmjerene k jačanju velikih mišićnih skupina trebaju se izvoditi 2 ili više puta tjedno</li> </ul>
Stariji	65 i više	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aktivnost treba biti aerobnog karaktera i umjerenog intenziteta u trajanju od 150 minuta tjedno, ili visokog intenziteta u trajanju od 75 minuta tjedno, ili u kombinaciji navedenog</li> <li>- aerobna aktivnost treba se izvoditi u intervalima u trajanju od minimalno 10 minuta</li> <li>- dodatni pozitivni učinci mogu se ostvariti tjelesnom aktivnošću umjerenog intenziteta u trajanju od 300 minuta tjedno, ili aktivnošću visokog intenziteta u trajanju od 150 minuta tjedno, ili u kombinaciji navedenog</li> <li>- aktivnosti jačanja velikih mišićnih skupina trebaju se izvoditi 2 ili više puta tjedno</li> <li>- osobe ove dobi sa slabije izraženom mobilnošću trebaju izvoditi vježbe za poboljšanje ravnoteže i sprečavanje pada 3 ili više puta tjedno</li> <li>- u slučaju da zbog zdravstvenog stanja osobe ove dobi ne mogu dostići preporučene razine tjelesne aktivnosti, trebaju biti onoliko aktivni koliko im to njihove sposobnosti i mogućnosti dopuštaju</li> </ul>

Za ostvarenje navedenih ciljeva i dostizanje preporučenih vrijednosti razine zdravstveno utemeljene tjelesne aktivnosti više je mogućnosti. Najveći izvori za promjenu iz sedentarnog načina života u aktivan životni stil pojedinca obuhvaćaju normalne i jednostavne aktivnosti kao što su hodanje, vožnja bicikla, manualni rad, plivanje, skijanje, pješčenje, vrtlarenje, rekreacijski sportovi i ples (WHO, 2007). Implementacijom navedenih oblika kretanja, ili bolje rečeno njihovim povratkom u našu svakodnevnicu, poštujući zahtjeve trajanja i intenziteta aktivnosti, značajno možemo utjecati na poboljšanje zdravstvenog statusa i promjenu u aktivno življenje. Prostor za aktivnost pronalazi se u organizaciji prijevoza, obavljanju poslova oko kuće, u uvođenju različitih kretnih struktura na radnom mjestu tijekom odmora, u slobodnom vremenu, u sve ono što je i utjecalo na opći trend značajno nižih razina ukupne tjelesne aktivnosti napretkom tehnologije i racionalizacijom vremena i energije (WHO, 2007). U tablici 2. prikazano je kako ljudi različitih dobi mogu postići preporučene razine tjelesne aktivnosti.

**Tablica 2.** Preporučena razina tjelesne aktivnosti

Populacija	Preporuka za aktivnosti
Dijete	<ul style="list-style-type: none"> <li>- svakodnevno pješčenje do i iz škole; aktivnosti u nastavi tjelesne i zdravstvene kulture i izvannastavnim sportskim aktivnostima; za vrijeme dužih pauza aktivan odmor</li> <li>- iskoristiti mogućnosti za igru poslijepodne ili predvečer 3-4 puta tjedno</li> <li>- vikendima duže šetati, posjet parku ili bazenu, vožnja bicikla</li> </ul>
Adolescent	<ul style="list-style-type: none"> <li>- svakodnevno hodanje (ili vožnja biciklom) do i iz škole; aktivnosti u nastavi tjelesne i zdravstvene kulture i izvannastavnim sportskim aktivnostima; za vrijeme dužih pauza aktivan odmor</li> <li>- tokom tjedna do 3-4 organizirana treninga u izabranom sportu ili neformalnim sportskim aktivnostima</li> <li>- za vrijeme vikenda hodanje, vožnja biciklom, plivanje, sportske aktivnosti</li> </ul>
Student	<ul style="list-style-type: none"> <li>- svakodnevno hodanje (ili vožnja biciklom) na ili s fakulteta</li> <li>- koristiti sve male prigode za aktivnost: stepenice, fizički poslovi...</li> <li>- tokom tjedna 2-3 izabrane sportske aktivnosti ili satovi vježbanja</li> <li>- odlasci na bazen ili u dvoranu</li> <li>- za vrijeme vikenda duže šetnje, vožnja biciklom, plivanje, sportske aktivnosti</li> </ul>
Odrasla zaposlena osoba	<ul style="list-style-type: none"> <li>- svakodnevno hodanje (ili vožnja biciklom) do i od posla</li> <li>- koristiti sve male prigode za aktivnost: stepenice, fizički poslovi...</li> <li>- tokom tjedna 2-3 izabrane sportske aktivnosti ili satovi vježbanja</li> <li>- odlasci na bazen ili u dvoranu, radovi po kući, vrtlarenje</li> <li>- za vrijeme vikenda duže šetnje, vožnja biciklom, plivanje, sportske aktivnosti</li> </ul>
Odrasla osoba kod kuće, nezaposlena osoba	<ul style="list-style-type: none"> <li>- svakodnevno hodanje, vrtlarenje ili kućni popravci</li> <li>- koristiti sve male prigode za aktivnost: stepenice, fizički poslovi...</li> <li>- povremeno tokom tjedna sport, posjeti dvorani ili bazenu</li> <li>- za vrijeme vikenda duže šetnje, vožnja biciklom, plivanje, sportske aktivnosti</li> </ul>
Umirovljena osoba	<ul style="list-style-type: none"> <li>- svakodnevno hodanje, vrtlarenje ili kućni popravci</li> <li>- koristiti sve male prigode za aktivnost: stepenice, fizički poslovi...</li> <li>- za vrijeme vikenda duže šetnje, vožnja biciklom, plivanje, sportske aktivnosti</li> </ul>

Modificirano prema: World Health Organization (2006).

### 3. ZAKLJUČAK

Svijet u kojem živimo obilježen je hipokinezijom, nedostatnošću kretanja. Taj, danas sveprisutni javno zdravstveni problem, ima brojne negativne implikacije na kvalitetu našeg života i rada. Odgovorna politika treba odlučnim akcijama koje zadiru u mnoga područja ljudskog djelovanja utjecati na preokret u trendovima i snažno istaknuti dobrobiti i važnost aktivnog načina življenja. Uz društvo, i pojedinac može malim koracima doprinijeti promjeni. Poštujući međunarodne smjernice odnosno preporuke, ili samo jednostavno porastom udjela tjelesne aktivnosti u odnosu na stil života ranije, on može značajno smanjiti čimbenike rizika za razvoj mnogih poteškoća koje proizlaze iz nedostatnosti kretanja. Na raspolaganju su mu brojne aktivnosti, jednostavne i lake za izvođenje, koje su napretkom tehnologije i težnjom za ugodom potisnute iz njegovog življenja. Njihovim povratkom u dnevnu rutinu moguće je zaustaviti negativne trendove i smanjiti čimbenike rizika koji utječu na zdravlje populacije i društva u cjelini.



#### 4. LITERATURA

1. Arocha Rodulfo J. I. (2019). Sedentary lifestyle a disease from xxi century. Sedentarismo, la enfermedad del siglo xxi. *Clinica e investigacion en arteriosclerosis : publicacion oficial de la Sociedad Espanola de Arteriosclerosis*, 31(5), 233–240.
2. Booth, F. W., Roberts, C. K., i Laye, M. J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive Physiology*, 2(2), 1143–1211.
3. Edwards, P. i Tsouros, A.D. (2006.) Promoting physical activity and active living in urban environments. The role of local governments (The solid facts). World Health Organization. Regional office for Europe, Copenhagen Q, Denmark.
4. Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., i Bull, F. C. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants. *The Lancet. Global health*, 6(10), e1077–e1086.
5. Heimer, S. (2012). Uloga državne vlasti i lokalne samouprave u promicanju zdravstveno usmjerene tjelesne aktivnosti. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*, 63 (3), 75–85.
6. Heimer, S., Čajavec, R. i sur. (2006). *Medicina sporta*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
7. Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., Aubertin-Leheudre, M., Bernabei, R., Cadore, E. L., Cesari, M., Chen, L. K., de Souto Barreto, P., Duque, G., Ferrucci, L., Fielding, R. A., García-Hermoso, A., Gutiérrez-Robledo, L. M., Harridge, S. D. R., Kirk, B., Kritchevsky, S., ... Fiatarone Singh, M. (2021). International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. *The journal of nutrition, health & aging*, 25(7), 824–853.
8. Miko, H. C., Zillmann, N., Ring-Dimitriou, S., Dorner, T. E., Titze, S., i Bauer, R. (2020). Auswirkungen von Bewegung auf die Gesundheit [Effects of Physical Activity on Health]. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))*, 82(S 03), S184–S195.
9. Mišigoj-Duraković, M. i sur. (2018). *Tjelesno vježbanje i zdravlje*. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu. Znanje, Zagreb.
10. Tobin, M., Hajna, S., Orychock, K., Ross, N., DeVries, M., Villeneuve, P. J., Frank, L. D., McCormack, G. R., Wasfi, R., Steinmetz-Wood, M., Gilliland, J., Booth, G. L., Winters, M., Kestens, Y., Manaugh, K., Rainham, D., Gauvin, L., Widener, M. J., Muhajarine, N., Luan, H., ... Fuller, D. (2022). Rethinking walkability and developing a conceptual definition of active living environments to guide research and practice. *BMC public health*, 22(1), 450.
11. Warburton, D. E. R. i Bredin, S. S. D. (2017). Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Current opinion in cardiology*, 32(5), 541–556.
12. World Health Organization (2006). Physical activity and health in Europe: evidence for action. World Health Organization, Regional office for Europe.
13. World Health Organization (2007). Steps to health: a European framework to promote physical activity for health. World Health Organization, Regional office for Europe.
14. World Health Organization (2010). Global Recommendations on Physical Activity for Health. World Health Organization, Ženeva.
15. World Health Organization (2018). Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world. World Health Organization, Ženeva.

# UTJECAJ TJELESNOG VJEŽBANJA NA OSOBE S EPILEPSIJOM PROMATRAJUĆI EMOCIONALNI STATUS

Morana Horvat<sup>1</sup>, Iris Zavoreo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Osnovna škola Jelkovec, Zagreb

<sup>2</sup>KBC Sestre milosrdnice, Zagreb

## 1. UVOD

Epilepsija je stanje koje ne uključuje samo napadaje već i visoki rizik od komorbiditeta i psihičkih poremećaja, što dovodi do loše kvalitete života (Volpato i sur., 2017). Osobe s epilepsijom obično imaju kognitivnu disfunkciju (Baker i sur., 1997) uz nuspojave od antiepileptičkih lijekova (AED) (Marques i sur., 2007). Općenito, epilepsija je snažno povezana s psihosocijalnim oštećenjem, uključujući visoke stope anksioznosti i depresije (Lhatoo i sur., 2000). Stoga ne čudi činjenica da imaju lošu kvalitetu života (Lehrner i sur., 1999). Cilj rada je pregled znanstvenih radova iz baze Pub Med koji istražuju utjecaj tjelesnog vježbanja na osobe s epilepsijom promatrajući emocionalni status osobe. Kroz pretragu riječi epilepsy, physical activity i emotional status pronađeno je 7 članaka. Pet istraživanja je rađeno na ljudskoj populaciji te je to bio ujedno kriterij za završnu analizu članaka. Druga dva istraživanja su rađena na životinjskoj populaciji te su ti članci radi tog kriterija izbačeni.

## 2. UTJECAJ EPILEPSIJE NA EMOCIONALNI STATUS OSOBE S EPILEPSIJOM

Poremećaji mentalnog zdravlja češće se nalaze kod osoba s epilepsijom nego u općoj populaciji, a uključuju psihoze, poremećaje raspoloženja i osobnosti te probleme u ponašanju (Gaitatzis i sur., 2004). Zabilježena je i veća prevalencija suicidalnih ideja kod istih (Te'Illez-Zenteno i sur., 2007). U okviru psihijatrijskog komorbiditeta kod osoba s epilepsijom, čini se da je depresija najčešća, ali često se navode i drugi psihološki problemi poput anksioznosti i stresa (Gaitatzis i sur., 2004).

Poremećaji mentalnog zdravlja u epilepsiji rezultat su međudjelovanja neurobioloških, jatrogenih (AED ili učinci operacije epilepsije) i psihosocijalni mehanizmi (Kanner, 2013). Postoje dokazi da se ljudi koji imaju redovitu tjelesnu aktivnost bolje nose sa stresnim situacijama, čime se minimiziraju napadaji izazvani psihološkim stresom (Arida i sur., 2009).

Stres je identificiran kao okidač napadaja kod značajnog broja pacijenata, sugerirajući da intenzivna sportska aktivnost može povećati napadaje. Kao odgovor na stres izazvan tjelesnim vježbanjem, dokazano je, kako na ljudskim tako i na životinjskim modelima, da aktivacija osovine hipotalamus-hipofiza-nadbubrežna žlijezda utječe na nadbubrežne steroide i neurosteroidne i povećava osjetljivost na napadaje. Međutim, isti stres može također aktivira hipotalamički kortikotropin-otpuštajući hormon, koji zauzvrat stimulira proizvodnju deoksikortikosterona u nadbubrežnoj žlijezdi te smanjit osjetljivost na napadaje. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se razjasnila točna uloga fizičkog stresa u kontroli napadaja (Arida i sur., 2009).

Za osobe s epilepsijom se zato čini izuzetno važnim predložiti redoviti i odgovarajući program vježbanja kako bi se izbjegla ili liječila depresija povezana s epilepsijom.

## 3. UTJECAJ TJELESNOG VJEŽBANJA NA OSOBE S EPILEPSIJOM

Tjelesna aktivnost se shvaća kao svaki pokret proizveden mišićnom kontrakcijom, koji povećava energetske troškove tijela te uključuje aktivnosti svakodnevnog života, kao što je hodanje do mjesta za prijevoz, kućanske poslove i posao. Kada se tjelesna aktivnost izvodi redovito, definira se kao tjelesno vježbanje i potiče prilagodbu organizma, kroz morfološke, biokemijske i fiziološke promjene koje mogu dovesti do razvoja tjelesne izvedbe i zdravstvene dobrobiti (Caspersen i sur., 2005). Zbog sigurnosti, aktivnosti osoba

s epilepsijom često su ograničene. Uglavnom na temelju retrospektivnih, ali i prospektivnih istraživanja na ljudskoj populaciji, hipoteza da je tjelesna vježba štetna polako je zamijenjena spoznajom da bi tjelesna vježba zapravo mogla biti korisna za osobe s epilepsijom. Dobrobiti su povezane s poboljšanjem parametara tjelesnog i mentalnog zdravlja te socijalnom integracijom i smanjenjem markera stresa, epileptiformne aktivnosti i broja napadaja (Pimentel i sur., 2015).

Glavni problemi u vezi s epilepsijom i tjelesnim vježbanjem su indukcija napadaja i sekundarnih ozljeda tijekom tjelesne aktivnosti (Roth i sur., 1994). Ozljede mogu biti različitih vrsta, a najčešće su manje ozljede glave koje općenito proizlaze iz napadaja, manje ozljede glave same po sebi ne izazivaju epilepsiju (Wirrel, 2006).

Istraživanje Zavoreo i sur., 2021. godine je pokazalo kako se ispitanici bave višom razinom tjelesnom aktivnošću kada koriste samo jedan lijek (monoterapiju) za kontrolu napada zbog manje mogućnosti pojavljivanja nuspojava što određeni antiepileptik izaziva, ali i zbog dobre kontrole napada. Oni bolesnici kod kojih je teže postići kontrolu napada, koriste politerapiju kao način liječenja. Takvi ispitanici se globalno manje bave TA zbog mogućnosti pojavljivanja većeg broja nuspojava kako je riječ o kombinaciji dvaju ili više lijekova.

Rice S.G. i Vijeće za sportsku medicinu i fitness 2008. godine razradili su smjernice za kliničare, uključujući one koji liječe epilepsiju, i ne preporučuju posebne mjere opreza za one s kontroliranom epilepsijom. Za one s nekontroliranim napadajima preporučuje se individualna procjena sudara, kontaktnih ili ograničenih kontaktnih sportova te izbjegavanje streličarstva, plivanja, dizanja utega, dizanja snage, vježbi snage i sportova koji uključuju visine. Dok se za pacijente s nekontroliranom epilepsijom primjenjuju šira ograničenja, pojedinačne procjene rizika uzimajući u obzir vrste napadaja, učestalost, uzorke ili okidače mogu omogućiti osobama s epilepsijom uživanje u širokom rasponu fizičkih aktivnosti (Pimentel i sur., 2015).

**Tablica 1.** Redoslijed istraživanih članaka

Autor, godina izdanja, država	Cilj i vrsta istraživanja	Uzorak ispitanika broj (n)	Protokol/ intervencija	Mjerene varijable i metode
Sanchez-Larsen i sur., 2020., Spain	Promatračko, retrospektivno istraživanje. Cilj je azumijevanje utjecaja COVID-19 kod osoba s epilepsijom i procjena promjena u napadajima tijekom epidemije te istražiti moguće uzroke istih.	N = 100 prosječne dobi 42,4 (raspon: 15–85). 39 pacijenata izravno ispitano, a 61 telefonski	Učestalosti napadaja tijekom razdoblja od 14. ožujka 2020. i narednih šest mjeseci uspoređeno s učestalošću napadaja tijekom prethodnih šest mjeseci. Učestalost napadaja zabilježen je u broju napadaja mjesečno, a rezultati su klasificirani u tri grupacije: povećanje učestalosti, smanjenje učestalosti ili nema promjena u napadajima.	Provedena je deskriptivna analiza prikupljenih podataka. Omjeri odnosa napadaja su uspoređeni korištenjem Hi kvadrat testa, kvantitativne varijable uspoređivane su pomoću Studentovog t testa ili U Mann–Whitneyjevog testa. Na kraju je izvršena regresija.
King-Stephens i sur., 2020., SAD	Procjena opterećenje bolesti kod bolesnika s epilepsije i njihovih njegovatelja.	N = 198 od čega 49 odraslih pacijenata, 51 njegovatelj djece, 47 njegovatelja adolescenata i 51 njegovatelja odraslih.	Odrasli pacijenti, kao i njegovatelji djece, adolescenata i odraslih koji su doživjeli $\geq 1$ epileptični napad u posljednja 24 mjeseca ispunili su online anketu	Opterećenje je mjereno pomoću upitnika, uključujući instrumente Američkog centra za kontrolu i prevenciju bolesti (CDC) Health-Related Quality of Life 4 (HRQoL-4) i instrumente Work Productivity and Activity Impairment (WPAI).

Modi i sur., 2010., SAD	Longitudinalno, prospektivno istraživanje Cilj je ispitati kvalitetu života pacijenata s epilepsijom povezane sa zdravljem tijekom sedam mjeseci nakon primjene antiepileptika.	Roditelji 124 djece s novodijagnosticiranom epilepsijom.	Roditelji su ispunjavali upitnik PedsQL na svakoj posjeti. Roditelji i djeca završili su nekoliko dodatnih upitnika koja ispituju pridržavanje antiepileptične terapije tijekom dvije godine.	Deskriptivnom analizom izračunate su za sociodemografske varijable. Pearsonove korelacije i neovisni t-testovi su korišteni za ispitivanje odnosa između sociodemografskih i medicinske varijable i u PedsQL rezultatima.
Pugh i sur., 2005., SAD	Cilj je ispitati utjecaj epilepsije na subjektivno zdravstveno stanje pacijenata u populaciji koja uključuje i mlađe i starije odrasle osobe.	N = 509 301	Nacionalna administrativna anketa baze podataka iz Veterans Health Administration za ispitivanje zdravstvenog statusa mjenog modifikacijom SF-36 u bolesnika iz tri dobne skupine: mladi odrasli (18–40 godina), odrasle osobe srednje dobi (41–64 godine) i starije osobe (65 godina i više).	Uspoređivali su rezultate pacijenata s novonastalom epilepsijom, kroničnom epilepsijom i bez epilepsije korištenjem analize kovarijance. Analizirali su demografske podatke pacijenata i kliničke karakteristike koje također mogu utjecati na zdravstveno stanje.
Empelen i sur., 2005., SAD	Prospektivno longitudinalno istraživanje Cilj je izmjeriti ishod operacije epilepsije te procijeniti kvalitetu života povezane sa zdravljem (HrQoL).	N = 21 dijete koja je bilo podvrgnuto operaciji epilepsije u dječjoj bolnici Wilhelmina	Pratili su učestalost i težina napadaja i ograničenja povezana s epilepsijom, HrQoL upitnik ocijenjeni 3 mjeseca prije i 6, 12 i 24 mjeseca poslije operacije Ozbiljnost napadaja prema percepciji roditelja pomoću Haške ljestvice ozbiljnosti napadaja (HASS).	Ograničenja povezana s epilepsijom procijenjena su korištenjem Haške ljestvice ograničenja za epilepsiju (HARGES). 10 stavki ove roditeljske ljestvice procjenjuju slobodu ili zakinitost bavljenja aktivnostima. HrQoL je inventariziran HAY (Kako ste) upitnikom, korištenjem verzije za djecu s epilepsijom i za njihove roditelje (13). Upitnik za djecu (HAY-C) sastoji se od 125 stavki koje su rangirane prema sredstvima skala od 4 stupnja.

#### 4. REZULTATI

*Sanchez-Larsen i sur., 2020., Spain*

Tijekom razdoblja COVID-19, 11 pacijenata imalo je manju učestalost napadaja u usporedbi s prethodnih šest mjeseci, 60 pacijenata imalo je istu učestalost napadaja, a 29 bolesnika imalo je veću učestalost. Kontrola napadaja se značajno pogoršala u 27% pacijenata te se poboljšala značajno u 9%. Povećanje stresa/tjeskobe i prethodna veća učestalost napadaja bili su povezani s pogoršanjem napadaja. Ostali čimbenici rizika bili su pogoršanje depresije, nemiran san i manja tjelesna aktivnost. Smanjenje stresa/tjeskobe i nedavna prilagodba antiepileptici djelovali su kao zaštitni čimbenici.

*King-Stephens i sur., 2020., SAD*

Procijenjeno je funkcionalno, socijalno, emocionalno i ekonomsko opterećenje pacijenata i njegovatelja. Dnevne aktivnosti pacijenata bile su jako pogođene za vrijeme pandemije COVID - 19. Prosječna CDC HRQoL-4 upitnika ocjena za nezdrave dane u mjesecu kretala se od 11,1 za skrbnike odraslih do 16,9 za skrbnike djece. WPAI rezultati pokazali su značajan utjecaj na radnu sposobnost odraslih pacijenata i svih njegovatelja.

*Modi i sur., 2010., SAD*

Djeca koja su uzimala karbamazepin i koja su rano iskusila veće nuspojave terapija je pokazala opadajuće emocionalno funkcioniranje. Nuspojave su bile statistički značajne za PedsQL ljestvicu emocionalnog funkcioniranja.

*Pugh i sur., 2005., SAD*

Uz izuzetak mjera fizičkog statusa, ustanovljeno je da se starije osobe bolje nose s epilepsijom nego što to rade osobe srednje dobi. Mlade odrasle osobe s novonastalom epilepsijom prijavile su loše opće i mentalno zdravlje te lošije tjelesne funkcije. Pacijenti koji pripadaju odraslim srednje dobi s novonastalom epilepsijom imali su najniži rezultat u svim domenama, i njihovi vršnjaci s kroničnom epilepsijom također su prijavili loše opće stanje tjelesno zdravlje i emocionalno funkcioniranje.

*Empelen i sur., 2005., SAD*

Značajno smanjenje napadaja izmjereno je 6 mjeseci nakon operacije. Medijan rezultata na HASS-u poboljšao je s 33 prije operacije do 13 nakon operacije. Na HARCES-u se srednji rezultat poboljšao od 28 do 13 u razdoblju 6 mjeseci nakon operacije.

## 5. RASPRAVA

Kroz svaki istražen rad primijećena je povezanost između povećanja učestalosti napadaja i povećanja stresa/tjeskobe. S pojavom stresa dolazi i do nemirnog sna te nedovoljne želje za bavljenjem tjelesnom aktivnošću. Također je slično djelovanje na njegovatelja. Uočeno je funkcionalno, socijalno, emocionalno i ekonomsko opterećenje pacijenata i njegovatelja. Kombinacija različitih navedenih rizika dovodi do depresije i lošije kvalitete života. Istraživanja na ljudima pokazale su dobrobiti tjelesnog vježbanja za osobe s epilepsijom nakon programa vježbanja. Rezultati su pokazali poboljšanje tjelesne sposobnosti, općeg zdravlja i psihičkog stanja.

Međutim, literatura o ovoj temi je još uvijek mala te se većina istraživanja prikazanih u ovom pregledu temeljila se na malom broju pacijenata. Nadalje, dobar dio prikupljenih i analiziranih podataka temeljio se na upitnicima koje su izradili autori s kvalitativnim mjerenjima i oslanjajući se samo na izvješća pacijenata, iako bez kliničke potvrde ili na temelju kliničkih izvješća prikupljenih retrospektivno. Snažnije, kontrolirane, randomizirana istraživanja o epilepsiji i tjelesnom vježbanju smatraju osnovom za davanje temelja liječnicima za informirano savjetovanje o ovoj temi.

Također, treba nastojati smanjiti „strah“ kod osoba s epilepsijom o tjelesnom vježbanju, kako bi se kvaliteta života tih osoba poboljšala. Iako uloga tjelesne aktivnosti u prevenciji, kontroli epilepsije i njezinih komorbiditeta nije uvijek jasna, programe vježbanja treba poticati kao komplementarnu terapiju zbog dokazanih dobrobiti.

## 6. ZAKLJUČAK

Veliki broj pacijenata pretrpio je značajno pogoršanje kontrole napadaja tijekom mjeseci pandemije COVID-19. Emocionalni stres zbog kućnog zatvaranja bio je glavni čimbenik za promjenu napadaja. Epizode epileptičkog statusa predstavljaju veliki teret za pacijente i njegovatelje. Primjetno je da se opterećenje pokazalo velikim u raznim domenama za funkcioniranje pojedinca i kvalitetu života. U roku od 6 mjeseci nakon operacije epilepsije očituje se obrazac poboljšanja i stabilnosti. Pacijenti i roditelji procjenjuju poboljšanje u socijalnom funkcioniranju. Prestanak ili barem značajno smanjenje napadaja povećava slobodu kretanja, pacijenti se počinju baviti i uživati u normalnim aktivnosti djetinjstva/adolescencije.

Promicanje tjelesne aktivnosti i kvalitetan san može umanjiti potencijalni utjecaj psihičkih problema na pacijente. Istraživanja su pokazala dobrobiti tjelesnog vježbanja za osobe s epilepsijom nakon programa vježbanja. Pokazali su poboljšanje općeg zdravlja, tjelesne sposobnosti i psihičkog stanja.

## 7. LITERATURA

1. Arida, R. M., Scorza, F. A., Terra, V. C., Scorza, C. A., Almeida, A. C. i Cavalheiro, E. A. (2009). Physical exercise in epilepsy: what kind of stressor is it?. *Epilepsy Behavior*, 16, 381–387.
2. Baker, G. A., Jacoby, A., Buck, D., Stalgis, C. i Monnet, D. (1997). Quality of life of people with epilepsy: a European study. *Epilepsia*, 38(3), 353 – 362.
3. Caspersen, C. J., Powell, K. E. i Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126 – 131.
4. Empelen, R., Jennekens-Schinkel, A., van Rijen, P. C., Helders, P. J. i van Nieuwenhuizen, O. (2005). Health-related quality of life and self-perceived competence of children assessed before and up to two years after epilepsy surgery. *Epilepsia*, 46(2), 258-271.
5. Gaitatzis, A., Trimble, M. i Sander, J. (2004). The psychiatric comorbidity of epilepsy. *Acta Neurologica Scandinavica*, 110, 207–220.
6. Kanner, A. (2013). The treatment of depressive disorders in epilepsy: what all neurologists should now. *Epilepsia* 54, 3–12.
7. King-Stephens, D., Wheless, J., Krogh, C., Bettles, M., Niemira, J., Stolper, R., Benitez, A., Fournier, M., Spalding, W. i Lu, M. (2020). Burden of disease in patients with a history of status epilepticus and their caregivers. *Epilepsy Behavior*.
8. Lehrner, J., Kalchmayr, R., Serles, W., Olbrich, A., Pataraiia, E. i Aull, S. (1999). Health-related quality of life (HRQOL), activity of daily living (ADL) and depressive mood disorder in temporal lobe epilepsy patients. *Seizure*. 8(2), 88–92.
9. Lhatoo, S. D., Wong, I. C., Polizzi, G. i Sander, J. W. (2000). Long-term retention rates of lamotrigine, gabapentin, and topiramate in chronic epilepsy. *Epilepsia*. 41(12), 1592–1596.
10. Marques, C.M., Caboclo, L. O., da Silva T. I., Noffs, M. H., Carrete, H. i Lin K. (2007). Cognitive decline in temporal lobe epilepsy due to unilateral hippocampal sclerosis. *Epilepsy Behavior*. 10(3), 477 – 485.
11. Modi, A. C., Ingerski, L. M., Rausch, J. R. i Glauser, T. A. (2011). Treatment factors affecting longitudinal quality of life in new onset pediatric epilepsy. *Journal of Pediatric Psychology*, 36(4), 466 - 475.
12. Pimentel, J., Tojal, R. i Morgado, J. (2014). Epilepsy and physical exercise. *Seizure*, 87-94.
13. Pugh, M. J., Copeland, L. A., Zeber, J. E., Cramer, J. A., Amuan, M. E., Cavazos J, E. i Kazis L, E. (2005). The impact of epilepsy on health status among younger and older adults. *Epilepsia*, 46(11), 1820 - 1827.
14. Rice, S. G. (2008). Medical conditions affecting sports participation. *Pediatrics*, 121, 841–848
15. Roth, D. L., Goode, K. T., Williams, V. L. i Faught, E. (1994). Physical exercise, stressful life experience, and depression in adults with epilepsy. *Epilepsia*, 35, 1248–1255.
16. Sanchez-Larsen, A., Gonzalez-Villar, E., Díaz-Maroto, I., Layos-Romero, A., Martínez-Martín, Á., Alcahut-Rodriguez, C., Grande-Martin, A. i Sopolana-Garay, D. (2020). Influence of the COVID-19 outbreak in people with epilepsy: Analysis of a Spanish population (EPICOVID registry). *Epilepsy Behaviour*
17. Te'llez-Zenteno, J., Patten, S., Jette, N., Williams, J. i Wiebe S. (2007). Psychiatric comorbidity in epilepsy: a population-based analysis. *Epilepsia*, 48(12), 2336–2344.
18. Volpato, N., Kobashigawa, J., Yasuda, C. L., Thiemi Kishimoto, S., Teixeira Fernandes, P. i Cendes, F. (2017). Level of physical activity and aerobic capacity associate with quality of life in patients with temporal lobe epilepsy.
19. Wirrel, E. C. (2006). Epilepsy-related injuries. *Epilepsia*, 47, 79–86.
20. Zavoreo, I., Teskera, M., Ciliga, D., Trošt Bobić, T., Petrinović, L. i Bašić Kes, V. (2021). Effects of antiepileptic drugs on the level of physical activity in patients with epilepsy. *Acta medica Croatica*, 75(2) 143-148.



**10. dio**

**Ostale teme**

**Other topics**

# UTJECAJ COVID-19 NA EKSPLOZIVNU SNAGU TIPA SKOČNOSTI

Maja Horvatin

Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

Usljed pandemije bolesti Covid-19 uzrokovane koronavirusom (SARS-CoV-2), prema preporuci World Health Organisation (*WHO*) uvedene je čitav niz epidemioloških mjera kao karantena, samoizolacija, održavanje fizičke distance, ograničenja okupljanja i sl., što je ostavilo duboke globalne posljedice na zdravstveno, mentalno stanje populacije (Adamlje i Jendričko, 2020, Lim i sur. 2021, Nieman, 2020).

Jedan od načina suzbijanja zdravstvenih i psihičkih posljedica pandemije Covid-19 bila je preporuka provođenja tjelesno aktivnog života (Jimenez-Pavon i sur., 2020), no tijekom izolacije i samoizolacije većina populacije je prihvatila sjedalački način života s malo tjelesne aktivnosti, minimalno se krećući i rijetko vježbajući. Takav sedatarni način života negativno utječe na neuromuskularni sustav (brzo propadanje mišića, degeneracija živčanih vlakana i oštećenje neuromuskularnog spoja), metabolizam mišićnih proteina (supresija sinteze mišićnih proteina i pojačana regulacija razgradnje proteina), poremećenu homeostazu glukoze (smanjena osjetljivost na inzulin), kardiorespiratorni sustav (smanjena aerobna aktivnost), kapacitet) i energetske ravnotežu (pretjerano taloženje masti, sustavna upala i aktivacija antioksidansa) (Narici i sur., 2021)

I ako su tijekom pandemije i strogih epidemioloških mjera bila onemogućena sportska događanja, natjecanja, treninzi zbog zatvaranja dvorana i fitnes centara s ograničenim vanjskim aktivnostima sportaši i nekolicina populacije je ipak pronašla način te su provodili individualne treninge s primarnim ciljem održavanja forme i zdravlje (Pinto i sur. 2020), kako ne bi izgubili trenutnu razinu sposobnosti i treniranosti (Lim i Pranata, 2021, Tresdahl i Asif, 2019). Produljena pauza od treninga ili detreniranost utječe na različite fiziološke sustave (neuromuskularni, kardiovaskularni, respiratorni ili mišićno-koštani) i odgovarajuće motoričke sposobnosti (snagu, jakost, izdržljivost, brzinu i fleksibilnost) (Lim i sur., 2020, Jukić i sur. 2020). Stoga su sportaši iako je povratak svakodnevnom vježbanju i sportskim aktivnostima u vrijeme pandemije bio pravi izazov, modificirali svoje individualne treninge i programe vježbanjem kod kuće malim gimnastičkim i/ili fitnes spravama, vrlo često bez praćenja trenera i medicinskog osoblja. (Lim i Pranata, 2021, Tresdahl i Asif, 2019).

Eksplozivna snaga tipa skočnosti jedna je od ključnih biomotoričkih sposobnosti u gotovo svim kineziološkim aktivnostima, predstavljajući jednu od determinanti uspješnosti u aktivnostima koje zahtijevaju očitovanje maksimalne mišićne sile u što kraćem vremenu (Horvatin-Fučkar i sur., 2011., Newton i Kreamer, 1994). Veličina eksplozivne snage određena je mogućnostima sumarnog naprezanja velikog broja mišićnih skupina koje sudjeluju u pokretu, uvjetima potpune među mišićne i unutar mišićne koordinacije i najpovoljnijeg odnosa komponenata brzine i snage. (Horvatin-Fučkar i sur. 2011).

Test skok u dalj s mjesta (SDM) iako je standardni test za procjenu eksplozivne snage nogu (Metikoš i sur., 1989) složeni je motorički zadatak čija uspješnost ostvarivanja maksimalne udaljenosti skoka (Blackburn i Morrissey, 1998, Domire i Challis, 2010, Fukushima i sur., 2005, Nagano, Komura i Fakashiro, 2007, Wakai i Linthorne, 2005) ovisi o tri komponente: horizontalnoj brzini odraza, kutu odraza i zamaha tijekom skoka (Hraski, M., 2015, Wakai i Linthorne, 2005), te zahtjeva optimalnu koordinaciju i mišićnu snagu (Malina, 2004). Često se primjenjuje na populacije djece, studenata, sportaša, odraslih u edukaciji, sportu i sportskoj rekreaciji u mjeranju i u procjeni razine individualne motoričke sposobnosti, kao objektivna procjena tehnike i trenajnog procesa (Hraski, M. i sur., 2015., Metikoš i sur., 1989, Pišot i Planinšec, 2010; Popeska, i sur., 2009; Vitasalo, 1988).



Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi postoje li statistički značajne razlike u eksplozivnoj snazi tipa skočnosti, koja je procijenjena testom skok u dalj s mjesta (SDM), između četiri generacije studentica i studenata sveučilišnog studija *Kineziologije* Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, prve godine studija prije, tijekom i poslije Covid-19 pandemije.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Ovim istraživanjem obuhvaćeno je ukupno četiri generacije 703 redovitih studentica/studentata (245 studentica i 458 studenata) prve godine studija, u dobi od  $19 \pm 1$  godine, sveučilišnog studija *Kineziologije* Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu koji su studij upisali akademske: 2019./20. (180 studenata; 63 (35%) studentice i 117 (65%) studenata), 2020./21. (152 studenta; 46 (30%) studentica i 106 (70%) studenata), 2021/22. (178 studenata 67 (38%) studentica i 111 (62%) studenata), 2022/23. (193 studenta = 69 (36%) studentica 36% i 124 (64%) studenata) godine.

### 2.2. UZORAK VARIJABLI

U okviru redovite nastave predmeta Osnovne kineziološke transformacije 1, prikupljene su morfološke karakteristike studentica i studenata: tjelesna visina (ATV) i tjelesna težina (ATT), te je testom skok u dalj s mjesta (SDM) procjena eksplozivne snage tipa skočnosti (Metikoš i sur., 1989).

### 2.3. METODE OBRADJE PODATAKA

Podaci su obrađeni statističkim paketom za obradu podataka Statistica for Windows ver 14.0. Shapiro – Wilkinsov testom provjeren je normalitet distribucije u varijabli skok u dalj s mjesta (SDM) za sve grupe ispitanika, te se pristupilo daljnjoj obradi rezultata deskriptivnom analizom. Utvrđivanje razlika između generacija u testu skok u dalj s mjesta (SDM) izvršeno je univarijatnom analizom varijance – ANOVA, kao potvrdu imaju li parovi skupina statistički značajne razlike srednjih vrijednosti izvršeno je Post-hoc testiranje i Bonferronijeva korekcija.

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Tablica 1. Prikazuje prosječne vrijednosti u visini (ATV) i težini tijela (ATT) pojedinih generacija studentica i studenata

**Tablica 1.** prosječne vrijednosti u visini (ATV) i težini tijela (ATT)

studentice (Ž)	AS – ATV (cm)	AS – ATT (kg)	studenti (M)	AS – ATV (cm)	AS – ATT (kg)
2019/20	169,3	61,4	2019	181,6	77,3
2020/21	168,5	60,1	2020	181,8	76,4
2021/22	168,9	60,4	2021	183,0	77,9
2022/23	166,6	67,5	2022	182,4	77,6
<b>AS (Ž)</b>	<b>168,3</b>	<b>62,4</b>	<b>AS (M)</b>	<b>182,2</b>	<b>77,3</b>

Uzorak ispitanika činilo je ukupno 245 studentica prosječne visine tijela  $ATV=168,3 \pm 1,7$  cm, težine tijela  $ATT=62,4 \pm 5,1$  kg; te 458 studenata prosječne visine tijela  $ATV=182,2 \pm 0,8$  cm, težine tijela  $ATT=77,3 \pm 0,9$  kg. Analizom osnovnih antropometrijskih mjere prosječne visine i težine tijela nisu uočene značajne razlike između generacija te se može zaključiti da nemaju utjecaja na postignute rezultate u testu skok u dalj s mjesta (SDM) promatranih generacija.

**Tablica 2.** deskriptivni parametri skoka u dalj s mjesta (SDM) studentica i studenata

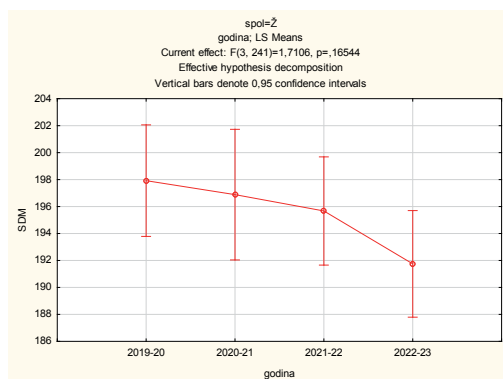
studentice	N	AS – SDM	min	max	SD
2019./20	63	197,9	160	240	15,54
2020./21	46	196,9	161	235	15,83
2021./22	67	195,7	139	<b>245</b>	18,47
2022./23	69	191,8	<b>138</b>	243	16,36
	<b>245</b>	<b>195,4</b>	<b>138</b>	<b>245</b>	<b>16,74</b>
studenti					
2019./20	116	238,2	170	295	20,44
2020./21	105	235,9	183	305	18,45
2021./22	110	237,8	170	<b>340</b>	22,25
2022./23	123	233,7	<b>146</b>	300	21,90
	<b>454</b>	<b>236,3</b>	<b>146</b>	<b>340</b>	<b>20,88</b>

Osnovni statistički parametri: AS – aritmetička sredina, min – minimalne, max – maksimalne vrijednosti rezultata te SD – standardna devijacija raspršenosti dobivenih rezultata variraju najviše u generaciji studentica 2021./22. i studenata (18,47), te u istoj generaciji studenata (22,25), što je vjerojatno uvjetovano dugotrajnim trajanjem epidemioloških mjera a time i nužno s manjom tjelesnom aktivnošću studenata.

**Tablica 3.** Univarijatna analiza varijance ANOVA, Post Hoc i Bonferroni-jev test AS SDM između različitih generacija studentica

univarijatna analiza varijance ANOVA varijable AS SDM <b>studentica: F = 1,71; p = 0,17 (* nivo značajnosti p&lt;0,05)</b>				
Bonferroni test; vjerojatnost Post Hoc Tests Error: između MS = 277,9; df = 241,0				
akademska godina AS SDM	2019./20. 197,9	2020./21. 196,8	2021./22. 195,7	2022./23. 191,7
2019./20.		1,00	1,00	0,21
2020./21.	1,00		1,00	0,64
2021./22.	1,00	1,00		1,00
2022./23.	0,21	0,64	1,00	

Rezultati analiza ukazuju, da iako su rezultati prosječnih vrijednosti SDM studentica iz godine u godinu slabiji (s razlikom od 6,1 cm između generacija prije i poslije Covid-19 pandemije), između generacija studentica ne postoji statistički značajna razlika (F=1,71; p=0,17), na nivou značajnosti p<0,05.

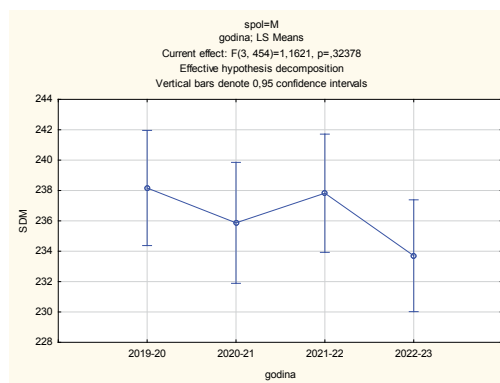


**Slika 1.** Razlike u AS SDM studentica

**Tablica 4.** Univarijatna analiza varijance ANOVA, Post Hoc i Bonferroni-jev test AS SDM između različitih generacija studenata

univarijatna analiza varijance ANOVA varijable AS SDM studenata: $F = 1,16$ ; $p = 0,32$ (* nivo značajnosti $p < 0,05$ )				
Bonferroni test; vjerojatnost Post Hoc Tests Error: između MS = 435,4; df = 454,0				
akademska godina AS SDM	2019./20.	2020./21.	2021./22.	2022./23.
2019./20.		1,00	1,00	0,59
2020./21.	1,00		1,00	1,00
2021./22.	1,00	1,00		0,79
2022./23.	0,59	1,00	0,79	

Iako je AS SDM i kod studenata prije i onih poslije Covid-19 pandemije manja za 4,5 cm rezultati univarijatne analize ukazuju da niti između promatranih generacija studenata ne postoji statistički značajna razlika između ( $F=1,16$ ;  $p=0,32$ ), na nivou značajnosti  $p < 0,05$ .



**Slika 2.** Razlike u AS SDM studenata

#### 4. ZAKLJUČAK

Temeljem brojnih istraživanja koja su tijekom posljednjih godina bila usmjerena na utvrđivanje utjecaja neaktivnog načina života tijekom pandemije Covid-19 na razinu fizičke aktivnosti različitih populacija, svih dobnih skupina (Sekulić i sur., 2020) ovim istraživanjem se željelo utvrditi jesu li epidemiološke mjere, koje su onemogućavale provođenje raznovrsnih tjelesnih i sportskih aktivnosti smanjile razinu eksplozivne snage tipa skočnosti, SDM testom. Istraživanje je provedeno na studenticama i studentima prve godine sveučilišnog studija *Kineziologije* Kineziološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, u akademskim godinama prije (2019./20), tijekom (2020./21 i 2021./22.) i poslije (2022./23.) pandemije Covid-19.

Analizom varijance ANOVA, te provjerom PostHoc i Bonferronijevim testom je utvrđeno da ne postoje statistički značajne razlike između različitih generacija studentica i studenata u aritmetičkim sredinama skoka u dalj s mjesta (SDM). Razlog tome je najvjerojatnije u uzorku ispitanika, selekcioniranim studenticama i studentima koji su temeljem iznad prosječne razine svojih motoričkih sposobnosti i znanja upisali Kineziološki fakultet, koji se redovito aktivno bave raznovrsnim sportskim aktivnostima kroz praktičnu nastavu na fakultetu, vrhunski sport i/ili rekreaciju, stoga stečene motoričke sposobnosti tijekom senzitivnih faza života održavaju i razvijaju.

#### 5. LITERATURA

1. Adamlje, J., Jendričko, T. (2020). Iskustvo online terapije tijekom pandemije bolesti Covid-19 utjecaj na zbivanja u grupi. *Psihoterapija*, 34, 292-326.
2. Blackburn, J.R., i Morrissey, M.C. (1998). Relationship between open and close kinetic chain atrength of the lover limb and jumping performance. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 27(6), 430-435.

3. Domire, Z.J. i Challis, J.H. (2010). An induced energy analysis to determine the mechanism for performance enhancement as a result of arm swing during jumping. *Sports Biomechanics*, 9(1), 38-46.
4. Fukashiro, S., Besier, T.F., Barrett, R., Cochrane, J., Nagaro, A., i Lloyd, D. G. (2005). Direction control in standing horizontal and vertical jumps. *International Journal of Sport and Health Science*, 3, 272-279.
5. Horvat, V., Mraković, S., Nikolić I. (2013). Standing Long Jump Performance Quality: Age and Gender Differences. *Croatian Journal of Education*, 1 (2013), 173-183.
6. Horvat, V., Hraski, M., Hraski, Ž., Mraković, S. (2015): Relation Between Anthropometric Characteristics and Kinematic Parameters Which Influence Standing Long Jump Efficiency in Boys and Adolescents. *Collegium antropologicum*, 9 (2015), 47-55
7. Horvatin-Fučkar, M., Hećimović, I., Rađenović, O. (2011). Differences in the Explosive Jumping Strength of Different Generations of Female Students at the Faculty of Kinesiology. In: D. Milanović and G. Sporiš (eds.), *6<sup>th</sup> International Scientific Conference on Kinesiology "Integrative power of Kinesiology" Proceedings Book*, Opatija, September 08.-11. 2011, pp. 682-686. Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Kinesiology.
8. Hraski, M., Hraski, Ž., Prskalo, I. (2015). Comparison of Standing Long Jump Technique Performed by Subjects from Different Age Groups. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 98, 3; 2-12.
9. Hraski, M., Hraski, Ž., Mraković, S., Horvat, V. (2015). Relation Between Anthropometric Characteristics and Kinematic Parameters Which Influence Standing Long Jump Efficiency in Boys and Adolescents. *Collegium antropologicum*, 39, 47-55.
10. Jiménez-Pavon, D., Carbonell-Baeza, A. Lavie, C.J. (2020). Physical exercise as therapy to fight against the mental and physical consequences of COVID-19 quarantine: Special focus in older people. *Prog Cardiovasc Dis.* 63(3), 386-388.
11. Jukić, I., Calleja-González, J., Cos, F., Cuzzolin, F., Olmo, J., Terrados, N., Njaradi, N., Sassi, R., Requena, B., Milanović, L., Krakan, I., Chatzichristos, K., Alcaez, P.E. (2020). strategies and solutions for team sports athletes in isolation due to COVID-19. *Sport*, 8, 56.
12. Kramer, A., Gollhofer, A. Armbrrecht, G. Felsenberg, D., Gruber, M. (2017). How to prevent the detrimental effects of two months of bed-rest on muscle, bone and cardiovascular system. RCT. *Scientific Reports* 7, 13177.
13. Lim, M. A. i Pranata, R. (2021). Sports activities during any pandemic lockdown. *Irish Journal of Medical Science*, 190(1), 447-451.
14. Malina, R. M. (2004). Motor development during infancy and early childhood: Overview and suggested directions for reasearch. *International Journal of Sport and Health Science*, 2, 50-66.
15. Metikoš, D., E. Hofman, F. Prot, Ž. Pinter, G. Oreb (1989). *Mjerenje bazičnih motoričkih dimenzija sportaša*. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu.
16. Mraković, S., Hraski, M., Lorgier, M. (2014). Differences in morphological characteristics between female students of University of Zagreb. *Hrvatski športskomedicinski vjesnik*, 29 (2014), 78-83.
17. Nagano, A., Komura T. i Fakashiro, S. (2007). Optimal coordination of maximal effort horizontal and vertical jump motions – a computer stimulation study. *Biomedical Engineering Online*, 1(6), 20.
18. Narici, M., De Vito, G., Franchi, M., Paoli, A., Moro, T., Marcolin, G., Grassi, B., Baldassarre, G., Zuccarelli, L., Biolo, G., di Girolamo, F.G, Fiotti, N., Dela, F., Greenhaff, P., Maganaris, C. (2021). Impact of sedentarism due to the COVID-19 home confinement on neuromuscular, cardiovascular and metabolic health: Physiological and pathophysiological implications and recommendations for physical and nutritional countermeasures. *Eur. J Sport Sci.*, 21(4), 614-635.
19. Nieman, D. C. (2020). Coronavirus disease-2019: A tocsin to our aging, unfit, corpulent and immunodeficient society. *Journal Sport Heal Scient*, 9(4), 293-301.
20. Newton, R.U., Kraemer, W.J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods trainig stratega. *Strength and Conditionong journal*, 16(5), 20-31.
21. Pinto, A.J., Dunstan, D.W., Owen, N., Bonfá, E., Gualano, B. (2020). Combating physical inactivity during the COVID-19 pandemic. *Nat Rev Rheumatol*, 16, 1-2.
22. Pinho, C.S.; Caria, A.C.I.; Aras Júnior, R.; Pitanga, F.J.G. The effects of the COVID-19 pandemic on levels of physical fitness. *Rev. Assoc. Méd. Bras.*, 66, 34–37.
23. Pišot, R., i Planinšec, J., (2010). Motor structure and basic movement competences in early chiled development. *Annales Kinesiologiae*, 1(2), 145-165.
24. Popeska, B., Georgiev, G. I Mitevski, O. (2009). Structure of motor space in children at 7 years age. *Physical Education and Sport*, 48(4), 19-24.

25. Prskalo, I., Sporiš, G. (2016). *Kineziologija*. Zagreb: Školska knjiga, Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu,
26. Sekulić, D. i Metikoš, D. (2007). *Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji: uvod u osnovne kineziološke transformacije*. Split: Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.
27. Sekulić, D., Blažević, M., Gilić, B., Kvesić, I., Zenić, N. (2020). Prospective Analysis of Levels and Correlates of Physical Activity during COVID-19 Pandemic and Imposed Rules of Social Distancing; Gender Specific Study among Adolescents from Southern Croatia. *Sustainability*, 12(10), 4072.
28. Toresdahl, B. G., Asif, I. M. (2019). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): considerations for the competitive athlete. *Sport Health*, 12, 221-224
29. Vitasalo, J.T. (1988). evaluation of explosive strength for young and adult athletes. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59, 9-13.
30. Wakai, M., Linthorne, N.P. (2005). Optimum take of angle in the standing long jump. *Human Movement Science*, 24, 81-96.

# UČINCI LINEARNOG I EKSPONENCIJALNOG TAPERING PROTOKOLA NA SPOSOBNOSTI I IZVEDBU KOD ELITNIH NOGOMETAŠA JUNIORA

Marino Krespi

Kineziološki fakultet, Sveučilište u Splitu

## 1. UVOD

Tapering predstavlja tehniku postupnog smanjenja trenažnog opterećenja, kako bi tjelesna spremnost postigla svoj vrhunac u točno određeno vrijeme (Wilson i Wilson, 2008). Zasižno su volumen opterećenja (intenzitet i ekstenzitet) te, učestalost izvođenja glavni čimbenici koji najviše utječu na mijenjanje izvedbe karakteristične za određeni sport.

Istraživanja jasno ukazuju da je glavni cilj razdoblja taperinga smanjenje negativnih utjecaja svakodnevnog treninga na fiziološke i psihološke aspekte sportaša, te poboljšanje tjelesne spremnosti (Mujika i Padilla, 2003). S obzirom na vrstu taperinga, postoje 3 podjele smanjenja opterećenja: (1) step tapering, kod kojeg dolazi do trenutnog smanjenja opterećenja do 50% prvog dana taperinga, te se taj volumen održava tijekom cijelog vremenskog razdoblja provedbe taperinga, (2) linearni tapering, koji uključuje smanjenje volumena opterećenja linearno i progresivno za 5% prilikom svakog vježbanja, te (3) ekspancijalni, u kojem se volumen opterećenja smanjuje nelinearno. Prema mnogim istraživanjima (Kubukeli i sur., 2002; Mujika i Padilla, 2003), sportaši mogu očekivati nekoliko važnih fizioloških promjena prilikom korištenja taperinga: (a) do 20% povećanja snage, živčano-mišićne funkcije i jakosti, (b) 10-25% povećanja poprečno-presječnih mišićnih vlakana, (c) 1-9% povećanja maksimalnog primitka kisika ( $VO_{2max}$ ), (d), do 70% smanjenja mišićnog oštećenja prilikom i nakon treninga ili natjecanja, (e) promjene u frekvenciji srca u stanju mirovanja, sub-maksimalnoj i maksimalnoj frekvenciji nakon primjene taperinga. S obzirom na rezultate određenih studija, primjerice sportaši aerobnih i anaerobnih sportova trebaju održavati ili neznatno povećavati intenzitet treninga tijekom razdoblja korištenja taperinga (Shepley i sur., 1992). U sportovima u kojima prevladava aerobni sustav treninga i natjecanja, učestalost treniranja može poboljšati izvedbu ako se smanji za 20% - 50% u slabo do umjereno utreniranih sportaša. Međutim, kod slabo utreniranih sportaša, učestalost se održava ili znatno smanjuje tijekom primjene taperinga do ispod 20% (Mujika i Padilla, 2003).

Dosadašnje studije su istraživale kakvi su efekti od taperinga na fiziološke sposobnosti nogometaša koje im dozvoljavaju postizanje natjecateljskih sposobnosti (Dehkordi i sur., 2014; Fessi i sur., 2016). Istraživanja ovih studija su pokazala da tapering može poboljšati sposobnosti u testu ponovljenih sprinteva (RSA) do 4%, te povećati prijedenu udaljenost i broj sprinteva (Fessi i sur., 2016).

U kontekstu svega prethodno rečenog, jasno je da postoji potreba za znanstvenim definiranjem i boljim uvidom utjecaja linearnog i ekspancijalnog taperinga na „brušenje“ sportske forme i postizanja optimalnih sportskih rezultata na vrhunskim natjecanjima.

Cilj ovog istraživanja je istražiti i determinirati učinke četvero-tjednog linearnog i ekspancijalnog tapering protokola na sastav tijela, motoričko-funkcionalne sposobnosti, te prijedenu udaljenost kod nogometaša juniora.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA I UZORAK VARIJABLI

Stotinu i pedeset osam nogometaša juniora je slučajnim odabirom selektirano u eksponencijalnu tapering grupu (ETG;  $n=79$ ) i linearnu tapering grupu (LTG;  $n=79$ ). Igrači su imali isti protokol treninga u trajanju od 4 tjedna prije tapering perioda, koji je također trajao 4 tjedna. Mjerenja su provedena tjedan prije i tjedan poslije tapering protokola. Ispitanici su upoznati sa svim testovima minimalno 48 sati prije bilo kojeg eksperimentalnog testiranja. U jutarnjim satima na ispitanicima je sprovedena analiza sastava tijela u laboratoriju. Testove procjene sastava tijela su sačinjavali visina (cm), težina (kg), indeks tjelesne mase ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), sjedeća visina (cm), % masti, mišićne mase i vode u tijelu. Postotak tjelesne masti (%BF), mišićna masa, te vode u tijelu je mjereno bioelektričnim analizatorom impedancije (BIA, TaniTa TBF 410, Tanita, Tokio, Japan). Poslije ovog mjerenja pristupilo se motoričko-funkcionalnim testovima (test 5, 10 i 30 metara sprint, 96369 test agilnosti sa okretom za  $180^\circ$ , test ponovljenih sprinteva, skok u vis, skok u vis sa zamahom ruku). Maksimalni primitak kisika ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ ) je korišten za procjenu funkcionalnih sposobnosti. Povrh svega, uključena je i pretrčana udaljenost igrača tokom nogometne utakmice (*Focus X3 sport analyzer*). Statistički su uspoređeni rezultati mjerenja prije i poslije dva različita tapering protokola.

### 2.2. EKSPERIMENTALNI PROTOKOL

U prvoj fazi istraživanja s odgovornim osobama u nogometnim klubovima dogovoreni su termini za sprovođenje testiranja. Pri tome sva mjerenja su provedena u isto doba dana (ujutro između 9 i 12 sati). Dva dana prije testiranja nogometaši nisu imali treninge s izraženijim opterećenjima, zbog toga kako bi se testiranja provela na način da umor ne utječe na rezultate istraživanja. Sve varijable su se mjerile u 3 vremenske točke: inicijalno, tranzitivno i finalno mjerenje. Tranzitivno mjerenje je provedeno nakon 4 tjedna. Tokom perioda od 4 tjedna obje eksperimentalne grupe su provodile isti 4 tjedni program. Prvi tjedan programa se sastojao od (kontinuiranog trčanja - ponedjeljak, snage; tehničko taktičkog „TE/TA“ treninga – utorak, kontinuiranog trčanja – srijeda, TE/TA treninga – četvrtak, trening snage i prevencije – petak, kontinuiranog trčanja – subota, odmor – nedjelja). Od drugog do četvrtog tjedna struktura treninga je sadržavala (snaga; TE/TA trening – ponedjeljak, intervalni trening – utorak, snaga; TE/TA trening – srijeda, intervalni trening – četvrtak, TE/TA i prevencijski trening – petak, intervalni trening – subota, odmor – nedjelja). Poslije tranzitivnog mjerenja obje eksperimentalne grupe će pristupiti različitim tempiranjima sportske forme: linearnom i eksponencijalnom. Ispitanici će provoditi intervalni trening 3 puta tjedno, koji će se sastojati od  $4 \times 4$  minute trčanja sa opterećenjem od 90-95% od maksimalne srčane frekvencije ( $\text{FS}_{\text{max}}$ ), sa odvojenim 4-minutnim joggiranjem od 40% od  $\text{FS}_{\text{max}}$ . Tempiranje sportske forme će trajati 4 tjedna, nakon čega će uslijediti finalno testiranje. Istraživanje će ukupno trajati 8 tjedana, te su korištene iste metode rada. Također, svi ispitanici će imati približno istu razinu aktiviteta izvan treninga, te će ih se pokušat usmjeriti da se približno isto hrane. Trening protokol za linearni tapering u 5-om tjednu se sastojao od ( $4 \times 4$  - serije x minute), 6-om tjednu ( $3 \times 4$ ), 7-mom tjednu ( $2 \times 4$ ), 8-mom tjednu ( $1 \times 4$ ) uz pauzu od 4 minute sa 40% od  $\text{FS}_{\text{max}}$ . Plan i program za eksponencijalni tapering u 5-om tjednu se sastojao od ( $4 \times 4$ ), 6-om tjednu ( $2 \times 4$ ), 7-mom tjednu ( $1 \times 4$ ), 8-mom tjednu ( $1 \times 4$ ) uz pauzu od 4 minute sa 40% od  $\text{FS}_{\text{max}}$ .

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Parametri deskriptivne statistike su bili aritmetička sredina i standardna devijacija. Kolmogorov-Smirnov test je korišten da se utvrdi normalitet distribucije. Snaga statističkog zaključivanja je izračunata korištenjem programa G-power. Interklasni koeficijent korelacije (ICC) i koeficijent varijacije (CV) su korišteni da bi se ispitala pouzdanost korištenih testova. Za testiranje da li su glavni efekti *Grupe* (eksponencijalna naspram linearna), glavni efekt *vremena* (inicijalno, tranzitivno, finalno) te interakcijskih efekata *grupa*  $\times$  *vrijeme* značajni, korištena je  $2 \times 3$  faktorska ANOVA. Homogenost varijance je testirana Levenovim testom, a pojedinačne razlike između grupa i mjerenja su ispitane korištenjem Bonferonijeve korekcije. Podatak je smatran ekstremom ako je bio van granica  $\pm 2$  standardne devijacije. Za svaku ANOVA analizu parcijalni  $\eta^2$  (ES) je korišten kao mjera veličine učinka. Vrijednosti veće od 0,02, 0,13, i 0,26 su su smatrane malim, srednjim i velikim učinkom, ovim redom. Sve statističke analize su izvedene korištenjem software za statističku obradu podataka (SPSS verzije 23). Pogreška prve vrste je postavljena na  $p < 0,05$ .

### 3. REZULTATI I RASPRAVA

Kolmogorov-Smirnov test je pokazao normalitet distribucije. Statistička značajnost je bila 0,94. ICC i CV za testove sprint 5 metara ( $r=0,958$  i  $0,93\%$ ), 10 metara ( $r=0,958$  i  $0,82\%$ ), i 30 metara ( $r=0,979$  i  $0,65\%$ ). ICC i CV za test sprinta 96369 sa okretom za  $180^\circ$  je ( $r=0,924$  i  $1,62\%$ ). Za test skoka u vis ICC i CV je ( $r=0,911$  i  $2,89\%$ ), a za skok u vis sa zamahom ruku ( $r=0,927$  i  $3,30\%$ ). ICC i CV u testu ponovljenih sprinteva je ( $r=0,932$  i  $1,82\%$ ).

U tablici 1 linearna i eksponencijalna grupa nisu imale značajne promjene u varijabli visine i sjedeće visine. U eksponencijalnoj grupi tjelesna težina se povećala za  $0,2\%$  ( $ES=0,02$ ), indeks tjelesne mase se također povećao za  $0,2\%$  ( $ES=0,02$ ), i postotak mišićne mase se povećao za  $0,4\%$  ( $ES=0,02$ ); dok se postotak masnog tkiva smanjio za  $0,8\%$  ( $ES=0,02$ ). U linearnoj grupi tjelesna težina se smanjila za  $0,1\%$  ( $ES=0,01$ ), indeks tjelesne mase se povećao za  $0,1\%$  ( $ES=0,01$ ), postotak mišićne mase se povećao za  $0,3\%$  ( $ES=0,01$ ), dok se postotak masnog tkiva smanjio za  $0,7\%$  ( $ES=0,01$ ). Najveća promjena između mjerenja se dogodila u eksponencijalnoj grupi između tranzitivnog i finalnog mjerenja u postotku masnog tkiva ( $-0,6\%$ ;  $ES=0,01$ ) i postotku mišićne mase ( $0,3\%$ ;  $ES=0,01$ ). Ove promjene mogu nastati zbog fizioloških promjena i smanjenog stresa tokom treninga (Mujika i Padilla, 2003).

**Tablica 1.** Deskriptivna statistika ispitanika u sastavu tijela

Varijable	Inicijalno	Tranzitivno (poslije 4 tjedna)	Finalno (poslije 8 tjedana)	vrijeme	vrijeme × grupa
	AS ±SD	AS ±SD	AS ±SD		
<b>Visina (cm)</b>					
Eksponencijalna	179,04±7,48	179,07±7,49	179,01±7,38	0,065	0,472
Linearna	178,10±7,15	178,17±7,20	178,11±7,18		
<b>Sjedeća visina (cm)</b>					
Eksponencijalna	101,13±5,16	101,15±5,10	100,99±5,20	0,251	0,247
Linearna	100,52±5,38	101,47±5,43	100,99±5,71		
<b>Težina (kg)</b>					
Eksponencijalna	71,85±7,66	71,94±7,74	72,00±7,80	<0,001 <sup>a,b</sup>	0,890
Linearna	71,38±7,47	71,27±7,44	71,30±7,48		
<b>Indeks tjelesna mase (kg/m<sup>2</sup>)</b>					
Eksponencijalna	22,41±1,97	22,43±2,04	22,45±2,06	0,048 <sup>b</sup>	0,631
Linearna	22,40±1,46	22,42±1,47	22,43±1,47		
<b>Postotak masti (%)</b>					
Eksponencijalna	6,40±2,61	6,39±2,58	6,35±2,53	<0,001 <sup>a,b,c</sup>	0,620
Linearna	6,05±1,57	6,03±1,60	6,01±1,55		
<b>Postotak vode (%)</b>					
Eksponencijalna	43,74±3,44	43,75±3,47	43,74±3,41	0,194	0,670
Linearna	43,94±3,96	43,96±4,00	43,94±3,98		
<b>Mišićne mase (%)</b>					
Eksponencijalna	60,85±14,32	60,95±14,34	61,12±14,38	<0,001 <sup>a,b,c</sup>	0,312
Linearna	60,90±15,70	60,96±15,56	61,10±15,85		

<sup>a</sup> – razlika između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja; <sup>b</sup> – razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja; <sup>c</sup> – razlika između tranzitivnog i finalnog mjerenja,  $p<0,05$ ; \*  $p<0,05$  – značajna interakcija (vrijeme×grupa).

U tablici 2 su vidljive razlike rezultata u motoričko–funkcionalnim testovima između mjerenja i grupa. Razlike su se pokazale u svim testiranim varijablama. U eksponencijalnoj grupi, najveća pozitivna promjena se dogodila između inicijalnog i finalnog mjerenja u sprintu 5 metara sa razlikom između mjerenja za  $8,0\%$  ( $ES=0,77$ ); razlika je bila  $1,4\%$  ( $ES=0,97$ ) u sprintu 10 metara,  $2,4\%$  ( $ES=0,48$ ),  $3,0\%$  ( $ES=0,30$ ) u skoku u vis sa zamahom ruku, te  $2,0\%$  ( $ES=0,29$ ) u  $Vo_{2max}$ . U linearnoj grupi, efekti linearnog taperinga su proizveli najveće promjene u sprintu 5 metara ( $7,0\%$ ;  $ES=0,64$ ), sprintu 10 metara ( $7,0\%$ ;  $ES=0,41$ ), te



testu ponovljenih sprinteva (3,6%; ES=0,57). Ipak, najveća promjena se dogodila u eksponencijalnoj grupi u testovima sprinta 5 i 30 metara, skoku u vis sa zamahom ruku i VO<sub>2</sub> max ( $p<0,05$ ). Nekoliko mehanizama može biti povezano sa ovakvim rezultatima. Prvo, tapering period može značajno poboljšati veličinu brzog lanca teškog miozina i pomak kroz brzo kontraktilna vlakna IIX, što fiziološki proizvodi dva puta više kontrakcije, nego IIA vlakna (De Lacey i sur., 2014).

**Tablica 2.** Deskriptivna statistika motoričko-funkcionalnih sposobnosti

Varijable	Inicijalno	Tranzitivno (poslije 4 tjedna)	Finalno (poslije 8 tjedana)	vrijeme	vrijeme × grupa
	AS ±SD	AS ±SD	AS ±SD		
<b>Sprint 5 m</b>					
Eksponencijalna	1,14±0,14	1,13±0,15	1,02±0,17	<b>&lt;0,001<sup>a,b,c</sup></b>	<b>0,021*</b>
Linearna	1,16±0,14	1,15±0,17	1,06±0,17		
<b>Sprint 10 m</b>					
Eksponencijalna	2,09±0,15	2,04±0,13	1,94±0,16	<b>0,001<sup>a,b,c</sup></b>	0,060
Linearna	2,06±0,21	1,98±0,17	1,97±0,18		
<b>Sprint 30 m</b>					
Eksponencijalna	4,36±0,22	4,34±0,22	4,25±0,24	<b>&lt;0,001<sup>a,b</sup></b>	<b>0,003*</b>
Linearna	4,30±0,18	4,25±0,20	4,22±0,18		
<b>96369 test</b>					
Eksponencijalna	7,52±0,37	7,46±0,36	7,41±0,29	<b>&lt;0,001<sup>b,c</sup></b>	0,927
Linearna	7,51±0,42	7,48±0,44	7,41±0,40		
<b>Test ponovljenih sprinteva</b>					
Eksponencijalna	6,99±0,37	6,90±0,38	6,74±0,37	<b>&lt;0,001<sup>a,b,c</sup></b>	0,383
Linearna	6,98±0,43	6,88±0,44	6,73±0,45		
<b>Skok u vis (cm)</b>					
Eksponencijalna	41,66±4,67	42,06±4,41	42,77±4,65	<b>&lt;0,001<sup>b,c</sup></b>	0,263
Linearna	41,63±4,61	41,68±4,24	42,07±4,45		
<b>Skok u vis sa zamahom ruku (cm)</b>					
Eksponencijalna	53,16±5,42	53,69±5,36	54,73±5,09	<b>&lt;0,001<sup>b,c</sup></b>	<b>0,024*</b>
Linearna	51,52±5,15	51,77±5,12	52,05±5,19		
<b>VO<sub>2</sub>max (mlO<sub>2</sub>/kg/min)</b>					
Eksponencijalna	56,73 ±3,91	56,98±3,89	57,88±4,10	<b>&lt;0,001<sup>b,c</sup></b>	<b>0,030*</b>
Linearna	55,76 ±5,50	56,03±5,56	56,48±5,66		

<sup>a</sup> – razlika između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja; <sup>b</sup> – razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja; <sup>c</sup> – razlika između tranzitivnog i finalnog mjerenja,  $p<0,05$ ; \*  $p<0,05$  – značajna interakcija (vrijeme×grupa)

Tablica 3 pokazuje razlike u prijedenoj udaljenosti tokom utakmice između mjerenja i grupa. U eksponencijalnoj grupi, prijedena udaljenost se povećala za hodanje 2,5% (ES=0,03), trčanje niskog intenziteta 11,0% (ES=0,52), trčanje srednjeg intenziteta 6,0% (ES=0,26), trčanje visokog intenziteta 15,0% (ES=0,69), te 26,0% (ES=0,72) za sprint. Ukupna prijedena udaljenost se povećala za 6,0% (ES=0,38). U linearnoj grupi prijedena udaljenost se povećala za 2,6% (ES=0,21) kod hodanja, trčanja niskog intenziteta 9,7% (ES=0,45), trčanja srednjeg intenziteta 5,5% (ES=0,22), trčanja visokog intenziteta 13,6% (ES=0,60), te 21,7% (ES=0,60) kod sprinta. Ukupna prijedena udaljenost se povećala za 4,7% (ES=0,38). Eksponencijalna grupa je imala veće promjene u trčanju srednjeg intenziteta i sprintu nego linearna ( $p<0,05$ ). Ovakvi rezultati se mogu objasniti činjenicom da je tapering odgovoran za povećanje unosa kisika koji je važan za aerobne aktivnosti, smanjuje oštećenje mišića i katabolizam, i povećava anabolizam i mišićni glikogen (Coutts i sur., 2007).

Tablica 3. Deskriptivna statistika ispitanika parametara prijedene udaljenosti

Varijable	Inicijalno	Tranzitivno (poslije 4 tjedna)	Finalno (poslije 8 tjedana)	vrijeme	vrijeme × grupa
	AS ±SD	AS ±SD	AS ±SD		
<b>Hodanje (0,4-3,0 km/h)</b>					
Eksponencijalna	5374,30±556,89	5431,26±554,35	5508,23±550,87	<0,001 <sup>a,b,c</sup>	0,922
Linearna	5318,56±665,48	5376,76±663,02	5456,42±662,47		
<b>Niski intenzitet (3,0-8,0 km/h)</b>					
Eksponencijalna	1445,83±296,78	1520,78±298,84	1599,32±290,37	<0,001 <sup>a,b,c</sup>	0,615
Linearna	1505,06±321,90	1579,97±324,37	1651,08±324,45		
<b>Srednji intenzitet (8,0-13,0 km/h)</b>					
Eksponencijalna	1754,66±429,86	1778,15±462,48	1865,89±424,36	<0,001 <sup>a,b,c</sup>	0,048*
Linearna	1698,81±428,47	1734,49±427,36	1792,34±423,22		
<b>Visoki intenzitet (13,0-18,0 km/h)</b>					
Eksponencijalna	658,00±146,13	699,68±145,18	760,55±150,61	<0,001 <sup>a,b,c</sup>	0,099
Linearna	675,33±151,87	710,55±148,61	767,28±152,62		
<b>Sprint (&gt;18,0 km/h)</b>					
Eksponencijalna	402,56±144,13	447,51±143,38	507,69±147,33	<0,001 <sup>a,b,c</sup>	<0,001*
Linearna	406,33±142,63	442,59±145,72	494,44±147,67		
<b>Ukupno</b>					
Eksponencijalna	8988,78±1281,13	9171,68±1439,69	9516,16±1496,11	<0,001 <sup>a,b,c</sup>	0,149
Linearna	9607,85±1187,42	9757,02±1201,11	10064,65±1224,97		

<sup>a</sup> – razlika između inicijalnog i tranzitivnog mjerenja; <sup>b</sup> – razlika između inicijalnog i finalnog mjerenja; <sup>c</sup> – razlika između tranzitivnog i finalnog mjerenja, p<0,05; \* p<0,05 – značajna interakcija (vrijeme×grupa).

#### 4. ZAKLJUČAK

Kao šta je prije spomenuto, tapering uključuje smanjenje u volumenu opterećenja, šta potencijalno povećava sposobnosti. Naši rezultati su pokazali da smanjenjem 5% od početnih vrijednosti ili 5% od prethodnog treninga je imalo slične učinke na sastav tijela u nogometaša juniora. Ipak, eksponencijalni tapering je generirao bolje učinke u sprintu 5 i 30 metara, skoku u vis sa zamahom ruku, i VO<sub>2</sub> max-u nego linearni. Novo otkriće u ovom istraživanju je da se sprint tokom utakmice povećao poslije eksponencijalnog taperinga kod nogometaša juniora, tako da ovaj tapering protokol može biti kvalitetna metoda za poboljšanje rezultata u treningu. Oba tapering perioda bi se trebala koristiti u pripremnom periodu; ipak, eksponencijalni tapering je generirao bolje učinke u brzini, snazi i izdržljivosti nego linearni.

#### 5. LITERATURA

1. Coutts, A., Reaburn, P., Piva, T.J., i Murphy, A. (2007). Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. *Int J Sports Med*, 28(2), 116-124.
2. De Lacey, J., Brughelli, M.E., McGuigan, M.R., i Hansen, K.T. (2014). Strength, speed and power characteristics of elite rugby league players. *J Strength Cond Res*, 28(8), 2372-2375.
3. Dehkordi, K.J., Ebrahim, K., Gaeini, A., i Gholami, M. (2014). The effect of two types of tapering on cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in male soccer players. *Int J Basic Sci Appl Res*, 3(2), 79-84.
4. Fessi, M.S., Zarrouk, N., Di Salvo, V., Filetti, C., Barker, A.R., i Moalla, W. (2016). Effects of tapering on physical match activities in professional soccer players. *J Sports Sci*, 34(24), 2189-2194.
5. Kubukeli, Z.N., Noakes, T.D., i Dennis, S.C. (2002). Training techniques to improve endurance exercise performances. *Sports Med*, 32(8), 489-509.
6. Mujika, I., i Padilla, S. (2003). Scientific bases for precompetition tapering strategies. *Med Sci Sports Exerc*, 35(7), 1182-1187.

7. Shepley, B., MacDougall, J. D., Cipriano, N., Sutton, J. R., Tarnopolsky, M. A., i Coates, G. (1992). Physiological effects of tapering in highly trained athletes. *J Appl Physiol* (1985), 72(2), 706-711.
8. Wilson, J.M., i Wilson, G.J. (2008). A practical approach to the taper. *Strength & Conditioning Journal*, 30(2), 10- 17.

# KARIJERNI CENTAR ZA SPORTAŠE HRVATSKOG OLIMPIJSKOG ODBORA: POTPORA ZA IZVRSNOST TIJEKOM I NAKON KARIJERE

Snježana Pejčić

*Hrvatski olimpijski odbor, Karijerni centar za sportaše*

## 1. UVOD

U uvjetima velike konkurencije u sportu na globalnoj razini (De Bosscher i sur., 2008), otvara se pitanje uvjeta u kojima se događaju vrhunska sportska ostvarenja (Burlot i sur., 2016). To se posebno odnosi na sadržaj i dinamiku života sportaša. S jedne strane, sportaši su suočeni s različitim vremenskim i sadržajnim ograničenjima kao što su trening, natjecanje, oporavak, obrazovanje, obitelj i društveni život, koji određuju raspored aktivnosti koje treba obaviti. S druge strane, sportaši se suočavaju s izborom načina za prevladavanje tih ograničenja (Robinson and Godbey, 1999, Rosa, 2013). Uvjeti vrhunske sportske pripreme znatno su se promijenili tijekom posljednjih nekoliko godina. Sportaši moraju provoditi više vremena trenirajući i natječući se (Bullock i sur., 2009.), te se istovremeno posvetiti mentalnim, fizičkim i prehranbenim segmentima osobnog usavršavanja (Burlot i sur., 2016). Nadalje, moraju nastaviti odgovarati na neka ograničenja kao što su učenje, provođenje vremena sa svojim obiteljima, prijateljima i vođenje sentimentalnih života (Godber, 2012). U tom kontekstu, postavlja se pitanje o sposobnosti vrhunskih sportaša da kombiniraju sva ova ograničenja, naime da upravljaju ubrzanjem u svom tempu života (Rosa, 2013.) kako bi uvijek mogli postići više i bolje u istoj vremenskoj jedinici. Zbog ovih je razloga Hrvatski olimpijski odbor osnovao Karijerni centar za sportaše.

Karijerni centar za sportaše HOO-a je tijelo koje pruža stručnu potporu, informacije i savjete koji omogućuju uspješnost u dual karijeri i karijeri nakon sportske karijere. Sportašima nudi dostupnost informacija o uvjetima obrazovanja, stipendijama i informacijama o zapošljavanju. Suraduje s obrazovnim institucijama i nadležnim državnim tijelima ovlaštenim za poslove obrazovanja i zapošljavanja, kao i s drugim dionicima nadležnim za pojedina područja koja imaju utjecaj na dual karijeru sportaša.

Karijerni centar, u suradnji s Komisijom za dual karijeru, nadležnim ministarstvom i Hrvatskom olimpijskom akademijom održava radionice za sportaše i trenere vezane za dual karijeru u sportu. Cilj radionica je osvijestiti važnost planiranja sportske karijere i informirati mlade sportaše o posebnim uvjetima i stručnoj podršci te zakonskoj regulativi o dual karijeri u sportu. Drugi cilj je upoznati sportaše s aktivnostima koje provodi Karijerni centar za sportaše, ponuditi suradnju i utvrditi probleme s kojim se susreću u dual karijeri te utvrditi interes za obrazovanjem, zapošljavanjem i/ili stjecanjem praktičnog iskustva za karijeru nakon sportske karijere.

Također, u suradnji s Centrom za istraživanja i razvoj vrhunske sportske pripreme pri Hrvatskom olimpijskom odboru, Karijerni centar nastojat će ostvariti sinergiju sa sportskim stručnjacima svih profila u ostvarivanju zajedničkih ciljeva – zdravlju, blagostanju i vrhunskoj sportskoj izvedbi hrvatskih sportaša.

## 2. DUAL KARIJERA SPORTAŠA

### 2.1. OBRAZOVANJE

Dual karijera jednog sportaša u prosjeku traje 15 – 20 godina. To je period u kojem sportaš započinje sportsku karijeru, održava je na visokom nivou te je zatim privodi kraju. Paralelno se školuje/radi, stječe položaj u društvu, stvara svoj identitet izvan sporta, zasniva obitelj (Burlot i sur., 2016). Vrhunski (kategorizirani) sportaši i sportaši s invaliditetom često se susreću s preprekama kada se radi o usklađivanju sportske karijere i obrazovanja ili posla.

*Dual karijera je multidimenzionalni koncept koji uključuje posebne uvjete i stručnu podršku sportašima u obrazovanju i sportskoj karijeri, odnosno radnom odnosu i sportskoj karijeri, a u svrhu nastavka karijere u sportu ili drugim djelatnostima nakon sportske karijere. (Nacionalni program sporta 2019. – 2026.)*

Godine 2012. Europska unija izdala je smjernice za sportaše studente čiji je glavni cilj otvoreni dijalog između sportskih i edukacijskih ustanova s ciljem implementiranja fleksibilnosti, odnosno posebnih uvjeta i stručne potpore kategoriziranim sportašima.

Istraživanje provedeno za potrebe projekta „Sportaši i obrazovanje 2012.-2016.“ pokazalo je da sportska karijera najviše ovisi o podršci obitelji, trenera, prijatelja i nastavnika. Ako ta vrsta potpore izostane, mladi sportaši nerijetko odustaju od sportske karijere ili obrazovanja.

Međunarodno istraživanje pokazalo je da 49% sportaša na kraju karijere nema završenu strukovnu izobrazbu ili više školovanje (Stockinger, 2021). U Hrvatskoj još uvijek veliki broj sportaša nije upoznat s posebnim uvjetima i stručnom potporom na koju kao kategorizirani sportaši imaju pravo.

- Godine 2017. započelo je subvencioniranje vrhunskih sportaša (sadašnjih i bivših) od strane Ministarstva turizma i sporta koje za cilj ima poticanje dual karijere, obrazovanje, usavršavanje i osposobljavanje sportaša. Tim činom uvelike se olakšava stjecanje visokog obrazovanja sportaša koje će im pomoći u prilagodbi nakon njihove sportske karijere.
- Hrvatski olimpijski odbor je potpisnik Sporazuma o suradnji s nekoliko škola i sveučilišta (Libertas, PAR, Aspira, ZŠEM, Kineziološki fakultet u Zagrebu, PESG) koja vrhunskim sportašima nude prilagođene uvjete studiranja. Usklađenost školskih i sportskih obveza je imperativ ovakvog vida suradnje koji su do sada iskoristili naši brojni sportaši.
- Rektorski zbor Republike Hrvatske donio je Pravilnik o studiranju studenata sportaša na visokim učilištima Republike Hrvatske. Sveučilišta primjenu Pravilnika utvrđuju svojim aktima u skladu s njihovim mogućnostima i specifičnostima svake sredine.
- Kod upisa u studentske domove kategorizirani sportaši imaju pravo na dodjelu mjesta u domovima u skladu s Pravilnikom o uvjetima i načinu ostvarivanja prava redovnih studenata na subvencionirano stanovanje.

Opće je poznato da je usklađivanje sportske karijere s obrazovanjem u najmanju ruku izazovno i zahtijeva od sportaša razne prilagodbe i odricanja. Međutim, usklađivanje je izvedivo i moguće. Kaže se da je organizacija pola posla, i u ovom slučaju to je točno. Organizacija i balans su ključ uspjeha.

Svaki početak je težak, pa će se tako primjerice svaki sportaš u prvom razredu srednje škole ili na prvom godini fakulteta naći u potpuno novom okruženju s novim (drugacijim) obvezama i s manje slobodnog vremena. Da bi izbjegao nepotreban dodatni stres, sportaš treba novu rutinu i dobru organizaciju. Plan treninga i plan učenja mora se međusobno kombinirati, uskladiti i postati rutina. Svakodnevno balansiranje je od iznimne važnosti. Također, vrlo je važno osvijestiti da balans nije jedino 50:50. On može biti i 33:33:33, i 70:30 i 80:20 ako to sportašev raspored traži. Omjer nije uvijek isti i sportaš ga mora prilagoditi u zavisnosti od trenažnog procesa i ispitnih rokova. Loše upravljanje vremenom može dovesti do toga da se sportaš osjeća preopterećeno i može negativno utjecati na sportski i akademski rezultat. Nedvojbeno je da je svaki sportaš individualno biće i nešto što odgovara jednom neće nužno odgovarati i drugom sportašu. Tako je i s obrazovanjem – nije svaka osoba (pa samim time i sportaš) predodređena za fakultet i visoko obrazovanje.

Neobično je važno naglasiti da cilj dual karijere nisu povlastice za kategorizirane sportaše, već stručna podrška i posebni uvjeti koje imaju pravo koristiti u sustavu obrazovanja.

#### **Primjeri dobre prakse**

U Hrvatskoj jedan manji broj srednjoškolskih i visokoškolskih ustanova, osobito privatnih ustanova, osigurava posebne uvjete i podršku za učenike i studente sportaše. Dobar primjer prakse predstavljen je u osječkoj Gimnaziji „Gaudeamus“ u kojoj učenici koji imaju stipendiju škole pomažu učenicima sportašima koji veći dio godine nisu u mogućnosti redovito sudjelovati na nastavi zbog sudjelovanja na pripremama i sportskim natjecanjima.

U Danskoj nacionalni olimpijski odbor i/ili nacionalni sportski savez plaćaju stručnu pomoć (tutorstvo), jedan sat svakog dana sportaševa izostanka.

U Švedskoj postoji tim stručnjaka (koji financira Švedska sportska konfederacija) koji obilazi sportaše od 16. do 19. godine i koordinira sa školama treninge i obveze školovanja, dogovara i predlaže smještaj sportašima gdje su kvalitetniji uvjeti i sl.

Kao primjeri kvalitetnih programa organizirane stručne potpore koji se provode u pojedinim europskim državama navode se: TASS (Talented Athletes Scholarship Scheme, Velika Britanija), KADA (Austrija), Study & Talent Education Programme (Belgija), Athletes Study and Career Services (Finska) te Tutorsport (*Španjolska*).

## 2.2. ZAPOSŁJAVANJE

Čak 90% sportaša nakon kraja sportske karijere mora raditi kako bi si osigurali primanja potrebna za normalni život (Stockinger, 2021). Zato je ključno da sportaš prije svega definira svoj cilj, odnosno da zna što želi raditi u životu nakon završetka sportske karijere.

Jedan od najvećih izazova za sportaša koji je završio karijeru je pronalazak posla i novi početak u svim drugom okruženju i u drugačijim uvjetima. Nakon godina, pa i desetljeća u kojima su bili na vrhuncu, jedni od najboljih u sportu kojim su se bavili, sportaši dolaze u situaciju u kojoj moraju krenuti „ispočetka“. Ako do tog trenutka nisu razmišljali o karijeri nakon karijere, ovaj trenutak često može biti zastrašujući za sportaša, prije svega u slučaju ako kraj karijere nije bio planiran (ozljeda). Neophodno je da svi sportaši što prije osvijeste činjenicu da će njihova karijera jednom doći kraju i da treba isplanirati karijeru nakon sportske karijere.

Tranzicijski period puno je lakši i manje je stresan ako se osigura stručna pomoć u aspektu planiranja završetka sportske karijere dok je sportaš još uvijek aktivan u sportu i ako je odluka o kraju karijere samostalna i dobrovoljna. Jednako tako, od velike je važnosti i podrška okoline (obitelji, trenera, partnera) te mogućnosti nastavka školovanja i/ili zapošljavanja. U ovakvim trenucima jako veliku i važnu ulogu igra i mreža poznanstava (*networking*) koju sportaš stvara tijekom svoje karijere, koja je uvijek izuzetno važna i vrijedna, posebno u ovom periodu.

### Primjeri dobre prakse

U High-Performance sportskom centru Sant Cugat u Španjolskoj osnovan je Athletes Care Service (SAE), odnosno odjel koji brine o svim tranzicijskim periodima u životu sportaša, a posebice o kraju srednjoškolskog školovanja, kraju visokoškolskog obrazovanja i o kraju sportske karijere.

Također, prva radna iskustva stječu se radeći u lokalnim kompanijama koje su smještene pored Centra, kao i praksa koja se tamo održava.

I u Hrvatskoj postoje jako dobri primjeri iz svakodnevnog života. Suradnja Hrvatskog olimpijskog odbora i MORH-a uspješno se odvija na temelju prvog Sporazuma iz 2003. godine i njegova aneksa iz 2007. godine. Po uzoru na mnoge zemlje, aktiviranje naših vrhunskih sportaša u pričuvnom sastavu MORH-a započelo je potpisivanjem Sporazuma o suradnji HOO-a i MORH-a 3. rujna 2010. godine. Već 2011. godine status ugovornih pričuvnika ostvarilo je prvih 19 sportaša, a danas je taj broj narastao na 50.

Na taj način vrhunski sportaši dobivaju konkretnu potporu koja im olakšava daljnji život, rad i sportu pripremu.

Mnoge države već dugi niz godina imaju praksu da, uz vojsku, svoje vrhunske sportaše također zapošljavaju i u policiji, carini i sl.

Mnogi od njih nakon sportske karijere ostaju u radnom odnosu i to je jedan od bezbolnijih načina za prelazak iz jedne karijere u drugu, jer na taj način sportaši ostaju u poznatom okruženju s već ranije stečenim znanjima i vještinama.

Adecco grupa, koja je vodeći svjetski lider u pružanju HR usluga, od 2003. godine povezuje ljude s odgovarajućim znanjima i sposobnostima s poslom koji žele obavljati. Poslujući u više od 60 zemalja (uključujući i Hrvatsku), Adecco grupa je partner Hrvatskog olimpijskog odbora i dio programa Athlete Career+ Međunarodnog olimpijskog odbora. Jedan od njihovih ciljeva je uvesti sportaše na tržište rada na način da ih povezuje s mogućim poslodavcima, bez obzira na to radi li se o stjecanju iskustva kroz pripravništvo i praksu, poslu s fleksibilnim radnim vremenom ili o stalnom poslu nakon kraja karijere.

### **Primjeri dobre prakse**

U Finskoj postoji Sport Academy Network koja stoji na raspolaganju i informira sportaše o mogućnostima zapošljavanja i ostalim sličnim savjetima i idejama.

Kao dobar primjer prakse navode se njemačke nacionalne kompanije koje osiguravaju zainteresiranim sportašima stjecanje potrebnih znanja, vještina i kompetencija te zapošljavanje prilagođeno obvezama u vrhunskom sportu. Sportski fond kompenzira eventualnu razliku troškova kompanijama koje zapošljavaju sportaše u slučaju nastalog gubitka. U ovim sustavima osobito se nastoji zapošljavati što veći broj vrhunskih sportašica i vrhunskih sportaša s invaliditetom.

### **3. INTEGRALNA SKRB O KARIJERI SPORTAŠA**

Svaki sportaš najveći dio godine provodi u vlastitoj organizaciji. Ovisno o specifičnostima sporta i sportske pripreme, sportaš u organiziranom sustavu sportske pripreme (sportski klub, nacionalna selekcija) provodi 2 – 8 sati dnevno. Budući da sportaš preostali dio dana provodi u vlastitom okruženju i organizaciji, kontrola i intervencije u životnom stilu igrača zauzimaju sve važnije mjesto (Burns i sur., 2019). Segmenti stila života koji su posebno važni za cjelovitu pripremljenost sportaša jesu (Jukić i sur., 2021):

- trajanje i kvaliteta sna
- adekvatna prehrana
- kvalitetne higijenske navike
- obiteljski život
- društveni život
- hobiji
- odmor
- kućanski poslovi i nabava
- zabava
- intimni život
- konzumacija štetnih tvari.

U kontroli životnog stila sportaša mogu sudjelovati treneri, psiholog, nutricionist i liječnik, ali i članovi uže obitelji ili prijatelji. Međutim, mnogi sportaši ili se ne žele obratiti za pomoć ili se nemaju kome obratiti pa sami traže rješenja za unapređenje vlastitog blagostanja. Upravo iz ovih razloga važno je osnivanje Karijernog centra za sportaše koji stoji neposredno na raspolaganju sportašima svojim sustavom edukacije i savjetovanja.

Karijerni centar za sportaše prepoznao je da, osim skrbi o školovanju i zapošljavanju sportaša, postoji potreba za integrativnom, cjelovitom skrbi o svim aspektima života i životnog stila s kojima se sportaši susreću u vremenu izvan regularnog sustava sportske pripreme koji se provodi u klubovima ili nacionalnim timovima. Zbog toga će Centar u svome radu posebno pomagati sportašima u području:

- zdravstvene zaštite
- oporavka
- prehrane
- socijalizacije
- financijske pismenosti
- odnosa s javnošću i medijske pismenosti.

Sve aktivnosti u navedenim područjima predstavljaju dodatnu skrb o sportašima koja je uvijek u skladu i dogovoru sa sportskim trenerima i stručnjacima u sportskim klubovima i odnose se na ono vrijeme i one situacije u kojima sportaši trebaju personaliziranu brigu u svoje slobodno vrijeme. Karijerni centar će davati potporu sportašima u navedenim područjima putem organiziranja edukacija, praktičnih radionica i kroz individualna savjetovanja.

## 4. ZDRAVSTVENA SKRB

### 4.1. PREVENCIJA I REHABILITACIJA SPORTSKIH OZLJEDA

Sportske ozljede dio su svakodnevice svakog sportaša. Uzroci ozljeda različiti su i multidimenzionalni i teško ih je predvidjeti i prevenirati. Ipak, znanstvena istraživanja i primjeri dobre prakse pokazali su kako je moguće smanjiti broj i težinu ozljeda. Jedan od najučinkovitijih načina za redukciju broja ozljeda je kvalitetna briga o vlastitom tijelu. Zapravo, briga o vlastitom tijelu i zdravlju započinje sa solidnim životnim stilom, a nastavlja se s preventivnim programima, odgovarajućom pripremom za trening i učinkovitim oporavkom. Budući se znatan dio navedenih načina brige o zdravlju odvija u sportaševo slobodno vrijeme, jako je važno motivirati i educirati sportaše o načinima brige za svoje tijelo i um. Pritom, sve više sportaša u svoje slobodno vrijeme angažira stručnjake specijaliste za pojedina područja sportske pripreme (kondicijskog trenera, psihologa, nutricionista, fizioterapeuta, analitičara, liječnika...). Međutim, mnogi sportaši nemaju financijske mogućnosti sami plaćati dodatnu skrb. Upravo zbog toga Karijerni centar namjerava provoditi edukaciju sportaša o mogućnostima čuvanja i unapređenja vlastitog zdravlja.

### 4.2. PREVENCIJA I LIJEČENJE BOLESTI

Velika trenažna i natjecateljska opterećenja u velikoj mjeri proizvode stres na sportašev metabolički i imunološki sustav. U uvjetima velikog tjelesnog i psihičkog iscrpljenja sportaši su skloniji virusnim i bakterijskim infekcijama, a akumulirana opterećenja mogu izazvati i poremećaje funkcioniranja organa i organskih sustava. To dovodi do pojave različitih kroničnih nezaraznih bolesti. Ipak, važno je napomenuti kako je takva stanja moguće izbjeći uz kvalitetan životni stil i preventivne mjere. Redoviti liječnički pregledi i kontrole, osobna higijena, discipliniranost u oporavku od oboljenja te solidan životni stil najbolji su put prema zdravlju i izostanku bolesti. Jedna od uloga Karijernog centra za sportaše usmjerena je prema promociji zdravstveno primjerenog ponašanja sportaša i upućivanje sportaša na njihova prava i mogućnosti zdravstvene zaštite kroz česte edukacijske aktivnosti.

### 4.3. MENTALNO ZDRAVLJE

Sportski psiholozi slažu se da negativno razmišljanje ima negativan utjecaj na sportaševu izvedbu i njegov posao. Treneri i sportski psiholozi osiguravaju sportaševo dobro mentalno zdravlje kako bi mogli uspješno ispunjavati svoje zadaće na sportskim borilištima. Sportska izvedba, odnosno izvrsnost na sportskom terenu nije moguća ako sportaš nije u mentalno dobrom stanju. Istraživanje je pokazalo da 35% vrhunskih sportaša ima problema s mentalnim zdravljem, odnosno sa stresom, depresijom, poremećajem prehrane i *burnoutom* (Fadare i sur., 2022).

Nažalost, zbog još uvijek negativne reputacije koju ima odlazak psihologu, jako veliki broj sportaša zazire od traženja psihološke pomoći. Tu dolazimo do još jednog problema, a to je neraspoznavanje razlika između psihologa i psihijatra. I to je jedan od pokazatelja zašto je edukacija na svakoj razini važna.

Otegotna okolnost je i činjenica da su sportaši konstantno pod lupom i pritiskom javnosti, da se svaki njihov korak prati i komentira što također može imati negativan utjecaj na psihu sportaša. Pretjerane kritike javnosti, trenera, pa i svojih (često nerealnih) očekivanja mogu biti razorne za sportaševo mentalno zdravlje.

Mentalno zdravlje je tema o kojoj se sve više priča, ali se još uvijek prilično stigmatizirana. Pokazalo se da što više poznatih sportaša javno priča o mentalnom zdravlju i svojoj borbi, to se u javnosti više „prihvaća“ kao nešto uobičajeno i normalno.

Kraj sportaševе karijere nije trenutak gdje nestaje sav stres. Često se događa da nakon umirovljenja sportaš upadne u depresiju i jako teško prihvaća „novi“ život. To je trenutak u kojem sportaš mora prihvatiti odlazak u sportsku mirovinu, prilagoditi se statusu bivšeg sportaša, preispitati osobni identitet i životni stil izvan sporta. Zbog toga je preporučljiva priprema i planiranje sportaša za vrijeme koje dolazi nakon sportske karijere. Ako znamo (ili možemo pretpostaviti) što nas očekuje, lakše ćemo se nositi s time.

### 4.4. OPORAVAK

Stres koji donose velika natjecateljska i trenažna opterećenja, učestala putovanja i pritisak javnosti u velikoj mjeri utječu na izvedbu i zdravlje sportaša. Najvažniju ulogu u kontroli stresa sportske pripreme imaju sportski stručnjaci koji trebaju dizajnirati personalizirane i uravnotežene programe treninga, oporavka i natjecanja. Budući da sportaš značajniji dio dnevnog vremena provodi u vlastitoj organizaciji, na



njemu je veliki dio odgovornosti za vlastiti oporavak. Dovoljno kvalitetnog sna, primjerena prehrana uz korištenje dodataka prehrani, efikasan stres menadžment, ispunjen društveni život, izbjegavanje toksičnih supstanci samo su neki od načina kako se sam sportaš može dobro oporavljati. U Karijernom centru svaki će sportaš moći naći partnera u kreiranju pametnog dnevnog režima života koji će mu omogućiti učinkovit oporavak, a time zdravlje, blagostanje i vrhunsku izvedbu.

#### 4.5. PREHRANA

Kvalitetna prehrana usko je povezana sa sportaševim performansama i zdravljem. Sportaš svakodnevno i višekratno unosi u svoje tijelo gradivne materije, potrebnu energiju, tekućinu i mikronutrijente potrebne za svakodnevno funkcioniranje svih organa i organskih sustava. Ako je prehrana izbalansirana u svome sadržaju i količini, velika je vjerojatnost da će sportaš uspješno realizirati sva opterećenja treninga i natjecanja. Poseban naglasak u EU smjernicama za dual karijeru (European Commission, 2013) stavljen je na poremećaje u prehrani sportaša, mahom kod sportašica iz sportova u kojima je manja tjelesna masa prednost (gimnastika, umjetničko klizanje i sl.). Zbog toga se sportaš na svakodnevnoj razini treba skrbiti o svojoj prehrani, a najbolji je način stvaranje dobrih prehrambenih navika temeljenih na individualnim potrebama sportaša i zahtjevima njegovoga sporta.

U idealnim uvjetima o sportaševoj prehrani brinu sportski, medicinski i nutricionistički stručnjaci. Ako takvi stručnjaci nisu dostupni sportašu, Karijerni centar namjerava organizirati edukaciju sportaša iz područja izbora i nabavke namirnica, načina pripreme hrane, načina i frekvencije konzumiranja hrane i stvaranja prehrambene discipline i dobrih navika.

#### 4.6. SOCIJALIZACIJA

Društveni život svakog pojedinca, a osobito mladih sportaša jako je važna karika u lancu koji omogućuje dobro zdravlje i vrhunsku sportsku izvedbu. Uz sve obveze koje sportaš ima (predavanja, trening, vrijeme za oporavak, masaže i fizioterapija, učenje, put do i s predavanja/treninga, eventualne obveze prema sponzorima) činjenica je da jako malo vremena ostaje za obitelj i prijatelje.

Taj segment života ne smije se zanemarivati i marginalizirati jer je često baš on od presudne važnosti za opće blagostanje sportaša. Potpora koja se dobije od obitelji i opuštanje s prijateljima nešto je što je nemoguće nadomjestiti na drugi način. Kao i odmor kod prevencije ozljeda, i ovo je jedna vrsta preventivne mjere, ali u mentalnom smislu. Svaki čovjek treba sistem podrške, a to je posebno vidljivo kod sportaša.

U tom segmentu trener je gotovo presudna figura. Njegovo razumijevanje za sportaševe obveze, pomaganje u organizaciji i usmjeravanje zasigurno će olakšati sportaševu svakodnevnicu i omogućiti mu što bolji fokus na trening i edukaciju.

Jako je važno da sam trener ne inzistira samo na izvrsnosti na sportskom terenu, već i u svakodnevnom životu i obrazovanju. Ponekad tome nije tako i jedini fokus trenera je da njegov sportaš postiže vrhunske sportske rezultate. Zato se, osim sportaša, i treneri moraju educirati o dual karijeri, važnosti obrazovanja te o integralnoj skrbi o zdravlju i blagostanju sportaša.

#### 4.7. FINANIJSKA PISMENOST

Dvije teme o kojima se ne govori dovoljno, a nasušno su potrebne mladom sportašu su financijska i medijska pismenost. Previše je primjera gdje je sportaš uspio potrošiti jako velike količine novca, ući u dugove i/ili proglasiti bankrot. Sve to se događa zbog neadekvatnog upravljanja financijama koje se moglo izbjeći da se na vrijeme educiralo o toj temi.

Ako govorimo o sportašima koji potpisuju velike ugovore, govorimo o mladim osobama, nerijetko bez ikakvog znanja o financijama i gospodarenju istima. Bez obzira na iznos ugovora, svaki sportaš trebao bi baratati osnovama financijske pismenosti.

#### 4.8. ODNOSI S JAVNOŠĆU I MEDIJSKA PISMENOST

Ako nije objavljeno na društvenim mrežama, nije se dogodilo. Tako otprilike danas svatko razmišlja, i to ne bez razloga. Svi žele dobro izgledati pred kamerama, biti elokventni i pametni, zanimljivi i lijepi. Rijetko tko uspije, posebno bez iskustva ili pripreme.

Odnosi s javnošću su nešto s čime će se svi vrhunski sportaši susresti u svojoj karijeri (neki u većoj, a neki u manjoj mjeri). Upravo iz tog razloga sportaše treba naučiti kako razgovarati s novinarima i kako se ponašati pred kamerom (nakon pobjede jednako kao i nakon poraza). Nije na svako novinarsko pitanje jednostavno odgovoriti i puno je onih na koje sportaši ne žele odgovarati, posebno nakon izgubljene utakmice ili meča. Međutim, s dobrim uputama, vježbom i iskustvom, svaki sportaš bit će sposoban dati uspješan intervju.

## 5. ZAKLJUČAK

Koncept dual karijere može biti uspješno implementiran samo ako sportaši, njihovi treneri i roditelji shvate njegovu važnost i dobrobiti. Zbog toga je od velike važnosti međusobna suradnja između tijela ovlaštenih za sport, obrazovanje i zapošljavanje u provedbi različitih mjera i aktivnosti dual karijere. Primarni zadatak Karijernog centra je poticati sportaše i sportske udruge, ali i javnost i nadležna tijela na osvještavanje važnosti obrazovanja, prvenstveno tijekom sportske karijere.

Također, smisao Karijernog centra za sportaše jest da ih podržava odgovarajućim znanjima i vještinama o svim aspektima života i životnog stila koji utječu na njihovo zdravlje, blagostanje i sportsku izvedu tijekom karijere i na kvalitetu života nakon karijere. Konačni je cilj potaknuti i osposobiti sportaša da kreira svoje vlastite dobre životne navike temeljene na recentnim znanstvenim i stručnim spoznajama.

Na kraju krajeva, znanje je moć.

## 6. LITERATURA

1. Bullock, N., Gulbin, J. P., Martin, D. T. i sur. (2009). Talent identification and deliberate programming in skeleton: Ice novice to winter Olympian in 14 months. *Journal of Sports Sciences*, 27(4): 387–404
2. Burlot, F., Richard, R., Joncheray, H. (2016). The life of high level athletes: The challenge of high performance against the time constraint. *International Review for the Sociology of Sport*. 1-16.
3. Burns, L., Weissensteiner, J. R., Cohen, M. (2019). Lifestyles and mindsets of Olympic, Paralympic and world champions: Is an integrated approach the key to elite performance? *Br. J. Sports Med.* 53, 818–824.
4. Caput-Jogunica, R., Vrbeč, B. (2014). Nacionalni program razvoja karijere nakon sportske karijere, Projekt *Sportaši i obrazovanje 2012.-2016.*
5. De Bosscher, V., Bingham, J., Shibli, S. i sur. (2008). *The Global Sporting Arms Race: An International Comparative Study on Sports Policy Factors Leading to International Sporting Success*. Oxford: Meyer & Meyer.
6. European Commission (2013). EU Guidelines on Dual Careers of Athletes Recommended Policy Actions in Support of Dual Careers in High-Performance Sport
7. Fadare S., Isong, L. M., Lambaco, E., Montalban, K. (2022). Athletes' Health and Well-Being: A Review of Psychology's State of Mind, *American Journal of Multidisciplinary Research and Innovation*
8. Godber, K. (2012). The life worlds of elite young athletes: A lens on their school/sport balancing act. *The New Journal of Gifted Education*, 17(1). Available at: <http://www.giftedchildren.org.nz/apex>
9. Jukić, I., Calleja-González, J., Cuzzolin, F., Sampaio, J., Cos, F., Milanović, L., Krakan, I., Ostojić, S., Olmo, J., Requena, B. i sur. (2021). The 360° Performance System in Team Sports: Is It Time to Design a “Personalized Jacket” for Team Sports Players? *Sports* 9.
10. Robinson, J. and Godbey, G. (1999). *Time for Life: The Surprising Ways Americans Use Their Time*. 2<sup>nd</sup> ed. University Park, PA: Pennsylvania State University Press.
11. Rosa, H. (2013). *Social Acceleration: A New Theory of Modernity*. Columbia: Columbia University Press.

# POVEZANOST NEKIH POKAZATELJA SITUACIJSKE EFIKASNOSTI ŽENSKIH RUKOMETNIH EKIPA SA KONAČNIM REZULTOM UTAKMICA NA OLIMPIJSKIM IGRAMA 2020. GODINE U TOKYU

Ivan Slunjski<sup>1</sup>, Tonći Jerak<sup>2</sup>, Dinko Vuleta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Centar za tjelovježbu i studentski sport, Sveučilište u Zadru

## 1. UVOD

U suvremenom sportu struktura parametara natjecateljske aktivnosti baza je za komparativne analize sportaša i cijele ekipe te, što je posebno važno, za racionalno programiranje sportske pripreme. Zato je nužno precizno oblikovati profil individualne strukture pokazatelja situacijske učinkovitosti svakog igrača. Registracijom situacijske učinkovitosti može se doći do zahtijevanih vrijednosti momčadske efikasnosti kao i do modela individualnog učinka pojedinog igrača u svima fazama igre (Hughes, M. & Franks, I.M. 2004).

Sustav kriterija za procjenu stvarne kvalitete rukometaša mora osigurati procjenu situacijske uspješnosti ili igračke učinkovitosti pojedinog igrača u odnosu na položaje u igri i faze igre (Hughes, M. & Batrlett, R. 2008., Vuleta i sur., 2009). Na taj se način dobivaju objektivni pokazatelji stanja, odnosno efikasnosti igrača i momčadi, a ne postoji više subjektivna procjena te na temelju pokazatelja trener meritorno može ocijeniti doprinos svakog igrača uspješnom i neuspješnom djelovanju ekipe u fazama napada ili obrane.

Određeni broj studija usmjerena je na utvrđivanje doprinosa i različitih standardnih pokazatelja uspješnosti i različito definiranih kriterija uspješnosti u igri na utakmicama svjetskih i europskih prvenstava i olimpijskih turnira Vuleta i sur., 2005; Gruić i sur., (2005); Ohnjec i sur., (2008); Yamada i sur., (2014); Prieto J. i sur., (2015); Daza i sur., (2017); Karastergios i sur., (2017); Milanović i sur., (2018); Saavedra JM i sur., (2018); Vuleta, (2020), Vuleta i sur., (2021).

## 2. CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZA

Cilj ovog istraživanja je utvrditi povezanost između pokazatelja situacijske efikasnosti ženskih rukometnih ekipa na Olimpijskom turniru u Tokyu 2020. godine. Na taj način će se utvrditi koje varijable situacijskog djelovanja rukometašica u igri najviše utječu na pozitivan ishod odnosno pobjedu - poraz u rukometnoj utakmici.

**H1** - Postoji statistički značajna povezanost između pojedinih pokazatelja situacijske efikasnosti i konačne uspješnosti ženskih rukometnih ekipa na Olimpijskim igrama u Tokyu (Japan) 2020. godine. Obzirom na kriterij pobjeda poraz.

## 3. METODE RADA

### 3.1. UZORAK ENTITETA

Uzorak u ovom istraživanju čini 36 utakmica odnosno 72 suprotstavljene ekipe, koje su odigrale ženske rukometne ekipe na Olimpijskim igrama u Tokyu (Japan) 2020. godine.

Na turniru je sudjelovalo ukupno 12 ekipa (devet iz Europe te po jedna iz Južne Amerike, Afrike i Azije) koje su žrijebom bile podijeljene u 2 skupine sa po 6 ekipa.

U skupini A: nastupile su: Norveška, Nizozemska, Crna Gora, Koreja, Angola i Japan a u skupini B: Švedska, Rusija, Francuska, Mađarska, Španjolska i Brazil

Od ukupno 38 odigranih utakmica u svakoj skupini je odigrano po 15 utakmica te je u svakoj skupini jedna utakmica završila neodlučnim rezultatom. Iz svake skupine prve četiri ekipe idu u četvrtfinalna natjecanja, pobjedničke ekipe idu u polufinalna natjecanja. Pobjedničke ekipe u polufinalnim natjecanjima igraju finalnu utakmicu – za zlatnu medalju a poražene ekipe igraju za brončanu medalju.

S obzirom da su 2 utakmice završile bez pobjednika (u skupini A 1 utakmica i u skupini B 1 utakmica), stvarni uzorak utakmica je 36 što određuje 72 protivnika, od čeka 36 pobjedničkih i 36 poraženih ekipa.

Ovaj broj od 72 entiteta biti će dovoljan da se uz utvrđeni broj stupnjeva slobode uspješno testira postavljena hipoteza. Na taj način će biti ispunjen kriterij statističke snage zaključivanja i generalizacije dobivenih rezultata.

### 3.2. UZORAK VARIJABLI

#### Uzorak prediktorskih varijabli

Uzorak prediktorskih varijabli čine frekvencije uspješno i neuspješno izvedenih elemenata tehničko-taktičkog djelovanja igrača tijekom rukometne utakmice u fazama napada i obrane. Svi navedeni podaci prikupljeni su na temelju službene statistike IHF-a koje su objavljene na njihovim službenim stranicama [www.ihf.info/](http://www.ihf.info/)

Većinu analiziranih varijabli (16) čine pokazatelji situacijske efikasnosti u fazi napada i ukupno (2) u fazi obrane: Šutiranje s šest metara uspješno – **ŠUT6MUS**, Šutiranje s šest metara neuspješno – **ŠUT6MNE**, Šutiranje s krila uspješno – **ŠUTKRUS**, Šutiranje s krila neuspješno – **ŠUTKRNE**, Šutiranje s devet metara uspješno – **UT9MUS**, Šutiranje s devet metara neuspješno – **ŠUT9MNE**, Šutiranje iz kontranapada uspješno – **ŠUTKOUS**, Šutiranje iz kontranapada neuspješno – **ŠUTKONE**, Šutiranje s sedam metara uspješno – **ŠUT7MUS**, Šutiranje s sedam metara neuspješno – **ŠUT7MNE**, Šutiranje iz prolaza uspješno – **ŠUTPRUS**, Šutiranje iz prolaza neuspješno- **ŠUTPRNE**, šutiranje na prazan gol uspješno – **ŠUTPGUS**, šutiranje na prazan gol neuspješno- **ŠUTPGNE**, Asistencije – **ASISTEN** i Izgubljene lopte – **IZGULOP**, dok se dva pokazatelja situacijske efikasnosti tehničko-taktičkog djelovanja odnose na fazu obrane: Osvojene lopte – **OSVOLOP**, Blokiranje lopte – **BLOKLOP**.

**Kriterijska varijabla** je binarno definirana varijabla na temelju konačnih rezultata rukometnih utakmica po kriteriju pobjeda - poraz - kod ženskih ekipa na Olimpijskim igrama u Tokyu (Japan) 2020. godine

### 3.3. METODE OBRADJE PODATAKA

U okviru deskriptivne statistike utvrditi će se osnovni centralni i disperzivni parametri promatranih varijabli. Za utvrđivanje povezanosti pokazatelja situacijske učinkovitosti ženskih rukometnih ekipa na Olimpijskim igrama u Tokyu (Japan) 2020. godine i konačnog rezultata utakmica odnosno kriterijske varijable **pobjeda - poraz**, koristit će se **regresijska analiza**. Razina statističke značajnosti postavljena je na razini zaključivanja uz pogrešku  $p \leq 0.05$ . Za obradu podataka koristio se programski paketi Statisticaver. 7.0 (Statsoft, Tulsa, OK).

## 4. REZULTATI I DISKUSIJA

U tablici 1 prikazani su rezultati regresijske analize povezanosti između prediktorskog skupa varijabli odnosno pokazatelja situacijske učinkovitosti ekipa na Olimpijskim igrama u Tokyu (Japan) 2020. godine i kriterijske varijable koja definira gol na 36 utakmica koje su odigrale ženske rukometne ekipe u godine.

Koeficijent multiple korelacije R je statistički značajan i iznosi (.77), te nema nikakve sumnje da se uspjeh odnosno pobjeda na temelju postignute gol razlike može prognozirati na temelju varijabli šutiranja na gol ali i na temelju nekih varijabli u fazi obrane. Naime, tim varijablama je objašnjeno je 59% zajedničke varijance ( $R^2 = 0,59$ ) različitih uspješnih i neuspješnih načina šutiranja na gol te asistencija ali i obrambenih aktivnosti u rukometnoj igri. U skladu s dosadašnjim istraživanjima. U skladu s dosadašnjim istraživanjima Skarbalius, (2011), Varbanov (2013), Daza i sur. (2017), Karastergios i sur. (2017), Vuleta i sur. (2017), Milanović i sur., (2018), Vuleta (2020), Vuleta i sur. (2021), Vuleta i sur. (2022) utvrđen je različit doprinos prediktorskih varijabli u definiranju kriterijske varijable. Na temelju parcijalnog regresijskog koeficijenta i

pripadajućih t-vrijednosti varijabli za procjenu njihove značajnosti može se zaključiti da ukupno četiri varijable na razini značajnosti ( $p \leq 0.95$ ) utječu na uspješnost u igri preko kriterijske varijable pobjeda - poraz.

**Tablica 1.** Multipli pokazatelji regresijske analize varijabli situacijske efikasnosti i konačnog rezultata utakmica na Olimpijskim igrama u Tokyu 2020. za žene po kriteriju pobjeda - poraz

KRITERIJ pobjeda-poraz	Multiple R	Multiple R2	Adjusted R2	F (17,92)	P	Std.Err. of Estimate
	0,77	0,59	0,45	18,53	0,00	0,74

Legenda: Kriterijska varijabla (pobjeda-poraz), koeficijent multiple korelacije (Multiple R), koeficijent determinacije (Multiple R2), prilagođeni koeficijent determinacije (Adjusted R2), F-vrijednosti statistička značajnost predikcije kriterijske varijable, razina statističke značajnosti (p), standardna pogreška procjene (Std.Err. of Estimate)

U tablici 2 prikazani su osnovni statistički pokazatelji varijabli natjecateljske učinkovitosti pobjedničkih i poraženih rukometnih ekipa kao i parcijalni koeficijenti regresijske analize. Karakteristične i visoke prosječne frekvencije kod pobjedničkih ekipa imaju varijable: asistencije – ASISTEN (15,83), izgubljene lopte – IZGULOP (11,66), šut s šest metara uspješno – ŠUT6MUS (9,51) dok nešto niže frekvencije imaju šut s devet metara neuspješno – ŠUT9MNE (5,69 ) i šut sa krilnih pozicija uspješno – ŠUTKRUS (5,00). Najveću prosječnu frekvenciju kod poraženih ekipa imaju varijable: izgubljene lopte – IZGULOP (13,43), asistencije – ASISTEN (12,80), šut s devet metara neuspješno – ŠUT9MNE (7,66), šut s šest metara uspješno – ŠUT6MUS (7,54) te šut s šest metara neuspješno – ŠUT6MNE (5,94).

Na temelju parcijalnih regresijskih koeficijenta i pripadajućih t-vrijednosti varijabli za procjenu njihove značajnosti može se zaključiti da ukupno pet varijabli statistički značajno doprinosi objašnjenju kriterijske varijable – pobjeda poraz, na razini značajnosti ( $p \leq 0.95$ ).

Najveću statističku značajnost ( $p \leq 0,00$ ) na kriterijsku varijablu pobjeda - poraz na utakmica olimpijskog turnira imaju varijable: Šut s krila uspješno – ŠUTKRNE ( $\beta = - 0.37$ ), Šutiranje s sedam metara neuspješno – ŠUT7MNE ( $\beta = - 0.30$ ) te na razini značajnosti ( $p \leq 0,01$ ) varijabla izgubljene lopte – IZGULOP ( $\beta = - 0.33$ ). Na razini značajnosti ( $p \leq 0,02$ ) varijabla šut s devet metara neuspješno – ŠUT9MNE parcijalni regresijski koeficijent iznosi ( $\beta = - 0.30$ ) te na razini značajnosti ( $p \leq 0,03$ ) varijabla šut s šest metara neuspješno ŠUT6MNE ( $\beta = - 0.27$ ).

**Tablica 2.** Parcijalni pokazatelji regresijske analize varijabli situacijske efikasnosti i konačnog rezultata utakmica na Olimpijskim igrama u Tokyu 2020 za-žene po kriteriju pobjeda- poraz

	Pobjedničke ekipe			Poražene ekipe			$\beta$	t (92)	p-value
	Mean	SD	N	Mean	SD	N			
ŠUT6MUS	9,51	4,00	35	7,54	3,35	35	0,13	0,98	0,33
ŠUT6MNE	4,34	3,00	35	5,94	3,74	35	-0,27	-2,23	0,03
ŠUTKRUS	5,00	2,82	35	4,20	2,40	35	0,11	0,75	0,46
ŠUTKRNE	2,69	1,43	35	3,60	2,03	35	-0,37	-3,53	0,00
ŠUT9MUS	4,46	2,76	35	3,97	2,47	35	-0,16	-1,12	0,27
ŠUT9MNE	5,69	2,73	35	7,66	3,76	35	-0,30	-2,40	0,02
ŠUT7MUS	3,51	2,31	35	3,91	1,95	35	-0,12	-0,76	0,45
ŠUT7MNE	0,66	0,97	35	1,06	0,94	35	-0,30	-2,94	0,00
ŠUTKOUS	3,37	2,43	35	2,26	1,34	35	0,06	0,46	0,65
ŠUTKONE	1,00	1,14	35	0,66	0,64	35	0,10	0,98	0,33
ŠUTPRUS	4,03	3,05	35	3,29	2,90	35	0,11	1,03	0,31
ŠUTPRNE	1,06	0,84	35	1,20	1,39	35	0,04	0,38	0,71
ŠUTPGUS	0,74	1,04	35	0,69	1,02	35	-0,04	-0,40	0,69
ŠUTPGNE	0,26	0,51	35	0,17	0,45	35	0,09	0,77	0,45
ASISTEN	15,83	3,99	35	12,80	2,96	35	0,05	0,26	0,79

<b>IZGULOP</b>	<b>11,66</b>	3,51	35	<b>13,43</b>	3,98	35	<b>-0,33</b>	<b>-2,90</b>	<b>0,01</b>
<b>OSVOLOP</b>	3,77	2,14	35	3,29	1,60	35	0,19	1,79	0,08
<b>BLOKLOP</b>	2,34	1,80	35	1,29	1,07	35	0,20	1,93	0,06

Legenda: Aritmetička sredina – Mean, standardna devijacija – SD, broj odigranih utakmica – N, parcijalni regresijski koeficijent –  $\beta$ , vrijednost t-testa (t), razina statističke značajnosti (p).

Šut s šest metara uspješno – ŠUT6MUS, Šut s šest metara neuspješno – ŠUT6MNE, Šut s krila uspješno – ŠUTKRUS, Šut s krila neuspješno – ŠUTKRNE, Šut s devet metara uspješno – ŠUT9MUS, Šut s devet metara neuspješno – ŠUT9MNE, Šut s krila uspješno – ŠUTKRUS, Šut s sedam metara uspješno – ŠUT7MUS, Šut s sedam metara neuspješno – ŠUT7MNE, Šut iz kontranapada uspješno – ŠUTKOUS, Šut iz kontranapada neuspješno – ŠUTKONE, Šut iz prolaza uspješno – ŠUTPRUS, Šut iz prolaza (prodora) neuspješno – ŠUTPRNE, šutiranje na prazan gol uspješno – ŠUTPGUS, šutiranje na prazan gol neuspješno – ŠUTPGNE, Asistencije – ASISTEN, Izgubljene Lopte – IZGULOP, Osvojene lopte – OSVOLOP, Blokiranje lopte – BLOKLOP.

Najveću negativnu projekciju na konačan rezultat utakmica s kriterijskom varijablom pobjeda – poraz ima varijabla šut s krilne pozicije neuspješno – ŠUTKRNE ( $\beta = -0.37$ ), te ima statističku značajnost na razini ( $p \leq 0,00$ ). Negativan predznak je logičan zbog toga što pobjedničke ekipe izvode manji broj neuspješnih šutiranja sa krilnih pozicija (2.69) od poraženih ekipa (3.60) po utakmici. Milanović i sur. (2018) su na Olimpijskom turniru 2012. godine u Londonu u preliminarnom dijelu natjecanja dobili kod pobjedničkih ekipa (2.33) neuspješna udarca a kod poraženih (3,67) neuspješnih udaraca s krilnih pozicija dok su Vuleta i sur. (2020) na Olimpijskim igrama u Rio 2016. godine u grupnoj fazi natjecanja dobili (3,14) kod pobjedničkih a kod poraženih ekipa (4.29) neuspješna udarca sa krilnih pozicija. Šutiranje s „krilnih“ pod vidom racionalne izvedbe uz stalnu selekciju šuta doista je važan prediktor uspješnosti u igri, naime veliki broj ekipa koje nemaju kvalitetne vanjske igračice veliki broj akcija završavaju na pozicijama krilnih igračica ili kružnih napadača.

Druga varijabla situacijske učinkovitosti u definiranju konačnog rezultata utakmice je varijabla šut sa 7 metara neuspješno – ŠUT7MNE gdje je utvrđena statistički značajnost na razini ( $p \leq 0,02$ ) uz negativan utjecaj ( $\beta = -0.30$ ), dobivene su prosječne vrijednosti kod pobjedničkih (0.66) a kod poraženih ekipa (1.06) postignuta pogotka po utakmici. Milanović i sur. (2018) su dobili kod pobjedničkih (0.81) a kod poraženih (1,11). dok su Vuleta i sur. (2020) na Olimpijskim igrama u Rio 2016. godine u grupnoj fazi natjecanja dobili (0,96) kod pobjedničkih a kod poraženih ekipa (1.39) neuspješna udarca sa krilnih pozicija. Očito je da poražene ekipe ostvaruju nešto veći broj neuspješno izvedenih kaznenih udaraca (sedmeraca) od pobjedničkih ekipa. Iz dobivenih rezultata znakovito i vidljivo da poražene ekipe imaju slabije izvođače tj. slabiju realizaciju kod izvođenja najstrožih kazni (7m). Pobjedničke ekipe imaju igračice specijaliste za uspješnu realizaciju kaznenih udaraca koji ih izvode s visokim postotkom ili stupnjem realizacije (iznad 90%).

Treća po veličini negativne projekcije je varijabla **Izgubljene Lopte – IZGULOP** ima statističku značajnost ali na razini ( $p \leq 0,01$ ) uz negativan utjecaj ( $\beta = -0.33$ ), Cilj dobro organizirane igre u fazi napada imati što manji broj izgubljenih lopti a to znači napraviti što manje tehničkih pogrešaka i loših dodavanja koji završavaju ili presijecanjem lopte od strane protivničkih obrambenih igrača ili završavaju u autu. Naravno da pobjedničke ekipe u prosjeku imaju manji broj izgubljenih lopti (11.66) od poraženih ekipa (13.43) dok su Milanović i sur. (2018) dobili kod pobjedničkih (15.22) a kod poraženih ekipa (17,07).

Vuleta je (2020) dobio na Svjetskom prvenstvu u Njemačkoj 2017. u grupnoj fazi natjecanja da su pobjedničke ekipe imale (12,33) a poražene (13,73) izgubljene lopte. Kod vrhunskih ekipa „hand tehnika“ mora biti na izuzetno visokoj razini jer modrena rukometna igra u tranzicijskom i pozicijskom napadu u posljednje vrijeme dobiva na dinamici koja rezultira brzim i rizičnim dodavanjima u tranzicijskim napadima (protunapadima i brzom centru) a u pozicijskom napadu pogotovo vanjskih igračica prema linijskim igračicama, koja nerijetko završavaju većim brojem izgubljenih lopti (krivih dodavanja, tehničkih pogrešaka...).

Četvrta varijabla po veličini negativne projekcije koja je statistički značajna na razini ( $p \leq 0,02$ ) na konačan rezultat utakmice s kriterijskom varijablom pobjeda-poraz, je varijabla neuspješnog šutiranja sa 9m – ŠUT9MNE ( $\beta = -0.30$ ). Što znači da pobjeđuju one ekipe koje imaju manji broj neuspješnih pokušaja šutiranja sa vanjskih pozicija odnosno sa distance. To znači da kvalitetne ekipe uspješno selekcioniraju šut sa većih udaljenosti zbog toga što je efikasnost šutiranja s distance nešto niža (oko 45%) i što im individualna kvaliteta igrača i timska razina taktičkog djelovanja omogućava izvedbu drugih vrsta završnice napada. Iz tablice 2, moguće je uočiti da aritmetičke sredine pobjedničkih ekipa iznose (5,69) dok kod poraženih ekipa iznosi (7,66). Milanović i sur. (2018) su dobili kod pobjedničkih (10,70) a kod poraženih (13,37) dok je Vuleta (2020) na svjetskom prvenstvu u Njemačkoj 2017. u skupini dobio kod pobjedničkih (7,60) a kod poraženih (11,40) neuspješnih šutiranja sa 9 metara. Očito je da za uspjeh u rukometnoj utakmici treba

izvesti što veći broj uspješnih udaraca s udaljenosti od 9m, tj. sa linije slobodnog bacanje i većih udaljenosti (10-12 m) a to znači da uspješne kvalitetne ekipe uspješno selekcioniraju šut sa većih udaljenosti tj. sa distance“. (Vuleta i sur., 2009., Vuleta, 2017, 2019, 2021).

Peta varijabla po veličini negativne projekcije koja je statistički značajna na razini ( $p \leq 0,03$ ) šut s šest metara neuspješno – **ŠUT6MNE** ( $\beta = - 0.27$ ), sa kriterijskom varijablom pobjeda-poraz.. U ovom istraživanju dobivene su prosječne vrijednosti pobjedničkih ekipa od (4.34) a poraženih (5.94). Milanović i sur. (2018) su na Olimpijskom turniru 2012.godine u Londonu u preliminarnom dijelu natjecanja dobili su kod pobjedničkih (1,78) a kod poraženih (1,81) dok je Vuleta (2020) utvrdio da su na svjetskom prvenstvu za žene 2017. godine u Njemačkoj također u grupnoj fazi natjecanja pobjedničke ekipe ostvarile (4.93) a poražene (5.53) neuspješna šuta sa 6 metara. Vuleta i sur. (2020) na Olimpijskim igrama u Rio 2016. godine u grupnoj fazi natjecanja dobili (4,00) kod pobjedničkih a kod poraženih ekipa (4.43) neuspješna udarca sa linije od 6 metara odnosno sa pozicije kružne igračice. Preciznost šutiranja sa 6m ili tzv. „zicer“ je izuzetno važna varijabla o kojoj ovisi generalna efikasnost u igri ali i psihološka stabilnost igračica. Očigledno je da su pobjedničke ekipe bile efikasnije tj. ostvarile manji broj neuspješnih šuteva (4.34) za razliku od poraženih ekipa (5,94) u ovom istraživanju ali i u odnosu na postignute rezultate u ovoj varijabli Olimpijske igre u Londonu 2012 i u Riju 2016 kao i na svjetskom prvenstvu 2017. u Njemačkoj.

## 5. ZAKLJUČAK

Istraživanje je provedeno na 36 utakmica koje su odigrale ženske rukometne ekipe na Olimpijskim igrama u Tokyu (Japan) 2020. godine. Uzorak entiteta predstavljala su 72 suprostavljena protivnika od čega 36 pobjedničkih i 36 poraženih ekipa. Povezanost između pokazatelja varijabli situacijske učinkovitosti rukometnih ekipa i konačnog rezultata utakmica s obzirom na kriterijsku varijablu pobjede i poraza, koristila se regresijska analiza.

Od ukupno 18 prediktorskih varijabli od kojih (16) čine pokazatelji situacijske efikasnosti u fazi napada i ukupno (2) u fazi obrane situacijskog djelovanja rukometaša u igri, najviše utječu na pozitivan ishod ženskih rukometnih ekipa.

Ukupno pet varijabli statistički značajno doprinosi objašnjenju kriterijske varijable –pobjeda poraz, na razini značajnosti ( $p \leq 0,05$ ): Šutiranja s krila uspješno, šutiranje s sedam metara neuspješno, izgubljene lopte, šutiranja s devet metara neuspješno te šutiranja s šest metara neuspješno.

Zaključno se može konstatirati da su najznačajniji pokazatelji predikcije konačnog rezultata utakmica koji je definiran pobjedom ili porazom gdje pobjedničke ekipe igraju po modelu: izvedbe što manjeg broja neuspješnih šutiranja sa krilnih pozicija, sa sedam metara, što manjeg broja izgubljenih lopti kao i sa što manjim brojem neuspješnih šutiranja sa devet metara i sa što manjim brojem neuspješnih šutiranja sa šest metara odnosno sa pozicije kružnih igračica.

Evidentno je da primijenjeni sustav prediktorskih varijabli relativno dobro objašnjava povezanost sa kriterijskom varijablom na Olimpijskom turniru te se na taj način dobila realna slika i model igranja pobjedničkih ali i poraženih ekipa.

## 6. LITERATURA

1. Gruić, I., Vuleta, D., Milanović, D. & Ohnjec, K. (2005). Influence of performance parameters of backcourt attackers on final outcomes of matches of the 2003 World Handball Championships for Women in Croatia. *U D. Milanović & F. Prot (Eds.), Proceedings book of the 4<sup>th</sup> International Scientific Conference „Science and profession – challenge for the future“*, Opatija, 2005 (pp.470-474). Zagreb: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb.
2. Daza, G., Andrés, A. & Tarragó, R. (2017). Match statistics as predictors of team's performance in elite competitive Handball. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 48(13), 149-161.
3. Ferrari, W. R., Sarmento, H. & Vaz, V. (2019). Match analysis in handball: a systematic review. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 8(2), 63-76.
4. Hianik, J. (2013). The Relation of Women Team Match Performance Indicators to the Result of the Match in Handball. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> EHF Scientific Conference, “Women and Handball” Scientific and Practical Approaches*, Vienna 22 - 23 November 2013. (str. 219-223). Vienna: European Handball Federation.
5. Hughes, M. & Franks, I.M. (2004). *Notational Analysis of Sport, Second Edition, Systems for better coaching and performance in sport*. London: Routledge.

6. Hughes, M. & Batrlett, R. (2008). What is performance analysis? In M. Hughes and I.M. Franks (Eds.), *Essentials of Performance Analysis: An introduction* (pp. 8-20), London: Routledge.
7. Karastergios, A., Skandalis, V., Zapartidis, I., Hatzimanouil, D. (2017). Determination of technical actions that differentiate winning from losing teams in woman's handball. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(3),
8. Milanović, D., Vuleta, D., Ohnjec, K.(2018). Performance indicators of winning and defeated femal handball teams in matces of the 2012 Olympic games tournament. *Journal of Human Kinetics* volume 64/2018, 247-253;
9. Ohnjec, K., Vuleta, D., Milanović, D. & Gruić, I. (2008). Performance indicators of teams at the 2003 World Handball Championship for woman in Croatia. *Kinesiology*, 40(1),69-9
10. Prieto, J., Gomez, M., i Sampaio, J. (2015).From a static to a Dynamic Persperctive ih handball match Analysis: a Sistematic Review. *The open Sports Science Journal*, 8, 25-34. Skinuto sa mreže [Http://benthamopen.com/](http://benthamopen.com/)
11. Saavedra JM, Porgeirsson S, Chang M, Kristjánsdóttir H, García-Hermoso A. (2018). Discriminatory Power of Women's Handball Game-Related Statistics at the Olympic Games (2004-2016). *Journal of Human Kinetics*
12. Skarbalius, A. (2011). Monitoring Sport Performance In Handball. EHF Scientific Conference 2011. *Science and Analytical Expertise in Handball*. Vienna. 325-330
13. Varbanov, I. (2013). Tendencies in Modern Handball Affecting Women's Teams after the Olympic Games in London and the European Championship 2012. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> EHF Scientific Conference., "Women and Handball" Scientific and Practical Approaches*, Vienna 22 - 23 November 2013. (str. 288 - 294). Vienna: European Handball Federation.
14. Vuleta, D. Milanović, D. & sur. (2009). *Science in handball*. Zagreb: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb.
15. Vuleta, D., Ohnjec, K., Barišić, V. (2017). Povezanost pokazatelja situacijske učinkovitosti ženskih rukometnih ekipa i konačnog rezultata na utakmicama skupine A olimpijskog turnira 2012. godine u Londonu. U: *Zbornik radova 15. Međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša* str. 99-103.
16. Vuleta, D., Rogulj, N. and Milanović, D. (2017). Differences between winning and defeated handball teams in competition performance indicators. In: *D. Milanović, G. Sporiš, Sanja Šalaj & Dario Škegro (Eds.) Proceedings Book of the 7<sup>th</sup> International Scientific Conference on Kinesiology*, Opatija, 0.-14. May 2017. pages 432-436.
17. Vuleta, D., Barišić, V., Mlinarić, M., Jerak, T., Ohnjec, K. (2018.). Povezanost pokazatelja situacijske učinkovitosti ženskih rukometnih ekipa s konačnim rezultatom utakmica skupine A Olimpijskog turnira 2016.. *Zbornik radova 27. Ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske „ Primjer dobre prakse u području edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije“*. Poreč, 27. – 30. lipnja 2018. godine, 572 - 578.
18. Vuleta, D. (2020). Povezanost pokazatelja situacijske učinkovitosti ženskih rukometnih ekipa i konačnog rezultata utakmica grupne faze natjecanja na svjetskom rukometnom prvenstvu 2017. godine. U: *18. godišnja međunarodna konferencija „Kondicijska priprema sportaša“, U L. Milanović, V. Wetheimer, I. Jukić (ur.), Zbornik radova međunarodno znanstveno-stručnog skupa*, Zagreb, 22.- 23.veljače 2019., str. 335-340.
19. Vuleta, D., Pažin, K., Ohnjec, K., Milanović, M (2021): Winning and losing women's handball teams at the olympic handball tournament rio 2016 9th *International Scientific Conference on Kinesiology*, 2021, Opatija, Croatia 881-885.
20. Vuleta, D., Milanović, D., Vlahović, T. (2022): Pokazatelji situacijske učinkovitosti ženskih rukometnih ekipa kao prediktor konačnog rezultata utakmica B skupine olimpijskog turnira u Tokyu 2020. godine. U: *20. godišnja međunarodna konferencija „Kondicijska priprema sportaša“, U L. Milanović, V. Wetheimer, I. Jukić (ur.), Zbornik radova međunarodno znanstveno-stručnog skupa*, Zagreb, 18. veljače 2022., str. 416-420.
21. Vurgun, H., Işik, T., Şahan, C., Işik, O. (2014). Technical Analysis of 2012 Female Europe Championship and Olympiad Games - Handball Performances. *The online Journal of Recreation and Sport*, 3(1), 41-47.
22. Yamada, E., Aida H., Fujimoto, H., Nakagawa, A. (2014). Comparison of Game Performance among European National Women's Handball Teams. *International Journal of Sport and Health Science*, 12.



# ANALIZA VAŽNOSTI KONDIICIJSKE PRIPREME REKREATIVNIH ALPSKIH SKIJAŠA

Ivan Bon, Vjekoslav Cigrovski, Ivan Belčić, Mateja Očić, Stipe Čubrić  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Laboratorij za sportske igre*

## 1. UVOD

Alpsko skijanje u razvijenom svijetu postalo je masovan oblik rekreacije tijekom zimskih mjeseci u osamdesetim i devedesetim godinama dvadesetog stoljeća (Hunter, 1999). U istraživanju Koehle i sur. (2002) navodi se kako je broj rekreativnih skijaša u stalnom porastu čemu svjedoči činjenica da je 2002. godine registrirano oko 200 milijuna rekreativnih skijaša u svijetu. Širom svijeta postoje brojni programi za poduku početnika u alpskome skijanju. Iako međusobno različiti, svi imaju isti primarni cilj uključiti skijaške početnike u školu alpskog skijanja. Tek tada je cilj svakog programa alpske škole skijanja podučiti početnike specifičnostima skijaških pokreta i omogućiti im neovisnost u svladavanju različitih skijaških terena (LeMaster, 2010). Prema preglednom radu koji su 2019. objavili Burtscher i suradnici (2019), alpsko skijanje pruža povoljne zdravstvene učinke, kao i emocionalne i socijalne koristi. Alpsko skijanje je zahtjevan sport koji iziskuje određenu razinu kondicijske pripremljenosti (motoričke i funkcionalne sposobnosti). Obilježavaju ga nespecifični pokreti tijela koji se u svakodnevnom životu rijetko upotrebljavaju a pogotovo tim redoslijedom u određenom vremenskom periodu. Također, za razliku od pokreta u ostalim sportovima poput biciklizma ili trčanja, veoma ovise o vanjskim utjecajima poput nagiba skijaške staze, vremenskim uvjetima na stazi, težini staze. Istraživanja su pokazala da razvoj specifičnih motoričkih sposobnosti i mišićna snaga ima blagotvoran učinak na sigurno i učinkovito učenje alpskog skijanja (Hébert-Losier, Holmberg, 2013). Kako kvalitetna priprema za alpsko skijanje treba biti dugotrajna (obično bi trebala započeti nekoliko mjeseci prije skijanja), ljudi često odustaju od kondicijskog treninga. Da bi se povećala skijaška izvedba pojedinca i smanjile ozljede na skijanju, veću pažnju treba posvetiti kondicijskoj pripremi za alpsko skijanje (Cigrovski i sur., 2017). Skijanje zahtijeva od rekreativnih skijaša da budu kondicijski pripremljeni, a liječnici često savjetuju svojim pacijentima da budu kondicijski pripremljeni kako bi skijali, a ne da se skijanjem kondicijski pripremaju. Kondicijski trening rekreativnim alpskim skijašima namijenjen je sprječavanju ozljeda i poboljšanju učenja osnova alpskog skijanja, čineći ga sigurnim i ugodnim (Cigrovski i sur., 2017, Aerenhouts i sur., 2015). Određeni postotak skijaških početnika odustaje od učenja skijanja zbog straha od nastanka ozljede koje mogu bit prouzročene različitim faktorima. Međutim, svakako dio skijaša odustaje od daljnjeg učenja zbog prethodne neadekvatne kondicijsko-motoričke pripremljenosti (Cigrovski i sur., 2012). Najveći utjecaj na razvoj pojedine motoričke sposobnosti moguće je ostvariti adekvatnim treningom, korištenjem specifičnih, usmjerenih vježbi koje će postići podizanje razine određene motoričke sposobnosti. Međutim, na one motoričke sposobnosti koje su izrazito važne za skijanje moguće je utjecati i samim skijanjem“ (Cigrovski i sur., 2012). S obzirom na to da skijaši rekreativne razine u pravilu kontinuirano skijaju 6, odnosno 7 dana pretpostavka je da u tako kratkom periodu nije moguće znatnije utjecati na razvoj onih motoričkih sposobnosti koje su važne za alpsko skijanje. Stoga, je logična preporuka skijašima i onima koji će to tek postati da se prije početka škole skijanja adekvatno za nju kondicijski pripreme (Cigrovski i sur., 2012). Kako bi se mogli kvalitetno kondicijski pripremiti, skijaši definitivno moraju razvijati agilnost, statičku snagu mišića nogu i ravnotežu, jer one izrazito utječu na efikasnost učenja skijanja. Nerazvijenost motoričkih sposobnosti definitivno ima određeni negativan utjecaj na uspješnost usvajanja elemenata skijaške tehnike (Cigrovski i sur., 2012). Kvalitetni alpski skijaši moraju imati visoko razvijene sve komponente treniranosti pa tako i aerobne i anaerobne sposobnosti. Aerobne sposobnosti, osim što pridonose boljem funkcioniranju u uvjetima relativne hipoksije koji vladaju na mjestima viših nadmorskih visina, (obzirom se većina skijaških centara proteže i do 3000 metara nadmorske visine) pridonose i bržem oporavku nakon potrošenih anaerobnih energetskih izvora (Cigrovski

i sur.,2003). Kao što je već rečeno, što se tiče motoričkih sposobnosti, za skijaše rekreativce i početnike vrlo je važno pronaći odgovarajuću ravnotežu na skijama, a oni koji imaju bolju ravnotežu brže će naučiti upravljati skijama (Staniszewski i sur., 2016.). Ravnoteža je sposobnost kojom možemo razlikovati sposobnije skijaše početnike od onih koji sporije usvajaju skijašku tehniku (Loland, 2009). Osim toga, koordinacija je sposobnost koja pomaže u održavanju ravnoteže na skijama, kao i na snježnoj površini, te ubrzava proces učenja skijaških pokreta (Wojtyczek i sur., 2014).

Vrlo često skijaši rekreativci koriste skijanje kao kondicijsku pripremu, umjesto da se kondicijski pripreme za skijanje. Stoga, cilj ovoga rada je anketnim upitnikom utvrditi koliko i kako se skijaši rekreativne razine kondicijski pripremaju za odlazak na zimovanje odnosno alpsko skijanje.

## 2. METODE RADA

Uzorak ispitanika sastoji se od rekreativnih skijaša (muškaraca = 122, žena = 85; prosječne starosti  $29.94 \pm 8.39$ ), koji najmanje tri godine odlaze na skijanje tijekom zimskih praznika u trajanju od najmanje šest dana. Ukupno je prikupljeno 210 upitnika od kojih je 207 analizirano primjerenim statističkim metodama (tri upitnika, a samim time i ispitanika, izuzeto je iz analize zbog nepotpune ispunjenosti upitnika). Anketni upitnik proveden je u online formi. Za potrebe procjene navika i razine tjelesne pripremljenosti konstruiran je upitnik koji se sastojao od 18 pitanja usmjerenih u 3 područja: skijanje (7), kondicijska priprema (7) i skijaške ozljede (4). Nakon ispunjenog upitnika, na temelju dobivenih odgovora i numeričkih vrijednosti, izračunate su frekvencije pojedinih odgovora te se time procijenili i analizirali stavovi i navike o važnosti kondicijske pripremljenosti za skijaše rekreativne razine.

## 3. REZULTATI

U nastavku će biti prikazana tablica sa pitanjima, ponuđenim odgovorima te postotkom odgovora.

**Tablica 1.** Pitanja i odgovori iz upitnika.

PITANJE	ODGOVOR	%
Koliko ste imali godina kada ste počeli skijati?	0-7	38.83
	7-14	29.61
	18-25	17.96
	25-30	6.80
Koliko puta tjedno treniraš?	5-7	2.42
	5	14.98
	3-4	47.83
	1-2	27.54
Koliko traje vaš trening u satima?	<1	5.31
	>3	2.42
	2-3	16.91
	1	56.52
Vrsta vašeg treninga?	<1	23.19
	Individualni	63.29
	Sportske igre	12.08
	Grupni programi	9.18
	Individualni sport	8.21
Koliko dugo skijate (u godinama)?	Drugo	7.25
	5 years	17.87
	5-10	8.21
	10-20	32.37
	20-30	28.50
	30-40	5.80
>40	4.83	

Kako ste naučili skijati?	Škola skijanja	51.21
	Individualno s instruktorom	7.25
	Skijaški klub	2.29
	S prijateljima	7.73
	S obitelji	21.26
	Samostalno	9.66
Kako biste ocijenili svoje znanje skijanja?	1	0.48
	2	10.63
	3	23.19
	4	36.23
	5	29.47
Je li kondicijska priprema važna za rekreativno skijanje?	Da	88.89
	Ne	11.11
Što mislite koliko dugo vam treba fizička priprema prije odlaska na skijanje?	1 tjedan	5.31
	2 tjedan	15.94
	3 tjedan	13.53
	1 mjesec	28.50
	> 1 mjesec	26.57
Pripremate li se kondicijski prije odlaska na skijanje?	Da	48.79
	Ne	51.21
Koliko se zapravo pripremate prije odlaska na skijanje?	1 tjedan	7.25
	2 tjedan	6.76
	3 tjedan	3.38
	1 mjesec	8.21
	> 1 mjesec	17.39
Jesu li ove vježbe potrebne za kondicijsku pripremu prije skijanja?	Aerobne vježbe	Yes - 67.15
	Vježbe snage	Yes - 59.42
	Vježbe izdržljivosti	Yes - 52.17
	Vježbe brzine	Yes – 36.71
	Vježbe agilnosti	Yes – 55.56
	Vježbe fleksibilnosti	Yes – 57.97
	Vježbe koordinacije	Yes – 52.66
	Vježbe ravnoteže	Yes - 51.69
Koliko sati dnevno provedete na skijaškim stazama?	2-3	5.80
	3-4	11.59
	4-5	31.88
	>5	50.72
Na kojim stazama obično skijate?	Bijela (početnici)	1.45
	Zelena	5.80
	Plava	19.81
	Crvena	68.12
	Crna	4.83
Od 1 (nije zahtjevno) do 5 (vrlo zahtjevno) – što mislite koliko je skijanje kondicijski zahtjevno?	1	0.48
	2	3.38
	3	18.84
	4	49.76
	5	27.54
Jeste li se ikada ozlijedili na skijanju?	Da	24.54
	Ne	72.46

Koji dio tijela ste ozlijedili?	Mišić	3.86
	Ruka	2.42
	Glava	0.97
	Zglob	0.48
	Koljeno	11.59
	Rame	8.21
	Drugo	6.28
Provodite li dodatno vrijeme u treningu pripremajući ozlijeđeni dio tijela?	Da	56.52
	Ne	43.48

#### 4. RASPRAVA

Popularnost alpskog skijanja raste iz godine u godinu između svih dobnih skupina. Istodobno česta je pojava da se dio rekreativnih skijaša sa skijanja vraća sa manjim ili većim ozljedama. Iz perspektive struke činjenice govore da se samo kvalitetnom kondicijskom pripremom može smanjiti rizik od ozljeda. Međutim, nejasno je koliko su alpski skijaši rekreativne razine ozbiljno shvatili važnost kondicijske pripreme te provode li istu. Prosječno ispitanici provode sedam do deset dana godišnje na skijanju te 50.72% ispitanika provodi skijajući 5-6 sati dnevno. Nadalje, 49.76% ispitanika ocjenjuje zahtjevnost skijanja sa ocjenom četiri (4) što govori da ga smatraju vrlo zahtjevnim sportom. Provedeno istraživanje je pokazalo određene kontradikcije u stavovima i djelima ispitanika. Naime, 88.89% smatra da je kondicijska priprema bitna prije odlaska na skijanje te istovremeno na polju interesa o bavljenju tjelesnom aktivnosti 74.88% alpskih skijaša rekreativne razine potvrdilo je da se bavi tjelesnom aktivnošću. Skoro polovica ispitanika 47.83% trenira čak tri do četiri puta tjedno, dok 28.50% smatra da je prije skijanja potrebno mjesec dana posvetiti kondicijskoj pripremi. Međutim, kontradiktorno stavovima i uvjerenjima kao i bavljenju tjelesnom aktivnošću, 51.21% ispitanika kondicijski se ne priprema prije odlaska na skijanje. Oprečni zaključci mogu se izvesti i iz činjenice da ukoliko se razina rizika od ozljede smanjuje rastom uloženog vremena i truda i ispitanici su toga svjesni, nejasno je zašto se kondicijski ne pripremaju za alpsko skijanje. Nadalje, 72.46% ispitanih rekreativnih alpskih skijaša nije se ozlijedilo prilikom skijanja, odnosno 27.54% ispitanika se ozlijedilo. Ukoliko bi se ispitanici držali svojih stavova i saznanja o važnosti kondicijske pripreme, postotak ozlijeđenih bi zasigurno bio manji. Mnoga istraživanja (Cigrovski, 2012; Cigrovski i sur. 2017; Aerenhouts i sur., 2013) su pokazala da je visoka razina motoričkih sposobnosti pozitivno povezana s uspjehom stjecanja skijaškog znanja, posebno tijekom početnih faza. Navedena činjenica također govori u prilog zašto je potrebna kondicijska priprema prije odlaska na skijanje.

#### 5. ZAKLJUČAK

Prikazanim anketnom upitniku željelo se saznati smatraju li ispitanici kondicijsku pripremu važnim aspektom rekreativnog skijanja te koliko se rekreativni alpski skijaši kondicijski pripremaju za skijanje odnosno skijašku sezonu. Nakon priloženih rezultata može se zaključiti da rekreativni alpski skijaši pridaju jako malo pažnje kondicijskoj pripremi prije odlaska na skijanje te da je područje daljnjeg istraživanja kondicijske pripreme perspektivno iz više aspekata: ulaganja u organizaciju, provedbu i promociju individualnih i grupnih stručnih treninga pod vodstvom kineziologa. Otvara se mogućnost različitih stručnih istraživanja u polju kondicijske pripreme alpskih skijaša rekreativne razine poput istraživanja ovisno o načinu stjecanja skijaških vještina, primjene različitih intenziteta, vrsti vježbi (agilnost, izdržljivost, fleksibilnost i dr.) kao i duljine pripremnog perioda. Također, zanimljivo područje za buduća istraživanja je komparativna analiza grupne kondicijske pripreme i individualnog rada s trenerom i/ili instruktorom.

#### 6. LITERATURA

1. Hunter, R.E. Skiing injuries. *Am J Sports Med* 1999; 27 (3): 381-389.
2. Koehle, M.S., Loyd-Smith R & Taunton E. Alpine ski injuries and their prevention. *Journal of Sports Medicine*. 2002; 32(12):785-793.
3. LeMaster, R. (2010). Ultimate skiing. *Champaign: Human Kinetics*
4. Burtscher, M., Federolf, P.A., Nachbauer, W., Kopp, M. (2019). Potential health benefits from downhill skiing. *Frontiers in physiology*. (9), 1-12

5. Loland, S. (2009). Alpine skiing technique – practical knowledge and scientific analysis. *Science and skiing IV*.43-58. Meyer and Meyer Sport.
6. Staniszewski, M., Zybko, P. & Wiszomirska, I. (2016). Influence of a nine-day alpine ski training programme on the postural stability of people with different levels of skills. *Biomedical Human Kinetics*, 8(1), 24–31.
7. Hébert-Losier, K. & Holmberg, H.C. (2013). What are the exercise-based injury prevention recommendations for recreational alpine skiing and snowboarding? A systematic review. *Sports Medicine*, 43(5), 355-366.
8. Cigrovski, V., Franjko, I., Rupcic, T., Bakovic, M., & Matkovic, A. (2017). Comparison of standard and newer balance tests in recreational alpine skiers and ski novices. *Montenegrin journal of sports science and medicine*, 6(1), 49.
9. Cigrovski, V., Božić, I., & Prlenda, N. (2012). Doprinos razvijenosti motoričkih sposobnosti kod savladavanja skijaške tehnike. *SportLogia*, 8(2), 103-110.
10. Aerenhouts, D., Raedemaeker, L., Clarys, P., Zinzen, E. (2015). Energy expenditure in novice skiers and snowboarders. *Science and skiing VI*. E. Müller, I. Kroll, S. Lindinger, I. Pfusterschmied and T. Stoggl(ur), 89-94: Meyer and Meyer Sport.
11. Aerenhouts, D., Raedemaeker, L., Clarys P. & Zinzen, E. (2013). Energy expenditure in novice skiers and snowboarders. E. Müller, J. Kroll, S. Lindiger (ur.), *Science and Skiing VI* 89-94; Meyer & Meyer Sport (UK).
12. Wojtyczek, B., Paśławska, M. & Raschner, C. (2014). Changes in the balance performance of polish recreational skiers after seven days of alpine skiing. *Journal of Human Kinetics*, 44, 29-40.

# ANALIZA POKAZATELJA SITUACIJSKE UČINKOVITOSTI LINIJSKIH IGRAČICA HRVATSKE ŽENSKE RUKOMETNE REPREZENTACIJE NA EUROPSKOM PRVENSTVU 2020. U DANSKOJ

Dinko Vuleta, Božica Palčić, Tonći Jerak  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Primjena statističke analize u procesu suvremenog treninga i natjecanja u rukometu i ostalim sportovima višestruko je značajna i neizostavna u postizanju vrhunskih rezultata. Rukometnu igru karakteriziraju različite tipične i atipične situacije u igri, stoga se nameće potreba objektivne registracije pojedinih situacija u igri, odnosno parametara situacijske efikasnosti svakog pojedinog igrača u natjecateljskim i situacijskim uvjetima. (Vuleta i sur., 2009.). Tijekom igre moguće je zabilježiti svaki uspješan i neuspješan potez svakog pojedinog igrača kao npr. broj upućenih lopti na gol, broj postignutih zgoditaka, postotak realizacije šuta na gol, izgubljene lopte, tehničke pogreške, kazne, obrane vratara i još mnogo toga. Na taj način dobivaju se objektivni pokazatelji stanja, odnosno efikasnosti igrača i momčadi čime se izbjegava subjektivna procjena stanja na osnovu kojih trener i stručni stožer meritorno mogu ocijeniti doprinos svakog igrača u fazi napada ili obrane u uspjehu ili neuspjehu ekipe.

Sustav kriterija za procjenu stvarne kvalitete rukometašice mora osigurati procjenu situacijske uspješnosti ili igračke učinkovitosti pojedine igračice u odnosu na položaje u igri i faze igre (Skrabalius. A., 2011).

Vanjske napadačice u rukometnim ekipama u komparaciji s igračicama na ostalim igračkim pozicijama superiornije su tjelesnoj visini (Vuleta, i sur., 2009), a u tehničko-taktičkom prostoru djelovanja u napadu trebale bi objedinjavati "uloge vrhunskih igrača pucača i realizatora i organizatora igre kao i asistenata" u definiranju uspješnih završnica napadačkog dijela igre. Karakteristike linijskih igračica se razlikuju ovisno o kvaliteti reprezentacija, pa se njihova situacijska efikasnost različito manifestira odnosno utječe na konačnu efikasnost njihovih ekipa. U interpretacijama rezultatske uspješnosti pojedinih ekipa neophodno je respektirati činjenicu kako istu određuju različiti čimbenici, dok se model situacijske efikasnosti razlikuje od ekipe do ekipe u svakoj pojedinoj utakmici na različitim razinama natjecanja.

Na taj se način dobivaju objektivni pokazatelji stanja, odnosno efikasnosti igrača i momčadi, a ne postoji više subjektivna procjena te na temelju pokazatelja trener meritorno može ocijeniti doprinos svakog igrača uspješnom i neuspješnom djelovanju ekipe u fazama napada ili obrane. Određeni broj studija usmjerena je na utvrđivanje doprinosa i različitih standardnih pokazatelja uspješnosti i različito definiranih kriterija uspješnosti u igri na utakmicama svjetskih i europskih prvenstava i olimpijskih (Rogulj i sur., 2011; Vuleta i sur., 2012; Taborski, 2017; Vugurin i sur., 2014; Prieto i sur., 2015; Yamada i sur., 2014; Vuleta i sur., 2016; Vuleta i sur., 2017a; Vuleta i sur., 2017b; Vuleta i sur., 2018; Vuleta i sur., 2022).

Cilj ovog istraživanja je utvrditi situacijsku efikasnost linijskih (krilnih i kružnih) igračica ženske seniorske rukometne reprezentacije Hrvatske na europskom prvenstvu održanom u Danskoj 2020. godine.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika čine 6 linijskih (4 krilne i 2 kružne) igračica Hrvatske seniorske rukometne reprezentacije koji su nastupili na 8 utakmica Svjetskog prvenstva u Danskoj 2020. godine.

## 2.2. UZORAK VARIJABLI

Uzorak varijabli čini 6 standardnih varijabli pokazatelja situacijske efikasnosti šutiranja na gol koje se registriraju za svaku utakmicu: **ŠUT6M** – šutiranje na gol s pozicije kružnog napadača; **ŠUT KR** – šutiranje na gol s pozicije krila; **ŠUT9M** – šutiranje na gol s vanjskih pozicija; **ŠUT7M** – šutiranje na gol sa 7 metara; **ŠUTKO** – šutiranje na gol iz kontranapada; **ŠUT PR** – šutiranje na gol iz prodora (prolaza).

**Tablica 1.** Rezultati utakmica Hrvatske rukometne reprezentacije na Europskom prvenstvu u Danskoj

BROJ UTAKMICA	UTAKMICE	POLUVRIJEME	REZULTAT
1.UTAKMICA (prvi krug)	Mađarska – <b>Hrvatska</b>	12:12	22:24
2.UTAKMICA (prvi krug)	<b>Hrvatska</b> – Nizozemska	13:14	27:25
3.UTAKMICA (prvi krug)	Srbija – <b>Hrvatska</b>	14:14	24:25
4.UTAKMICA (drugi krug)	<b>Hrvatska</b> – Rumunjska	14:10	25:20
5.UTAKMICA (drugi krug)	<b>Hrvatska</b> – Norveška	14:15	25:36
6.UTAKMICA (drugi krug)	<b>Hrvatska</b> – Njemačka	12:12	23:20
7.UTAKMICA (polufinale)	Francuska – <b>Hrvatska</b>	15:5	30:19
8.UTAKMICA (za 3. mjesto)	<b>Hrvatska</b> – Danska	11:11	25:19

Podaci su prikupljeni opservacijom 8 utakmica koje je rukometna reprezentacija Hrvatske odigrala na prvenstvu te upisivanjem događaja u posebno konstruiran statistički obrazac za praćenje rukometne utakmice (službena statistika IHF-a).

## 2.3. METODE OBRADJE PODATAKA

Statističku obradu podrazumijevaju analizu frekvencije šutiranja s pozicije linijskih igračica s zasebnim prikazom frekvencija upućenih udaraca sa svih igračkih pozicija te postignutih pogodaka s izračunanim postotcima efikasnosti šutiranja na gol.

## 3. REZULTATI I DISKUSIJA

U tablica br. 2 prikazana je ukupna učinkovitost igračica Hrvatske rukometne reprezentacije odnosno broj upućenih udaraca na gol i broj postignutih zgoditaka te postotak šuta sa svih igračkih pozicije kumulativno i u postotcima. Ukupno je sa svih igračkih pozicija upućeno 339 udaraca (1 udarac je uputila vratarka Tea Pijević) na protivnički gol.

**Tablica 2.** Ukupna učinkovitost igračica Hrvatske rukometne reprezentacije

UDARCI S RAZLIČITIH IGRAČKIH POZICIJA	POZICIJA IGRAČICA			UKUPNO	UČINKOVITOST (%)
	Vanjske igračice	Krilne igračice	Kružne igračice		
ŠUT6M	11/16	0/1	38/44	49/61	80%
ŠUT7M	16/23	0/1	0/0	16/24	67%
ŠUT9M	57/141	0/0	0/0	57/141	40%
ŠUTKR	12/23	24/44	4/5	40/72	56%
ŠUTKO	5/8	3/6	2/2	10/16	63%
ŠUTPR	21/25	0/0	0/0	21/25	84%
UKUPNO	122/236	27/52	44/51	193/339	57%
UKUPNA UČINKOVITOST (%)	52%	52%	86%	57%	

Najviše udaraca je upućeno s pozicije vanjskih igračica odnosno s pozicije 9 metara i to 141 udarac na gol te je postignuto 57 golova, što predstavlja 40% uspješnosti šuta s pozicije vanjskih igračica.

S krilnih pozicija upućena su ukupno 72 udarca na gol te postignuto je 40 golova, što predstavlja 56% učinkovitosti s te pozicije. S pozicije kružnih napadačica odnosno s pozicije od 6 metara upućen je 61 udarac, postignuto 49 zgoditaka, što predstavlja 80% uspješnosti šuta. Iz sedmeraca je ukupno upućeno 24 udarca, postignuto 16 golova, što predstavlja 67% uspješnosti iz sedmeraca.

Šutiranjem iz prodora (prolaza) upućeno je ukupno 25 udaraca na gol, postignuto 21 zgoditak i uspješnost je 84%, što predstavlja najveću učinkovitost igračica Hrvatske rukometne reprezentacije. Iz protunapada je ukupno upućeno 16 udaraca i postignuto 10 pogodaka u učinkovitost od 63%.

Iz tablice 2. je razvidno da su vanjske igračice sa svih igračkih pozicija uputile 236 udaraca na protivnički gol i postigle 122 zgoditka uz učinkovitost od 52%.

Pomno analizirajući učinak krilnih igračica od ukupnog broja od 44 udarca upućena šuta na protivnički gol sa krilnih pozicija su postigle 24 gola uz učinkovitost od 51%. Kružne igračice uputile su ukupno sa svoje igračice pozicije - sa 6m ukupno također 44 udarca kao i krilne igračice sa svoje pozicije, te postigle 38 pogodaka sa situacijskom učinkovitošću od 86%. Analizirajući situacijsku učinkovitost vanjskih igračica šuta iz prolaza- prodora uputile su ukupno 25 udaraca, postigle 21 zgoditak što je 84% uspješnosti, dok krilne i kružne igračice nisu tijekom prvenstva imale niti jedan pokušaj prodora ili prolaza prema protivničkim vratima. S krilnih pozicija uputile su ukupno 23 šuta i postigle 12 zgoditaka što je 52% uspješnosti. S pozicije kružnih igračica odnosno s linije 6 metara uputile su 16 udaraca, postigle 11 golova, što predstavlja uspješnost od 69% situacijske učinkovitosti.

#### 4. ANALIZA UČINKOVITOSTI LINIJSKIH IGRAČICA

##### *Učinkovitost krilnih igračica*

U tablica br. 3 i u grafikon br. 1 nalaze se individualni rezultati svake pojedine igračice sa svih igračkih pozicija te iz kontranapada kao i sumarna analiza pokazatelja situacijske efikasnosti svih krilnih igračica rukometne reprezentacije Hrvatske na Europskom prvenstvu u Danskoj 2020. godine.

**Tablica 3.** Učinkovitost krilnih igračica Hrvatske rukometne reprezentacije sa svih igračkih pozicija

IGRAČICE	UDARCI							ŠUT UKUPNO	ŠUT UKUPNO (%)
	ŠUT 7M	ŠUT 9M	ŠUT 6M	ŠUT KO	ŠUT PR	ŠUT KR	UČIN. S KR.PO. (%)		
Paula Posavec	0/1	-	-	2/4	-	5/9	56 (%)	7/14	50 (%)
Tena Japundža	-	-	-	-	-	2/9	22 (%)	2/9	22 (%)
Andrea Šimara	-	-	-	0/1	-	6/10	60 (%)	6/11	55 (%)
Josipa Mamić	-	-	0/1	1/1	-	11/16	69 (%)	12/18	67 (%)
<b>UKUPNO</b>	0/1	-	0/1	3/6	-	24/44	55 (%)	27/52	52 (%)

Legenda: šut sa 7m(ŠUT7M), šut sa 9m(ŠUT9M), šut sa 6m(ŠUT6M), šut sa 7m(ŠUT7M), šut iz kontranapada (ŠUTKO), šut iz prodora-prolaza (ŠUTPR), šut s krilne pozicije (ŠUTKR), učinkovitost s krilnih pozicija u postotcima (UČIN.S KR.PO.) šut ukupno (ŠUT UKUPNO), šut ukupno u postotcima (ŠUT UKUPNO U %)

Analizom pojedinačnog učinka krilnih igračica može se uočiti je da je sa krile pozicije najefikasnija bila Josipa Mamić koja je ukupno šutirala 16 puta i postigla 11 golova, što predstavlja 69% uspješnosti. Andrea Šimara uputila na protivnički gol ukupno 16 udaraca i postigla 11 golova, što iznosi 60% uspješnosti. P. P. uputila je na protivnički gol ukupno 9 udaraca, te postigla 5 zgoditaka, što predstavlja uspješnost od 56%. Krilna igračica Tena Japundža. šutirala je na protivnički gol ukupno 9 puta te postigla svega 2 gola, što predstavlja situacijsku uspješnost od 22%. Analizom dobivenih rezultata u tablici 3. moguće je uočiti da je kod krilnih igračica sa svih igračkih pozicija najviše udaraca uputila igračica Josipa Mamić 18 udaraca te postigla 12 pogodaka sa efikasnošću od 67% dok je druga bila igračica Paula Posavec sa 14 upućenih udaraca i 7 postignutih pogodaka što iznosi 50% situacijske učinkovitosti. Treća, po broju udaraca je bila igračica A.Š. sa 11 upućenih udaraca i 6 postignutih pogodaka uz situacijsku učinkovitost od 55%. Posljed-



nja je igračica T.J. koja je ostvarila isti rezultat od 9 šutova i 2 postignuta pogotka uz situacijsku učinkovitost od svega 22% jer nijednom nije šutirala sa ostalih igračkih pozicija nego isključivo sa krilne pozicije.

Gledano sa aspekta igračkih pozicija, najviše udaraca krilne igračice uputile su s pozicije krila što je logično jer je to njihova pozicija u igri. Ukupno su s pozicije krila šutirale 44 puta te postigle 24 zgoditka, što predstavlja uspješnost od 55%, dok su sa svih igračkih pozicija ukupno šutirale 52 puta i postigle 27 pogodaka što iznosi 52% situacijske učinkovitosti.



Grafikon 1. Učinkovitost krilnih igračica

#### Učinkovitost kružnih igračica

U tablica br. 4 i u grafikonu br. 2 mogu se uočiti individualni rezultati svake kružne igračice koje su postigli sa svoje igračke pozicije ali sa ostalih igračkih pozicija te sumarni rezultati situacijske efikasnosti kružnih igračica reprezentacije Hrvatske. na svih 8. odigranih utakmica na europskom prvenstvu u Danskoj 20220. godine.

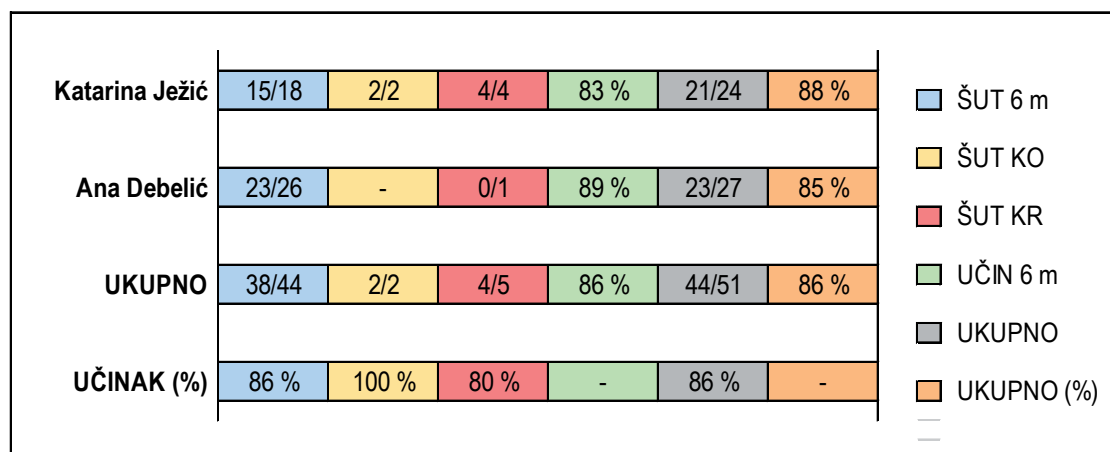
Kružna igračica K. J. uputila je na protivnički gol ukupno 24 udarca, te postigla 21 zgoditak, što predstavlja uspješnost od 88%. A. D. šutirala je na protivnički gol ukupno 27 puta te postigla 23 gola, što predstavlja uspješnost od 85%. Najviše udaraca kružne igračice uputile su s pozicije 6 metara koja je i njihova pozicija u igri. A. D. je sa pozicije kružne napadačice uputila 26 udaraca i postigla 23 pogotka (2.88 pogotka po utakmici) dok je K.J. uputila 18 udaraca na protivnička vrata i postigla 15 pogodaka (1.88 pogotka po utakmici) što iznosi 83% Tu su bile izrazito uspješne, zajedno su K. J. i A. D. uputile na protivnički gol s linije 6 metara 44 šuta te postigle 38 zgoditka (4.75 pogotka po utakmici), što predstavlja uspješnost od 86%.

Tablica 4. Učinkovitost kružnih igračica

IGRAČICE	UDARCI							ŠUT UKUPNO	ŠUT UKUPNO (%)
	ŠUT 7M	ŠUT 9M	ŠUT 6M	ŠUT KO	ŠUT PR	ŠUT KR	UČIN 6M (%)		
Katarina Ježić	-	-	15/18	2/2	-	4/4	83 (%)	21/24	88 (%)
Ana Debelić	-	-	23/26	-	-	0/1	89 (%)	23/27	85 (%)
<b>UKUPNO</b>	-	-	38/44	2/2	-	4/5	86 (%)	44/51	86 (%)

Legenda: šut sa 7m(ŠUT7M), šut sa 9m(ŠUT9M), šut sa 6m(ŠUT6M), šut sa 7m(ŠUT7M), šut iz kontranapada (ŠUTKO), šut iz prodora-prolaza(ŠUTPR), šut s krilne pozicije(ŠUTKR), učinkovitost s krilnih pozicija u postotcima (UČIN.S KR.PO.)šut ukupno(ŠUT UKUPNO), šut ukupno u postotcima( ŠUT UKUPNO U %)

Može se zaključiti da su kružne napadačice izrazito bile uspješne i učinkovite, te je njihov doprinos u konačnom rezultatu ženske rukometne reprezentacije Hrvatske na Europskom prvenstvu u Danskoj 2020. godine izrazito veliki. Ipak, ostaje upitno da li su naše kružne igračice bile maksimalno iskorištene obzirom na činjenicu da su ukupno na 8 odigranih utakmica uputile zajedno 44 udarca na protivnička vrata i postigle 38 zgoditaka uz izuzetno visoku učinkovitost od 86% a što iznosi tek 5.5. udaraca po utakmici i 4.75 postignutih pogodaka po utakmici. Obzirom da se utakmica sumarno igra 60 minuta znači da je u prosjeku na svakoj utakmici svaki 9 napad Hrvatske reprezentacije završavao sa pozicije kružnih igračica što jasno oslikava koncepciju igre i završetak napadačkih akcija bio baziran na šutove sa pozicije vanjskih igračica.



Grafikon 2. Učinkovitost kružnih igračica

## 5. ZAKLJUČAK

U ovome radu analizirani su pokazatelji situacijske učinkovitosti linijskih (krilnih i kružnih) igračica ženske rukometne reprezentacije Hrvatske na Europskom prvenstvu u Danskoj 2020. godine na kojem je sudjelovalo 16 reprezentacija. Na cijelome Europskom prvenstvu igračice reprezentacije Hrvatske su ukupno odigrale 8 utakmica te uputile su ukupno 339 udaraca na protivnički gol sa svih igračkih pozicija. Od toga su postigle 193 zgoditka što predstavlja 57% učinkovitosti. S pozicije linijskih igračica ukupno su upućena na protivnička vrata 103 udaraca i postignuto 67 pogodaka uz situacijsku učinkovitost od 69% (s krilnih igračica upućena su ukupno 52 šuta na protivnički gol te je postignuto 27 golova što predstavlja uspješnost od 52%. S pozicije kružnih igračica šutiralo se ukupno 51 puta prema protivničkom голу te se postiglo 44 zgoditka što je visokih 86% uspješnosti). Najviše udaraca je upućeno s pozicije vanjskih igračica 236 šutova te su postignuta 122 zgoditka te je postignuta uspješnost od 52%.

U svakom slučaju, igra reprezentacije Hrvatske na Europskom prvenstvu u Danskoj 2020. godine treba biti model kako naša reprezentacija treba igrati i ubuduće, uz daljnje napredovanje u svim segmentima rukometne igre.

Hrvatska ženska rukometna reprezentacija na Europskom prvenstvu u Danskoj 2020. godine osvojila je 3. mjesto odnosno brončanu medalju što je najveći uspjeh ženskog rukometa u povijesti naše države. Prva je to medalja za hrvatski ženski rukomet na velikim natjecanjima i sasvim sigurno jedna od najvećih senzacija u povijesti europskih prvenstava.

## 6. LITERATURA

- Hianik, J. (2013). The Relation of Women Team Match Performance Indicators to the Result of the Match in Handball. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> EHF Scientific Conference, "Women and Handball" Scientific and Practical Approaches*, Vienna 22 - 23 November 2013. (str. 219-223). Vienna: European Handball Federation.
- Leuciuc, F. V., Pricop G. (2016). The longitudinal study on the effectiveness of the game actions at the World Woman's Handball Championship seniors (2005-2015). *Gymnasium, Scientific Journal of Education, Sports, and Health*. No. 2, Vol. XVII.
- Milanović, D., Vuleta, D., Ohnjec, K. (2018). Performance indicators of winning and defeated femal handball teams in matces of the 2012 Olympic games tournament. *Journal of Human Kinetics* volume 64/2018, 247-253.

4. Prieto, J., Gomez, M., i Sampaio, J. (2015). From a static to a Dynamic Perspective in handball match Analysis: a Systematic Review. *The open Sports Science Journal*, 8, 25-34.
5. Saavedra JM, Þorgeirsson S, Chang M, Kristjánsson H, García-Hermoso A. (2018). Discriminatory Power of Women's Handball Game-Related Statistics at the Olympic Games (2004-2016). *Journal of Human Kinetics* volume 62/2018, 221-229.
6. Skarbalius, A. (2011). Monitoring Sport Performance In Handball. EHF Scientific Conference 2011. *Science and Analytical Expertise in Handball*. Vienna. 325-330
7. Taborsky, F. (2017). The comparison of cumulative indicators of team playing performance (Olympic games handball tournaments 2008, 2012 and 2016). *4<sup>th</sup> EHF Scientific conference – Scientific Approach to the Player's Environment- From Participation to the Top*. Vienna, 17. – 18. studeni 2017.
8. Varbanov, I. (2013). Tendencies in Modern Handball Affecting Women's Teams after the Olympic Games in London and the European Championship 2012. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> EHF Scientific Conference, "Women and Handball" Scientific and Practical Approaches*, Vienna 22 - 23 November 2013. (str. 288 - 294). Vienna: European Handball Federation
9. Vuleta, D., Milanović, D. & sur. (2009). *Science in handball*. Zagreb: Faculty of Kinesiology, University of Zagreb.
10. Vuleta, D., Ohnjec, K., Barišić, V. (2017a). Povezanost pokazatelja situacijske učinkovitosti ženskih rukometnih ekipa i konačnog rezultata na utakmicama skupine A olimpijskog turnira 2012. godine u Londonu. U: *Zbornik radova 15. Međunarodne konferencije Kondicijska priprema sportaša* str. 99-103.
11. Vuleta, D., Milanović, M., Jerak, T. (2017b). Povezanost indikatora natjecateljske učinkovitosti rukometašica i rezultata na utakmicama skupine B Olimpijskog turnira 2016. godine. U *V. Findak (ur.), Zbornik radova 26. ljetne škole kineziologa RH „Kineziološke kompetencije u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije“*, Poreč, 28. lipnja - 02. srpnja, 2017. (str. 187-193). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez.
12. Vuleta, D., Milanović, M., Jerak, T. (2018). Povezanost pokazatelja situacijske učinkovitosti ženskih rukometnih ekipa i konačnog rezultata na utakmicama skupine B olimpijskog turnira u Rio 2016. godine. U *V. Findak (ur.), Zbornik radova 27. ljetne škole kineziologa RH „Primjeri dobre prakse u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije“*, Poreč, 27.- 30. lipnja, 2018. str. 187-193. Zagreb: Hrvatski kineziološki savez.
13. Vuleta, D., Pažin, K., Ohnjec, K., Milanović, M (2021). Winning and losing women's handball teams at the olympic handball tournament rio 2016 *9th International Scientific Conference on Kinesiology*, 2021, Opatija, Croatia 881-885.
14. Vuleta, D., Palčić, B., Jerak, T (2022). Analiza pokazatelja situacijske učinkovitosti linijskih igračica hrvatske ženske rukometne reprezentacije na europskom prvenstvu 2020. u Danskoj U *V. Findak (ur.), Zbornik radova ljetne škole kineziologa RH „Kineziologija u Europi -Izazovi promjena“*, 30. ljetna škola kineziologa RH, Zadar, 29.6. – 2.7.2022. str. 1400-1407. Zagreb: Hrvatski kineziološki savez.
15. Vurgun, H., Işık, T., Şahan, C., Işık, O. (2014). Technical Analysis of 2012 Female Europe Championship and Olympiad Games - Handball Performances. *The online Journal of Recreation and Sport*, 3(1), 41-47.
16. Yamada, E., Aida H., Fujimoto, H., Nakagawa, A. (2014). Comparison of Game Performance among European National Women's Handball Teams. *International Journal of Sport and Health Science*, 12, 1-10.

# KARAKTERISTIKE POSTIGNUTIH GOLOVA NA SVJETSKOM NOGOMETNOM PRVENSTVU U KATARU 2022.

Tihana Nemčić, Valentin Barišić, Ivan Mikulić  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Svjetsko nogometno prvenstvo (SP) najelitnije je natjecanje na svijetu. Podaci medijske praćenosti pokazali su kako je posljednje prvenstvo održano u Kataru 2022.g. pratilo 5.4 milijarde ljudi diljem svijeta (timebulletin.com). Službeni organizator natjecanja je krovna svjetska nogometna organizacija FIFA, osnovana 1904.g., i broji 211 članova. Prvo svjetsko nogometno prvenstvo organizirano je i odigrano 1930.g. Prvi pobjednik trofeja Jules Rimet, nazvanog po tadašnjem predsjedniku FIFA-e, bila je reprezentacija Urugvaja, domaćin turnira. Najtrofejnija reprezentacija svjetskih prvenstava je nogometna velesila Brazil, osvajač čak pet SP-a. Slijede ga reprezentacije Njemačke i Italije (četiri naslova), zatim reprezentacija Argentine (tri naslova), reprezentacije Urugvaja i Francuske (dva naslova) te Španjolska i Engleska s jednim osvojenim naslovom svjetskoga prvaka. Prvenstvo u Kataru 22. je po redu održano SP, čiji je trofej podignulo sveukupno osam reprezentacija. Cilj nogometne igre je postizanje golova, odnosno postizanje većeg broja pogodaka od suparnika. S razvojem nogometne igre, poboljšanjem napadačkih i obrambenih taktika te unapređenjem kondicijske pripreme promijenila se struktura i broj zgoditaka te načini i prostori u kojima se isti postižu. Prema podacima iz izvještaja FIFA-ine radne grupe sa svjetskog prvenstva 2018.g. u Rusiji (FIFA Technical Study Group publishes 2018 FIFA World Cup Russia report), na tom je SP ostvareno sveukupno 169 pogodaka. U Rusiji je također vidljiv trend otvorenije igre u završnoj fazi natjecanja, a samim time i većeg broja postignutih pogodaka (između 35 i 47; od regularne igre do udaraca s točke 11m). Nadalje, najveći posjed lopte nije utvrđen kao varijabla koja je povezana sa boljim plasmanom ekipe na kraju natjecanja, baš kao ni broj prijeđenih metara. Naposljetku, uspjeh se svodi na efikasnost udaraca prema vratima u obliku postignutih golova, a to čini i najzanimljiviji segment igre. Najvažniji faktor koji determinira rezultat u nogometu je zgoditak. Nekolicina je autora istražila postignute pogotke tijekom nekoliko svjetskih prvenstava u kontinuitetu (Leite, 2013.; Armatas i sur., 2005.; Kubayi i Toriola, 2019.; Mićović i sur., 2023.). Leite (2013), na uzorku postignutih pogodaka na SP-a od 1930. do 2010., i Armatas sa suradnicima (2007) na SP 1998., 2002. i 2006., utvrdili su kako je najveći broj pogodaka postignut u periodu od 76- e minute do kraja utakmice. Kubay i Toriola (2019) utvrdili su, na prvenstvima između 1998. i 2014.g., kako se najveći broj pogodaka postiže unutar 16m (23.8%) i kaznenog prostora (53.6%). Najviše golova postižu napadači (54.2%) i vezni igrači (33.3%). Mićović je sa suradnicima (2023), na uzorku 732 utakmice i 1881 postignutih pogodaka između 1966.- 2018., utvrdio kako se najveći broj golova postiže desnom nogom (51.6%), zatim lijevom nogom (28%) i glavom (17.8%). Na prvenstvu 1970.g.u Meksiku zabilježen je najveći prosječni broj golova po utakmici (2.97), dok je na prvenstvu u Južnoj Africi 2010.g. zabilježeno najmanje golova po utakmici (2.27). Nadalje, 29.5% golova postignuto je iz prekida igre, dok je preostalih 70.5% postignuto iz otvorene igre. Trend razvoja udarca iz kuta također je vidljiv u posljednjih 12 godina, što je napredak u pogledu trenažnih metoda, ideja i provedbe uigranih akcija iz prekida igre. Efikasnost prekida igre kroz udarce iz kuta bila je veća 2018. gdje je svaki 29- i korner završio pogotkom, u odnosu na svaki 36. u Brazilu 2014., i 61. u Južnoj Africi 2010.g.

## 2. METODE RADA

### 2.1. MATERIJALI

Materijali su sačinjeni od sveukupno 64 odigrane utakmice svjetskog nogometnog prvenstva u Kataru 2022. Analizirane su sve odigrane utakmice grupne faze natjecanja (48 utakmica) i završne faze natjecanja (16 utakmica). Turnir se odigrava u 8 grupa u kojoj četiri reprezentacije igraju svaka sa svakom (6 utakmica u grupi). Završna faza natjecanja uključuje osam utakmica osmine finala, četiri utakmice četvrtine finala, dvije polufinalne utakmice te utakmicu za treće mjesto i utakmicu za prvo mjesto. Sveukupno su praćene 32 reprezentacije.

## 2.2. UZORAK VARIJABLI

Praćene varijable odnose se na događaje u igri, odnosno postignute golove, akcije koje su prethodile postizanju pogodaka: kontinuirani napad, pozitivna tranzicija, prekidi igre (slobodni udarac, udarac iz kuta, udarac s 11 metara) i autogol te kroz načine/ dijelove tijela kojima su postignuti pogodci (desna noga, lijeva noga i glava).

## 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

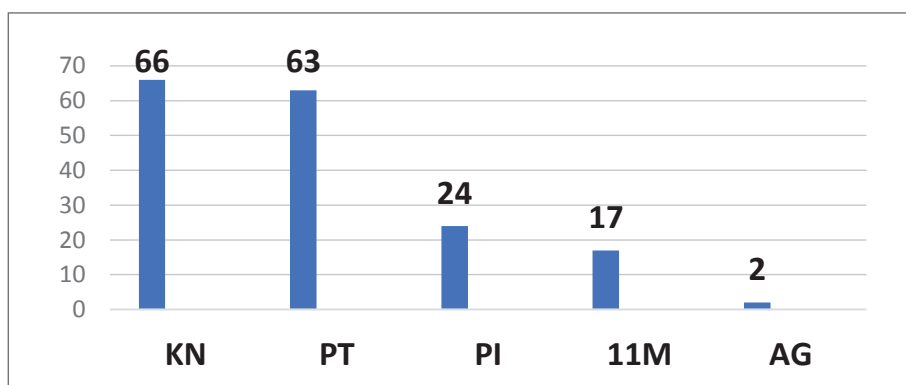
Utakmice su snimane te javno dostupne, a podaci su analizirani pregledavanjem snimki utakmica sa službene stranice krovne svjetske nogometne organizacije (FIFA.com). Korištena je deskriptivna statistika za opisivanje i prikaz frekvencija.

## 3. REZULTATI

**Tablica 1.** Osnovni deskriptivni parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimalni (Min) i maksimalni (Max) rezultat za ukupan broj postignutih pogodaka (N), odnosno broj postignutih pogodaka u grupnoj fazi turnira i u završnoj fazi turnira

	Grupna faza	Završna faza	G + Z
<b>N</b>	120	52	172
<b>AS</b>	2.5	3.25	2.7
<b>SD</b>	1.95	1.77	1
<b>Min</b>	0	0	0
<b>Max</b>	8	7	8

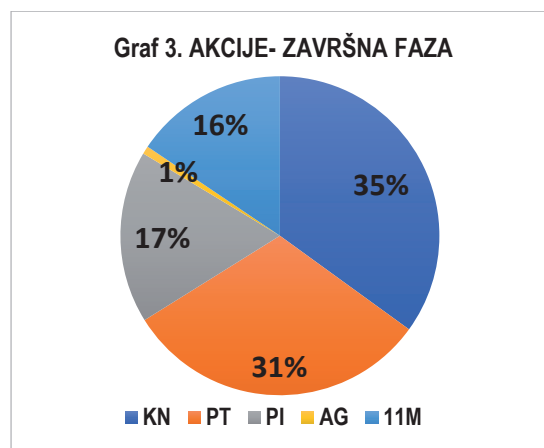
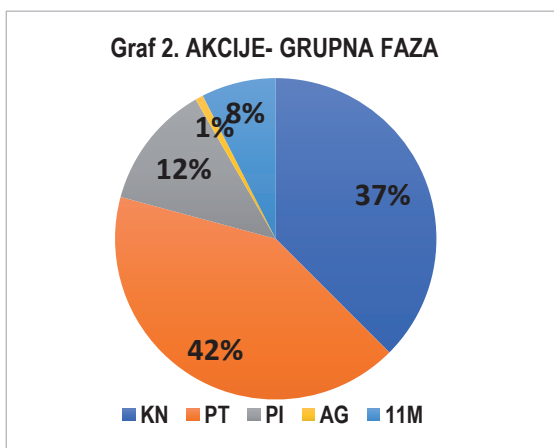
U tablici 1 prikazan je ukupan broj postignutih pogodaka tijekom svjetskog prvenstva 2022.g., prosječan broj postignutih pogodaka tijekom cijelog turnira, odstupanje rezultata od aritmetičke sredine te minimalan i maksimalan broj postignutih pogodaka. Iste su vrijednosti prikazane za postignute pogodke u grupnoj fazi natjecanja te u završnici turnira. Na turniru je postignuto sveukupno 172 pogodaka, ne računajući golove postignute sa točke 11m u završnoj fazi natjecanja, ukoliko je do njih došlo nakon produžetaka radi utvrđivanja pobjednika. U prosjeku je postignuto 2.7 golova tijekom jedne utakmice, s minimalno 0 postignutih i maksimalno 8 postignutih pogodaka tijekom jedne utakmice. U grupnoj fazi natjecanja postignuto je u prosjeku 2.5 pogodaka po utakmici, dok je u završnoj fazi turnira postignuto u prosjeku 3.25 pogodaka po utakmici.



Legenda: KN - kontinuirani napad; PT - pozitivna tranzicija; PI - prekidi igre; 11m - udarac s točke 11m; AG - autogol

**Graf 1.** Ukupan broj akcija koje su prethodile postizanju pogodaka kroz cijeli turnir

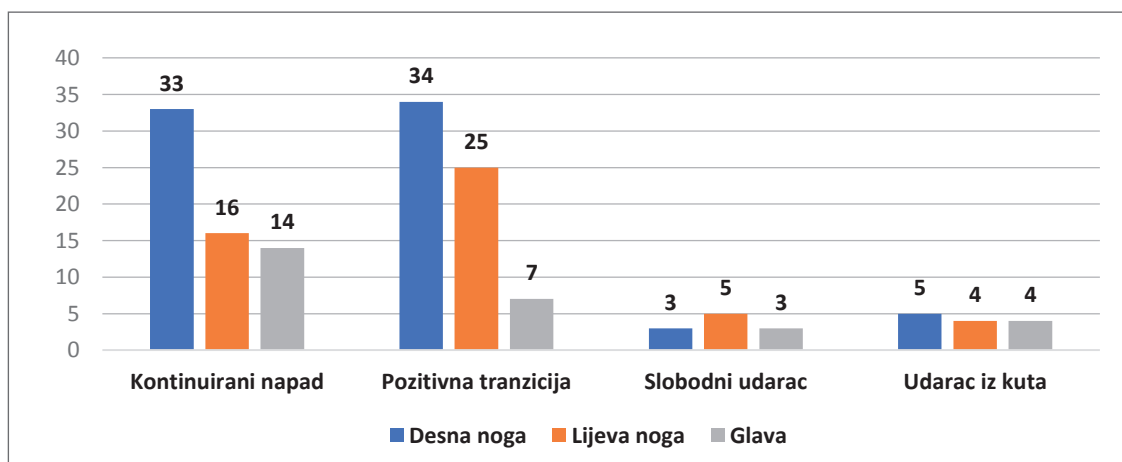
Iz prethodnog prikaza (graf 1) vidljiv je broj pojedinih akcija koje su prethodile postizanju pogodaka, a koje se odnose na kontinuirani napad, pozitivnu tranziciju (kontranapad i polukontra), prekide igre (slobodni udarci i udarci iz kuta), udarac s točke 11m, i autogolove. Tijekom cijelog turnira, od 172 postignuta pogodaka, 66 je bilo posljedica kontinuiranog napada, 63 kontranapada i polukontra, 24 kao rezultat prekida igre (slobodnog udarca i udarca iz kuta), 17 golova je postignuto s točke 11m dok su 2 zabilježena autogola.



Legenda: KN- kontinuirani napad; PT- pozitivna tranzicija; PI- prekidi igre; AG- autogol; 11m- udarac s točke 11m

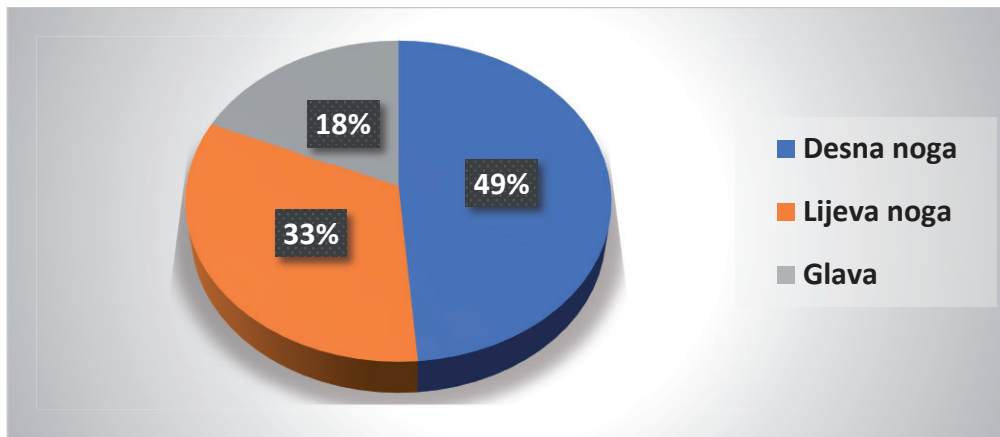
U **grafovima 2 i 3** nalaze se udjeli akcija, izraženi u postotnim vrijednostima, koje su prethodile postizanju pogodaka u grupnoj fazi natjecanja (graf 2) i u završnoj fazi natjecanja (graf 3)

Iz prikaza 2 vidljiv je udio određene akcije u ukupnom broju postignutih pogodaka u grupnoj fazi natjecanja. Najveći broj zgoditaka postignut je iz tranzicije (42%), zatim iz kontinuiranog napada (37%) te nešto manjim udjelom iz prekida igre (12%), točke 11m (8%) i autogolom (1%). U završnoj fazi turnira (graf 3) najveći je broj zgoditaka postignut iz kontinuiranog napada (35%) i tranzicije (31%) te iz prekida igre (17%) i točke 11m (16%). Baš kao i u grupnoj fazi, autogolovi su zastupljeni sa 1%.



**Graf 4.** Načini postizanja pogodaka u odnosu na akcije koje su prethodile

U prikazu 4 vidljivi su načini, odnosno dijelovi tijela kojima su postignuti pogotci, a koji se odnose na desnu i lijevu nogu te glavu. Prikazani su načini postizanja pogodaka u akcijama kontinuiranog napada, tranzicijama te prekidima igre kod slobodnih udaraca i udaraca iz kuta. Najveći broj postignutih pogodaka ostvaren je udarcem desnom nogom u kontinuiranom napadu (33), pozitivnoj tranziciji (34) i udarcu iz kuta (5). Jedino je u prekidu igre kod slobodnog udarca najveći broj postignutih pogodaka izvršen lijevom nogom (5). Jednak broj postignut pogodaka iz udarca iz kuta ostvaren je lijevom nogom (4) i glavom (4).



**Graf 5.** Udio pojedinih načina postizanja pogodaka (%) u ukupnom broju zgoditaka

#### 4. DISKUSIJA

Na svjetskom prvenstvu u Kataru 2022.g. postignuto je sveukupno 172 pogodaka, izuzevši golove postignute s točke 11m nakon produžetaka u završnoj fazi turnira. Taj podatak ukazuje na trend rasta broja zgoditaka na svjetskim nogometnim prvenstvima. Na prošlom SP u Rusiji postignuto je 169 pogodaka. Taj je trend izuzetno važan za nogomet s obzirom da se uspjeh ekipa svodi upravo na efikasnost udaraca prema vratima, a zanimljivost igre se sastoji, izuzev u ljepoti i raznovrsnosti akcija, u postizanju pogodaka. Prosječan broj postignutih golova tokom turnira iznosi 2.7, nešto manje od rekordnih 2.97 pogodaka na SP u Meksiku 1970.g. (Mićović i sur., 2023). Minimalan broj postignutih pogodaka tijekom utakmica bio je 0, do maksimalno 8 postignutih pogodaka u jednoj utakmici. Nadalje, u grupnoj je fazi turnira (48 utakmica) postignuto 120 pogodaka, odnosno u prosjeku 2.5 gola po utakmici. S druge strane, u 16 utakmica završnice turnira postignuta su 52 pogotka (3.25 u prosjeku). Važan je podatak o većem prosječnom broju postignutih pogodaka u završnici turnira jer ukazuje na veću otvorenost igre kada je rizik veći radi ispadanja jedne od dviju ekipa, čime se ujedno nastavlja pozitivan trend iz Rusije. Postignuti pogodci mogu se promatrati pomoću nekoliko faktora: sa strane prostora iz kojih su postignuti, vremenskih perioda u kojima su se dogodili, do načina postizanja pogodaka i akcija koje su im prethodile. Iz nekoliko je dosadašnjih radova utvrđeno kako se najveći broj pogodaka na SP u prosjeku postiže od 76- e minute do kraja utakmice (Leite, 2013.; Armatas i sur., 2005.); najveći se broj pogodaka postiže unutar 16m i kaznenog prostora (Kubay i Toriola, 2019.); dok se najveći broj golova postiže desnom nogom (Mićović i sur., 2023). Rezultati dobiveni ovim istraživanjem ukazuju na desnu nogu kao glavno sredstvo postizanja pogodaka s obzirom da je takvim načinom postignuto 49% golova, lijevom nogom 33% golova dok je glavom postignuto 18% pogodaka. Desna noga je i dalje najzastupljenija strana izvedbe u nogometu, barem kod izvođenja završnog udarca, iako je zastupljenost lijeve noge nešto veća negoli u prijašnjim istraživanjima Mićovića i sur. (2023) od 28% golova lijevom i 51% golova desnom nogom. To može potencijalno ukazivati na smanjivanje razlike u dominantnosti desne noge te balansiranje i korištenje obje strane za izvođenje zadataka. Poseban interes ovog istraživanja sastojao se od utvrđivanja akcija koje su prethodile postizanju pogodaka kako bi se dobila informacija o strukturi igre i najučinkovitijim napadačkim sredstvima u nogometu. Iz dobivenih je podataka vidljiva efikasnost kontinuiranog napada (66 akcija s ishodom pogotka), u kojima su potencijalno najviše dominirale ekipe s izraženim stabilnim i uvježbanim sustavom igre koji iziskuje mnogo dinamike, tehnike i discipline. Izuzev kontinuiranog napada, golovi su najvećim dijelom postizani iz pozitivne tranzicije (63 akcije s ishodom pogotka), bilo da se radi o polukontra, odnosno tranziciji sa većim brojem igrača i dodavanja ili kontranapadima koji se odvijaju brže i gotovo individualno. Takav su način koristile reprezentacije sa izuzetno brzim pojedincima posebice u napadačkom redu, sa drugom linijom koja može pratiti dubinskim dodavanjima između linija. S točke 11m postignuto je 17 golova tijekom cijelog turnira. Sveukupno su zabilježena 2 autogola, po jedan u grupama i 1 u završnici, što čini 1%. Iz slobodnih udaraca postignuto je 10 pogodaka, uz vidljive uvježbane i kontrolirane akcije. Iz kutnih udaraca postignuto je 14 pogodaka. Više od 50% pogodaka postignutih iz kontinuiranog napada i pozitivne tranzicije ostvareni su udarcem desnom nogom. Vrijedan je podatak kako je većina pogodaka iz slobodnih udaraca postignuta lijevom nogom, najčešće nakon reakcije na odbijenu loptu ili utrčavanjem iza leđa čuvara. Opsežno istraživanje Mićovića i sur. (2023) na uzorku SP između 1966.- 2018. prikazalo je postizanje pogodaka iz prekida igre naspram otvorene igre u odnosu 30:70%. U ovom je istraživanju dobiven podatak o odnosu 24:76% zgoditaka iz prekida igre naspram zgoditaka iz otvorene igre. Štoviše, otvorena je igra (79%) u grupnoj fazi bila efikasniji način postizanja pogodaka, dok se u završnici povećao broj pogodaka iz prekida igre na 33%.

## 5. ZAKLJUČAK

Od dodatne vrijednosti za buduća istraživanja bilo bi pratiti ekipe kroz cijeli turnir, uz praćenje većeg broja parametara situacijske efikasnosti za utvrđivanje specifičnijih faktora i strukture djelovanja reprezentacija. Ovo je istraživanje pružilo inicijalne podatke o karakteristikama postignutih pogodaka na svjetskom prvenstvu 2022. te pruža mogućnost povezivanja sa prijašnjim istraživanjima uz predviđanje i praćenje trendova za budućnost.

## 6. LITERATURA

1. Armatas, V., Yiannakos, A., and Sileloglou, P. (2007). Relationship between time and goal scoring in soccer games: Analysis of three World Cups. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(2): 48- 58
2. BeIN Sports declares FIFA World Cup Qatar 2022™ record-breaking cumulative viewership of 5.4 billion (timebulletin.com)
3. FIFA Technical Study Group publishes 2018 FIFA World Cup Russia report. Available at: FIFA Technical Study Group publishes 2018 FIFA World Cup Russia report
4. Kubayi, A., and Toriola, A. (2019). Trends of Goal Scoring Patterns in Soccer: A Retrospective Analysis of Five Successive FIFA World Cup Tournaments. *Journal of Human Kinetics*, 69(1): 231- 238
5. Leite, W. (2013). Analysis of goals in soccer world cups and the determination of the critical phase of the game. *Facta Universitatis*, Vol. 11, 3: 247- 253
6. Mićović, B., Leontijević, B., Dopsaj, M., Janković, A., Milanović, Z. and Garcia Ramos, A. (2023.) The Qatar 2022 World Cup warm-up: Football goal-scoring evolution in the last 14 FIFA World Cups (1966–2018). *Frontiers in Psychology*



# RAZLIKE U REZULTATU SKOKA U VIS PREKORAČNOM TEHNIKOM S OBZIROM NA SPOL I DOB KOD DJECE

**Sanja Ljubičić**

*Učiteljski fakultet, Sveučilište u Rijeci*

## 1. UVOD

Skok u vis prema biomehaničkim karakteristikama spada u grupu složenih prostornih gibanja. Kroz svoju povijest prošla je kroz niz tehničkih modifikacija, a u svrhu što bolje efikasnosti podizanja težišta tijela u odnosu na letvicu. Revoluciju modernog skoka u vis potaknuo je Dick Fosbury kada je na olimpijskim igrama 1968. godine u Meksiku pobijedio preskočivši letvicu leđnom tehnikom na 224 cm. Od tada leđna tehnika dominira skokom u vis jer se pokazala efikasnijom od prethodno primijenjenih tehnika (zgrčna tehnika, prekoračna tehnika, dvostruke škare, opkoračna tehnika). Svjetski rekordi oborili su se leđnom tehnikom te za muškarce iznosi 245 cm, a za žene 209 cm. Skok uvis leđnom tehnikom zasniva se na prijelazu letvice leđima u poprečnom položaju u odnosu na letvicu, a visinu skoka determinira rotacija pojedinih dijelova tijela oko težišta tijela u trenutku prelaska preko letvice (Čoh, 1992). U radu s mlađim dobnim kategorijama primjenjuje se jednostavnija tehnika prilikom prelaska preko letvice. Radi se o prekoračnoj tehnici, poznatijoj kao „škarice“ koja se nalazi u godišnjem izvedbenom kurikulumu razredne nastave. Nakon pravocrtnog zaleta koji se izvodi pod kutom od 45° u odnosu na doskočište, slijedi odraz vanjskom nogom, te podizanje zamašne noge iznad razine postavljene letvice koja omogućava „škara-sti“ prelazak preko letvice i doskok na zamašnu nogu. Osim ravnog zaleta prekoračna tehnika se može izvoditi i uz polukružni zalet kao dobra priprema za leđnu tehniku u vidu povezivanja zaleta i odraza te je sastavni dio pripreme kod vrhunskih skakača i skakačica. Svaka od navedenih tehnika sastoji se od faze leta, odraza, leta i doskoka. Prema atletskim pravilima, natjecanja skoka u vis provode se prema kategorizaciji spola i kronološke dobi. Zbog razvojnih značajki, oba faktora mogu utjecati na rezultat u skoku u vis, međutim, proces motoričkog učenja treba biti prioritet u vidu napretka. Motoričko učenje odnosi se na proces formiranja motoričkih vještina koje se mogu definirati kao naučena sposobnost postizanja određenih rezultata i vanjskih ciljeva s maksimalnom sigurnošću izvedbe te minimalnim utroškom energije i vremena (Jarvis, 1999). Kako bi se dobio uvid o navedenim faktorima spola i dobi, svrha rada jest utvrditi postoje li razlike kod djece u ostvarenim rezultatima skoka u vis prema spolu, godištu i postoji li njihova međusobna interakcija.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

U istraživanju je sudjelovalo sedamdeset i tri ispitanika (Ž- 42, M- 31) u dobi od sedam do dvanaest godina ( $AS \pm SD$ ;  $9,31 \pm 1,33$ ). Svi ispitanici su bili članovi Atletskog kluba Kvarner iz Rijeke te su podijeljeni u tri skupine po godištima 2011/10, 2009/08, 2007/06.

### 2.2. UZORAK VARIJABLI

Zavisnu varijabla čini rezultat u skoku u vis, a nezavisne varijable su spol i dob.

### 2.3. PROTOKOL MJERENJA

Nakon uvodnog standardiziranog zagrijavanja i nekoliko pripremnih skokova preko letvice, započeo je postupak mjerenja. Bilježio se najbolji postignuti rezultat skoka u vis, drugim riječima najviša preskočena

visina. Ispitanici su imali pravo na svakoj visini tri pokušaja, a kada bi se treći put srušila letvica ili ispitanik samostalno odustao tada bi završilo mjerenje. Smjer zaletišta je bio označen, a daljina zaleta ograničena kako bi svi ispitanici imali iste uvjete u prilasku letvici, odnosno doskočištu.

#### 2.4. METODE OBRADE PODATAKA

Za obradu podataka primijenio se programski paket IBM SPSS 25. Za varijablu rezultata skoka u vis izračunati su sljedeći deskriptivni parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimalna vrijednost (MIN), maksimalna vrijednost (MAX), pokazatelji asimetrije distribucije (skewness) i pokazatelji izduženosti distribucije (kurtosis). Testirana je normalnost distribucije varijable Kolmogorov-Smirnovljenim testom (K-S).

Provedena je 2 x 3 ANOVA u kojoj je zavisna varijabla rezultat u skoku u vis, jedna nezavisna varijabla spol, a druga nezavisna varijabla godišta (3 skupine: 2011/10, 2009/08 i 2007/06). Preduvjet homogenosti varijanci ispitan je Levenovim testom. Kako bi se odredila statistička značajnost razlika aritmetičkih sredina između pojedinih godišta primijenio se post hoc test (*Scheffe*). Izračunat je pokazatelj veličine učinka parcijalni eta kvadrat test ( $\eta_p^2$ ), a rezultati su interpretirani kao mali učinak (0,01), srednji učinak (0,06) i veliki učinak (0,14) (Field, 2013). Statistička značajnost razlika bila je testirana na razini  $p < 0,05$ .

### 3. REZULTATI

U tablici 1 prikazani su osnovni deskriptivni parametri zavisne varijable rezultata skoka u vis. Rezultati K-S testa ukazuju da je varijabla normalne distribucije. Veliki raspon između minimalne i maksimalne vrijednosti koji ukazuje na heterogenost uzorka, odnosno na razlike u motoričkim znanjima i motoričkom sposobnostima zbog velikog raspona u kronološkoj dobi ispitanika. U tablici 2 nalazi se prikaz korigiranih aritmetičkih sredina, standardne pogreške i 95%-tnog intervala pouzdanosti raspoređenog prema spolu i godištu.

**Tablica 1.** Osnovni deskriptivni statistički parametri

	N	Min	Max	AS ± SD	Sk	Ku	K-S
Skok_u_vis	73	53	128	88,52 ± 15,35	0,01	-0,38	0,08

**Legenda:** N - broj ispitanika, Min - minimalni rezultat, Max - maksimalni rezultat, AS - aritmetička sredina, SD - standardna devijacija, Sk - koeficijent asimetričnosti (skewness), Ku - stupanj spljoštenosti (kurtosis), K-S - Kolmogorov-Smirnovljev test

**Tablica 2.** Korigirane aritmetičke sredine marginal means, standardne pogreške i 95%-tni intervali pouzdanosti

Spol	Godišta	M	SE	95% Interval pouzdanosti	
				Donja granica	Gornja granica
Ž	2010/ 2011	75.15	3.55	68.07	82.24
	2009/ 2008	90.69	3.20	84.30	97.08
	2007/ 2006	95.69	3.55	88.61	102.78
M	2010/ 2011	74.13	4.53	65.09	83.16
	2009/ 2008	93.80	3.31	87.20	100.40
	2007/ 2006	98.75	4.53	89.72	107.78

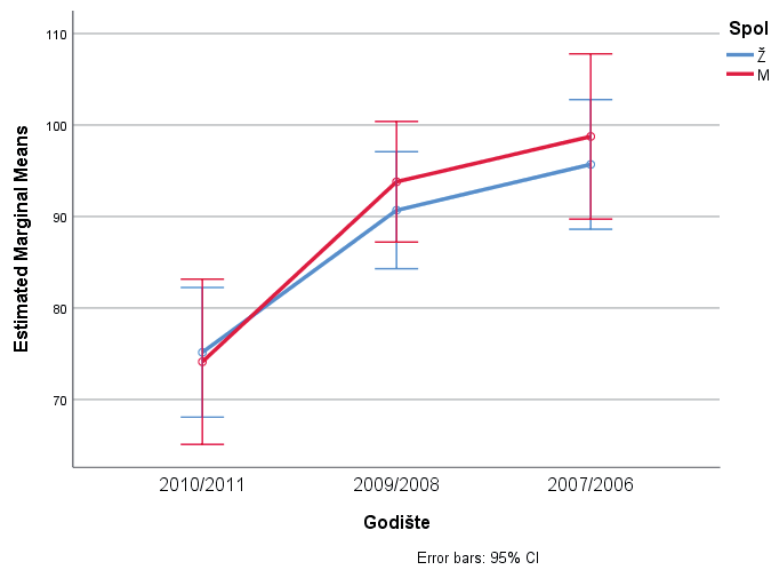
**Legenda:** Ž - ženski, M - muški, M - aritmetička sredina, SE - standardna pogreška

Zadovoljen je preduvjet homogenosti varijanci ispitan Levenovim testom ( $F(5, 67) = 1,63, p = ,16$ ), a rezultati su prikazani u tablici 3. Efekt spola na rezultat u skoku u vis nije statistički značajan ( $F(1, 67) = 0,30, p = ,58$ ). Dobiven je značajan efekt godišta na rezultat u skoku u vis ( $F(2, 67) = 17,53, p < ,001, \eta_p^2 = ,34$ ). Post hoc test (*Scheffe*) ukazuje na značajno niži prosječan rezultat u skoku u vis godišta 2010/2011 (AS = 74,64, SE = 2,88) u usporedbi s prosječnim rezultatima godišta 2009/2008 (AS = 92,24, SE = 2,30) i 2007/2006 (AS = 97,22; SE = 2,88). Između rezultata godišta 2009/2008 i 2007/2006 nije dobivena značajna razlika. Nije dobivena značajna interakcija spola i godišta na rezultat u skoku u vis ( $F(2, 67) = 0,18, p = ,83$ ).

**Tablica 3.** Rezultat 2 x 3 analize varijance s rezultatom u skoku u vis kao zavisnom varijablom

	SS	df	MS	F	p	$\eta_p^2$
Spol	49,59	1	49,59	0,30	0,584	0,004
Godište	5743,61	2	2871,80	17,53	0,000	0,343
Spol x Godište	60,48	2	30,24	0,18	0,832	0,005
Pogreška	10978,67	67	163,86			

**Legenda:** SS - suma kvadrata, df - stupnjevi slobode, MS - srednji kvadrat, F - vrijednost, p - razina značajnosti,  $\eta_p^2$  - veličina efekta



**Graf 1.** Prikaz korigiranih aritmetičkih sredina za skok u vis

#### 4. RASPRAVA

Na temelju dobivenih rezultata iz tablice 2 zaključuje se kako jedino godište djece značajno utječe na rezultat u skok u vis. Utvrđen je značajno niži prosječan rezultat u skoku u vis godišta 2010/2011 ( $AS = 74,64$ ;  $SE = 2,88$ ) u usporedbi s prosječnim rezultatima godišta 2009/2008 ( $AS = 9,24$ ;  $SE = 2,30$ ) i 2007/2006 ( $AS = 97,22$ ;  $SE = 2,88$ ). Između rezultata godišta 2009/2008 i 2007/2006 nije dobivena značajna razlika. Dobivena značajna razlika između najmlađih i starijih dobnih skupina jest očekivana jer se radi o najmlađoj skupini djece koja su u trenutku testiranja imala sedam ili osam godina. Kronološki raspon između sedme i devete godine života naziva se školsko dječje doba (Neljak, 2011). Djeca se nalaze u razdoblju usporene faze rasta i razvoja što ih u velikoj mjeri u prostoru morfoloških dimenzija razlikuje od starije djece ovog istraživanja. Samim time su na neki način biološki ograničeni uspoređivati se sa starijim dobnim skupinama. Promatrajući ulogu antropometrijskih karakteristika u disciplini skoka u vis ističe se longitudinalna dimenzionalnost skeleta koja u ovoj disciplini ima veliki značaj zbog visine težišta tijela (TT). Prilikom prelaska letvice cilj je što je moguće više podići TT, a kod osoba gdje je TT u početno višoj točki na neki način je olakšan prijelaz letvice odnosno nalazi se u svojevrsnoj prednosti. Nije isto ako letvicu na visini od 100 cm preskače osoba tjelesne visine od 140 cm ili 155 cm. Stoga bi u nekom od budućih istraživanja bilo zanimljivo pratiti relativni napredak u rezultatu nakon intervencijskog programa. Trenažno iskustvo je također jedan od faktora koji je mogao utjecati na razlike u rezultatu skoka u vis prema kronološkoj dobi. Pretpostavka je da većina djece rođena između 2006. i 2009. godine imaju veće trenažno iskustvo u atletici i da su samim time njihova motorička znanja i motoričke sposobnosti na višoj razini. Zbog svoje specifičnosti, prilaz letvici može kod djece izazvati osjećaj straha. Pojava straha kod djece može utjecati na sporije trčanje zaleta odnosno sporiju horizontalnu brzinu, a posljedično time i sporiju vertikalnu brzinu. Navedeni parametri su važni za uspješnost skoka u vis, stoga ih je potrebno uzeti u razmatranje. Dakle, dolazi do impulsa sile koja se generira prilikom postavljanja odrazne noge na podlogu kao posljedica sile reakcije podloge, a s ciljem efikasne transformacije horizontalne brzine u vertikalnu brzinu, o čemu ovisi

uspješnost skoka (McGinnis, 2013). Važno je napomenuti da su djeca ovom istraživanju imala ograničenu duljinu zaleta zbog potrebne optimizacije brzine i individualnih sposobnosti djece kako predug ili prekratak zaleta ne bi negativno utjecali na visinu skoka. Uglavnom najmlađim ispitanicima ovog istraživanja je ovo bilo prvo iskustvo skoka u vis, a posebno u uvjetima gdje se mjeri najbolji rezultat. Stoga je veća razina iskustva i uvježbanosti mogla imati važnu ulogu u konačnom rezultatu. Također, o razini uvježbanosti tehničke discipline poput skoka u vis ovisi i način odraza tj. postavljanja stopala na podlogu (preko pete, prstiju ili cijelom površinom stopala). Odras započinje postavljanjem stopala na podlogu, a završava njenim napuštanjem gdje je važno stopalo postaviti u smjeru letvice, a ne paralelno s njom. Iako je zalet bio ograničen zbog standardizacije uvjeta, pretpostavka je da su uvježbanija djeca imala u posljednjim koracima bolju pripremu za odraz, gdje je došlo do skraćivanja posljednjeg koraka. Skraćivanje posljednjeg koraka može povoljno utjecati na generiranje vertikalne brzine odraza (Antekolović J, Antekolović, Lj., Jularić, 2009). U metodici poučavanja skoka u vis s djecom potrebno je uskladiti duljinu zaleta koja je određena brojem koraka s razinom tehničke pripremljenosti i motoričkim sposobnostima (Antekolović J, Antekolović, Lj., Jularić, 2009). Između rezultata godišta 2009/2008 i 2007/2006 nije dobivena statistički značajna razlika. Takvi rezultati su vjerojatno posljedica premalog uzorka ispitanika u kategoriji najstarijih ispitanika.

Nadalje, nije se utvrdila statistička značajnost u rezultatu skoka u vis prema spolu. Većina uzorka ovog istraživanja su bila djeca prosječne kronološke dobi 9,31 što pripada prepubertetskom razdoblju kojeg karakterizira progresivno razlikovanje između dječaka i djevojčica. Skok u vis je tehnička disciplina čiji rezultati u velikoj mjeri zavise od razine usvojenosti motoričkog znanja, a ako se uzme u obzir činjenica da razvojna obilježja nisu ispunila biotičke preduvjete za razvoj eksplozivne jakosti, što je uz koordinaciju, dominantna motorička sposobnost potrebna za disciplinu skoka u vis onda su dobiveni rezultati logični. Eksplozivna jakost se naglašenije počinje razvijati tijekom puberteta (Neljak, 2011) zbog aktivacije odgovornih tjelesnih sustava. Tijekom faze prepuberteta važno je pažnju usmjeriti prema unapređenju kvalitete stereotipa gibanja zbog povoljnih morfoloških dimenzija dječaka i djevojčica.

## 5. ZAKLJUČAK

U skladu s dobivenim rezultatima ovog istraživačkog rada može se zaključiti da se postignuti rezultati skoka u vis prekoračnom tehnikom kod djece u dobi između sedme i dvanaeste godine života ne razlikuju prema spolnoj kategorizaciji. Većina uzorka se nalazi u periodu prepuberteta, a ovaj period karakterizira progresivno razlikovanje između dječaka i djevojčica. Još se nisu stigli ispuniti biotički uvjeti za razvoj ključnih morfoloških obilježja i motoričkih sposobnosti kao što je primjerice eksplozivna jakost što bi svakako utjecalo na značajnije razlikovanje u rezultatu između dječaka i djevojčica. Nadalje, dobivena je značajna razlika između najmlađih (2010/2011) i ostalih starijih dobnih skupina. Pretpostavka je da su na takav rezultat utjecale razlike u antropometrijskim karakteristikama, trenajno iskustvo, razina motoričkih znanja i motoričkih sposobnosti. Između rezultata godišta 2009/2008 i 2007/2006 nije dobivena statistički značajna razlika zbog mogućeg premalog uzorka ispitanika u najstarijem godištu.

## 6. LITERATURA

1. Antekolović J, Antekolović, Lj., Jularić, J. (2009). Povezanost kinematičkih parametara zaleta, odraza i visine skoka u vis. U. B. Neljak (ur.), *Zbornik radova 18. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske* (str. 88-92). Zagreb, Hrvatska: Hrvatski kineziološki savez
2. Čoh, M. (1992). *Atletika*. Ljubljana: Fakulteta za šport
3. Field, A. (2013). *Discovering Statistics with IBM SPSS Statistics*. Newbury Park, CA: Sage
4. Jarvis, M. (1999). *Sport Psychology*. London & New York: Routledge
5. McGinnis, P.M. C. (2013). Biomechanics of Sport and Exercise. *Human Kinetics*. USA: Champaign
6. Neljak, B. (2011). *Kineziološka metodika u osnovnom i srednjem školstvu*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

# ODNOS RANGA KVALITETE BAVLJENJA SPORTOM, TIPA SPORTA I AMOTIVACIJE KOD SPORTAŠA

**Vedran Jakobek, Renata Barić**

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Teorija samoodređenja (engl. *Self-Determination Theory*; Ryan i Deci, 2000) pretpostavlja postojanje kontinuuma koji opisuje stupanj u kojem je motivacija za određeno ponašanje autonomna. Taj se kontinuum, s lijeva na desno, kreće od amotivacije, preko ekstrinzične, do intrinzične motivacije (Ryan i Deci, 2000). Intrinzično motivirano ponašanje najviše je samoodređen oblik ponašanja i može se opisati kao bavljenje aktivnošću zbog uživanja u samoj aktivnosti (Ryan i Deci, 2000). Među ekstrinzično motiviranim ponašanjima nalazimo raspon koji se kreće od onih koja su gotovo u potpunosti eksternalno kontrolirana putem nagrada i kazni do onih koja se temelje na asimilaciji određene vrijednosti s ostalim aspektima vlastitog ja (Cresswell i Eklund, 2005). Amotivacija se odnosi na stanje izostanka namjere za djelovanjem (Ryan i Deci, 2000) u kojem je odsustvo samoodređenja potpuno (Deci i Ryan, 2002; prema Banerjee i Halder, 2021). Amotivirano stanje proizlazi iz toga što aktivnost pojedincu nije važna, ne osjeća se kompetentnim obavljati ju ili ne očekuje da će, baveći se njom, polučiti željeni ishod (Ryan i Deci, 2000). U sportskom kontekstu, amotivacija je povezana s neadaptivnim ishodima kao što su odustajanje od bavljenja sportom (Balish i sur., 2014) ili sagorijevanje (engl. *burnout*; Markati i sur., 2017).

Koncept ne-natjecateljskog sporta uključuje sudjelovanje u sportskoj aktivnosti temeljeno na uživanju u aktivnosti, a ne nužno na pobjeđivanju i postignuću. S druge strane, natjecateljski sport podrazumijeva usmjerenost na učinak i pobjedu (Koumpoula i sur., 2011). Rezultati istraživanja konzistentno ukazuju na to da natjecanje ima negativne učinke na motivaciju sportaša (za pregled istraživanja vidjeti Vallerand i Losier, 1999). Prema teoriji kognitivne evaluacije (Ryan i Deci, 2002) ljudska motivacija varira u skladu s promjenama u percepciji koju osoba ima o svojoj kompetentnosti i autonomiji. Događaji koji dovode do većeg doživljaja osobne kompetentnosti i autonomije trebali bi rezultirati povećanjem samoodređenih oblika motivacije (npr. intrinzična motivacija), a smanjenjem ne-samoodređenih oblika motivacije (npr. amotivacija). S druge strane, događaji koji smanjuju samopercipiranu kompetentnost i autonomiju trebali bi voditi do smanjenja samoodređenih oblika motivacije, a do povećanja ne-samoodređenih oblika motivacije (Deci i Ryan, 1985, 1991, prema Pelletier i sur., 1995). Reeve i Deci (1996) proučavali su načine na koji elementi natjecateljske situacije utječu na motivaciju. Autori pronalaze da je kontrolirajući interpersonalni kontekst, koji stvara pritisak za pobjedom, povezan sa smanjenim doživljajem autonomije kod sportaša. Host (2019) raspravlja kako i rigidnost strukture, u vidu postavljenih pravila i posljedično kazni za odstupanje od njih, s kojom su suočeni sportaši natjecatelji u odnosu na rekreativne sportaše, može negativno utjecati na osjećaj autonomije sportaša. Nadalje, u kontekstu u kojem je naglašena usmjerenost na rezultat, kakav je natjecateljski sport, percepcija kompetencije sportaša može biti krhka jer se osjećaj kompetencije sportaša temelji na normativnim kriterijima (npr. pobjeđivanje) koji često nisu pod osobnom kontrolom sportaša (Duda, 1992, prema Ntoumanis, 2001). Među prvima su povezanost ranga kvalitete bavljenja sportom i motivacije kod sportaša empirijski provjeravali Fortier i suradnici (1995). U njihovom su istraživanju sportaši natjecatelji izvještavali o višoj razini amotivacije u odnosu na rekreativne sportaše. Ovakav je nalaz repliciran i na hrvatskom uzorku. Host (2019) pronalazi statistički značajnu razliku u amotivaciji između rekreativnih i aktivnih sportaša, pri čemu su aktivni sportaši izvještavali o višoj razini amotivacije.

Malobrojna su se empirijska istraživanja bavila proučavanjem utjecaja tipa sporta (ekipni ili individualni) na amotivaciju kod sportaša. Jedno istraživanje provedeno na uzorku veteranskih sportaša ukazuje na to da je amotivacija viša kod sportaša koji se bave ekipnim u odnosu na one koji se bave individualnim sportovima (Batista i sur., 2019). Moguće je, međutim, pronaći istraživanja s oprečnim nalazima. U istra-

živanju koje su proveli Kucukibis i Gul (2019) utvrđena je (granično značajna) razlika u smjeru više amotivacije kod sportaša individualnih sportova, dok u istraživanju Akyola i Imamoglua (2019) nije utvrđena razlika između sportaša ekipnih i individualnih sportova po pitanju amotivacije. Ipak, zbog metodoloških nedostataka (autori provode veći broj t-testova, međutim ne provode korekciju kojom bi se kontrolirala vjerojatnost pogreške tipa 1) rezultate je tih dvaju istraživanja potrebno uzeti s oprezom. Istraživanje koje su u akademskom kontekstu proveli Yoo i Marshall (2022) ukazuje na pozitivnu povezanost amotivacije i stresa. Kajbafnezhad i suradnici (2011) raspravljaju o tome kako se sportaši u individualnim i ekipnim sportovima susreću s različitim vrstama stresora. Autori kao jednu od razlika izdvajaju činjenicu da se vrhunski sportaši koji se bave ekipnim sportovima, u odnosu na sportaše koji se bave individualnim sportovima, osim s protivnicima, konstantno moraju natjecati sa suigračima za mjesto i status u ekipi, čime su izloženi dodatnom izvoru stresa. Neki autori kao najistaknutiju distinkciju između ekipnog i individualnog sporta na psihološkoj razini ističu koncept odgovornosti (Mroczkowska, 1997). Osobna odgovornost za ishod, bio on pozitivan ili negativan, manja je u ekipnim u odnosu na individualne sportove. Socijalni procesi, i distribucija uloga, kakvi se odvijaju u sportskim ekipama, ali i manji relativni utjecaj koji pojedini sportaš svojom osobnom izvedbom ima na rezultat, povećavaju disperziju odgovornosti pojedinca za ishod (Lalonde i sur., 2016). Moguće je da će zbog toga kod pojedinca koji se bavi ekipnim sportom, u odnosu na pojedinca koji se bavi individualnim sportom i o čijoj izvedbi rezultat ovisi u potpunosti, vjerovanje da povećanjem svojega napora može značajno utjecati na rezultat biti manje izraženo.

Cilj je ovog istraživanja ispitati učinak tipa sporta i ranga kvalitete bavljenja sportom te njihove interakcije na amotivaciju kod sportaša. Pretpostavka je, temeljena na teoriji samoodređenja (Ryan i Deci, 2000) i rezultatima empirijskih istraživanja (Fortier i sur., 1995; Host, 2019), da će sportaši koji se natječu na međunarodnoj razini izvještavati o višoj razini amotivacije u odnosu na one koji se sportom bave rekreativno. Nadalje, s obzirom na rezultate prijašnjih istraživanja (Batista i sur., 2019), pretpostavka je da će sportaši ekipnih sportova izvještavati o višoj razini amotivacije u odnosu na sportaše koji se bave individualnim sportovima. Pretpostavlja se da neće biti razlike u amotivaciji između rekreativnih sportaša ekipnih i individualnih sportova te da će pri ovom rangu kvalitete bavljenja sportom razina amotivacije biti podjednako niska bez obzira na tip sporta. S druge strane, pretpostavka je da će sportaši višeg ranga kvalitete koji se u okviru ekipnih sportova natječu na međunarodnoj razini zbog izloženosti specifičnim stresorima, odnosno percepcije manjeg individualnog utjecaja na rezultat, izvještavati o višoj razini amotivacije u odnosu na sportaše individualnih sportova istog ranga kvalitete.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

U istraživanje su uključena 52 sudionika. Sudionici su se bavili individualnim (kickboxing, tajlandski boks, judo, ples, atletika, hrvanje, ritmička gimnastika, plivanje, brazilski džiju-džicu, sportska gimnastika, karate, boks, stolni tenis, veslanje, taekwondo, fitnes) ili ekipnim sportovima (odbojka, vaterpolo, košarka, futsal, nogomet, veslanje, američki nogomet, australski nogomet, ples) na rekreativnoj ili međunarodnoj razini. Raspon dobi sudionika kreće se između 20 i 25 godina, a prosječna je dob 21.29 godina ( $SD = 1.33$ ). Sudionici se u prosjeku sportom bave 8.57 godina ( $SD = 4.93$ ). 63.5% sudionika muškog je spola. Tablica 1 sadrži prikaz raspodjele sudionika u ovisnosti o tipu sporta i rangu kvalitete bavljenja sportom.

### 2.2. MJERNI INSTRUMENTI

Podljestvica kojom se procjenjivala amotivacija kod sportaša dio je hrvatske verzije (Anić i sur., 2021) *Skale situacijske motivacije* (engl. *The Situational Motivation Scale*, SIMS; Guay i sur., 2000). Skala se sastoji od 14 čestica koje ispituju intrinzičnu motivaciju, identificiranu regulaciju, eksternalnu regulaciju i amotivaciju. Skala kojom se ispituje amotivacija sastoji se od četiri čestice (npr. „Bavim se time, ali nisam siguran je li vrijedno toga“). Zadatak sudionika bio je na skali Likertovog tipa (1 – uopće se ne odnosi na mene, 7 – u potpunosti se odnosi na mene) odrediti zašto trenutno sudjeluju u sportskim aktivnostima. U ovom je radu utvrđena zadovoljavajuća razina pouzdanosti podljestvice ( $\alpha = 0.77$ ).

### 2.3. EKSPERIMENTALNI POSTUPAK

Podatci korišteni u ovom istraživanju prikupljeni su u svrhu validacije instrumenta Zadovoljenje osnovnih psiholoških potreba u sportu. Prigodan uzorak činili su studenti Kineziološkog fakulteta u Zagrebu, a

podatci su prikupljeni tijekom lipnja 2022. godine putem online ankete izrađene u LimeSurvey aplikaciji. Sudionici su označavali rang kvalitete bavljenja sportom na sljedećoj ljestvici: a) ništa; b) treniram rekreativno, ne natječem se; c) županijska i regionalna natjecanja; d) državna natjecanja; e) međunarodna natjecanja za klub; f) član reprezentacije (niži rang natjecanja); g) član reprezentacije (OI, EP, SP). Fortier i suradnici (1995), koji su prvi empirijski provjeravali efekt ranga kvalitete bavljenja sportom na amotivaciju kod sportaša, predložili su da se u budućim istraživanjima napravi vrlo izražena distinkcija između skupina s obzirom na rang kvalitete. Zbog toga su u ovom istraživanju zadržani sportaši koji se sportom bave rekreativno te sportaši koji sudjeluju u međunarodnim natjecanjima za klub i članovi reprezentacije (niži rang natjecanja i OI, EP, SP; koji čine skupinu sportaša koji se natječu na međunarodnoj razini). Sudionicima je u uvodnom dijelu ankete objašnjena svrha istraživanja, zajamčena anonimnost i mogućnost odustajanja od istraživanja u bilo kojem trenutku. Očekivano trajanje ispunjavanja ankete bilo je oko 10 minuta. Obrada podataka provedena je u statističkom programu Statistica 14.0.

### 3. REZULTATI

Tablica 1. sadrži prikaz aritmetičkih sredina i standardnih devijacija, u funkciji ranga kvalitete bavljenja sportom (rekreativni/međunarodni) i tipa sporta (individualni/ekipni), koje sudionici ostvaruju na varijabli amotivacija. Najviši je prosječan rezultat, kao i standardna devijacija, ostvaren u skupini ekipnih sportaša koji se natječu na međunarodnoj razini. Najniži je prosječan rezultat, kao i standardna devijacija, ostvaren u skupini rekreativnih sportaša koji se bave ekipnim sportovima. Prije provođenja parametrijskog statističkog postupka, kakav je dvosmjerna analiza varijance, potrebno je provjeriti normalnost distribucija za varijablu amotivacija kod skupina koje će biti uključene u istraživanju. Rezultati Kolmogorov-Smirnovljevog testa (Tablica 1) pokazuju da se niti jedna od provjerenih distribucija ne razlikuje značajno od normalne distribucije, čime je zadovoljen jedan od uvjeta za primjenu dvosmjerne analize varijance. Opravdanost primjene dvosmjerne analize varijance testirana je i Levenovim testom, čiji rezultat ( $F(3,48) = 1.29; p = 0.29$ ) ukazuje na homogenost varijanci.

Provedena je  $2 \times 2$  (rang kvalitete bavljenja sportom: rekreativni ili međunarodni  $\times$  tip sporta: individualni ili ekipni) analiza varijance s amotivacijom kao kriterijem. Rezultati su pokazali značajan glavni efekt ranga kvalitete ( $F(1,48) = 13.26; p < .01$ ; parcijalna kvadrirana eta -  $\eta^2 = 0.22$ ), pri čemu viši rezultat na amotivaciji postižu sportaši koji se natječu na međunarodnoj razini ( $M = 3.03$ ) u odnosu na rekreativne sportaše ( $M = 1.90$ ). Značajan je i glavni efekt tipa sporta ( $F(1,48) = 4.07; p < .05; \eta^2 = 0.08$ ). Sportaši koji se bave individualnim sportovima ( $M = 2.17$ ) izvještavaju o nižoj razini amotivacije u odnosu na sportaše koji se bave ekipnim sportovima ( $M = 2.57$ ). Nadalje, značajan je interakcijski efekt ranga kvalitete i tipa sporta na amotivaciju kod sportaša ( $F(1,48) = 6.54; p < .05; \eta^2 = 0.12$ ). Veličine se utvrđenih efekata kreću od onog umjerene snage za tip sporta do onog velike snage za rang kvalitete, o čemu možemo zaključivati na temelju podataka o parcijalnoj kvadriranoj eti (Cohen, 1988, prema Declercq i sur., 2011). Rezultati Scheffeovog testa pokazali su kako je vrijednost amotivacije o kojoj izvještavaju sportaši koji se bave ekipnim sportom na međunarodnoj razini statistički značajno viša od vrijednosti o kojima izvještavaju ostale skupine, čije se vrijednosti na amotivaciji međusobno ne razlikuju.

**Tablica 1.** Deskriptivni podatci i normalnost distribucija po skupinama za amotivaciju kao kriterij (N = 52)

	M	SD	K-S	p	N
Rekreativni rang kvalitete	1.90	0.99	0.19	> 0,20	30
Međunarodni rang kvalitete	3.03	1.52	0.14	> 0,20	22
Individualni sportovi	2.17	1.13	0.15	> 0,20	25
Ekipni sportovi	2.57	1.52	0.19	> 0,20	27
Rekreativni/individualni	2.00	1.19	0.20	> 0,20	13
Rekreativni/ekipni	1.82	0.83	0.19	> 0,20	17
Međunarodni/individualni	2.35	1.09	0.13	> 0,20	12
Međunarodni/ekipni	3.85	1.61	0.18	> 0,20	10

Napomena: M – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, K-S – vrijednost Kolmogorov-Smirnovljevog testa, p – stupanj značajnosti Kolmogorov-Smirnovljevog testa, N – frekvencija sudionika u pojedinoj skupini

#### 4. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati odnos ranga kvalitete bavljenja sportom, tipa sporta i amotivacije kod sportaša. Efekt razine natjecanja na amotivaciju kod sportaša u ovom se istraživanju pokazao značajnim. Rezultati pokazuju da sportaši koji se natječu na međunarodnoj razini izvještavaju o višoj razini amotivacije u odnosu na rekreativne sportaše. Ovakav je nalaz u skladu s teorijom samoodređenja (Ryan i Deci, 2000) i rezultatima empirijskih istraživanja (Fortier i sur., 1995; Host, 2019). Nadalje, pokazalo se da sportaši koji se bave ekipnim sportovima izvještavaju o višoj razini amotivacije u odnosu na sportaše koji se bave individualnim sportovima. Nalaz je to koji je u skladu s rezultatima istraživanja Batiste i suradnika (2019).

Rezultati istraživanja sugeriraju postojanje interakcijskog efekta ranga kvalitete bavljenja sportom i tipa sporta na amotivaciju kod sportaša. Na rekreativnoj razini bavljenja sportom nije utvrđena razlika u amotivaciji između individualnih i ekipnih sportaša pri čemu su obje skupine izvještavale o niskoj amotivaciji. Rekreativno se bavljenje sportom uglavnom temelji na uživanju u aktivnosti (Koumpoula i sur., 2011), a sportaši u takvom kontekstu nisu podvrgnuti rigidnoj strukturi (Host, 2019) niti su izloženi pritisku važnosti ostvarivanja dobrih sportskih rezultata, zbog čega je vjerojatno da je motivacija takvih sportaša, neovisno o tome bave li se ekipnim ili individualnim sportovima, uvelike samoodređena. Na međunarodnoj razini natjecanja, sportaši koji se bave ekipnim sportovima izvještavaju o višoj razini amotivacije u odnosu na individualne sportaše. Nekoliko je mogućih razloga za ovakav nalaz. Sportaši se ekipnih sportova ne natječu samo protiv konkurencije, već i sa suigračima za mjesto/status u momčadi čime su izloženi dodatnim stresorima u odnosu na sportaše koji se bave individualnim sportovima (Kajbafnezhad i sur., 2011), a istraživanja sugeriraju postojanje pozitivne povezanosti stresa i amotivacije (Yoo i Marshall, 2022). Osim toga, neki autori (Mroczkowska, 1997) kao jednu od najvažnijih psiholoških razlika sudjelovanja u ekipnim u odnosu na individualne sportove navode disperziju odgovornosti. Disperzija odgovornosti, osim zbog raspodjele uloga u ekipi, odnosno nekih drugih socijalnih procesa, dijelom proizlazi i iz manjeg utjecaja koji pojedinac ima na rezultat u ekipnim u odnosu na individualne sportove (Laborde i sur., 2016). Moguće je da će ova činjenica nepovoljno utjecati na percepciju ekipnih sportaša da kroz individualni napor mogu utjecati na rezultat, a amotivirano stanje dijelom proizlazi iz vjerovanja osobe da baveći se aktivnošću neće postići željeni ishod (Ryan i Deci, 2000).

Donekle je iznenađujući nalaz kako nema razlike između amotivacije kod rekreativnih sportaša i sportaša koji se natječu na međunarodnoj razini u individualnim sportovima. U istraživanju koje su proveli Aleksić-Veljković i suradnici (2016) pokazalo se da sportaši koji se bave individualnim sportovima, u odnosu na sportaše ekipnih sportova, percipiraju svoje trenere instruktivnijima te sklonijima davanju socijalne podrške i pozitivne povratne informacije, a manje sklonima davanju negativnih povratnih informacija i iskazivanju ponašanja koja ukazuju na neosjetljivost za dobrobit sportaša. Osim toga, istraživanje koje su proveli Laborde i suradnici (2016) ukazuje na postojanje interindividualnih razlika u pozitivnim crtama ličnosti između sportaša koji se bave individualnim i ekipnim sportovima. Sportaši koji se bave individualnim sportovima u tom su istraživanju ostvarili više rezultate na mjerama pozitivnosti, ustrajnosti, fleksibilnosti, samoefikasnosti i samopoštovanja u odnosu na sportaše koji se bave ekipnim sportovima. U nekim se istraživanjima pokazalo da su viši rezultati na mjerama samoefikasnosti (Brown, 2010) i samopoštovanja (Sari i sur., 2015) povezani s nižom razinom amotivacije. Moguće je da ove razlike u profilu crta ličnosti i percepciji ponašanja trenera, koje upućuju na povoljniji intrapersonalni i socijalni kontekst kod individualnih sportaša, djeluju kao svojevrsan zaštitni faktor za motivaciju sportaša u odnosu na stres koji sa sobom nosi natjecanje na međunarodnoj razini.

Jedan je od nedostataka ovog istraživanja činjenica da istraživački nacrt nije eksperimentalnog tipa, zbog čega nalaze ne možemo interpretirati u terminima kauzalnog utjecaja ranga kvalitete bavljenja sportom i tipa sporta na amotivaciju kod sportaša. Moguće je da neka varijabla koja nije uključena u istraživanje (npr. ciljna orijentacija sportaša) djeluje na ovakve rezultate. U ovo su istraživanje uključeni sportaši dobi između 20 i 25 godina koji se natječu na međunarodnoj razini ili se sportom bave rekreativno. Zbog mogućih razlika između sportaša koji se natječu na međunarodnoj razini i ostalih sportaša natjecatelja (npr. županijska i regionalna razina natjecanja), rezultate istraživanja nije moguće generalizirati na sve sportaše natjecatelje. Isto tako, rezultati se ne mogu generalizirati na dobne skupine koje nisu uključene u istraživanje. Kako bismo se uvjerali u stabilnost utvrđenih efekata, bilo bi poželjno replicirati istraživački nalaz na većem uzorku sudionika. Osim toga, u daljnjim bi istraživanjima bilo poželjno provjeriti invarijantnost rezultata s obzirom na spol ili dobnu kategoriju.



Zaključno, u provedenom su istraživanju utvrđeni efekti ranga kvalitete bavljenja sportom i tipa sporta na amotivaciju kod sportaša. Pokazalo se da je amotivacija viša kod sportaša koji se natječu na međunarodnoj razini, u odnosu na rekreativne sportaše. Nadalje, pokazalo se da je amotivacija viša kod ekipnih u odnosu na individualne sportaše. Statistički značajan interakcijski efekt ukazuje na to da je razina amotivacije kod sportaša koji se bave ekipnim sportovima na međunarodnoj razini viša od razine amotivacije kod ostalih skupina. Implikacije se ovakvih nalaza očituju u važnosti provedbe intervencija s ciljem smanjenja ne-samoodređene motivacije i po potrebi povećanja samoodređene motivacije, što je pogotovo važno kod sportaša ekipnih sportova koji se natječu na međunarodnoj razini. Na taj bismo način možda mogli utjecati na prevenciju neželjenih psihičkih stanja, kakvo je npr. sagorijevanje, koja su povezana s amotivacijom.

## 5. LITERATURA

1. Akyol, P. i Imamoglu, O. (2019). The Relationship between Motivation and Flow States in Sports Faculty Students. *Asian Journal of Education and Training*, 5(3), 440-446.
2. Aleksic-Veljkovic, A., Djurovic, D., Dimic, I., Mujanovic, R. i Zivcic-Markovic, K. (2016). College athletes' perceptions of coaching behaviours: Differences between individual and team sports. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 2(101).
3. Anić, P., Host, I. i Mohorić, T. (2021). Provjera konstruktne i kriterijske valjanosti Skale situacijske motivacije u sportskom kontekstu. *Suvremena psihologija*, 24(1), 27-43.
4. Balish, S. M., McLaren, C., Rainham, D., Blanchard, C. Correlates of youth sport attrition: A review and future directions. *Psychology of Sport and Exercise*. 2014; 15(4): 429-439.
5. Banerjee, R. i Halder, S. (2021). Amotivation and influence of teacher support dimensions: A self-determination theory approach. *Heliyon*, 7(7), e07410.
6. Batista, M., Leyton, M., Serrano, J., Petrica, J., Honório, S., Rocha, J., ... i Jiménez Castuera, R. (2019). Self-determined motivation and subjective well-being in Portuguese veteran athletes in different sports. *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(4), 1469-1471.
7. Brown, B. L. (2010). The impact of self-efficacy and motivation characteristics on the academic achievement of upward bound participants.
8. Cresswell, S. L. i Eklund, R. C. (2005). Motivation and burnout among top amateur rugby players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(3), 469-477.
9. Declercq, F., Meganck, R., Deheegher, J. i Van Hoorde, H. (2011). Frequency of and subjective response to critical incidents in the prediction of PTSD in emergency personnel. *Journal of traumatic stress*, 24(1), 133-136.
10. Fortier, M. S., Vallerand, R. J., Briere, N. M. i Provencher, P. J. (1995). Competitive and recreational sport structures and gender: A test of their relationship with sport motivation. *International journal of sport psychology*, 26, 24-24.
11. Guay, F., Vallerand, R. J. i Blanchard, C. (2000). On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS). *Motivation and emotion*, 24(3), 175-213.
12. Host, I. (2019). *Odnos motivacije i perfekcionizma kod sportaša i rekreativaca* (Master's thesis, University of Rijeka. Faculty of Humanities and Social Sciences. Department of Psychology).
13. Kajbafnezhad, H., Ahadi, H., Heidarie, A. R., Askari, P. i Enayati, M. (2011). Difference between team and individual sports with respect to psychological skills, overall emotional intelligence and athletic success motivation in Shiraz city athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, 11(3), 249.
14. Koumpoula, M., Tsopani, D., Flessas, K. i Chairiopolou, C. (2011). Goal orientations and sport motivation, differences between the athletes of competitive and non-competitive rhythmic gymnastics. *J Sport Med Phys Fit*, 51(3), 480-488.
15. Kucukubis, H. F. i Gul, M. (2019). Study on Sports High School Students' Motivation Levels in Sports by Some Variables. *Online Submission*, 7(3), 839-847.
16. Laborde, S., Guillén, F. i Mosley, E. (2016). Positive personality-trait-like individual differences in athletes from individual-and team sports and in non-athletes. *Psychology of sport and exercise*, 26, 9-13.
17. Markati, A., Psychountaki, M., Kingston, K., Karteroliotis, K. i Apostolidis, N. (2019). Psychological and situational determinants of burnout in adolescent athletes. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17(5), 521-536.
18. Mroczkowska, H. (1997). Attributive reduction of failure-borne losses in view of team cohesion-analogies and differences in individual versus team competition. *Biology of sport*, 14(4), 325-332.

19. Ntoumanis, N. (2001). Empirical links between achievement goal theory and self-determination theory in sport. *Journal of Sports Sciences*, 19(6), 397-409.
20. Pelletier, L. G., Tuson, K. M., Fortier, M. S., Vallerand, R. J., Briere, N. M. i Blais, M. R. (1995). Toward a new measure of intrinsic motivation, extrinsic motivation, and amotivation in sports: The Sport Motivation Scale (SMS). *Journal of sport and Exercise Psychology*, 17(1), 35-53.
21. Reeve, J. i Deci, E. L. (1996). Elements of the competitive situation that affect intrinsic motivation. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 22(1), 24-33.
22. Ryan, R. M. i Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.
23. Ryan, R. M. i Deci, E. L. (2002). Overview of self-determination theory: An organismic-dialectical perspective. U: E. L. Deci i R. M. Ryan (Ur.), *Handbook of Self-Determination Research* (str. 3–33). University of Rochester Press.
24. Sari, İ., Ekici, S., Soyer, F. i Eskiler, E. (2015). Does Self-confidence Link to Motivation? A Study in Field Hockey Athletes. *J. Hum. Sport Exerc.*, 10(1), 24-35.
25. Vallerand, R. J. i Losier, G. F. (1999). An integrative analysis of intrinsic and extrinsic motivation in sport. *Journal of applied sport psychology*, 11(1), 142-169.
26. Yoo, H. J. i Marshall, D. T. (2022). Examining the relationship between motivation, stress, and satisfaction among graduate students. *Journal of Further and Higher Education*, 46(3), 409-426.

# ANALIZA RAZLIKA U NATJECATELJSKIM IZVEDBAMA POBJEDNIKA NA *GRAND SLAM* TURNIRIMA: *AUSTRALIAN OPEN* I *ROLAND GARROS* U 2021. GODINI

Josip Jozić, Petar Barbaros, Dragan Milanović  
Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

Tenis je, kao i svaka druga sportska aktivnost, sastavljen od strukture gibanja i strukture situacija. Strukturu gibanja tvori teniska tehnika kretanja i izvođenja udaraca, a strukturu situacija tvori teniska taktika. Navedene strukture je potrebno izvoditi pravilno kako bi kvaliteta tehničkog i taktičkog djelovanja bila na što višoj razini. Praćenje parametara za vrijeme sportske aktivnosti često se koristi za evidenciju i usporedbu izvedaba sportske aktivnosti. Na samom početku godine dva najvažnija Grand Slam turnira su Australian Open i Roland Garros, a isti se odvijaju na različitim podlogama te je interesantno pratiti upravo prilagodbu izvedaba igrača obzirom na promjenu podloge.

Dosadašnja istraživanja koja su bila povezana s temom ovoga rada, a dala su dobar prinos produbljenom pristupu u analizi razlika u natjecateljskim izvedbama pobjednika na gore spomenutim *Grand Slam* turnirima, ukazuju na neke od bitnih segmenata koje je potrebno pratiti prilikom analize teniske igre na različitim podlogama.

Prema radu Donoghue (2004) u kojem se uspoređivao utjecaj brzine servisa na različite dijelove teniske igre na *Grand Slam* turnirima. Na Uzorku od 569 mečeva s *Grand Slam* turnira održanih 2002/03. Analizirano je 1138 gemova i 104780 odigranih poena. Dobivena je pozitivna korelacija brzine servisa i vjerojatnosti osvajanja poena pri ispravnom servisu na svim *Grand Slam* turnirima u oba spola.

Barbaros Tudor i sur. (2014) istraživali su razlike u teniskoj igri na *Grand Slam* turnirima u 2010. i 2011. godini. U istraživanje su uključena tri od četiri *Grand Slam* turnira: *Roland Garros*, *Wimbledon* i *US Open*. Na svim trima natjecanjima uključenima u ovo istraživanje uočili su smanjenje brzine prvog i drugog servisa u 2011. u odnosu na prethodnu godinu. Na *Roland Garrosu* uočene su najmanje razlike u spomenutim parametrima te se na tom turniru 2011. godine povećao broj neprisiljenih pogrešaka.

Katić i sur. (2011) proveli su istraživanje o utjecaju elemenata igre na ishod teniskog meča na *Wimbledonu* i *Roland Garrosu* 2009. Varijable u kojima su zabilježene statistički značajne razlike vezane su za postotak osvojenih bodova na mreži, postotak dobivenih bodova na prvom servisu i broj asova na *Wimbledonu*. Na *Roland Garrosu* pokazala se izrazito bitnom igra s osnovne linije, dok na *Wimbledonu* dominiraju podaci vezani za servis. Zaključili su da postoji značajna razlika u varijabli postotka prvog servisa zato što pobjednici više riskiraju na servisu, ali i izvode više asova od gubitnika. *Wimbledonski* pobjednici osvajaju više bodova nakon prvog i drugog servisa, a uz to, više bodova ostvaruju i na mreži.

Barbaros Tudor i sur. (2007) istražili su opterećenje tenisača na različitim vrstama podloga. Ispitivani uzorak sastojao se od 20 tenisača seniora. Ispitanici su odigrali 20 susreta, 10 na zemlji i 10 na betonu. U varijablama koje se odnose na aktivnu tenisku igru dobivene su značajnije razlike. Varijable koje se odnose na pasivnu igru nisu pokazale značajnije razlike.

Neke fiziološke varijable pokazale su značajnije razlike u odnosu zemljane na betonsku podlogu. To su: prosječna frekvencija srca, maksimalna frekvencija srca i ukupno potrošena energija. Kardiovaskularni sustav bio je opterećeniji na zemljanoj podlozi. Zaključili su da je zemljana podloga kod istih parova igrača izazvala veću frekvenciju srca i potrošnju energije tijekom igre. Međutim, duže trajanje poena nije utjecalo na ukupni broj poena. Na betonskoj podlozi nije se odigralo više poena, međutim loptica je na zemlji duže bila u igri.

Cilj ovog istraživanja jest utvrditi razlike u statističkim pokazateljima natjecateljskih izvedaba pobjednika na dva *Grand Slam* turnira u Australiji i Francuskoj 2021. godine.

H1: Postoje razlike u natjecateljskim izvedbama vrhunskog tenisača pobjednika *Grand Slam* turnira *Australian Open* i *Roland Garros*, s obzirom na razlike u podlogama na kojima se turniri održavaju.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Ispitanik u ovom istraživanju pobjednik je dva *Grand Slam* turnira i to *Australian Open* i *Roland Garros* u 2021. godini. Na temelju njegovog sudjelovanja i osvajanja ova dva turnira dolazi se do dovoljnog broja entiteta i potrebne statističke snage istraživanja jer je taj tenisač odigrao 7 susreta na svakom od turnira.

Na ukupno 14 susreta prikupljeni su podaci o njegovim natjecateljskim izvedbama u predviđenim varijablama. Taj broj mečeva broj je entiteta i predstavlja dovoljan broj slučajeva koji omogućavaju potrebnu statističku snagu provedbe istraživanja i donošenja zaključaka.

### 2.2. UZORAK VARIJABLI

Za potrebe istraživanja koristili su se sekundarni podaci, odnosno dostupni statistički pokazatelji odigranih pojedinačnih mečeva pobjednika i njegovih protivnika na *Grand Slam* turnirima: *Australian Open* i *Roland Garros* u 2021. godini.

Podaci su preuzeti iz službenih statistika natjecanja s internetskih stranica svakog od analiziranih natjecanja u 2021. godini (*Australian Open* i *Roland Garros*). Na *Australian Open*u koristi se Hawk Eye tehnologija za prikupljanje statističkih podataka, dok se na *Roland Garros*u podaci prikupljaju uz pomoć IBM-a i njihovih tehnologija.

Za potrebe ovoga rada izabran je uzorak od 13 varijabli koje predstavljaju osnovne statističke pokazatelje natjecateljskih izvedaba u tenisu, a prikazane su u tablici 1.

**Tablica 1.** Uzorak varijabli, pokazatelja natjecateljskih izvedaba u tenisu.

Broj	Oznaka	Naziv	Opis i napomena
1	BAS	Broj asova	Odnosi se na efikasnost servisa.
2	BDSP	Broj dvostrukih servis pogrešaka	Odnosi se efikasnost drugog servisa.
3	PUPS	Postotak uspješnosti prvog servisa	Ukazuje na uspješnost izvedbe prvog servisa.
4	POBPS	Postotak osvojenih poena na prvom servisu	Ukazuje na uspješnost igre nakon prvog servisa.
5	POBDS	Postotak osvojenih poena na drugom servisu	Ukazuje na uspješnost igre nakon drugog servisa.
6	POBBL	Postotak osvojenih poena na brejk lopti	Ukazuje sposobnost igrača na preokret u slučaju brejk lopte.
7	POBM	Postotak osvojenih poena na mreži	Ukazuje na efikasnost igrača na igri na mreži.
8	BV	Broj neobranjivih udaraca (winnera)	Ukupni broj pobjedničkih udaraca.
9	BNP	Broj ne prisiljenih pogrešaka	Ukupni broj grešaka kojima nije uvjetovao protivnik.
10	BOB	Broj osvojenih bodova	Ukupan broj osvojenih bodova na teniskom meču.
11	MBAS	Maksimalna brzina as servisa	Najbrži as servis izražen u km/h.
12	PBPS	Prosječna brzina prvog servisa	Prosječni svih prvih servisa izražen u km/h.
13	PBDS	Prosječna brzina drugog servisa	Prosječni svih drugih servisa izražen u km/h.

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Prvo će se utvrditi centralni disperzivni parametri svih varijabli primjenom elementarnih statističkih postupaka. Za testiranje razlika između natjecateljskih izvedaba pobjednika na dva grand slam natjecanja koristit će se analiza razlika između dva vektora aritmetičkih sredina (t-test).

### 3. REZULTATI

**Tablica 2.** Razlike u standardnim pokazateljima natjecateljskih izvedaba osvajača Grand Slam turnira Australian Open i Roland Garros u 2021. godini.

Oznaka	AS (A.O.)	AS (R.G.)	SD (A.O.)	SD (R.G.)	t	p
BAS	14.71	7.29	8.10	2.93	2.28	0.04
BDSP	3.29	2.43	1.70	0.79	1.21	0.25
PUPS	68.43	67.14	4.35	2.73	0.66	0.52
POBPS	77.00	77.71	5.94	7.65	-0.20	0.85
POBDS	58.71	55.00	10.92	4.90	0.82	0.43
POBBL	52.86	55.14	20.42	23.77	-0.19	0.85
POBM	72.00	68.57	9.83	10.50	0.63	0.54
BV	41.14	42.57	12.63	10.86	-0.23	0.82
BNP	30.43	28.57	18.55	10.88	0.23	0.82
BOB	121.00	127.57	31.31	31.68	-0.39	0.70
MBAS	203.86	200.29	1.95	1.50	3.84	0.00
PBPS	189.86	181.71	2.54	3.73	4.77	0.00
PBDS	158.71	139.14	5.35	7.29	5.73	0.00

Legenda: AS - aritmetička sredina; SD - standardna devijacija; t - vrijednost t-testa; p - značajnost postignutih razlika

Na *Australian Openu* igrač je postigao najveći broj as udaraca (26), To ukazuje na veliku značajnost početnog udarca na bržim podlogama. Može se uočiti mali raspon u prosječnoj brzini prvog servisa od samo 7 km/h. Prosječni broj AS servisa u susretu iznosi 14.71. Maksimalna brzina as servisa iznosi 206 km/h, dok minimalna brzina as servisa iznosi 201 km/h.

Na *Australian Openu* igrač u prosjeku osvaja 77% poena nakon svoga prvog servisa, dok nakon izvedbe drugog servisa u prosjeku osvaja 58.71% bodova. Prvi servis mu je u prosjeku uspješan u 68.43% slučajeva, a na servis protivnika uspijeva osvojiti 52.86% brejk lopti. Izlasci na mrežu uspješni su u prosjeku u 72% slučajeva.

Na *Roland Garrosu* igrač je postigao najviše 11 as udaraca što je daleko manje u odnosu na *Grand Slam* turnir u Australiji. Prosječna brzina prvog servisa također je manja. To vjerojatno ukazuje na prilagodbu na sporiju podlogu odnosno podlogu koja više usporava brzinu loptice nakon odskoka od podloge.

Ovdje se može uočiti najveći prosječni postotak osvojenih brejk lopti, čak 55.14%. To sugerira da je na ovoj podlozi najlakše oduzeti protivnikov servis gem. Igrač je u prosjeku uspješan 67.14% na prvom servisu. Prosječno osvaja 77.71% bodova na svom prvom servisu, dok na drugom servisu osvaja 55% bodova. Na mreži u prosjeku osvaja 68.57% bodova. Prosječna brzina prvog servisa iznosi 181.71 km/h, a prosječna brzina drugog servisa iznosi 139.14 km/h. Maksimalna brzina as servisa iznosi 202 km/h.

U tablici 2 navedeni su i podaci o razlikama u natjecateljskim izvedbama osvajača *Australian Opena* i *Roland Garrosa*. Od ukupnog broja analiziranih varijabli značajne razlike utvrđene su u 4 pokazatelja natjecateljskog djelovanja vrhunskog tenisača. Vrijednosti t-testa kreću se od -0.23 do 4.77 i utvrđena je značajna razlika od 95% sigurnosti. Varijable u kojima su dobivene značajne razlike u karakteristikama tehničko-taktičkih izvedaba odnose se na servis i to na broj as servisa, a zatim i na tri pokazatelja brzine loptice pri prvom i drugom servisu. Potrebno je naglasiti da je prosječni broj as udaraca daleko veći na *Australian Openu* (14.71) u odnosu na broj as udaraca na *Roland Garrosu* (7.29). Također vrijednosti brzine izvedaba servisa na *Australian Openu*, posebno prvog servisa, daleko su veće i statistički značajnije u odnosu na parametre servisa koje je ostvario na *Roland Garrosu*.

O ovim pojedinačnim razlikama raspraviti će se u nastavku u poglavlju o interpretaciji dobivenih rezultata. Postavlja se pitanje što je znakovito za varijable tehničko-taktičkog djelovanja tenisača u kojima nisu dobivene statistički značajne razlike u brojčanim i postotnim vrijednostima izvedaba na terenu. To su uglavnom varijable koje se odnose na osvojene bodove na prvom i drugom servisu, zatim brejk lopte i osvojene bodove na mreži. U svim tim varijablama osvajač ova dva *Grand Slam* turnira ostvarivao je vrlo

izjednačene vrijednosti što ukazuje na visok standard i sigurnost tehničko-taktičkog djelovanja igrača neovisno o protivnicima s kojima se susreće.

Potrebno je naglasiti da nije dobivena statistički značajna razlika u broju pobjedničkih udaraca (winnera).

#### 4. RASPRAVA

Statistički značajne razlike u izvedbama koje je pobjednik turnira ostvario igrajući i sedam mečeva koje je pobijedio na svakom od ova dva *Grand Slam* turnira dobivene su u četiri varijable, a to su „broj asova“ (BAS), „maksimalna brzina as servisa“ (MBAS), „prosječna brzina prvog servisa“ (PBPS) i „prosječna brzina drugog servisa“ (PBDS).

Može se primijetiti kako su to sve varijable koje se odnose na početni udarac u tenisu, servis. Sigurno su u pozadini ovih rezultata razlike u podlogama terena na kojima se igraju mečevi na *Australian Openu* i *Roland Garrosu*.

Podloge uzrokuju dobivene razlike zato što je zemljana podloga *Roland Garrosa* puno sporija od betonske podloge odnosno terena na *Australian Openu*. U području servisa igrača jedino između ova dva turnira dobivene su razlike u sve četiri varijable koje se odnose na prvi i drugi servis. Sve vrijednosti tih varijabli veće su na *Australian Openu* nego na *Roland Garrosu* i statistički su značajnije.

Statistička značajnost nije postignuta u drugim varijablama koje se odnose na središnji i završni dio poena. To znači da je u varijablama „broj dvostrukih servis pogrešaka“ (BDSP), „postotak uspješnosti prvog servisa“ (PUPS), „postotak osvojenih bodova na prvom servisu“ (POBPS), „postotak osvojenih bodova na drugom servisu“ (POBDS), „postotak osvojenih bodova na brejk lopti“ (POBBL), „postotak osvojenih bodova na mreži“ (POBM), „broj winnera“ (BV), „broj neprisiljenih pogrešaka“ (BNP) i „broj osvojenih bodova“ (BOB) pobjednik na oba *Grand Slam* turnira ostvarivao jednake ili vrlo slične vrijednosti navedenih natjecateljskih izvedaba.

Temeljem obrađenih podataka može se doći do modela izvedbe vrhunskog tenisača pobjednika na *Grand Slam* turnirima. Modelne vrijednosti broja asova, winnera, ukupno osvojenih bodova, osvojenih bodova na mreži, osvojenih bodova na brejk loptama, brojevi ne prisiljenih grešaka i maksimalne i prosječne brzine prvog i drugog servisa mogu poslužiti ostalima koji teže vrhunskim rezultatima.

Ograničenje ovoga rada je u tome što su analizirana samo dva *Grand Slam* turnira, iako je zbog odigranih sedam susreta na svakom turniru, ukupno 14 susreta, omogućena dovoljna statistička snaga istraživanja.

Također je jedno od ograničenja u tome što se analizirao samo jedan igrač, međutim cilj rada bio je analiza isključivo pobjednika turnira. Za buduća istraživanja mogu se analizirati dva igrača na način da se u uzorak ispitanika uključe i finalisti umjesto samo pobjednika turnira.

#### 5. ZAKLJUČAK

U ovome radu koji analizira 13 parametara natjecateljskih izvedaba pobjednika na *Grand Slam* turnirima *Australian Open* i *Roland Garros*, u 2021. godini. Dobivene su statistički značajne razlike između *Australian Opena* i *Roland Garrosa*, u 2021. godini. Statistički značajne razlike uglavnom su dobivene u varijablama koje se odnose na uspješnost i efikasnost prvog i drugog servisa. U osnovi razlika u natjecateljskim izvedbama su razlike u podlogama na kojima se turniri održavaju.

Istraživačima je poznata važnost kvalitetnog, brzog i neobranjivog servisa i što je najvažnije njegove kontinuirane kvalitete kroz cijeli susret obzirom na to da je to jedini udarac na koji protivnik nema utjecaj. Ovim radom je potvrđena upravo važnost servisa kao bitnoga tehničko taktičkoga elementa teniske igre.. Također su potvrđene već dokazane razlike između podloga na turnirima jer je osvajač postizao veću brzinu servisa na tvrdoj podlozi u Australiji (*Australian Open*), a značajno manju brzinu servisa na zemljanoj podlozi u Francuskoj (*Roland Garros*).

Navedeno ukazuje na svjesnu prilagodbu igrača obzirom na promjenu podloge u smislu korištenja bržih servisa tijekom igre na bržoj betonskoj podlozi.

## 6. LITERATURA

1. Australian Open (2021). Available at <https://ausopen.com/players/serbia/novak-djokovic>
2. Barbaros Tudor, P., Matković, Br. i Novak, D. (2007). Opterećenje tenisača na različitim podlogama. *Hrvatski športsko medicinski vjesnik*. 22(2), str.76-81.
3. Barbaros Tudor, P., Zečić, M., & Matković, B. (2014). Utvrđivanje razlika u situacijskim parametrima efikasnosti teniske igre na *Grand Slam* turnirima. *Kinesiology*, 46 (Supplement 1.), 102-107.
4. Katić R, Milat S, Đurović N. and Zagorac N. Impact of Game Elements on Tennis Match Outcome in *Wimbledon* and *Roland Garros* 2009. *Coll. Antropol.* 35 (2011) 2: 341–346
5. O'Donoghue, P., & Ballantyne, A. (2004). The impact of speed of service in *Grand Slam* singles tennis. In *Science and racket sports III: the proceedings of the eighth international table tennis federation sports science congress and the third world congress of science and racket sports*.
6. Roland Garros (2021) Available at <https://www.rolandgarros.com/en-us/players/9801-n.djokovic>

# ANALITIČKI PRISTUP UTRKE NA 100 METARA DUPIN NA SVJETSKOM PRVENSTVU 2021. GODINE U ULOZI KONDICIJSKE PRIPREME

Tin Takač, Dajana Zoretić, Klara Šiljeg  
Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

U većini dosadašnjih istraživanja, utrka se dijeli na: start, čisto plivanje, okret i završetak utrke (Gonjo i Olstad, 2021). U plivanju, analiza izvedbe predstavlja analitičarima veće izazove u usporedbi sa sportovima na tlu jer nošenje bilo kakve opreme poput markera za lakšu biomehaničku analizu povećava hidrodinamički otpor i time udaljava i otežava istraživanje od „stvarne“ analize plivačkog učinka (Washino i sur., 2019). Jedna od mnogih metoda analize izvedbe u plivanju je analiza utrke, što podrazumijeva analiziranje utrka na natjecanjima ili simuliranih utrka prateći službena pravila (Costa i sur., 2010).

Analize utrka u plivanju se provode korištenjem službenih rezultata utrke uključujući vrijeme reakcije, vrijeme prolaza na okretu i vrijeme utrke, često u kombinaciji s video snimkom. S obzirom da analitičari koriste različitu terminologiju, tako različito definiraju i start (Garcia i sur., 1999): od znaka za start dok glava ne probije liniju 10 ili 15 metara, ili dok glava ne probije površinu nakon podvodnog neovisno o dužini te od znaka za start dok plivač ne napravi prvi ciklus zaveslaja. Okret definiraju: 7,5 metara do i od zida, od zadnjeg ulaza ruke u vodu dok glava ne probije površinu nakon podvodnog, od trenutka dok glava ne zaroni prije okreta te sve dok ne probije površinu nakon okreta, 5m do zida pa 15 m nakon podvodnog i okreta te 5m do zida pa 10m nakon podvodnog i okreta. Završetak utrke se definira kao zadnjih 10metara utrke, zadnjih 7,5 metara ili zadnjih 5 metara. Većina analitičara definira start od početnog signala za start dok glava ne prođe liniju 15 metara (Gonjo i Olstad, 2021).

Cilj ovog rada je napraviti analizu razlika natjecateljske utrke u plivanju u disciplini 100 m dupin tehnikom odabranih plivača. Putem softvera "Dartfish". Tako dobiveni podatci će pružiti uvid u razlike između promatranih plivača i modela u čijem je interesu razvoj i poboljšanje plivanja djelujući na nedostatke i vrijednosti koje su slabije u odnosu na modela. Takva analiza će biti od koristi treneru jer će pružiti temelje za daljnji napredak i razvoj plana i programa treninga u funkciji poboljšanja budućih rezultata na natjecanju.

## 2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Budući da je plivanje sport gdje je interdisciplinarni i multidisciplinarni pristup neizbježan, takva tehnologija skupa u kombinaciji s drugim domenama poput fiziologije, psihologije, nutricionizma te kondicijske pripreme sportaša podupire donošenje odluka u planiranju i programiranju treninga i poboljšanju rezultata (Barbosa i sur., 2021). Univarijatna analiza u plivanju se sastoji od praćenja i istraživanja rezultata utrka tijekom dužeg vremena te nastoji opisati ili predvidjeti kako će se izvedba mijenjati tijekom vremena bez utjecaja determinančnih faktora. Primjerice, moguće je procijeniti stabilnost izvedbe od djetinjstva do odrasle dobi, za vrijeme Olimpijskog ciklusa ili za vrijeme natjecateljske sezone (Costa i sur., 2012). Dugotrajna analiza može pružiti pronicljiva mjerila za razvoj talenata. Dok, srednje i kratkotrajne analize mogu pomoći plivačima u postavljanju ciljanih vremena na bitnim velikim svjetskim natjecanjima (Allen i sur., 2015).

S druge strane, multivarijatna analiza nastoji opisati, objasniti i predvidjeti izvedbu na temelju promjena determinančnih faktora. Tu postoje modeli čija je izvedba postavljena kao zavisna varijabla te postoje ključni čimbenici koji ju determiniraju kao nezavisne varijable. Analitičari ovdje moraju odrediti zavisnu varijablu (primjerice vrijeme utrke) te prikupiti podatke determinančnih faktora (nezavisnih varijabli) ek-



sperimentiranjem statističkim metodama. Čini se da su biomehanika, energetski sustav i motorička kontrola glavne determinante izvedbe u natjecateljskom plivanju (Barbosa i sur., 2021). Time, prolazi svakih 50 metara, vrijeme između određenih referentnih točaka, kinematika zaveslaja te dijelova tijela, sila otpora i propulzije su samo neki od nezavisnih varijabli koji mogu koristiti kao podatci za modela. Multivarijantni modeli omogućuju analitičarima shvatiti: koje su glavne nezavisne varijable koje utječu na plivačevu izvedbu, kako se zavisne i nezavisne varijable mijenjaju tijekom vremena, koji je pojedinačan doprinos svake pojedine nezavisne varijable te kako se mijenjaju tijekom vremena, koliko svaka pojedina nezavisna varijabla utječe, odnosno objašnjava izvedbu u datom trenutku.

Analiza utrke u plivanju je alat za procjenu natjecateljske izvedbe plivača i pružanje informacija za specifičan trening tempa utrke. Analiza utrke obuhvaća isključivo opise plivačevih kinematičkih podataka. Istraživanja se provode kako bi postali dostupni jednostavni, a valjani modeli za procjenu plivačeve kinetike (sile otpora i propulzije, snaga) tijekom natjecanja, slično kod modela korištenih u drugim sportovima. Utrka u plivanju se može podijeliti na start, čisto plivanje, okret i završetak utrke. Svaku fazu utrke, analitičari dijele na podfaze. Primjerice, analiza starta uključuje vrijeme reakcije, vrijeme leta, vrijeme podvodnog i duljina izranjanja. Čisto plivanje se isto tako analizira na više određenih referentnih točaka (primjerice vrijeme između 15og i 25og metra, 35og i 45og metra, itd). Istovremeno se mjere frekvencija, dužina i indeks zaveslaja u svakom segmentu (Barbosa i sur., 2021). Analitičari izračunavaju prosječne vrijednosti navedenih parametara tijekom svakog dijela utrke odnosno prolaza na svakih 50 metara ili alternativno varijacije svakog ciklusa posebnice u sprinterskim utrkama.

### **3. METODE ISTRAŽIVANJA**

#### **3.1. UZORAK ISPITANIKA**

Uzorak ispitanika čini 4 videosnimke kod 3 plivača koji su sudjelovali na Svjetskom prvenstvu (SP) u plivanju 2021. u Abu Dhabiju u utrci na 100 m dupin tehnikom u malim bazenima (25 m bazenima). Svi ispitanici FINA Svjetskog prvenstva dali su organizatoru natjecanja pisani pristanak da se svi video materijali mogu koristiti za televizijsko emitiranje i analizu utrka od strane zemalja sudionica. Svi podaci su anonimizirani prije analize.

#### **3.2. OPIS PROTOKOLA, MJERNIH INSTRUMENATA I VARIJABLI**

Varijable koje će se promatrati u utrci na 100m dupin su sljedeće: vrijeme reakcije, vrijeme starta, vrijeme završetka utrke, vrijeme okreta, ukupno vrijeme, brzina plivanja u svakoj dionici, frekvencija i dužina zaveslaja u svakoj dionici, dužina podvodnog plivanja te prolaz svakih 25 m te na prvih i drugih 50 metara te vrijeme čistog plivanja. Korištena je kamera Canon XA35, Canon Inc., Tokio, Japan te je bila postavljena na vrhu tribina i to 30 m iznad razine vode i oko 100 m od bočne strane bazena.

#### **3.3. METODE OBRADE PODATAKA**

Putem softvera „Dartfish“ za obradu video snimke utvrditi će se vrijednosti određenih promatranih parametara koji će se kasnije usporediti s vrijednostima istih parametara modela-svjetskog prvaka putem softvera za obradu podataka „Statistica 14“ metodama deskriptivne statistike. Korištenjem „Dartfish“ programa (Team pro Data 9, Fribourg, Švicarska) za obradu video snimke bit će izmjerene gore navedene varijable te će se podaci eksportirati u cvs dokument te „Microsoft Excel“ spremi svi izvještaji. Na slici 1 se može vidjeti konačan izgled izvještaja kvalifikacijske utrke plivača N.M. nakon obrade svih podataka. Normalnost distribucije provjerit će se Shapiro-Wilkovim testom. Također će se koristiti Spearmanov koeficijent korelacije za procjenu odnosa između srednjih brzina i plasmata u svim dionicama utrke te Pearsonov koeficijent korelacije za utvrđivanje povezanosti između frekvencije i dužine zaveslaja te brzine za svakog plivača.

Za utvrđivanje razlika u svim varijablama unutar pojedinih utrka koristit će se t-test za nezavisne uzorke u programu Statistica 14. Pokušat će se napraviti i pouzdanost među ocjenjivačima (analitičarima) putem unutarklasne korelacije (ICC). U slučaj da ne budu zadovoljene pretpostavke odabranih analiza, koristiti će se druge prikladne metode.

Plivač N.M.			
Meet	WC Abu Dhabi	17/12/2021	
Event	100 Fly	SCM	
	Heats	Q	
Time	00:50.23		

RACE SUMMARY					
Key times	Averages		Splits		
RF	0,71	Velocity m/s	1,99	1st half	23,41
Start time	5,64	Stroke rate	53,01	2nd half	26,82
Finish time	2,79	DPS	2,18	Drop-off	03,41
Total Time	50,23	Turn	10,37	% out	46,61
		Underwater	12,20	% back	53,39

RACE DETAILS									
Distance	Time	25s	50s	Velocity	Underwater swim (m)	Stroke rate	Stroke count	DPS	Turns
0-15m	5,64			2,66	13,5				
15-20m	2,58			1,94		52,6		2,21	
20-25m	2,36	10,58		2,12		53,6	5	2,37	
20-40m	9,94			2,01	11,8				9,94
40-45m	2,74			1,82		51,7		2,12	
45-50m	2,51	12,83	23,41	1,99		51,7	6	2,31	
45-65m	10,30			1,94	12,7				10,30
65-70m	2,58			1,94		52,6		2,21	
70-75m	2,54	12,91		1,97		55,6	6	2,13	
70-90m	10,88			1,84	10,8				10,88
90-95m	2,78			1,80		53,6		2,01	
95-100m	2,79	13,91	26,82	1,79		52,6	7	2,04	

Slika 1. Konačan izgled izvještaja podataka kvalifikacijske utrke N.M.

#### 4. REZULTATI

##### Shapiro-Wilksov test

Kako bi ispitali da li su podaci upotrijebljeni u ovom istraživanju normalno distribuirani, korišten je Shapiro-Wilksov test. Rezultati prikazani u Tablici 1 potvrđuju normalnu distribuciju podataka o frekvenciji zaveslaja ( $W(24) = 0,97$ ,  $p = 0,76$ ); brzini ( $W(24) = 0,97$ ,  $p = 0,67$ ); te dužine zaveslaja ( $W(24) = 0,95$ ,  $p = 0,39$ ).

Tablica 1. Shapiro-Wilksov test

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Frekvencija zaveslaja (stroke rate)	,974	24	,766
Brzina (velocity)	,970	24	,675
Dužina zaveslaja (DPS)	,958	24	,399

##### Deskriptivna statistika

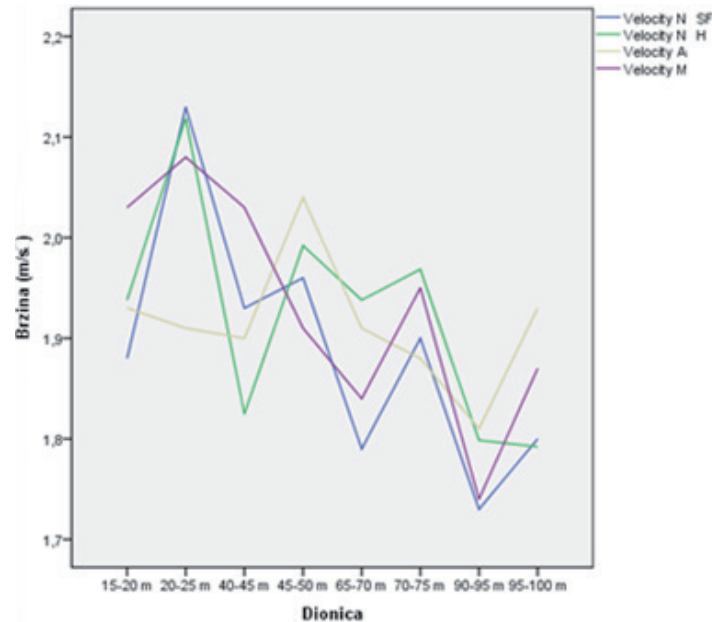
Tablica 2 prikazuje osnovne deskriptivne parametre za brzinu svakog plivača. Najnižu vrijednost brzine je ponovno imao N. (1,73 m/s), potom M. (1,74 m/s) pa naposljetku A. (1,81 m/s).

Tablica 2. Deskriptivni parametri za brzinu (izražena u m/s)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Velocity N. SF	8	1,73	2,13	1,89	0,124
Velocity N. H	8	1,79	2,12	1,92	0,111
Velocity A.	8	1,81	2,04	1,91	0,064
Velocity M.	8	1,74	2,08	1,93	0,114

Slika 2 otkriva da su svi plivači najnižu brzinu plivanja imali na dionici 90–95m osim N. kvalifikacijske utrke (H) gdje je najnižu brzinu imao u završetku utrke 95-100m. S druge strane, N. je postigao najveću brzinu (2,13 m/s), nakon njega M. (2,08 m/s), pa potom A. (2,04 m/s). Dok su N. i M. najveću brzinu postigli na dionici 20-25m, A. je najveću brzinu plivanja postigao na dionici 40-45m.

Kada se promatra cjelokupna dionica od 100m, najveću prosječnu vrijednost brzine plivanja je imao M. (1,93 m/s±0,114), nakon kojeg slijedi A. (1,91 m/s±0,064) te na kraju N. (1,89 m/s±0,124).



Slika 2. Grafički prikaz brzine po dionicama (m/s)

### T test za nezavisne uzorke

Kako bi se utvrdilo postoje li statistički značajne razlike u varijabli: brzina plivanja između tri promatrana plivača, upotrijebljen je T test za nezavisne uzorke sa postavljenom razinom statističke značajnosti od  $p < 0,05$ . Rezultati t testova za nezavisne uzorke prikazani u Tablici 3. pokazuju da statistički značajne razlike u varijabli – brzina plivanja nisu utvrđene između ova tri plivača ( $p > 0,05$ ).

Tablica 3. Rezultati t testa za razlike u brzini plivanja između N. i A, N i M i A i M

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Velocity N i A	Equal variances assumed	2,395	,144	-,481	14	,638
	Equal variances not assumed			-,481	10,463	,640
Velocity N i M	Equal variances assumed	,001	,972	-,692	14	,500
	Equal variances not assumed			-,692	13,900	,500
Velocity A i M	Equal variances assumed	3,680	,076	-,379	14	,711
	Equal variances not assumed			-,379	11,000	,712

Tablica 4. Dužina podvodnog plivanja nakon starta te prvog, drugog i trećeg okreta izražena u metrima

	Start	1. okret	2. okret	3. okret	Prosjek
N. (H)	13,5	11,8	12,7	10,8	12,2
N. (SF)	13,9	12,1	11,7	10,2	11,98
A.	12,7	12,5	11,8	12,1	12,28
M.	14,7	14,9	14,2	12,4	14,05

Iz tablice 4 se može vidjeti kako M. (model) provodi puno više vremena u podvodnom za razliku od N. i A. Nakon starta i prvog okreta gotovo pa maksimalno iskorištava dozvoljenu dužinu podvodnog prema FINA pravilima plivanja. Model za vrijeme cijele utrke provodi čak 8 metara više pod vodom u odnosu na N. te nešto manje u odnosu na A.

## 5. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Temeljem rezultata statističke analize t testa za nezavisne uzorke, nulta hipoteza je potvrđena, odnosno ne postoji statistički značajna razlika između brzine plivanja između promatranih plivača. Analizirani hrvatski plivač N. M. je u ovome radu promatran te uspoređivan s posljednjim plivačem kvalificiranim u finale A. M. te prvoplasiranim M. R. na svjetskom prvenstvu 2021. u Abu Dhabiju. Promatrane su dvije utrke N., jedne u kvalifikacijama u kojoj je otplivao bolje vrijeme od druge utrke u polufinalu. Na prvom dijelu utrke, startu koju većinom čini podvodni dio plivanja model ostvaruje značajnu prednost od 4 desetinke sekunde (5,27s u usporedbi sa 5,64s i 5,71s) te s obzirom da model izranja na 14,7m, a N. na 13,5m ukazuje na to da model radi kvalitetniji podvodni i postiže veću brzinu (2,85 u odnosu na 2,64 i 2,63 m/s). Ovakva razlika se može pretpostaviti da je posljedica veće eksplozivne snage nogu koja je odgovorna za daljinu skoka te veće snage mišića nogu i fleksora trupa i kuka za brži podvodni rad nogu dupinovih udaraca. Na prvom okretu kojega čini 5 metara do zida i 15 metara nakon zida (20-40m) model ostvaruje bolje vrijeme od gotovo 2 desetinke sekunde spram N., dok N. sličnu razliku boljeg vremena ima spram A. U ovom segmentu utrke postoji velika razlika u duljini podvodnog gdje N. izranja na 11,8m (12,1m u polufinalu) dok model gotovo maksimalno iskorištava dozvoljenu dužinu podvodnog te izranja na 14,9m što je razlika od gotovo 3 metra.

Na drugom okretu (45-65m), N. postiže slabiji rezultat u odnosu na modela i A., te model ponovno izranja čak metar i pol dulje od N. te 2 i pol metra dulje od A. Na jedinom dijelu utrke (65-75m), N. ostvaruje bolje vrijeme u odnosu na modela gdje povećava frekvenciju zaveslaja (55,6 i 56,2 spram modelovih 51,4).

Na zadnjem okretu (70-90m) kao i svakom do sada, N. ima slabije vrijeme u odnosu i na modela i A. te samim time i manju brzinu. N. u ovom dijelu postiže najniže vrijednosti duljine podvodnog (10,8 u kvalifikacijskoj te 10,2 u polufinalnoj utrci), dok A. izranja na 12,1, a model na 12,4m što je značajno više.

U pretposljednem dijelu utrke (90-95m), sva trojica su plivača imala gotovo jednako vrijeme s minimalnim razlikama unutar jedne desetinke sekunde, kod svih je vidljiv pad frekvencije i dužine zaveslaja (Slika 2). U završetku utrke (95-100m), model ostvaruje za desetinku, a A. za dvije desetinke sekunde bolje vrijeme u odnosu na N. Zadnjih 10 metara, kod svih plivača dolazi do značajnog pada frekvencije zaveslaja i brzine plivanja, međutim, kod N. je taj pad drastičan te je u ovom dijelu postigao najmanju vrijednost frekvencije u polufinalnoj utrci (48). Ovakva razlika se može pripisati i tome što plivači zadnji zaveslaj do okreta ili uplivavanja u cilj produže, odnosno rade duže klizanje umjesto što kreću u novi zaveslaj. N. vrijeme kvalifikacijske utrke je bilo 50,23s, a polufinalne 50,58s, A. vrijeme u polufinalu je bilo 49,79s, a modelovo 48,67s u finalu. Iz tablice 4 se vidi kako model naspram N. provodi čak 8 metara više na podvodnom ukupno u cijeloj utrci (N. prosječno izranja na 11,98m i 12,2m, A. 12,28m, a model najviše i to 14,05m) što je značajno jer bi plivači trebali nastojati raditi duži podvodni zbog mogućnosti postizanja veće brzine u podvodnom načinu plivanja jer su sile otpora manje ispod vode nego na površini (Polach, 2021). Kako bi se smanjila varijabilnost izvedbe, treba stvoriti prednatjecateljske obrasce ponašanja kojih se plivač treba držati što više i preciznije moguće od samog zagrijavanja, zauzimanja pozicije na bloku, obrasca disanja prije skoka i svakog okreta pa do treniranja održavanja tempa te je potrebno što bolje simulirati uvjete natjecanja. Također, danas su mikrociklusi natjecanja sve kompleksniji te plivač mora prolaziti kroz kvalifikacije i polufinale u istom danu te finale sutradan te ako je veći broj disciplina, oporavak je vrlo značajan te mu treba posvetiti više pažnje. Treneri bi trebali barem jedanput prije natjecanja replicirati takav način treninga kao što je mikrociklus natjecanja (Milanović, 2013). Također, danas analitičari moraju provoditi statističke analize te raditi na sitnim numeričkim detaljima koji pružaju informaciju o varijabilnosti kako se plivač razlikuje od modela te na taj način usmjeravati trening. Plivački analitičari pružaju pronicljive i domišljate informacije sportašima i trenerima koje im pomažu u donošenju odluka. Analitičari mogu predvidjeti i prognozirati izvedbe i ciljane vremena (rezultate) u različitim vremenskim okvirima. Također bi redovito trebali raditi analizu utrka na službenim natjecanjima i provoditi testiranja na treninzima temeljnih odrednica uspješnosti čistog plivanja, starta, okreta i završetka utrka. Osim testiranja u vodi, dio njihova posla su procjena snage i kondicije u teretani te prevencija ozljeda. Napretkom tehnologije i sustava ti podaci će u budućnosti biti brže obrađeni i dostupni, time će analitičari svoj fokus

više prebaciti na analizu i interpretaciju podataka čime će biti više uključeni u preporuku određenih vježbi, treninga i strategija sportašima i trenerima. U konačnici, analitičari bi trebali imati odgovore na izazove i zahtjeve pred plivačima, pružajući im korisna i značajna rješenja koja su potkrijepljena činjenicama dobivenim iz vrhunskih istraživanja.

## 6. LITERATURA

1. Allen, S. V., Vandenbogaerde, T. J., Pyne, D. B., & Hopkins, W. G. (2015). Predicting a nation's Olympic-qualifying swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 431–435.
2. Barbosa T. M., Barbosa A.C., Escobar, D.S., Mullen, G.J., Cossor, J.M., Hodierne, R., Arellano, R. i Mason, B.r. (2021). The role of the biomechanics analyst in swimming training and competition analysis. *Sports Biomech*, 17;1-18.
3. Costa, M. J., Marinho, D. A., Reis, V. M., Silva, A. J., Marques, M. C., Bragada, J. A. i Barbosa, T. M. (2010). Tracking the performance of world-ranked swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(3), 411–417.
4. Costa, M. J., Bragada, J. A., Mejias, J. E., Louro, H., Marinho, D. A., Silva, A. J., & Barbosa, T. M. (2012). Tracking the performance, energetics and biomechanics of international versus national level swimmers during a competitive season. *European Journal of Applied Physiology*, 112(3), 811–820.
5. García-Hermoso, A., Saavedra, J. M., Arellano, R. i Navarro, F. (2017). Relationship between swim start wall contact time and final performance in backstroke events in international swimming championships. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 17(3), 232–243.
6. Gonjo, T., Olstad, B. H. (2021). Race analysis in competitive swimming: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 1–16
7. McGibbon, K.E.; Pyne, D.B.; Shephard, M.E.; Thompson, K.G. (2018). Pacing in swimming: A systematic review. *Sports Med.*, 48, 1621–1633.
8. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga. Kineziologija sporta*. Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
9. Polach, M., Thiel, D., Kreník, J. *et al.* Swimming turn performance: the distinguishing factor in 1500 m world championship freestyle races?. *BMC Res Notes*, 14, 248 (2021).
10. Washino, S.; Mayfield, D.L.; Lichtwark, G.A.; Mankyu, H.; Yoshitake, Y. (2019). Swimming performance is reduced by reflective markers intended for the analysis of swimming kinematics. *Journal of Biomechanics*, 91, 109–113

# ANALIZA POKAZATELJA SITUACIJSKE UČINKOVITOSTI HRVATSKE NOGOMETNE REPREZENTACIJE TIJEKOM SVJETSKOG PRVENSTVA 2018. GODINE I 2022. GODINE

Blago Čepo

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku*

## 1. UVOD

Uz prevlast video, računalnih i sportskih tehnologija, nosivih senzora, performansi analize utakmica čvrsto su uključene u proces treniranja, kao osnova za pružanje povratnih informacija korisnih za trenere i sportaše (Sgrò i sur., 2017). Analize utakmica i natjecanja te bilježenje pokazatelja izvedbe i uspješnosti dobivaju sve veću važnost, time su i predmet proučavanja velikog broja istraživanja (Armatas i Yiannakos, 2010; Armatas i sur., 2007; Bašić, 2016; Broich i sur., 2014; Clayton, 2013; Čepo, 2022; Dellal i sur., 2011; Hughes i Bartlett, 2015; Hughes i sur., 2004; Lago-Penas i Lago-Ballesteros, 2011; Lago-Penas i sur., 2010; Redwood-Brown i sur., 2012; Shafizadeh, 2013). Manji broj istraživanja usmjeren je na analizu pokazatelja izvedbe i uspješnosti Hrvatske reprezentacije (Bjelobradić, 2018; Bošnjir, 2020; Damjanović i Ajman 2021; Novoselac, 2019; Sebeledi, 2014). Prema Milanović (2013) specifične komponente treniranosti čine specifična kondicijska pripremljenost, tehnička pripremljenost, taktička pripremljenost te specifična teorijska znanja. Hrvatska reprezentacija 2018. godine igrala je tri uzastopna produžetka (osmina finala, četvrtfinale i polufinale) što se dogodilo prvi puta u povijesti (FIFA, 2023). Prema Kołodziejczyk i suradnicima (2020) takva situacija je zahtijevala posebne individualne metode regeneracije i trenažna opterećenja između utakmica. S druge strane 2022. godine Hrvatska reprezentacija igrala je produžetke u osmini finala i četvrtfinalu. Hrvatska reprezentacija 2018. godine je osvojila 2. mjesto, a 2022. godine 3. mjesto na Svjetskom prvenstvu (FIFA, 2023). S obzirom na velike fizičke napore, kondicijska priprema im je bila na vrlo visokoj razini. Osim kondicijske pripreme vrlo važna je bila tehnička i taktička priprema. Cilj ovog rada je utvrditi parametre situacijske učinkovitosti koji su utjecali na bolji plasman Hrvatske reprezentacije 2018. godine u donosu na 2022. godinu.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

U istraživanje su uključene sve utakmice Hrvatske reprezentacije tijekom Svjetskog prvenstva 2018. i 2022. godine. U uzorak entiteta nije obrađen produžetak utakmice polufinala Hrvatske i Engleske 2018. godine, time su izjednačene odigrane minute obje selekcije tijekom dva Svjetska prvenstva. Podaci korišteni u ovom istraživanju prikupljeni su iz javno dostupnih izvora web stranica „whoscored.com” čiji je izvor podataka OPTA Sportsdata Company. Liu i suradnici (2013) potvrdili su pouzdanost sustava praćenja (OPTA Client System) te su dokazali da su statistiku tijekom timskih utakmica zapisivali neovisni operateri.

### 2.2. UZORAK VARIJABLI

Uzorak varijabli čine tehničko-taktički elementi u utakmicama u fazi obrane i napada. Analizirat će se 30 varijabli koje utječu na uspješnost u nogometu.

**Tablica 1.** Popis varijabi

Situacijska učinkovitost ekipe u fazi napada		Situacijska učinkovitost ekipe u fazi obrane	
Kratice varijabli	Varijable	Kratice varijabli	Varijable
PosG	Postignuti golovi	PrimG	Primljeni golovi
Asis	Asistencije	OD	Osvojeni dueli
UBU	Ukupan broj udaraca	ID	Izgubljeni dueli
UuOG	Udarci u okvir gola	OD%	Osvojeni dueli postotak
UiOG	Udarci izvan okvira gola	IL	Izgubljene lopte
BUprot	Blokirani udarci protivnika	Kprot	Korneri protivnika
UBD	Ukupan broj dodavanja	NP	Napravljeni prekršaji
ND	Netočna dodavanja	Zprot	Zaleđa protivnika
TD	Točna dodavanja	BU	Blokirani udarci
TD%	Postotak točnih dodavanja	ŽK	Žuti kartoni
PL%	Posjed lopte postotak	CK	Crveni kartoni
Z	Zaleđa		
PP	Pretrpljeni prekršaji		
KD	Ključna dodavanja		
UBDr	Ukupan broj driblinga		
UDr	Uspješni driblinzi		
NDR	Neuspješni driblinzi		
UDr%	Postotak uspješnih driblinga		
K	Korneri		

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Prikupljeni podaci uneseni su u MS Excel bazu podataka, a za statističku obradu podataka korišten je SPSS 20.0 statistički program U obradi podataka izračunati su deskriptivni statistički podaci: aritmetička sredina, standardna devijacija, minimalna vrijednost i maksimalna vrijednost. Shapiro-Wilk testom, vizualnom inspekcijom histograma, skewness i kurtosis, testirana je normalnost distribucije te je kod varijabli: osvojeni dueli, žuti kartoni i crveni kartoni uočeno da distribucija nije normalna. Za utvrđivanje razlika između varijabli korišten je neparametrijski Mann-Whitney test. Statistički značajna razlika prihvaćena je na razini  $p < 0,05$ .

### 2.4. HIPOTEZE

Temeljem cilja ovog istraživanja definirane su sljedeće hipoteze.

Ho: Ne postoji statistički značajna razlika u pojedinim pokazateljima situacijske učinkovitosti između dva Svjetska prvenstva.

H1: Postoji statistički značajna razlika u pojedinim pokazateljima situacijske učinkovitosti između dva Svjetska prvenstva.

## 3. REZULTATI

Tablica 2. Osnovni deskriptivni pokazatelji i rezultati Mann-Whitenejevog testa

	PRV	AS	N	SD	MIN	MAX	SKW	KUR	p	U																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
PosG	2018	1,8571	7	,69007	1,00	3,00	,174	,336	,127	13,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	1,1429	7	1,46385	0,00	4,00	1,448	1,1429			Asis	2018	1,0000	7	,81650	0,00	2,00	0,000	-1,200	,840	23,000	2022	1,1429	7	1,46385	0,00	4,00	1,448	1,948	UBU	2018	15,2857	7	2,75162	12,00	20,00	,928	,078	<b>,024</b>	7,000	2022	11,2857	7	3,68394	5,00	17,00	-,317	1,349	UuOG	2018	3,7143	7	1,49603	2,00	6,00	,256	-,968	,644	21,000	2022	3,8571	7	2,96808	1,00	10,00	1,746	3,706	UiOG	2018	8,0000	7	1,63299	6,00	11,00	,964	1,163	<b>,010</b>	4,500	2022	5,0000	7	1,91485	2,00	7,00	-,598	-,888	BUprot	2018	3,4286	7	1,90238	1,00	7,00	,967	1,795	0,292	16,500	2022	2,5714	7	2,29907	0,00	7,00	1,197	1,960	UBD	2018	529,4286	7	112,41272	367,00	728,00	,608	1,290	0,277	16,000	2022	597,4286	7	97,67439	473,00	725,00	-,072	-1,566	ND	2018	99,8571	7	21,70583	71,00	136,00	,646	,063	,141	13,000	2022	85,4286	7	15,06494	74,00	117,00	1,936	3,912	TD	2018	429,5714	7	97,18686	278,00	592,00	,194	1,087	,110	12,000	2022	512,0000	7	87,51190	399,00	613,00	-,195	-1,729	TD%	2018	80,7143	7	3,14718	76,00	86,00	,368	,836	<b>,010</b>	4,500	2022	85,4286	7	1,61835	84,00	88,00	,674	-1,151	PL%	2018	57,451	7	7,94562	42,60	65,50	-1,03	1,192	0,306	16,500	2022	55,0286	7	6,21844	48,50	64,80	,646	-1,325	Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809	PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00
Asis	2018	1,0000	7	,81650	0,00	2,00	0,000	-1,200	,840	23,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	1,1429	7	1,46385	0,00	4,00	1,448	1,948			UBU	2018	15,2857	7	2,75162	12,00	20,00	,928	,078	<b>,024</b>	7,000	2022	11,2857	7	3,68394	5,00	17,00	-,317	1,349	UuOG	2018	3,7143	7	1,49603	2,00	6,00	,256	-,968	,644	21,000	2022	3,8571	7	2,96808	1,00	10,00	1,746	3,706	UiOG	2018	8,0000	7	1,63299	6,00	11,00	,964	1,163	<b>,010</b>	4,500	2022	5,0000	7	1,91485	2,00	7,00	-,598	-,888	BUprot	2018	3,4286	7	1,90238	1,00	7,00	,967	1,795	0,292	16,500	2022	2,5714	7	2,29907	0,00	7,00	1,197	1,960	UBD	2018	529,4286	7	112,41272	367,00	728,00	,608	1,290	0,277	16,000	2022	597,4286	7	97,67439	473,00	725,00	-,072	-1,566	ND	2018	99,8571	7	21,70583	71,00	136,00	,646	,063	,141	13,000	2022	85,4286	7	15,06494	74,00	117,00	1,936	3,912	TD	2018	429,5714	7	97,18686	278,00	592,00	,194	1,087	,110	12,000	2022	512,0000	7	87,51190	399,00	613,00	-,195	-1,729	TD%	2018	80,7143	7	3,14718	76,00	86,00	,368	,836	<b>,010</b>	4,500	2022	85,4286	7	1,61835	84,00	88,00	,674	-1,151	PL%	2018	57,451	7	7,94562	42,60	65,50	-1,03	1,192	0,306	16,500	2022	55,0286	7	6,21844	48,50	64,80	,646	-1,325	Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809	PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																
UBU	2018	15,2857	7	2,75162	12,00	20,00	,928	,078	<b>,024</b>	7,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	11,2857	7	3,68394	5,00	17,00	-,317	1,349			UuOG	2018	3,7143	7	1,49603	2,00	6,00	,256	-,968	,644	21,000	2022	3,8571	7	2,96808	1,00	10,00	1,746	3,706	UiOG	2018	8,0000	7	1,63299	6,00	11,00	,964	1,163	<b>,010</b>	4,500	2022	5,0000	7	1,91485	2,00	7,00	-,598	-,888	BUprot	2018	3,4286	7	1,90238	1,00	7,00	,967	1,795	0,292	16,500	2022	2,5714	7	2,29907	0,00	7,00	1,197	1,960	UBD	2018	529,4286	7	112,41272	367,00	728,00	,608	1,290	0,277	16,000	2022	597,4286	7	97,67439	473,00	725,00	-,072	-1,566	ND	2018	99,8571	7	21,70583	71,00	136,00	,646	,063	,141	13,000	2022	85,4286	7	15,06494	74,00	117,00	1,936	3,912	TD	2018	429,5714	7	97,18686	278,00	592,00	,194	1,087	,110	12,000	2022	512,0000	7	87,51190	399,00	613,00	-,195	-1,729	TD%	2018	80,7143	7	3,14718	76,00	86,00	,368	,836	<b>,010</b>	4,500	2022	85,4286	7	1,61835	84,00	88,00	,674	-1,151	PL%	2018	57,451	7	7,94562	42,60	65,50	-1,03	1,192	0,306	16,500	2022	55,0286	7	6,21844	48,50	64,80	,646	-1,325	Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809	PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																			
UuOG	2018	3,7143	7	1,49603	2,00	6,00	,256	-,968	,644	21,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	3,8571	7	2,96808	1,00	10,00	1,746	3,706			UiOG	2018	8,0000	7	1,63299	6,00	11,00	,964	1,163	<b>,010</b>	4,500	2022	5,0000	7	1,91485	2,00	7,00	-,598	-,888	BUprot	2018	3,4286	7	1,90238	1,00	7,00	,967	1,795	0,292	16,500	2022	2,5714	7	2,29907	0,00	7,00	1,197	1,960	UBD	2018	529,4286	7	112,41272	367,00	728,00	,608	1,290	0,277	16,000	2022	597,4286	7	97,67439	473,00	725,00	-,072	-1,566	ND	2018	99,8571	7	21,70583	71,00	136,00	,646	,063	,141	13,000	2022	85,4286	7	15,06494	74,00	117,00	1,936	3,912	TD	2018	429,5714	7	97,18686	278,00	592,00	,194	1,087	,110	12,000	2022	512,0000	7	87,51190	399,00	613,00	-,195	-1,729	TD%	2018	80,7143	7	3,14718	76,00	86,00	,368	,836	<b>,010</b>	4,500	2022	85,4286	7	1,61835	84,00	88,00	,674	-1,151	PL%	2018	57,451	7	7,94562	42,60	65,50	-1,03	1,192	0,306	16,500	2022	55,0286	7	6,21844	48,50	64,80	,646	-1,325	Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809	PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																						
UiOG	2018	8,0000	7	1,63299	6,00	11,00	,964	1,163	<b>,010</b>	4,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	5,0000	7	1,91485	2,00	7,00	-,598	-,888			BUprot	2018	3,4286	7	1,90238	1,00	7,00	,967	1,795	0,292	16,500	2022	2,5714	7	2,29907	0,00	7,00	1,197	1,960	UBD	2018	529,4286	7	112,41272	367,00	728,00	,608	1,290	0,277	16,000	2022	597,4286	7	97,67439	473,00	725,00	-,072	-1,566	ND	2018	99,8571	7	21,70583	71,00	136,00	,646	,063	,141	13,000	2022	85,4286	7	15,06494	74,00	117,00	1,936	3,912	TD	2018	429,5714	7	97,18686	278,00	592,00	,194	1,087	,110	12,000	2022	512,0000	7	87,51190	399,00	613,00	-,195	-1,729	TD%	2018	80,7143	7	3,14718	76,00	86,00	,368	,836	<b>,010</b>	4,500	2022	85,4286	7	1,61835	84,00	88,00	,674	-1,151	PL%	2018	57,451	7	7,94562	42,60	65,50	-1,03	1,192	0,306	16,500	2022	55,0286	7	6,21844	48,50	64,80	,646	-1,325	Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809	PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																									
BUprot	2018	3,4286	7	1,90238	1,00	7,00	,967	1,795	0,292	16,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	2,5714	7	2,29907	0,00	7,00	1,197	1,960			UBD	2018	529,4286	7	112,41272	367,00	728,00	,608	1,290	0,277	16,000	2022	597,4286	7	97,67439	473,00	725,00	-,072	-1,566	ND	2018	99,8571	7	21,70583	71,00	136,00	,646	,063	,141	13,000	2022	85,4286	7	15,06494	74,00	117,00	1,936	3,912	TD	2018	429,5714	7	97,18686	278,00	592,00	,194	1,087	,110	12,000	2022	512,0000	7	87,51190	399,00	613,00	-,195	-1,729	TD%	2018	80,7143	7	3,14718	76,00	86,00	,368	,836	<b>,010</b>	4,500	2022	85,4286	7	1,61835	84,00	88,00	,674	-1,151	PL%	2018	57,451	7	7,94562	42,60	65,50	-1,03	1,192	0,306	16,500	2022	55,0286	7	6,21844	48,50	64,80	,646	-1,325	Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809	PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																												
UBD	2018	529,4286	7	112,41272	367,00	728,00	,608	1,290	0,277	16,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	597,4286	7	97,67439	473,00	725,00	-,072	-1,566			ND	2018	99,8571	7	21,70583	71,00	136,00	,646	,063	,141	13,000	2022	85,4286	7	15,06494	74,00	117,00	1,936	3,912	TD	2018	429,5714	7	97,18686	278,00	592,00	,194	1,087	,110	12,000	2022	512,0000	7	87,51190	399,00	613,00	-,195	-1,729	TD%	2018	80,7143	7	3,14718	76,00	86,00	,368	,836	<b>,010</b>	4,500	2022	85,4286	7	1,61835	84,00	88,00	,674	-1,151	PL%	2018	57,451	7	7,94562	42,60	65,50	-1,03	1,192	0,306	16,500	2022	55,0286	7	6,21844	48,50	64,80	,646	-1,325	Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809	PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																															
ND	2018	99,8571	7	21,70583	71,00	136,00	,646	,063	,141	13,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	85,4286	7	15,06494	74,00	117,00	1,936	3,912			TD	2018	429,5714	7	97,18686	278,00	592,00	,194	1,087	,110	12,000	2022	512,0000	7	87,51190	399,00	613,00	-,195	-1,729	TD%	2018	80,7143	7	3,14718	76,00	86,00	,368	,836	<b>,010</b>	4,500	2022	85,4286	7	1,61835	84,00	88,00	,674	-1,151	PL%	2018	57,451	7	7,94562	42,60	65,50	-1,03	1,192	0,306	16,500	2022	55,0286	7	6,21844	48,50	64,80	,646	-1,325	Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809	PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																		
TD	2018	429,5714	7	97,18686	278,00	592,00	,194	1,087	,110	12,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	512,0000	7	87,51190	399,00	613,00	-,195	-1,729			TD%	2018	80,7143	7	3,14718	76,00	86,00	,368	,836	<b>,010</b>	4,500	2022	85,4286	7	1,61835	84,00	88,00	,674	-1,151	PL%	2018	57,451	7	7,94562	42,60	65,50	-1,03	1,192	0,306	16,500	2022	55,0286	7	6,21844	48,50	64,80	,646	-1,325	Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809	PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																					
TD%	2018	80,7143	7	3,14718	76,00	86,00	,368	,836	<b>,010</b>	4,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	85,4286	7	1,61835	84,00	88,00	,674	-1,151			PL%	2018	57,451	7	7,94562	42,60	65,50	-1,03	1,192	0,306	16,500	2022	55,0286	7	6,21844	48,50	64,80	,646	-1,325	Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809	PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																								
PL%	2018	57,451	7	7,94562	42,60	65,50	-1,03	1,192	0,306	16,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	55,0286	7	6,21844	48,50	64,80	,646	-1,325			Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809	PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																																											
Z	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	-,235	-1,227	0,948	24,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	1,5714	7	1,51186	0,00	4,00	,620	-,809			PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110	KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																																																														
PP	2018	15,2857	7	5,70714	8,00	25,00	,530	,196	,441	18,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	13,2857	7	6,01981	5,00	24,00	,637	1,110			KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935	UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																																																																																	
KD	2018	10,2857	7	2,28869	6,00	13,00	-1,072	1,463	,298	16,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	8,7143	7	3,59232	1,00	12,00	-2,061	4,935			UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704	UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																																																																																																				
UBDr	2018	17,4286	7	6,55381	8,00	30,00	,941	2,928	,249	15,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	14,1429	7	6,01189	5,00	24,00	,294	,704			UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644	NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																																																																																																																							
UDr	2018	11,4286	7	5,76938	6,00	23,00	1,594	2,667	<b>,017</b>	6,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	5,7143	7	3,54562	2,00	13,00	1,648	3,644			NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099	UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																																																																																																																																										
NDr	2018	6,0000	7	2,58199	2,00	9,00	-,244	-,822	,198	14,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	8,4286	7	3,40867	3,00	14,00	,158	1,099			UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682	K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
UDr%	2018	65,0000	7	13,52775	47,00	77,00	-,691	-1,807	<b>,004</b>	2,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	39,1429	7	10,04039	26,00	54,00	-,093	-,682			K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809	PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
K	2018	5,2857	7	1,79947	2,00	8,00	-,593	2,227	,354	17,500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	4,4286	7	1,51186	2,00	6,00	-,620	-,809			PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000	OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
PrimG	2018	1,2857	7	1,38013	0,00	4,00	1,424	2,321	,730	22,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	1,0000	7	1,00000	0,00	3,00	1,400	3,000			OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
OD	2018	22,0000	7	6,75771	14,00	32,00	,572	-1,021	<b>,025</b>	7,000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	2022	12,5714	7	9,86335	6,00	34,00	2,208	5,230																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											



ID	2018	24,0000	7	7,23418	14,00	34,00	,096	-1,302	,010	4,500
	2022	12,1429	7	6,22973	6,00	25,00	1,746	3,616		
OD%	2018	51,2857	7	12,13417	31,00	64,00	-,635	-,500	,565	20,000
	2022	47,8571	7	8,57183	32,00	58,00	-1,020	1,180		
IL	2018	8,8571	7	3,07834	5,00	14,00	,811	-,037	,748	22,000
	2022	10,0000	7	3,87298	6,00	16,00	,386	-1,281		
Kprot	2018	5,1429	7	2,91139	2,00	11,00	1,505	3,030	,334	17,000
	2022	3,7143	7	2,87021	0,00	8,00	,518	-,849		
NP	2018	15,0000	7	5,83095	5,00	22,00	-,678	,001	,440	18,500
	2022	12,8571	7	5,08031	7,00	22,00	,842	,786		
Zprot	2018	1,4286	7	1,13389	0,00	3,00	,725	-,743	,737	22,000
	2022	1,7143	7	1,38013	0,00	3,00	-,359	-2,090		
BU	2018	2,4286	7	1,51186	1,00	5,00	1,000	-,197	,152	13,500
	2022	4,0000	7	2,16025	1,00	7,00	,000	-1,200		
ŽK	2018	2,0000	7	1,52753	0,00	4,00	,393	-1,114	,460	19,000
	2022	1,2857	7	,95119	0,00	2,00	-,764	-1,687		
CK	2018	0,0000	7	0,00000	0,00	0,00			1,000	24,500
	2022	0,0000	7	0,00000	0,00	0,00				

Legenda: PRV-Godina Svjetskog prvenstva, N-broj utakmica, AS-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, MIN-minimalna vrijednost, MAX-maksimalna vrijednost, SKW-skewness, KUR-kurtosis, p-statistička značajnost U-rezultat Mann Whitneyevog testa

#### 4. RASPRAVA

Rezultati neparametrijskog Mann Whitney testa pokazuju da postoje statistički značajne razlike u nekim parametrima situacijske učinkovitosti Hrvatske reprezentacije tijekom Svjetskog prvenstva 2018. i 2022. godine čime se prihvaća H1 hipoteza. Hrvatska reprezentacija na Svjetskom prvenstvu 2022. godine je imala statistički značajno više ukupan broj udaraca (15,28) naspram prethodnog Svjetskog prvenstva (11,28), ali također su imali više udaraca izvan okvira gola (8,00 naspram 5,00), postotak točnih dodavanja statistički značajno je veći 2022. godine (85,43%) u odnosu na 2018. godinu (80,71%). Podaci govore da je u ovim segmentima igre reprezentacija Hrvatske 2022. godine bila preciznija. Situacijska učinkovitost ekipa u fazi napada statistički značajno razlikovala se i u uspješnim driblingima, postotku uspješnih driblinga. Selekcija 2018. godine osim što je imala veći broj driblinga imala je i veći postotak uspješnosti driblinga tijekom prvenstva.

Situacijska učinkovitost u fazi obrane između dva prvenstva razlikuje se samo u varijablama osvojeni i izgubljeni dueli. Hrvatska reprezentacija 2022. imala je statistički značajno više osvojenih (22,00 naspram 12,57) i izgubljenih duela (24,00 naspram 12,14) to govori da su imali više duel igre, ali između postotka uspješnosti osvojenih duela ne postoji statistički značajna razlika između dva prvenstva.

#### 5. ZAKLJUČAK

Nogometna taktika napreduje iz godine u godinu. Samim time su sve veći kondicijski zahtjevi za nogometaše. Osim kondicijske pripreme ključno je i ostale aspekte nogometne igre dovesti na visoku razinu.

Iako se između dva Svjetska prvenstva promijenila gotovo većina igrača reprezentacije, Hrvatska je uspjela ponoviti visoki plasman na dva uzastopna Svjetska prvenstva. U istraživanju je pokazano da postoje vrlo male razlike u situacijskim pokazateljima učinkovitosti između dva svjetska prvenstva. Promjena generacija u reprezentaciji nije se odrazila na rezultat. Izbornik i stručni stožer uspjeli su pripremiti ekipe na visokoj razini u svim aspektima igre.

## 6. LITERATURA

1. Armatas, V. i Yiannakos, A. (2010). Analysis and evaluation of goals scored in 2006 World Cup. *Journal of Sport and Health Research*, 2(2), 119-128.
2. Armatas, V., Yiannakos, A. i Sileloglou, P. (2007). Relationship between time and goal scoring in soccer games: Analysis of three World Cups. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(2), 48-58.
3. Bašić, D. (2016). *Validacija notacijskog sustava za analizu izvedbe u nogometu*. (Doktorski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet.
4. Bjelobradić, T. (2018). *Analiza parametara situacijske efikasnosti hrvatske nogometne reprezentacije u kvalifikacijama za Svjetsko prvenstvo 2018. u Rusiji* (Diplomski rad).
5. Bošnjir, M. (2020). *Analiza kondicijskih parametara utakmica Hrvatske nogometne reprezentacije na Svjetskom nogometnom prvenstvu u Rusiji* (Diplomski rad).
6. Broich, H., Mester, J., Seifriz, F. i Yue, Z. (2014). Statistical analysis for the First Bundesliga in the current soccer season. *Progress in Applied Mathematics*, 7(2), 1-8.
7. Clayton, R.B. (2013). Profiling the effectiveness of attacking play leading to a goal attempt, in men's under 21 elite academy level soccer. *Journal of Loughborough College Research*, 1, 1-43.
8. Čepo, B. (2022). Notacijska analiza grupne faze Europskog prvenstva 2021. D. Milanović i I. Jukić (ur.), *Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa, Zagreb, 18. i 19. veljače 2022.*, str. 401 - 405. Tiskara Zelina. Hrvatski kineziološki savez.
9. Damjanović, D., Ajman, H. (2021). Pokazatelji situacijske efikasnosti Hrvatske nogometne reprezentacije na Svjetskom prvenstvu u Rusiji 2018. godine. U Vesna Babić i Tatjana Trošt Bobić (ur.), *29. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske, Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa, Zadar, 23. - 26. lipnja 2021.*, str. 751 - 756. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Zagrebački športski savez.
10. Dellal, A., Chamari, K., Wong, D.P., Ahmaid, S., Keller, D., Barros, R., Bisciotti, G.N. i Carling, C. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 51-59
11. Hughes, M. i Bartlett, R. (2015). *What is performance analysis?. In Essentials of performance analysis in sport* (pp. 18-28). Routledge.
12. Hughes, M.D, Cooper, S. i Nevill, A. (2004). Analysis of notation data: Reliability. U M.D.Hughes i I.M. Franks (ur.), *Notational analysis of sport* str. 189-205. New York: Routledge.
13. Kołodziejczyk, M., Chmura, P., Milanović, L., Konefał, M., Chmura, J., Rokita, A. i Andrzejewski, M. (2020). How three consecutive matches with extra time effect on physical performance? A case study at the 2018 football men's World Cup. *Biology of Sport*, 65-70.
14. Lago-Penas, C. i Lago-Ballesteros, J. (2011). Game location and team quality effects on performance profiles in professional soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(3), 465-471.
15. Lago-Penas, C., Lago-Ballesteros, J., Dellal, A. i Gomez, M. (2010). Game-related statistics that discriminated winning, drawing and losing teams. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(2), 288-293.
16. Liu, H., Hopkins, W., Gómez, M. A. i Molinuevo, J. S. (2013). Inter-operator reliability of live football match statistics from OPTA Sportsdata. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13, 803-821.
17. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga–Kineziologija sporta* (Sveučilišni udžbenik). Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Suradnici: S. Šalaj, I. Jukić i C. Gregov.
18. Novoselac, M. (2019). *Analiza grupne faze Svjetskog prvenstva u Rusiji 2018* (Diplomski rad).
19. Redwood-Brown, A., Bussell, C. i Bharaj, H.S. (2012). The impact of different standards of opponents on observed player performance in the English Premier League. *Journal of Human Sport & Exercise*, 7(2), 341-355.
20. Sebeledi, D. (2016). *Analiza parametara situacijske efikasnosti nogometaša i ekipa na svjetskom prvenstvu 2014. godine* (Diplomski rad).
21. Sgrò, F., Aiello, F., Casella, A. i Lipoma, M. (2017). The effects of match-playing aspects and situational variables on achieving score-box possessions in Euro 2012 Football Championship. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(1), 58-72.
22. Shafizadeh, M., Taylor, M. i Lago-Penas, C. (2013). Performance consistency of international soccer teams in EURO 2012: A time series analysis. *Journal of Human Kinetics*, 38, 213-225.

# POVEZANOST KVALITETE ODBOJKAŠKOG SERVISA SA REZULTATOM U TALIJANSKOJ A1 MUŠKOJ ODBOJKAŠKOJ LIGI

Ivan Brajković<sup>1</sup>, Marin Marinović<sup>1,2</sup>, Iva Macan<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku

<sup>2</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagreb

## 1. UVOD

Odbojka je vrlo dinamičan sport kojeg karakteriziraju različita odbijanja lopte (podlaktično i vršno), skokovi (prilikom smečiranja, blokiranja i dizanja), udarci (prilikom smečiranja i serviranja) te visoko intenzivna terenska kretanja koja se ponavljaju tijekom treninga i službenih natjecanja (Thissen-Milder i Mayhew, 1991). Odbojkaški servis (K-0) jedan je od fundamentalnih segmenata moderne odbojke (Monge, 2007) te ga veliki broj autora definira kao prvim napadom (Dávila-Romero, García-Hermoso, i Saavedra, 2012; Drikos, Kountouris, Laios, i Laios, 2009; Tsivika i Papadopoulou, 2008). Castro, Souza i Mesquita (2011) te Drikos i suradnici (2009) utvrdili su značajan utjecaj servisa na konačni rezultat. Dosadašnja istraživanja dominantno su uspoređivala kvalitetu servisa između pobjednika i gubitnika na samo jednom velikom natjecanju koja su kratkog trajanja te je iz tog razloga cilj ovog istraživanja utvrditi razlike između različitih plasmana s obzirom na kvalitetu servisa tijekom deset sezona u najjačoj muškoj talijanskoj odbojkaškoj ligi koja se smatra jednom od najjačih odbojkaških liga svijeta.

## 2. METODE RADA

Uzorak ovog istraživanja sastojao se od 516 utakmica odigranih u muškoj talijanskoj odbojkaškoj ligi (ita. *Lega Pallavolo serie A1*) u razdoblju od 2012/13 do 2021/22 sezone. U navedenom periodu, odigrano je 5 735 setova i 256 879 poena. Ukupno je obrađeno 256 662 servisa. Po pravilima odbojkaške igre, svaki poen mora početi s odbojkaškim servisom, ali u ovom radu nisu uzeti poeni u kojima su dodijeljeni kartoni zbog kojih je protivnička ekipa dobila poen te poeni kod kojih je bila prisutna greška u rotaciji protivničke ekipe. Sve ekipe iz svake sezone grupirane su s obzirom na njihov plasman u prvom dijelu natjecanja. Tijekom pet sezona bilo je više od 12 ekipa koje su se natjecale te su najlošije ekipe izuzete iz ovog istraživanja kako bi se ograničio broj ekipa po sezoni na 12. Talijanska odbojkaška liga A1 odabrana je za analizu jer se smatra jednom od najjačih liga svijeta te su često talijanski klubovi prvaci različitih europskih i svjetskih natjecanja.

### 2.1. UZORAK VARIJABLI

Uzorak varijabli u ovom istraživanju prikazan je u tablici 1. Sve varijable, zajedno s plasmanom svake ekipe u sezoni, preuzete su sa službene stranice talijanskog odbojkaškog saveza. Svaki talijanski klub koji se natječe u najjačoj A1 muškoj odbojkaškoj ligi ima obavezu imati licenciranog statističara koji obrađuje domaće utakmice putem Dana Volley 4 službenog programa te analizu utakmice postavlja na *Videosharing* program. Dana Volley 4 često je korišten za analizu natjecateljskih parametara tijekom odbojkaške utakmice (Đurković, Marelić i Reštar, 2009; Marelić, Reštar i Janković, 2004; Marinović i Ambruš, 2020). Nakon što svaki statističar pošalje svoju analizu, istu pregledava i korigira statističar talijanskog odbojkaškog saveza kako bi korigirao i unificirao svaku utakmicu po istim kriterijima.

Tablica 1. Klasifikacija uspješnosti odbojkaškog servisa

Skraćenica varijable	Opis varijable
SU	Ukupan broj servisa
S#	Poen ostvaren servisom
S=	Greška na servisu
SO	Servis nakon kojeg se nastavila igra
S#/set	Poeni ostvareni servisom po setu

## 2.2. METODE OBRADJE PODATAKA

Za potrebe ovog istraživanja korišten je programski paket *Tibco Statistica Enterprise* (verzija 14.0.1.25). U navedenom programu Shapiro-Wilkovim W testom izračunata je normalnost distribucije svih varijabli. Za deskriptivne parametre svakog pojedinačnog plasmana izračunata je aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), minimalna (MIN) i maksimalna vrijednost (MAX). Rezultati Shapiro-Wilkova W testa te deskriptivni parametri prikazani su u tablicama 2. i 3. Pouzdanost mjerenja izračunata je preko Cronbach alfa koeficijenta unutarne konzistencije te za sve varijable iznosi  $\alpha = 0,92$ . Hi-kvadrat testom utvrđeno je da se plasmani statistički značajno ne razlikuju ( $p=0,37$ ) po broju odigranih setova te su zbog toga međusobno usporedivi. Za utvrđivanje razlike između plasmana korištena je jednosmjerna univarijantna analiza varijance (ANOVA). Post-hoc analizom (Bonferroni test) utvrđeno je koji se plasman razlikuje od kojeg i u kojim varijablama postoje statistički značajne razlike. Razina statističke značajnosti postavljena je na  $p<0,05$ .

## 3. REZULTATI

Tablica 2. Deskriptivni parametri i rezultati Shapiro-Wilkovog W testa za prvih šest mjesta

Varijable	1. mjesto (N=10)		2. mjesto (N=10)		3. mjesto (N=10)		4. mjesto (N=10)		5. mjesto (N=10)		6. mjesto (N=10)	
	AS ± SD (MIN-MAX)	p	AS ± SD (MIN-MAX)	p	AS ± SD (MIN-MAX)	p	AS ± SD (MIN-MAX)	p	AS ± SD (MIN-MAX)	p	AS ± SD (MIN-MAX)	p
SU	1995,8±178,5 (1725-2292)	0,94	2014,0±148,5 (1783-2248)	0,13	2052,9±188,4 (1762-2349)	0,92	2087,3±205,4 (1788-2342)	0,27	2003,1±203,6 (1602-2279)	0,57	2028,7±229,6 (1741-2356)	0,17
S#	152,5±41,6 (107-245)	0,08	151,4±16,9 (128-182)	0,49	137,4±22,0 (105-172)	0,38	133,2±28,8 (107-197)	0,06	123,6±27,3 (82-173)	0,40	122,1±30,8 (77-181)	0,78
S=	360,2±68,2 (269-473)	0,48	363,0±53,5 (281-450)	0,65	348,1±43,1 (290-419)	0,64	392,1±61,1 (319-495)	0,24	361,9±47,9 (306-453)	0,20	356,8±73,0 (26-477)	0,33
SO	1483,1±102,6 (1335-1655)	0,71	1499,6±105,4 (1284-1675)	0,67	1567,4±163,7 (1315-1842)	0,76	1562,0±146,8 (1289-1730)	0,33	1517,6±153,9 (1181-1706)	0,44	1549,8±163,1 (1332-1770)	0,27
S#/set	1,79±0,38 (1,29-2,66)	0,10	1,77±0,21 (1,54-2,24)	0,12	1,57±0,24 (1,24-1,99)	0,52	1,46±0,22 (1,17-1,95)	0,45	1,40±0,23 (0,96-1,73)	0,52	1,34±0,25 (0,95-1,81)	0,67

Tablica 3. Deskriptivni parametri i rezultati Shapiro-Wilkovog W testa za zadnjih šest mjesta

Varijable	7. mjesto (N=10)		8. mjesto (N=10)		9. mjesto (N=10)		10. mjesto (N=10)		11. mjesto (N=10)		12. mjesto (N=10)	
	AS ± SD (MIN-MAX)	p	AS ± SD (MIN-MAX)	p	AS ± SD (MIN-MAX)	p	AS ± SD (MIN-MAX)	p	AS ± SD (MIN-MAX)	p	AS ± SD (MIN-MAX)	p
SU	1978,6±217,5 (1624-2389)	0,90	2007,5±208,8 (1681-2305)	0,76	2000,3±178,5 (1725-2276)	0,93	1943,2±194,7 (1700-2215)	0,33	1929,4±245,2 (1498-2257)	0,63	1873,5±195,4 (1637-2148)	0,12
S#	118,0±23,3 (82-144)	0,18	120,4±34,7 (82-186)	0,23	114,0±24,3 (81-161)	0,40	101,9±36,6 (58-168)	0,37	107,0±34,5 (60-191)	0,05	101,6±23,6 (73-148)	0,45
S=	346,4±61,0 (225-439)	0,85	333,4±66,0 (245-447)	0,29	341,7±43,5 (296-423)	0,17	332,0±50,1 (269-425)	0,59	354,3±67,8 (275-504)	0,22	376,8±63,7 (277-483)	0,70
SO	1514,2±162,4 (1206-1808)	0,95	1553,7±160,4 (1312-1778)	0,66	1544,6±130,5 (1325-1760)	0,91	1509,3±133,4 (1264-1667)	0,60	1468,1±217,4 (1136-1823)	0,70	1395,1±126,5 (1207-1573)	0,61
S#/set	1,33±0,21 (0,95-1,54)	0,06	1,32±0,31 (0,92-1,98)	0,47	1,26±0,19 (1,03-1,58)	0,47	1,13±0,34 (0,71-1,65)	0,16	1,20±0,35 (0,81-2,01)	0,14	1,15±0,16 (0,92-1,49)	0,75

Statistički značajne razlike nisu utvrđene u varijabli ukupan broj servisa ( $p=0,64$ ), ukupan broj grešaka na servisu ( $p=0,59$ ) te ukupan broj servisa nakon kojih se nastavila igra ( $p=0,40$ ). Za varijable S# utvrđena je statistički značajna razlika ( $p=0,00$ ) te se rezultati Post-hoc analize nalaze u tablici 4. Statistički značajne razlike utvrđene su između prvog mjesta s desetim i dvanaestim te drugog s desetim i dvanaestim plasmanom. Prva dva plasmana imala su statistički značajno više osvojenih poena servisom od desetog i dvanaestog plasmana.

**Tablica 4.** Rezultati Bonferroni Post-hoc testa za S#

Bonferroni test; varijabla S#												
Plasman	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
1		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	0,28	0,01	0,05	0,01
2	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	0,84	1,00	0,36	0,02	0,07	0,02
3	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,54	1,00	0,51
4	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7	0,67	0,84	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
9	0,28	0,36	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00
10	0,01	0,02	0,54	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00
11	0,05	0,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00
12	0,01	0,02	0,51	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

Statistički značajne razlike utvrđene su u varijabli poeni ostvareni servisom po setu te su rezultati Post-hoc analize prikazani u tablici 5. Statistički značajne razlike utvrđene su između najbolje plasiranih ekipa s najlošije plasiranim ekipama.

**Tablica 5.** Rezultati Bonferroni Post-hoc testa za S#/set

Bonferroni test; variable S#/set												
Plasman	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
1		1,00	1,00	0,44	0,09	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,00		1,00	0,76	0,16	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
3	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,69	0,03	0,15	0,04
4	0,44	0,76	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,41	1,00	0,60
5	0,09	0,16	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6	0,01	0,03	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7	0,01	0,02	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8	0,01	0,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00
9	0,00	0,00	0,69	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00
10	0,00	0,00	0,03	0,41	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00
11	0,00	0,00	0,15	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00
12	0,00	0,00	0,04	0,60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

#### 4. RASPRAVA

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da postoje statistički značajne razlike u kvaliteti servisa između različito rangiranih ekipa u deset sezona u A1 talijanskoj muškoj odbojkaškoj ligi. Utjecaj servisa na konačni rezultat utakmice utvrdili su i ostali autori (Castro, Souza i Mesquita, 2011; Drikos i sur., 2009). Često se u analizama servisa i njegove povezanosti s konačnim rezultatom utakmice ne uzima broj osvojenih poena servisom po odigranom setu, a upravo je taj natjecateljski parametar u ovom istraživanju imao najveće razlike između različitih plasmana. Analiza utakmica tijekom više sezona omogućuje nekoliko stvari te bi iz tog razloga bilo potrebno longitudinalno pratiti utjecaj i povezanost različitih natjecateljskih parametara na konačni rezultat kako bi se mogao konstruirati pravilan plan i program tehničkog, taktičkog, tehničko-taktičkog i kondicijskog programa. Rezultati ovog istraživanja mogu poslužiti kondicijskim trenerima da svoj plan i program konstruiraju sukladno zahtjevima odbojkaškog servisa na način da svaki igrač ima jak i agresivan servis te na taj način poveća mogućnost ostvarivanja pozitivnog rezultata.

#### 5. ZAKLJUČAK

Odbojkaški servis igra vrlo važnu ulogu u konačnom rezultatu odbojkaške ekipe. Što je servis kvalitetniji, veće su šanse za osvajanjem "laganog" poena kao i otežavanje organizacije protivničkog napada. Usporedbom osvojenog poena servisom po setu su dobivene veće razlike te bi to svakako trebao biti jedan od parametara koji bi se detaljnije trebao analizirati u daljnjim istraživanjima.

#### 6. LITERATURA

1. Castro, J., Souza, A., & Mesquita, I. (2011). Attack efficacy in volleyball: elite male teams. *Perceptual and motor skills*, 113(2), 395–408.
2. Dávila-Romero, C., García-Hermoso, A., & Saavedra, J. M. (2012). Poder discriminatorio de las acciones finales de voleibol en etapas de formación [Discriminatory power of final game actions volleyball in formative stages]. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 12(48), 745–755.
3. Drikos, S., Kountouris, P., Laios, A. i Laios Y. (2009). Correlates of Team Performance in Volleyball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(2), 145-156.
4. Đurković, T., Marelić, N. i Rešetar, T. (2009). Rotation analysis of teams' performances at 2003 youth european volleyball championship. *Kinesiology*, 41(1), 60-66.
5. Katsikadelli, A. (1997). Tactical analysis of the serve in volleyball in relation to the execution distance. *Coach sport SciJ*, 2, 13-16.
6. Marelić, N., Rešetar, T. i Janković, V. (2004). Discriminant analysis of the sets won and the sets lost by one team in a1 italian volleyball league - a case study. *Kinesiology*, 36(1), 75-82.
7. Marinović, M. i Ambruš, P. (2020). Distribucija lopti prvih 8 kola u hrvatskoj ženskoj superligi. U *Milanović, L., Wertheimer, V. i Jukić (Ur.) 18. godišnja međunarodna konferencija KONDICIJSKA PRIPREMA SPORTAŠA*. (pp. 306-311).
8. Monge, M.A. (2007). Construcción de un sistema observacional para el análisis de la acción de juego en voleibol. A Coruna: Universidad de A Coruna. Servicio de Publicaciones.
9. Thissen-Milder, M., & Mayhew, J. L. (1991). Selection and classification of high school volleyball players from performance tests. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 31(3), 380–384.
10. Tsivika, M., & Papadopoulou, S.D. (2008). Evaluation of the technical and tactical offensive elements of the Men's European Volleyball Championship. *Physical Training*, 2, 1–2.

# ANALIZA TEHNIKE SERVISA U TENISU: SUSTAVNI PREGLED LITERATURE OD 2019. DO 2023. GODINE

Zlatan Bilić, Petar Barbaros, Filip Sinković  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Servis se danas smatra jednim od najznačajnijih udaraca kod vrhunskih tenisača (Johnson i sur., 2006; O'Donoghue i Brown, 2008). Istodobno, ujedno je i jedini udarac koji tenisači izvode samostalno uz minimalni utjecaj protivnika u parametrima brzine, rotacije i mjesta odigravanja. Servis je tehnički najzahtjevniji udarac u tenisu koji uključuje kompleksnu koordinaciju ekstremiteta tijela i zglobova u cilju prijenosa sile kroz kinetički lanac (Kovacs i Ellenbecker, 2011; Wagner i sur., 2014). Efikasnu tehniku karakterizira sposobnost igrača da optimalnom brzinom izvodi udarce u različitim specifičnim situacijama, dajući im potrebnu rotaciju, brzinu i smjer odigravanja. Tehnika nije sama po sebi smisao i cilj, nego je najbolje rješenje između više mogućih, s ciljem optimalnog taktičkog rješenja u trenutnoj situaciji (Filipčić, 2002). Tehnika izvođenja servisa i njezina analiza se može razlikovati kod vrhunskih igrača zbog individualnih karakteristika i osobnosti. Također treneri na različite načine analiziraju tehniku servisa, uvijek poštujući osnovne biomehaničke principe u skladu s pravilima teniske igre. Za trenere je najčešći i najlakši način analize teniskog servisa upućivanje na vlastitu viziju (Ahmadi, Rowlands i James, 2010). Razvoj tehnike servisa je proces koji traje i može se konstantno nadograđivati u puno segmenata, kroz sve faze teniske karijere.

Cilj ovog rada je analizirati znanstvene radove u tenisu na temu tehnike servisa kroz vremenski period od 2019. do 2023. godine, odnosno uvidjeti koji su elementi tehnike servisa najviše istraživani u tom periodu. Navedeno će se istražiti pregledom literature i proučavanjem radova u relevantnim bazama podataka sa zadanim predmetom istraživanja.

## 2. METODE RADA

### 2.1. PRETRAŽIVANJE LITERATURE

Sustavni pregled znanstvene literature na temu tehnika servisa u tenisu u razdoblju od 2019. do 2023. godine pretraživan je uz pomoć tri baze podataka, a to su: MEDLINE, EBSCOHost i SCOPUS.

Korištene su ključne riječi: *tennis, technique, skills, performance i serve*.

### 2.2. SELEKCIJSKI KRITERIJI

Prvi selekcijski kriterij je razdoblje u kojem je rad objavljen, a to se odnosi na period od 2019. do 2023. godine. Drugi kriterij je da su analizirani samo radovi na engleskom jeziku. Treći kriterij su ključne riječi koje su navedene. Sustavnim pretraživanjem uključeno je deset radova koji su analizirani i ukratko opisani u ovom preglednom radu. Nisu uvršteni radovi ako nije postojao cjeloviti rad i radovi koji nisu usko povezani s predmetom istraživanja.

## 3. REZULTATI

Tablica 1. prikazuje znanstvene radove u tenisu na temu tehnike servisa kroz vremenski period od 2019. do 2023. godine.

Tablica 1. Sustavni pregled literature - tehnika servisa

Autori	Godina	Cilj studije	Uzorci/varijable	Rezultati	Zaključak
Touzard P., Kulpa R., Bideau B. i sur.	2019	Ciljevi ove studije su utvrditi moguće posljedice „Waiter's serve“-a kod mladih vrhunskih igrača u vezi s učinkom i rizikom od ozljeda te objasniti kinematičke efekte WS-a	N=18; Godine: 13.9±0.7. Svaki igrač je servirao 5 puta u određenu zonu u „deuce stranu“. Igrači su podijeljeni u dvije grupe. Grupa „Waiter's serve“ i grupa „Normal serve“.	Utvrđena je značajna razlika u kutnoj brzini zgloba šake između dvije grupe. Postoji trend da „WS“ igrači imaju veću incidenciju ozljeda gornjih ekstremiteta i više ozljeda lakta.	Waiter's servis se često koristi kod mladih tenisača i može dovesti do ozljeda gornjih ekstremiteta. Treneri bi trebali staviti fokus na pravilnu ekstenziju lakta i pokreta ramenog pojasa.
Tubez F., Schwartz C., Croisier J. i sur.	2019	Ciljevi ove studije su: Analizirati kinematičke karakteristike kontakta reketa i loptice kod odraslih tenisača. Usporediti karakteristike odraslih igrača u navedenoj varijabli s drugim igračima na visokoj razini.	N= 8 odraslih, 8 tinejdžera, 8 djece. 3D pokretni sustav je analizirao kinematičke parametre. Svaki tenisač je napravio 15 servisa (5 ispravnih je uzeto za analizu)	Kontakt loptice i reketa se kod djece događa ranije u odnosu na odrasle i tinejdžere. Djeca imaju manju rotaciju torza i veću ekstenziju ramena.	Ova studija pokazuje slabije performanse izvedbe servisa kod djece u usporedbi s odraslima, što može dovesti do povreda mišićnih struktura tijela.
Shafizedah M., Bonner S., Barnes A. i sur.	2020	Cilj ove studije je utvrditi učinke na postavljene zadatke u otežanim uvjetima na pokrete donjeg i gornjeg dijela tijela i pronaći povezanost između tijela i ubrzanja ruke kao promatrane varijable kod različitih vrsta servisa.	N=10; Godine: 34.4 ± 7.46. Svaki igrač je servirao 60 puta u 2 različita uvjeta: na protivnika i bez prisutnosti protivnika preko puta mreže. Analizirana je faza pripreme servisa (backward swing) i faza udarca (forward swing)	Faza opterećenja tijela je znatno niža kod top spin servisa od ostalih vrsta servisa. Ubrzanje ruke prilikom servisa i ukupno opterećenje (proizvedena energija) je snažno povezana bez obzira na vrstu servisa.	Ova studija podržava dizajn programiranja treninga različitih vrsta servisa u specifičnim uvjetima natjecanja.
Izzo R., Raiola G., Cejudo A. i sur.	2020	Cilj ove studije je utvrditi utjecaj tehničke izvedbe pojedinih elemenata servisa na uspješnost servisa koristeći najnovije tehnologije praćenja poput IMU senzora, video analize i subjektivne procjene licenciranih trenera.	N=5; Utjecaj bacanja loptice, maksimalne fleksije u zglobu lakta, rotacije ramena, kontakta loptice, sile udarca i rotacije u zglobu šake na uspješnost izvedbe servisa.	IMU senzori postavljeni na zapešću zgloba šake daju preciznije podatke o utjecaju tehničke izvedbe na efikasnost servisa u odnosu na senzore postavljene na prsima i dršci reketa.	Ova studija dodatno je naglasila važnost upotrebe novih tehnoloških pomagala u svrhu poboljšanja tehničke izvedbe kod tenisača. Također, studija je pokazala kako su za uspješnost izvedbe servisa važne sve navedene varijable.
Sitompul S.	2020	Cilj ove studije je razvoj novog modernog modela poučavanja tehnike izvođenja servisa.	N=38; Usporedba dva modela učenja servisa kod studenata: Stari i novi model	Efikasnost starog modela učenja je 66%, a novog modela 96%.	Novi multifunkcionalni model učenja može unaprijediti tehniku servisa i njegovu izvedbu.
Hornestam J., Souza T., Magalhaes F. i sur.	2021	Cilj ove studije je utvrditi efekte fleksije koljenog zgloba u pripreмноj fazi servisa na njegove učinke upotrebom prenosivih senzora.	N=32 juniorska igrača. Na osnovu 5 ravnih servisa analizirana su: fleksija koljena u pripreмноj fazi, ekstenzija koljena nakon pripreмноg dijela, brzina reketa prije udarca i tijekom udarca.	Brzina reketa prije udarca i ekstenzija koljenog zgloba je značajno veća kod grupe s većom fleksijom koljena. Nema razlike u visini kontakta reketa i loptice	Ova studija potvrđuje značajnost veće fleksije koljenog zgloba prilikom pripreმne faze servisa. Navedeno može utjecati na brzinu reketa u trenutku kontakta s lopticom.



Fetisova Y., Zois J., Spittle M. i sur.	2021	Cilj ove studije je ispitati modele poučavanja teniskih trenera eksperata i početnika, te prepoznati ključne razlike u karakteristikama između tih razina analizirajući tehniku servisa.	N=8 trenera (4 ekspertna i 4 početnika). Metode prikupljanja podataka: intervjui, „think-aloud protocol“ i „The Grounded Theory Approach“.	Dobiveni rezultati se sastoje od 7 komponenti bitnih za tehniku servisa po shvaćanju trenera. Značajna razlika je otkrivena u komponentama: slijed rezoniranja, koncept i ključne točke fleksije tijela.	Glavne karakteristike stručnosti trenerskog posla nije jedino tehničko znanje, već percepcija tehnike kao cijelog pokreta i sposobnost razumijevanja povezanosti između svih tehničkih elemenata.
Fett J., Oberschelp N., Vuong J. i sur.	2021	Cilj studije je usporediti kinematičke parametre tijela i loptice tijekom ravnog servisa na „deuce“ i „advantage“ stranu.	N=14 vrhunskih juniorskih tenisača. Godine: $14.6 \pm 1.8$ . Svaki tenisač je servirao 8 ravnih servisa u obje strane.	Brzina servisa je slična na obje strane. Značajne razlike su u kinematičkim parametrima (kut prednje noge u odnosu na osnovnu liniju, razmak između nogu, rotacija gornjeg dijela torza prije kontakta)	Promjena strane na kojoj se servira utječe na neke promatrane kinematičke parametre tijekom izvođenja servisa.
Liu Y., Li J. i sur.	2021	Cilj ove studije je utvrditi utjecaj pozadinske smetnje na uspješnost izvedbe servisa.	N=15; Utjecaj pozadinske smetnje na snagu, brzinu i preciznost servisa.	Rezultati su pokazali kako pozadinska smetnja ne utječe značajno na izvedbu samog servisa, odnosno na snagu, brzinu i preciznost izvedbe.	Ova studija dovela je do zanimljivih saznanja kako pozadinska smetnja statistički značajno ne utječe na tehničku izvedbu servisa, odnosno ne umanjuje njegovu uspješnost.
Fadier M., Touzard P., Lecomte C. i sur.	2022	Cilj ove studije je utvrditi hoće li smanjivanje udaljenosti i visine mreže prilikom serviranja utjecati na biomehaniku pokreta i izvedbu servisa kod mladih srednje naprednih tenisača.	N=10; Godine: $(10.2 \pm 1.4)$ . Svaki tenisač je servirao po jedan servis s „red“, „orange“ i „green“ levela terena. Ukupno tri udaljenosti od mreže (6.40m, 9m i 11.89m), s dvije različite visine mreže (0.80m, 0.91).	Značajna razlika je utvrđena u brzini loptice, maksimalnoj fleksiji koljena, maksimalnoj brzini ekstenzije koljena i fleksiji trupa kada su igrači servirali s „red“ levela u usporedbi s „green“ levelom.	Smanjivanjem udaljenost i visine mreže može biti efektivna strategija za treniranje povećanja brzine servisa, snage potiska nogu i u pojedinim analiziranim kinematičkim parametrima.

#### 4. RASPRAVA

U navedenim radovima doneseni su zaključci i nove spoznaje u vezi tehnike servisa u promatranom razdoblju od 2019. do 2023. godine. Iako su radovi imali različite ciljeve i metodologiju istraživanja pro-nađene su određene sličnosti. U svim radovima naglašena je važnost servisa u cjelokupnoj igri tenisača i potreba da se tehnički nadograđuje kroz sve faze karijere i na svim razinama uspješnosti. Istraživanja su provedena na uzorcima tenisača raznih dobnih kategorija (djece, mladih i odraslih). Kod osam istraživanja (Touzard i sur., 2019; Hornestam i sur., 2021; Tubež i sur., 2019; Fett i sur., 2021; Shafizedah i sur., 2020; Sitompul, 2020; Liu i Li., 2021; Izzo i sur., 2020) ispitivanja su provedena na mladim i odraslim tenisačima. Kod dva rada autora (Tubež i sur., 2019; Fadier i sur., 2022) uzorak ispitanika su bila djeca (do 12 godina). Fetisova i sur. (2021) su u svom radu za uzorak imali osam teniskih trenera koji su diskutirali o do-bivenim rezultatima u području tehničke izvedbe servisa. Oni su analizirali kvantitativnim i kvalitativnim metodama tehničke segmente servisa, te ustanovili bitne razlike prikazane u Tablici 1. u shvaćanju tehnike izvedbe servisa između trenera početnika i eksperata. U većini promatranih radova, autori su servis opisali kao najbitniji udarac u tenisu koji je podložan konstantnom unaprjeđivanju u tehničkim segmentima. U istraživanju autora (Sitompul, 2020) angažirani teniski treneri uspoređivali su stari i novi model učenja tehnike izvođenja servisa i utvrdili da novi model ima bolju efikasnost u cilju poboljšavanja tehničke

izvedbe servisa. Analizom obuhvaćenih radova može se zamijetiti da se tehnički segmenti servisa najviše istražuju kroz kinematičke i kinetičke parametre uz upotrebu prijenosnih senzora, kamera i ostalih uređaja. Tako su u radovima autora (Touzard i sur., 2019; Shafizedah i sur., 2020; Horneštam i sur., 2021; Tubez i sur., 2019; Fett i sur., 2021; Izzo i sur., 2020; Liu i Li., 2021; Fadier i sur., 2022) za potrebe istraživanja korišteni prijenosni senzori koji su analizirali kinetičke i kinematičke parametre bitne za servis, na osnovu kojih je moguće donositi zaključke o kvaliteti tehničke izvedbe. Uspoređivane su kutne brzine između zglobova, fleksija i ekstenzija promatranih mišićnih struktura i ostali objektivni pokazatelji. Na osnovu specifičnih prijenosnih senzora moguće je na objektivnan način prezentirati rezultate izvedbe te navedeno koristiti u svrhu razvoja tehničke izvedbe servisa.

## 5. ZAKLJUČAK

Ovim sustavnim pregledom literature dobivene su informacije i rezultati koji ukazuju na važnost pravilne tehničke izvedbe servisa. Analizom su obuhvaćeni radovi koji u najvećoj mjeri objašnjavaju i analiziraju servis kroz njegove tehničke komponente. Znanstvenim i praktičnim istraživanjima se sve više produbljuju spoznaje koje bolje pojašnjavaju tehniku izvođenja servisa, a neke od spoznaja se i mijenjaju. Iz navedenog razloga treneri i tenisači trebaju stalno usavršavati svoje znanje o navedenoj temi. U ovom preglednom radu prikazani su radovi koji mogu doprinijeti tenisaču i njegovom timu u domeni tehnike izvođenja servisa.

## 6. LITERATURA

1. Ahmadi, A., Rowlands, D.D., i James, D.A. (2010). Development of inertial and novel marker-based techniques and analysis for upper arm rotational velocity measurements in tennis. *Sports Engineering*, 12(1), 179-188.
2. Fadier, M., Touzard, P., Lecomte, C., Bideau, B., Cantin, N., i Martin, C. (2022). Do serve distance and net height modify serve biomechanics in young tennis players? *International Journal of Sports Science and Coaching*, 1(1), 1-10.
3. Fetisova, Y., Zois, J., Spittle, M., i Dawson, A. (2021). Coaches' internal model of the tennis serve technique: Knowing or understanding? *International Journal of Sports Science and Coaching*, 16(3), 568-584.
4. Fett, J., Oberschelp, N., Vuong, J. L., Wiewelhoeve, T., i Ferrauti, A. (2021). Kinematic characteristics of the tennis serve from the ad and deuce court service positions in elite junior players. *PLoS one*, 16(7), 52-65.
5. Filipčić, A., Dežman, B., Kugovnik, O., Primc, M., i Lorencon, R. (2002). *Tenis: treniranje. Ljubljana: Fakulteta za šport*.
6. Horneštam, J.F., Souza, T.R., Magalhães, F.A., Begon, M., Santos, T.R.T. i Fonseca, S.T. (2021). The Effects of Knee Flexion on Tennis Serve Performance of Intermediate Level Tennis Players. *Sensors*, 21(16), 52-54.
7. Izzo, R., Raiola, G., Cejudo, A., Scaringella, G., Cruciani, A. i Varde'i, C.H. (2020). Comparative analysis between subjective and instrumental quality assessment through advanced technology: a pilot study on tennis serve. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(1), 1-10.
8. Johnson, C.D., McHugh, M.P., Wood, T., i Kibler, B. (2006). Performance demands of professional male tennis players. *British journal of sports medicine*, 40(8), 696-699.
9. Kovacs, M., i Ellenbecker, T. (2011). An 8-stage model for evaluating the tennis serve: implications for performance enhancement and injury prevention. *Sports health*, 3(6), 504-513.
10. Liu, Y. i Li, J. (2021). Experimental Study on the Effect of Background Interference on Tennis Players' Serving Performance. *Journal of Sport Psychology*, 30(2), 280-291.
11. O'Donoghue, G.P. i Brown, E. (2008). The importance of service in Grand Slam singles tennis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 8(3), 70-78.
12. Shafizadeh, M., Bonner, S., Barnes, A. i Fraser, J. (2020). Effects of task and environmental constraints on axial kinematic synergies during the tennis service in expert players. *European Journal of Sport Science*, 20(9), 1178-1186.
13. Sitompul, S.R. (2020). Development of tennis serve learning models based on multiple training. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(6), 11-15.
14. Touzard, P., Kulpa, R., Bideau, B., Montalvan, B. i Martin, C. (2019). Biomechanical analysis of the "waiter's serve" on upper limb loads in young elite tennis players. *European journal of sport science*, 19(6), 765-773.

15. Tubez, F., Schwartz, C., Croisier, J. L., Bröls, O., Denoël, V., Paulus, J. i Forthomme, B. (2019). Evolution of the trophy position along the tennis serve player's development. *Sports Biomechanics*, 20(4), 431–443.
16. Wagner, H., Pfusterschmied, J., Tilp, M., Landlinger, J., von Duvillard, S.P. i Müller, E. (2014). Upper-body kinematics in team-handball throw, tennis serve, and volleyball spike. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 24(2), 345-354.

# PROCJENA FIZIOLOŠKOG OPTEREĆENJA U RAZLIČITIM ORGANIZACIJSKIM POSTAVAMA VJEŽBANJA

Biljana Trajkovski

Učiteljski fakultet, Sveučilište u Rijeci

## 1. UVOD, PROBLEM I CILJ RADA

Tjelesna i zdravstvena kultura odgojni je predmet putem kojeg se zadovoljavaju osnovne potrebe učenika za kretanjem iz čega možemo zaključiti da je to „najzdraviji“ predmet tijekom cijelog školovanja i trebamo brinuti da se kontinuirano, dostatno i redovito provodi. Tjelesnom i zdravstvenom kulturom utječe se na skladan rast i razvoj djeteta, ali i na usadivanje trajnih navika bavljenja tjelesnom aktivnošću. Organiziranom tjelesnom aktivnošću u mogućnosti smo pravilno djelovati na kinantropološka obilježja te razvijati i otkrivati djetetove potencijale. Da bi se ostvarile željene promjene, potrebno je postizati adekvatno opterećenje učenika tijekom rada. Učitelj uvelike utječe na fiziološko opterećenje učenika jer ima glavnu ulogu u pripremi i provedbi sata. Aktivnosti koje se koriste da bi izazvale razvoj i promjene kinantropoloških značajki organizma moraju sadržavati određenu jačinu i učestalost da dosegnu razinu podražajnosti organizma. Postizanje optimalnog opterećenja osobito je važno za transformaciju kinantropoloških osobina učenika i povoljno odvijanje adaptacijskih procesa. Također, motivacija djece je veoma važna kako bi se kroz sudjelovanje u raznim motoričkim aktivnostima omogućio kvalitetan i optimalan razvoj svih osobina i sposobnosti (Marić i sur., 2013).

Tijekom nastave tjelesne i zdravstvene kulture kod učenika, pored ostalog, dolazi do brojnih funkcionalnih promjena u njihovu organizmu. One se iskazuju u intenzivnom radu srčano žilnog i dišnog sustava te u pojačanoj izmjeni tvari (Findak, 1999). U svojoj definiciji opterećenje se odnosi na osobit odgovor organizma na raznovrsne podražaje. Isto tako, želi se naglasiti kako na ista opterećenja učenici mogu različito reagirati, a time se i vremenski individualno prilagoditi vrlo različito (Neljak i Vidranski, 2020). Koliko će biti fiziološko opterećenje na pojedinom satu uvelike ovisi o unaprijed postavljenom cilju i zadaćama, metodama i oblicima rada te brojnim unutarnjim i vanjskim čimbenicima od kojih se neki odnose na specifičnosti učenika (konstrukcija, dob i spol), materijalna sredstva i pomagala, karakter određene vježbe, sastav okoline i slično (Pejčić i Trajkovski, 2018).

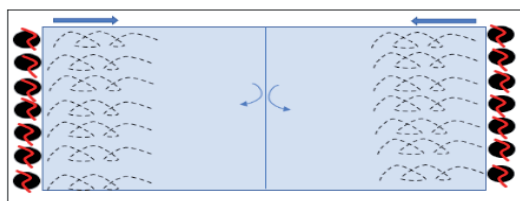
Počeci organizacijskih postava tjelesnog vježbanja datiraju još iz davnog 19. stoljeća. Tada se po prvi puta počeo koristiti pojam frontalni način vježbanja, kao i pojmovi poput paralelnog i izmjeničnog načina vježbanja, no njihova izvorna namjena promijenila je svoj smisao te je uvelike u današnjici napredovala (Neljak i Vidranski, 2020). Potrebno je poznavati sve metodičke organizacijske oblike rada jer niti jedan od njih ne nudi jedinstveno rješenje za raznovrsne probleme koji se javljaju tijekom procesa tjelesnog vježbanja (Findak, 1992). Onaj metodički organizacijski oblik rada koji je svrsishodno odabran doprinosi poboljšanju i pojačanju rada, a time pridonosi i humanizaciji nastave tjelesne i zdravstvene kulture (Prskalo i Babin, 2009).

Sve se organizacijske postavbe tjelesnog vježbanja mogu podijeliti u dvije glavne skupine, jednostavne: postava pojedinačno, postava dvojke, postava trojke, postava četvorke i paralelna postava i složene: paralelno-izmjenična, sukcesivno-izmjenična, izmjenična, stanična, stazna, kružna i poligonska (Neljak, 2010). Jednostavni oblici trebali bi prema Findaku (1999) prethoditi složenim oblicima jer jednostavniji oblici stvaraju uvjete za prelazak na one složenije. Time se ostvaruju i didaktička načela postupnosti, polazeći od jednostavnijih k složenijim organizacijskim oblicima rada imajući na umu pripremljenost učenika i njihovu uvježbanost. Dakako da prelazak na zahtjevnije organizacijske oblike od učitelja iziskuje i svojevrsnu pripremu u vidu interpretiranja istih shodno potrebama i karakteristikama učenika (Prskalo i Babin, 2009).

Cilj ovog rada bio je procijeniti prosječno fiziološko opterećenje učenika postignuto u organizacijskim postavama vježbanja (pojedinačna postava, postava dvojke, trojke i četvorke, paralelna postava, sukcesivno-izmjenična, paralelno-izmjenična, poligonska i kružna) u radu s učenicima mlađe školske dobi primjenom različitih sadržaja u glavnom „A“ dijelu sata.

## 2. PRIKAZ REZULTATA U RAZLIČITIM ORGANIZACIJSKIM POSTAVAMA VJEŽBANJA

Na uzorku od 14 (7M i 7Ž) učenika četvrtog razreda Osnovne škole Zvonka Cara Crikvenica za vrijeme nastave Tjelesne i zdravstvene kulture mjerilo se je fiziološko opterećenje nakon kineziološke aktivnosti u dvadeset: *Sunožni naskok na odskočnu dasku i saskok pruženo, Bacanje medicinke od 1kg suručno iz različitih položaja, Preskakivanje kratke vijače u kretanju, Bečki valcer, Engleski valcer, Brzo trčanje na 50 metara iz poluvisokog starta, Povezivanje koluta naprijed i natrag na različite načine, Galop naprijed i strance, Ciklična kretanja različitim tempom do 4 minute, Ubacivanje lopte u koš odozgora nakon vođenja - košarkaški dvokorak, Vaga zanoženjem na tlu, Gađanje lopticom u pokretni cilj s udaljenosti do 5 m, Bacanje vorteksa, Vođenje lopte sredinom hrpta stopala, Plesni koraci aerobike, Iz upora prednjega na niskoj pritki odnjihom saskok, Bacanje loptice jednom rukom u zid na označeno mjesto s udaljenosti 3 m, Vođenje lopte s promjenom smjera kretanja, Hodanje u uporu za rukama (četveronoške) na tlu, Stoj na rukama uz vertikalnu plohu kinezioloških sadržaja koji su postavljeni u pojedinačnoj postavi.*



**Primjer 1.** Preskakivanje kratke vijače u kretanju

Ukupno fiziološko opterećenje svih kinezioloških aktivnosti iznosilo je nakon provedene aktivnosti 158,13 otkucaja srca u minuti. Najmanje fiziološko opterećenje (122) postignuto je u aktivnosti *Vaga zanoženjem na tlu*, dok je najveće (184 i 186) postignuto u *Plesnim koracima aerobike* i *Vođenje lopte s promjenom smjera kretanja* (Stilin, 2022). Dobiveni rezultati su bili za očekivati te bi iz ovih rezultata učitelj mogao zaključiti da je element *Vagu zanoženjem na tlu* bolje izvoditi npr. u izmjeničnoj postavi vježbanja gdje bi polovica razreda izvodila upravo taj zadatak, dok bi druga polovica razreda izvodila npr. *Preskakivanje vijače u kretanju*.

Na uzorku od 10 (4Ž i 6M) učenika trećeg razreda Osnovne škole „Vladimir Nazor“ Vrsar, za vrijeme nastave Tjelesne i zdravstvene kulture mjerilo se je fiziološko opterećenje nakon kineziološke aktivnosti u sedam: *Dječji poskoci, Dodavanje i hvatanje lopte u mjestu, Brzo trčanje do 40 m iz visokog starta, Preskakivanje duge vijače, Vođenje lopte donjom stranom stopala, Kretanje parova, dvojki i četvorki uz glazbu u različitim smjerovima, Dodavanje lopte u kretanju kinezioloških sadržaja koji su organizirani u postavama dvojke, trojke i četvorke* što je činilo ukupno dvadeset i jednu aktivnost. Ukupno fiziološko opterećenje svih kinezioloških aktivnosti iznosilo je u tijeku aktivnosti: u postavi dvojke 149,67, u postavi trojke 151, te u postavi četvorke 151,3 otkucaja srca u minuti (Sabatti, 2022) te se može zaključiti da su učenici tijekom rada postizali srednje opterećenje čime možemo biti zadovoljni.

Na uzorku od 10 (7M i 3Ž) učenika 3. razreda Osnovne škole Centar Pula mjerilo se je fiziološko opterećenje nakon izvođenja dvadeset: *Skok u vis, Skok udalj iz zaleta, Udarac na vrata unutarnjom stranom stopala, Dodavanje lopte u kretanju, Vođenje lopte rolanjem donjom stranom stopala, Košarkaški dvokorak, Osnovno dodavanje i hvatanje lopte s dvije ruke u mjestu (K), Vođenje lopte desnom i lijevom rukom u pravocrtnom kretanju (K), Dodavanje i hvatanje lopte u kretanju (R), Ritmično povezivanje jednonožnih i sunožnih skokova, Premet strance, Kolut naprijed s mjesta preko niske prepreke (medicinka), Kolut natrag, Bacanje medicinke od 1 kg objema rukama suvanjem, Bacanje loptice udalj iz zaleta, Preskakivanje vijače u kretanju, Hodanja i trčanja uz glazbenu pratnju, Ritmično pretrčavanje prepreka do 30 cm visine, Brzo trčanje do 40 m iz visokog starta, Ciklična kretanja različitim tempom do 3 minute* različitih kinezioloških sadržaja u paralelnoj postavi vježbanja.

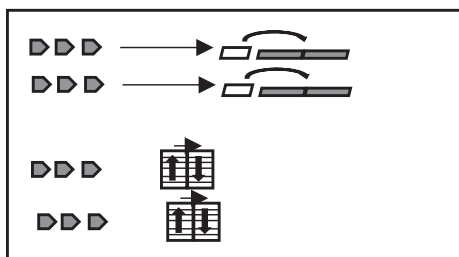


**Primjer 2.** Ritmično pretrčavanje prepreka do 30 cm visine

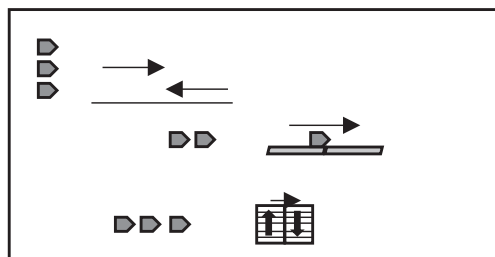
Ukupna prosječna frekvencija srca svih motoričkih zadataka iznosio je 143,52 otkucaja srca u minuti. Prema rezultatima, vidljivo je da su učenici postizali veće fiziološko opterećenje pri provedbi dinamičnijih aktivnosti (Grgić, 2022).

Na uzorku od 8 (3M i 5Ž) učenika četvrtog razreda Osnovne škole „Dr. Josip Pančić“ u Bribiru, mjerilo se je fiziološko opterećenje uređajem „Polar“ koje je bilo provedeno na 43 kineziološka sadržaja koji su bili organizirani kroz 20 školskih sati, odnosno u „A“ dijelu glavnog dijela sata provodile su se pod dvije ili tri aktivnosti (npr. 1 sat: *Brzo trčanje do 30m iz poluvisokog starta, Vođenje lopte s promjenom smjera kretanja, Trokorak*) u sukcesivno-izmjeničnoj postavi. Ukupna prosječna frekvencija srca svih motoričkih zadataka iznosio je 170,25 otkucaja srca u minuti. Najveća frekvencija srca (176,37) postignut je na petnaestom satu gdje su se provodili slijedeći sadržaji: *Dodavanje i hvatanje lopte u mjestu, Bacanje loptice u dalj iz zaleta*. Najmanja frekvencija srca (141,87) postignut je na dvadesetom satu gdje su provodeni slijedeći sadržaji: *Hodanje u usponu po niskoj gredi i Premet strance*. (Silajđić, 2022) što je bilo i za očekivati s obzirom na prirodu motoričkog zadatka. Dobiveni rezultati ukazuju da se je u sukcesivno-izmjeničnoj postavi postizao srednje visoki intenzitet čime možemo biti zadovoljni.

Na uzorku od 13 (8M i 5Ž) učenika četvrtog razreda Osnovne škole Izidora Poljaka Višnjica, Lepoglava mjerilo se je fiziološko opterećenje nakon izvođenja kinezioloških aktivnosti dvanaest sati glavnog „A“ dijela sata postavljenih u paralelno-izmjeničnoj postavi gdje je ukupno postavljeno 24 motoričkih zadataka (po 2 aktivnosti na jednom satu) i dvanaest sati glavnog „A“ dijela sata postavljenih u izmjeničnoj postavi vježbanja gdje je ukupno postavljeno 36 motoričkih zadataka (po 3 aktivnosti na jednom satu). Ukupna prosječna frekvencija srca u paralelno-izmjeničnoj postavi iznosio je 145 otkucaja u minuti i ukupna prosječna frekvencija srca u izmjeničnoj postavi iznosio je 153 otkucaja u minuti (Jug, 2022) iz čega se može zaključiti da se je veća frekvencija srca postizao u izmjeničnoj postavi vježbanja što su i drugi autori utvrdili (Marić i suradnici, 2013).

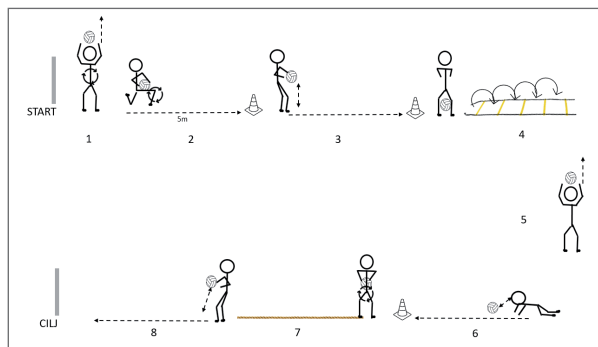


**Primjer 3.** Sunožni naskok na odskočnu dasku i skok pruženo, Penjanje na okomite ljestve i silaženje

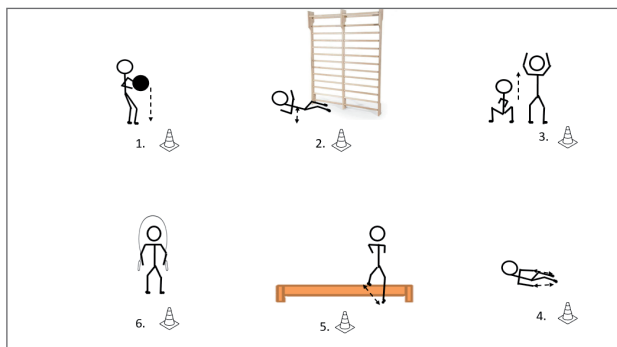


**Primjer 4.** Galop strance, Kolut naprijed na povišenju, Penjanje po okomitim ljestvama

Na uzorku od 22 (10M i 12Ž) učenika trećeg razreda Osnovne škole „Sveti Matej“, Viškovo mjerilo se je fiziološko opterećenje nakon izvođenja kinezioloških aktivnosti postavljenih u 10 različitih poligonskih postava: *Atletski poligon, Poligon biotičkih motoričkih znanja, Poligon agilnosti, Propriocepcijski poligon, Manipulativni poligon s loptom, Koordinacijski poligon, Košarkaški poligon, Nogometni poligon, Poligon u paru, Poligon u paru s loptom*, i 10 različitih kružnih postava. Ukupna prosječna frekvencija srca u poligonskoj postavi vježbanja iznosio je 146,6 otkucaja u minuti i ukupna prosječna frekvencija srca u kružnoj postavi vježbanja iznosio je 146,2 otkucaja u minuti (Skorić Iskra, 2022), što ukazuje na postizanje srednjeg fiziološkog opterećenja u obje postavbe vježbanja.



**Primjer 5.** Manipulativni poligon s loptom



**Primjer 6.** Kružna postava

U tablici 1. prikazane su prosječna srčana frekvencija u svim navedenim postavama vježbanja.

**Tablica 1.** Fiziološko opterećenje u različitim organizacijskim postavama vježbanja

ORGANIZACIJSKA POSTAVA VJEŽBANJA	FREKVENCIJA SRCA U AKTIVNOSTI
POJEDINAČNA	158
POSTAVA DVOJKE	149
POSTAVA TROJKE	151
POSTAVA ČETVORKE	151
PARALELNA POSTAVA	143
SUKCESIVNO-IZMJENIČNA POSTAVA	170
PARALELNO-IZMJENIČNA POSTAVA	145
IZMJENIČNA POSTAVA	153
POLIGONSKA POSTAVA	147
KRUŽNA POSTAVA	146

Dobiveni rezultati različitih istraživanja ukazuju da se je postiglo najveće fiziološko opterećenje u sukcesivno-izmjeničnoj postavi vježbanja, a najmanje u paralelnoj postavi vježbanja. Zanimljivo je uočiti veće vrijednosti frekvencije srca u pojedinačnoj postavi vježbanja (frontalni oblik rada) već u poligonskoj postavi vježbanja. Ovako dobiveni rezultati ukazuju da se primjerenim postavama vježbanja za određene motoričke zadatke vrlo dobro može postizati više nego zadovoljavajuće opterećenje. Iako ove rezultate trebamo uzimati s mjerom opreza jer nije istraživani isti uzorak ispitanika, kao što nisu bili isti mjerioci, ipak su obećavajući jer vrijednosti govore da ukoliko dobro planiramo, osmišljavamo, dobro organiziramo i motiviramo učenike za rad, postizati ćemo zadovoljavajuće opterećenje učenika na satu Tjelesne i zdravstvene kulture i moći ćemo utjecati na poboljšanje njihovih kinantropoloških obilježja.

### 3. ZAKLJUČAK

Dobiveni rezultati ukazuju na postizanje dobre intenzifikacija procesa tjelesnog vježbanja. Primjenom zanimljivih, primjerenih i dobro organiziranih kinezioloških aktivnosti može se utjecati na povećanje motivacije kod učenika te izbjeći predugo čekanje u redu. Važno je da učitelj brine o adekvatnom izboru organizacijskih postava vježbanja te o uspješnoj realizaciji istih, kako ne bi došlo do nepotrebnog gubljenja vremena koje bi učenici zapravo trebali provesti vježbajući. Isto tako, ističe se važnost praćenja fiziološkog opterećenja tijekom sata čijim uvidom učenici mogu dozirati svoj intenzitet vježbanja na primjeren način i time utjecati na razvoj dobrog fitnesa i na prevenciju pretilosti.

#### 4. LITERATURA

1. Findak, V. (1992). *Metodički organizacijski oblici rada u edukaciju, sportu i sportskoj rekreaciji*. Zagreb: Hrvatski savez za sportsku rekreaciju „Mentorex“ d.o.o.
2. Findak, V. (1999). *Metodika tjelesne i zdravstvene kulture*. Zagreb: Školska knjiga.
3. Grgić, I. (2022). Organizacija kinezioloških aktivnosti i njihov utjecaj na fiziološko opterećenje u paralelnoj postavi vježbanja. Učiteljski fakultet Sveučilišta u Rijeci (diplomski rad).
4. Jug, P. (2022). Organizacija kinezioloških aktivnosti i njihov utjecaj na fiziološko opterećenje u paralelno-izmjeničnoj i izmjeničnoj postavi vježbanja. Učiteljski fakultet Sveučilišta u Rijeci (diplomski rad).
5. Marić, Ž., Trajkovski B. i Tomac, Z. (2013). *Fiziološko opterećenje djece predškolske dobi u različitim metodičko organizacijskim oblicima rada*. 22. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske: „Organizacijski oblici rada u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije“ (str. 241-246) Zagreb: Hrvatski kineziološki savez.
6. Neljak, B. (2010). *Opća kineziološka metodika*. Zagreb: Kineziološki fakultet, Sveučilišta u Zagrebu.
7. Neljak, B. i Vidranski, T. (2020). *Tjelesna i zdravstvena kultura u razrednoj nastavi*. Osijek: Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti.
8. Pejčić, A. i Trajkovski, B. (2018). *Što i kako vježbati s djecom u vrtiću i školi*. Rijeka: Učiteljski fakultet u Rijeci.
9. Prskalo, I. i Babin, J. (2009) Metodički organizacijski oblici rada u području edukacije. U: Neljak, B. (ur.) Zbornik radova 18. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske - *Metodički organizacijski oblici rada u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije*.
10. Sabatti, A. (2022). *Organizacija kinezioloških aktivnosti i njihov utjecaj na fiziološko opterećenje u postavama dvojke, trojke i četvorke*. Učiteljski fakultet Sveučilišta u Rijeci (diplomski rad).
11. Silajčić, D. (2022). *Organizacija kinezioloških aktivnosti i njihov utjecaj na fiziološko opterećenje u sukcesivno-izmjeničnoj postavi vježbanja*. Učiteljski fakultet Sveučilišta u Rijeci (diplomski rad).
12. Skorić Iskra, J. (2022). *Organizacija kinezioloških aktivnosti i njihov utjecaj na fiziološko opterećenje u poligonskoj i kružnoj postavi vježbanja*. Učiteljski fakultet Sveučilišta u Rijeci (diplomski rad).
13. Stilin, L. (2022). *Organizacija kinezioloških aktivnosti i njihov utjecaj na fiziološko opterećenje u pojedinačnoj postavi vježbanja*. Učiteljski fakultet Sveučilišta u Rijeci (diplomski rad).



# **POVEZANOST POKAZATELJA SITUACIJSKE UČINKOVITOSTI I KONAČNOG REZULTATA NA UTAKMICAMA GRUPNE FAZE SVJETSKOG PRVENSTVA 2022. GODINE U NOGOMETU**

**Blago Čepo**

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku*

## **1. UVOD**

Nogomet je sportska igra u kojoj se nadmeću dvije protivničke ekipe od 11 igrača kojih je 1 vratar, sa stajališta kineziologije pripada grupi polistrukturalnih acikličnih sportova, a obilježava ga varijabilitet funkcionalno-motoričkih radnji (Bašić, 2016). „Poznavanje strukture igre znači razumijevanje svih faza i podfaza tijekom igre i pozicija pojedinih igrača, što nam pomaže da prepoznamo određene situacije u igri. Kod prijelaza iz jedne faze u drugu osnovno je da igrači razumiju i ostvaruju poslove u igri koristeći odgovarajuće tehničko - taktičke programe.“ (Barišić, 2007). Budući da nogomet sadrži jako velik broj tehničkih i taktičkih elemenata kojima se realiziraju određene situacije u fazi obrane i fazi napada, potrebna je visoka razina nogometne inteligencije (Lacmanović, 2017). Ajman (2021) ističe da uz pomoć metoda praćenja i vrednovanja taktike treneri mogu brzo, efikasno ispravljati tehničko-taktičke pogreške igrača i utjecati na razvoj tehničko-taktičke pripreme, što posljedično dovodi do ostvarenja boljih rezultata. Sve više istraživanja usmjereno je na analizu prediktora pokazatelja situacijske učinkovitosti na konačni rezultat utakmice (Grund, 2012; Pollard i Reep, 2017; Tenga i sur., 2010; Wright i sur., 2011).

Cilj ovog rada je utvrditi koje prediktorske varijable situacijske učinkovitosti u nogometu utječu na pozitivan ishod utakmica tijekom Svjetskog prvenstva 2022. godine u nogometu.

Temeljem cilja ovog istraživanja definirane su sljedeće hipoteze.

Ho: Ne postoji statistički značajna povezanost između pojedinih pokazatelja situacijske učinkovitosti i konačne uspješnosti nogometnih ekipa na Svjetskom prvenstvu 2022. godine s obzirom na gol razliku.

H1: Postoji statistički značajna povezanost između pojedinih pokazatelja situacijske učinkovitosti i konačne uspješnosti nogometnih ekipa na Svjetskom prvenstvu 2022. godine s obzirom na gol razliku.

## **2. METODE RADA**

### **2.1. UZORAK ENTITETA**

Uzorak entiteta čini 39 utakmica koje su odigrane tijekom grupne faze Svjetskog prvenstva 2022. godine, a zadovoljile su kriterij da nakon isteka regularnog vremena nisu završile neodlučenim rezultatom.

### **2.2. UZORAK VARIJABLI**

Uzorak prediktorskih varijabli čine parametri situacijske učinkovitosti ekipa u fazi obrane i napada. Analizirat će se 24 varijable koje utječu na uspješnost u nogometu.

Kriterijsku varijablu predstavlja konačni rezultat nogometne utakmice. Predstavlja razliku u broju postignutih i primljenih golova.

Tablica 1. Popis prediktorskih varijabli

Kratice varijabli	Varijable
Asis	Asistencije
UBU	Ukupan broj udaraca
UuOG	Udarci u okvir gola
UiOG	Udarci izvan okvira gola
Uu16m	Udarci unutar 16 metara
UV	Udarci van 16 metara
N3LS	Napadi u zadnjoj trećini s lijeve strane
N3LUS	Napadi u zadnjoj trećini između lijeve strane i sredine
N3S	Napadi u zadnjoj trećini u sredini
N3DUS	Napadi u zadnjoj trećini između desne strane i sredine
N3DS	Napadi u zadnjoj trećini s desne strane
POL	Posjed lopte
UBD	Ukupan broj dodavanja
ND	Netočna dodavanja
TD%	Postotak točnih dodavanja
Cen	Centaršuti
UCen	Uspješni centaršuti
SU	Slobodni udarci
ZK	Žuti kartoni
CK	Crveni kartoni
NP	Napravljeni prekršaji
PrP	Pretrpljeni prekršaji
Gprev	Otklonjene opasnosti za gol
Kor	Korneri

### 2.3. METODE OBRADJE PODATAKA

Podaci su preuzeti sa službene stranice FIFA-e (<https://www.fifa.com/fifaplus/en/home>). Prikupljeni podaci uneseni su u MS Excel bazu podataka, a za statističku obradu podataka korišten je SPSS 20.0 statistički program. U obradi podataka izračunati su deskriptivni statistički podaci te su utvrđeni centralni i disperzivni parametri promatranih varijabli. Za utvrđivanje povezanosti pokazatelja varijabli situacijske učinkovitosti nogometnih ekipa gol razlike utakmica koristit će se složena regresijska analiza. Razina statističke značajnosti prihvaćena je na razini  $p < 0.05$

### 3. REZULTATI

Tablica 2. Multipli pokazatelji povezanosti skupa prediktorskih varijabli situacijske učinkovitosti s kriterijskom varijablom konačnog rezultata utakmice po kriteriju gol razlika grupne faze Svjetskog prvenstva 2022. godine

Kriterijska varijabla	R	R <sup>2</sup>	F(24,53)	p	Adjusted R <sup>2</sup>	Std. Error of the Estimate
Gol razlika	,742	,551	2,708	,001	,347	1,68756

Kriterijska varijabla-Gol razlika, R-koeficijent multiple korelacije, R<sup>2</sup>-koeficijent determinacije F-vrijednosti statistička značajnost predikcije kriterijske varijable, p-razina statističke značajnosti, Std.Error. of Estimate-standardna pogreška

Dobiveni rezultati složene regresijske analize pokazuju da je model značajan,  $F(24, 53)=2,708$ ,  $p<0.01$  i objašnjava 55.1% varijance. Povezanost kriterija i prediktora je statistički značajan i iznosi 74.2% te se pobjeda po kriteriju gol razlika može prognozirati u većini slučajeva prikazanih prediktorskih varijabli u tablici 1.

**Tablica 3.** Centralni i disperzivni parametri pobjedničkih i poraženih ekipa u pokazateljima situacijske učinkovitosti tijekom grupne faze Svjetskog prvenstva 2022. godine

	IE	AS	SD	N	$\beta$	t	p
<b>Asis</b>	Poraz	,3846	,09449	39	,437	3,159	<b>,003</b>
	Pobjeda	1,6667	,19896	39			
<b>UBU</b>	Poraz	10,1026	,84954	39	5,340	,995	,324
	Pobjeda	12,5128	1,06526	39			
<b>UuOG</b>	Poraz	3,0513	,32847	39	-,013	-,052	,958
	Pobjeda	5,1026	,44961	39			
<b>UiOG</b>	Poraz	4,9487	,45134	39	-,384	-1,644	,106
	Pobjeda	4,8462	,49633	39			
<b>Uu16m</b>	Poraz	5,8462	,66180	39	-3,706	-,886	,379
	Pobjeda	8,1282	,80583	39			
<b>UV</b>	Poraz	4,2821	,36357	39	-2,322	-,906	,369
	Pobjeda	4,3846	,54934	39			
<b>N3LS</b>	Poraz	13,8462	1,13319	39	-,239	-1,111	,271
	Pobjeda	13,0000	1,24306	39			
<b>N3LUS</b>	Poraz	4,7949	,45318	39	-,225	-1,761	,084
	Pobjeda	4,9744	,54672	39			
<b>N3S</b>	Poraz	4,4872	,41541	39	,005	,041	,967
	Pobjeda	4,8462	,48533	39			
<b>N3DUS</b>	Poraz	4,5641	,42651	39	,178	1,069	,290
	Pobjeda	4,5641	,47302	39			
<b>N3DS</b>	Poraz	11,5897	1,06008	39	,094	,653	,517
	Pobjeda	11,9487	,85914	39			
<b>POL</b>	Poraz	44,8462	2,05148	39	,026	,053	,958
	Pobjeda	43,0256	2,20706	39			
<b>UBD</b>	Poraz	492,9487	24,80009	39	-,163	-,379	,706
	Pobjeda	478,7179	30,52202	39			
<b>ND</b>	Poraz	73,2308	1,74310	39	,005	,022	,982
	Pobjeda	67,2564	1,99348	39			
<b>TDpos</b>	Poraz	83,7852	,89544	39	,535	1,449	,153
	Pobjeda	83,7345	1,12736	39			
<b>Cen</b>	Poraz	18,1282	1,29474	39	,036	,136	,892
	Pobjeda	18,1282	1,26842	39			
<b>Ucen</b>	Poraz	4,4872	,46594	39	-,073	-,382	,704
	Pobjeda	4,6667	,52384	39			
<b>SU</b>	Poraz	13,5385	,67623	39	,075	,634	,529
	Pobjeda	14,4872	,72722	39			
<b>ŽK</b>	Poraz	2,0000	,26235	39	-,219	-1,735	,089
	Pobjeda	1,7179	,24354	39			

CK	Poraz	,0256	,02564	39	-,091	-,819	,417
	Pobjeda	,0256	,02564	39			
NP	Poraz	12,5385	,78777	39	,301	2,286	<b>,026</b>
	Pobjeda	11,7436	,58515	39			
PrP	Poraz	65,6154	2,19975	39	,174	1,246	,218
	Pobjeda	71,6923	1,78997	39			
Gprev	Poraz	11,8462	1,08638	39	,253	2,260	<b>,028</b>
	Pobjeda	11,2564	,8991	39			
Kor	Poraz	3,9487	,47181	39	-,059	-,298	,767
	Pobjeda	5,0256	,48107	39			

Legenda: IE-ishod ekipa AS-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, N-broj ispitanika,  $\beta$ -standardni regresijski koeficijent, t-stupnjevi slobode, p-razina značajnosti

Rezultati složene regresijske analize pokazuju da 3 varijable statistički značajno predviđaju gol razliku. Asistencije na utakmici značajno predviđaju gol razliku ( $\beta = 0.437$ ,  $p < 0.01$ ), napravljeni prekršaji na utakmici značajno predviđaju gol razliku ( $\beta = 0.301$ ,  $p < 0.05$ ), otklonjene opasnosti za gol značajno predviđaju gol razliku na utakmici ( $\beta = 0.253$ ,  $p < 0.05$ ).

Na temelju parcijalnog regresijskog koeficijenta i pripadajućih t-vrijednosti i njihove značajnosti p, može se zaključiti da od 24 prediktorske varijable, tri varijable statistički značajno doprinose objašnjenju kriterijske varijable, gol razlika..

#### 4. RASPRAVA

Postoji statistički značajna povezanost između pojedinih pokazatelja situacijske učinkovitosti i konačne uspješnosti nogometnih ekipa na Svjetskom prvenstvu 2022. godine s obzirom na gol razliku, čime se prihvaća H1 hipoteza. Najveću statistički značajnu ( $p < 0,01$ ) pozitivnu projekciju ( $\beta = 0.437$ ) na rezultat imaju asistencije. Lago-Ballesteros i Lago-Penas (2010) u svome istraživanju dobili su da se broj asistencija razlikuje s obzirom na poziciju na tablici, uspješnije ekipe imale su veći broj asistencija.

Druga varijabla napravljeni prekršaji ima statistički značajnu ( $p < 0.05$ ) pozitivnu korelaciju ( $\beta = 0.301$ ) na gol razliku. Čepo (2022) je u svome istraživanju dobio da nisu postojale statistički značajne razlike u napravljenim prekršajima ekipa koje se nalaze na 1. i 2. mjestu i ekipa na 3. i 4. mjestu. Razlika u ovim studijama možda se može objasniti time, što tijekom ove studije nisu uzete utakmice s neodlučenim ishodom u uzorak entiteta.

Varijabla otklonjene opasnosti za gol ima pozitivnu korelaciju ( $\beta = 0.253$ ) na gol razliku sa statističkom značajnosti  $p < 0,05$ . Ekipe s pozitivnom gol razlikom uspijevaju više otkloniti opasnosti u obrani u odnosu na ekipe s negativnom gol razlikom. Samim time što više otklanjaju opasnosti za gol, smanjuju šanse protivničkim ekipama u realizaciji golova.

#### 5. ZAKLJUČAK

Taktika u nogometu sadrži mnogo elemenata kojima se realiziraju motoričke radnje u fazi obrane i napada, stoga je teško utvrditi koji parametri situacijske učinkovitosti imaju veći utjecaj na konačni rezultat na utakmicama. Budući da se nogomet razvija iz godine u godinu i ekipe napreduju u svim segmentima igre, različite trendovi taktika se mijenjaju, shodno tome teško je utvrditi koji parametri više utječu na rezultat, jer to ovisi o pojedinom natjecanju. Sljedeća istraživanja bi trebala uključiti različita klupska i reprezentativna natjecanja.

## 6. LITERATURA

1. Ajman, H. (2021). Pokazatelji situacijske efikasnosti Hrvatske nogometne reprezentacije na Svjetskom prvenstvu u Rusiji 2018. godine. U *Vesna Babić i Tatjana Trošt Bobić (ur.), 29. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske, Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa*, Zadar, 23. - 26. lipnja 2021., str. 942 - 947. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Zagrebački športski savez.
2. Barišić, V. (2007). *Kineziološka analiza tehničkih sredstava u nogometu*. (Doktorski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
3. Bašić, D. (2016). *Validacija notacijskog sustava za analizu izvedbe u nogometu*. (Doktorski rad). Zagreb: Kineziološki fakultet.
4. Čepo, B. (2022). Notacijska analiza grupne faze Europskog prvenstva 2021. D. *Milanović i I. Jukić (ur.), Kondicijska priprema sportaša, Zbornik radova međunarodnog znanstveno-stručnog skupa*, Zagreb, 18. i 19. veljače 2022., str. 401 - 405. Tiskara Zelina. Hrvatski kineziološki savez.
5. Grund, T. U. (2012). Network structure and team performance. The case of English Premier League soccer teams. *Soc Networks*. 34(4): 682-90.
6. Lacmanović, D. (2017). *Primjena vježbi za usavršavanje primopredaje lopte u nogometu*. (Diplomski rad).
7. Lago-Ballesteros, J. i Lago-Penas, C. (2010). Performance in team sports: Identifying the keys to success in soccer. *Journal of Human kinetics*, 25, 85-91.
8. Pollard, R. i Reep, C. (1997). Measuring the effectiveness of playing strategies at soccer. *Statistician*, 46(4): 541-50.
9. Tenga, A., Holme, I., Ronglan, L.T. i Bahr, R. (2010). Effect of playing tactics on goal scoring in Norwegian professional soccer. *J Sports Sci*, 28(3): 237-44.
10. Wright, T., Atkins, S., Polman, R., Jones, B. i Sargenson, L. (2011). Factors associated with goals and scoring opportunities in professional soccer. *Int J Perform Anal Sport*, 11(3): 438-49.

# UTJECAJ DIMENZIJA LIČNOSTI MODELA VELIKIH PET NA MOTIV POSTIGNUĆA KOD ODBOJKAŠA JUNIORSKOG UZRASTA

Miroljub Ivanović<sup>1</sup>, Uglješa Ivanović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Srpska akademija inovacionih nauka

<sup>2</sup>Telekom Srbija, a. d. Beograd

## 1. UVOD

Osobine ličnosti relevantne su determinante motivacije generalno, te i motiva postignuća. Motivacija podrazumijeva dinamički aspekt ličnosti, koja predstavlja energetska i pokretačka snagu usmjerenu ka njegovom upravljanju ponašanja (Vuksanović, 2018).

Konstrukt motiva za postignućem, pokretački je mehanizam unutar osobe, determiniran je kao sklonost prema postizanju uspjeha i svrstava se u kategoriju socijalnih, intrinzičnih motiva (Ghorbanzadeh i sur., 2020; Naik & Kiran, 2018; Kopp & Jekauc, 2018). Prema istraživanju (Bánya i sur., 2020) motiv postignuća spada u kategoriju socijalnih, intrinzičnih motiva – obuhvaća dva temeljna faktora: ulaganje napora da se ostvare postavljeni ciljevi – natjecanje s drugima i instrumentalne osobine koje pojedinac razvija radi efikasnosti u natjecanju sa drugim pojedincima, odnosno u realizaciji ciljeva. Upravo, sportaši koji su skloni natjecanju i postizanju cilja, ali im nedostaje upornost, ustrajnost i usmjerenost prema planiranju, najvjerojatnije neće postići uspeh. U studiji (Markati i sur., 2018) se navodi da motiv postignuća pripada kategoriji socijalnih motiva, što ukazuje da je on u znatnom stupnju rezultat procesa socijalizacije. Navedeni autori smatraju da osobe sa visokim motivom za postignućem manifestiraju intenzivnu želju za preuzimanjem odgovornosti kod izvršavanja zadataka. Postavljaju izazovne, dostižne ciljeve, a tijekom izvođenja aktivnosti poticaj nalaze u sklopu konkretnog zadatka ili u šansi dokazivanja koju mogu uspješno izvršiti. Nasuprot tome, pojedinci sa izraženim motivom za moći percipiraju intenzivnu potrebu za upravljanjem i usmjeravanjem ljudi i događaja.

Petofaktorski model strukture ličnosti (McCrae & Costa, 1994) ili model Velikih pet (engl. *Big five*), je jedan od najčešće korištenih individualnih modela u istraživanjima, koji obuhvaća pet osnovnih dimenzija:

- 1) Neuroticizam – N
- 2) Ekstraverzija – E
- 3) Ugodnost – U
- 4) Savjesnost – S
- 5) Otvorenost za nova iskustva – O

Svaki faktor sadrži skup diferenciranih kognitivnih, afektivnih i bihevioralnih dimenzija ličnosti, a koje su kod svakog pojedinca distribuirane na različit način (Anglim i sur., 2022). *Ekstraverzija* podrazumijeva stupanj u kojem se osoba aktivira u svojoj socijalnoj sredini, nasuprot nesocijalnosti ili nedruštvenosti. *Savjesnost* – predstavlja se na razini u kojoj pojedinac slijedi socijalna pravila ponašanja i manifestira orijentaciju ponašanja ka pojedinim ciljevima. *Ugodnost* – podrazumijeva na razini na kojoj osoba izražava suradnju međuljudskim odnosima, povjerenje prema drugima i prosocijalno ponašanje. *Otvorenost ka iskustvu* – predstavlja stupanj u kojoj osoba prihvaća stereotipne misli i nova iskustva. *Neuroticizam* – predstavlja emocionalnu stabilnost i adaptaciju pojedinca, nasuprot neprilagođenosti ili emocionalne nestabilnosti. U studiji (Carraça i sur., 2018) autori zaključuju da ličnost determinirana multidimenzionalnim petofaktorskim modelom je relevantan prediktor niza ishoda, kao što je radna efikasnost, zadovoljstvo poslom, motivaciju za rad i karijerna uspješnost.

U sportu je veoma važno usmjeriti pažnju na selekciju talentiranih kandidata za pojedine discipline. Mjera diferenciranih programa za identifikaciju talenata u najvećoj razini se zasniva na uzajamnim zavisnostima između genetskih sposobnosti i pravila konkretnog sporta, što omogućuje da se predvidi potencijalni maksimum uspjeha i postignuća (Castillo-Jiménez i sur., 2022). U svijetu postoji relativno veliki broj empirijskih studija o odnosima osobina ličnosti modela *Velikih pet* i motiva postignuća u sportskom okruženju (Laborde i sur., 2019; Liew i sur., 2019; Mankar, 2019). Također, rezultati istraživanja (Remilly i sur., 2023) naglašavaju da je motiv postignuća za sportaše u relevantnom stupnju definiran osobinama ličnosti modela *Velikih pet*. Dakle, u današnje vrijeme sportaši se susreću sa znatnim izazovima i iskustvima u svojem sportskom napredovanju, a u velikom stupnju realizaciju njihove nadarenosti i zalaganja određeno definira njihova individualnost i motivacija za ostvarivanjem sportskog uspjeha i rezultata. Cilj ovog transverzalnog istraživanja bio ispitati relacije dimenzija ličnosti modela *Velikih pet* i konstrukta motiva postignuća kod odbojkaša u juniorskom uzrastu. Na osnovu rezultata dosadašnjih istraživanja, testirana je hipoteza (H): Dimenzije ličnosti modela *Velikih pet* značajno determiniraju motiv postignuća u adolescentskoj odbojkaškoj populaciji. Iz navedenog, istraživački rezultati u ovoj studiji poprečnog presjeka mogu poslužiti kao relevantan teorijski i praktični dodatak aktualnoj literaturi koja ispituje doprinos osobina ličnosti modela *Velikih pet* (kao prediktorskih varijabli) i motiva postignuća (kao kriterijskih varijabli) kod odbojkaša juniora.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA I POSTUPAK ISTRAŽIVANJA

Uzorak ispitanika u istraživanju obuhvatio je 144 ispitanika (65 odbojkaša i 59 odbojkašica), uzrasta od 17 do 18 godina iz 7 odbojkaških klubova: Super liga – „Spartak“ (Ljig) i „Jedinstvo“ (Užice); I liga – „Železničar“ (Lajkovac), „Crnokosa“ (Kosjerić) i „Lazarevac“ (Lazarevac); II liga – „Loznica“ (Loznica) i „Bravo“ (Valjevo). Prosječna starost ispitanika bila je 19,04 godina (SD=7.52). Svi ispitanici imali su najmanje dvije godine sistematiziranog i organiziranog trenažnog staža, u trajanju od najmanje tri puta tjedno. Ispitivanje je provedeno grupno, tijekom redovnih treninga u siječnju 2023. godine. Provodili su ga autori ovog istraživanja, a ostvareno je uz dozvolu odbojkaških klubova. Ispitanici su dobrovoljno ispunjavali upitnike u prosjeku za oko 30 minuta. Prije podjele upitnika ispitanici su informirani o istraživanju i načinu zaštite anonimnosti podataka.

### 2.2. UZORAK MJERNIH INSTRUMENATA

*Skala motiva postignuća –MOP2002 (Franceško i sur., 2002)*

MOP2002 obuhvaća 55 pitanja distribuiranih u četiri pod skale koje mjere po jednu komponentu, odnosno faktore općeg motiva postignuća: natjecanje sa drugima (sklonost osobe da se istakne pred drugima i bude uspješnija od drugih), ustrajnost u realizaciji cilja (faktor koji definira upornost kao ljudsku osobinu); realizacija cilja kao izvor zadovoljstva (faktor kojom osoba podrazumijeva sklonost ka realizaciji ciljeva čije se ostvarenje percipira kao nagrada i usmjerenost ka planiranju (faktor koji upućuje na sklonost pojedinca da planira aktivnosti zbog realizacije unaprijed postavljenog cilja). Zadatak ispitanika bio je da na skali od pet ocjena Likertovog formata procjeni u kojem stupnju se slaže sa svakim navedenim pitanjem (od 1 = *potpuno netočno* do 5 = *potpuno točno*). Pouzdanost (eng. *Cronbach's Alpha*) dimenzija MOP2002 u ovom istraživanju, iznosi: za natjecanje sa drugima ( $\alpha = .88$ ), ustrajnost u realizaciji cilja ( $\alpha = .80$ ), realizaciju cilja kao izvor zadovoljstva ( $\alpha = .88$ ), usmjerenost ka planiranju ( $\alpha = .86$ ) i kompletnu skalu ( $\alpha = .89$ ), što ukazuje na zadovoljavajuću konzistentnost korištene skale.

*Upitnik Velikih pet – BFI (engl. *The Big Five Inventory*) (John, Donahue & Kentle, 1991)*

BFI sadrži 44 pitanja distribuirana u pet pod skale koje ispituju dimenzije ličnosti: a) ekstraverzija (osam pitanja), b) otvorenost (10 pitanja), c) savjesnost (devet pitanja), d) ugodnost (devet pitanja) i e) neutrotizam (osam pitanja).

Pitanja su izražena u formi kratkih fraza koje se zasnivaju na pridjevima dimenzija koji su prototip modela „*Velikih pet*“. Ispitanik ima zadatak da na skali od pet ocjena Likertovog tipa procjeni stupanj slaganja/neslaganja sa svakim navedenom pitanjem (od 1 = *uopće se ne slažem* do 5 = *potpuno se slažem*). Pouzdanost (Cronbach's Alpha) BFI na ispitivanom uzorku iznosi za ekstraverziju ( $\alpha = .80$ ), otvorenost ( $\alpha = .77$ ), savje-

snost ( $\alpha = .90$ ), ugodnost ( $\alpha = .90$ ), i za neuroticizam ( $\alpha = .75$ ). Dobivene vrijednosti Cronbachovih alfa-koeficijenata BFI su povoljne, što upućuje na dobru pouzdanost i valjanost skale (Tabachnick & Fidell, 2013).

### 3. REZULTATI

Osnovni deskriptivni parametri analiziranih manifestnih varijabli, kao i pouzdanost primijenjenih mjernih instrumenata u istraživanju na cijelom uzorku ispitanika prikazani su u Tablici 1.

**Tabela 1.** Deskriptivna statistika varijabli istraživanja

Varijable	AS	SD	Sk	Ku	K-S
TSD	70.02	.09	-.29	-20	.60
IOC	58.64	8.92	.78	-.72-	.89
OCZ	59.09	7.03	-.61	-.10	.73
UKP	30.85	6.25	-.23	-.39	.82
MOP	207.66	30.92	-.30	.33	.91
E	42.36	4.96	-.59	.68	.58
P	28.78	4.77	-.27	.27	.66
S	41.05	6.03	-.48	.03	.85
N	19.32	4.90	-.06-	-.39	.72
O	29.37	4.99	-.10	-.34	.90

LEGENDA: TSD – natjecanje sa drugima; IOC – ustrajnost u realizaciji cilja; OCZ – realizacija cilja kao izvor zadovoljstva, UKP – usmjerenost ka planiranju; MOP – motiv postignuća ukupni skor; E – ekstraverzija; P – ugodnost S – savjesnost; N – neuroticizam; O – otvorenost. AS = aritmetička sredina; SD = standardna devijacija; Sk = standardizirana zakrivljenost ; Ku = standardizirani zaravnjenost; K-S z = Kolmogorov-Smirnov test

Srednje vrijednosti i varijabilnosti, koeficijenata zakrivljenosti i zaravnjenosti, i Kolmogorov-Smirnovljevog (K-S) testa normaliteta distribucije podataka te za skalu motiva postignuća i upitnika Velikih pet, kreću se u granicama dozvoljenih vrijednosti, između +1 i -1 (Garson, 2012). To ukazuje da predmet mjerenja ne odstupa statistički značajno od Gausove krivulje vjerojatnosti, što je preduvjet za provođenje daljih parametrijskih analiza.

U cilju definiranja linearne povezanosti između manifestnih varijabli provedena je korelacijska analiza uz statistički značajnu povezanost na nivou rizika manjih od 1 % ili 5% (Tablica 2).

**Tablica 2.** Interkorelacije manifestnih varijabli u istraživanju

Varijable	TSD	IOC	OCZ	UKP	MOP	E	P	S	N	O
TSD	–	.40**	.52**	.43**	.78**	.16*	-.18*	.33**	.01	.10
IOC	.40**	–	.72	.49	.82	.28	.01	.67	-.19*	.39
OCZ	.52**	.73**	–	.64**	.78**	.31**	.05			
UKP	.40	.49	.60	–	.40	.05	.10	.48**	.03	.18*
MOP	.78**	.82**	.79**	.67**	–	.30**	.03	.59**	-.15*	-.28**
E						–				
P							–			
S								–		
N									–	
O										–

LEGENDA: \*  $p \leq .05$ ; \*\*  $p \leq .01$ , TSD – natjecanje sa drugima; IOC – ustrajnost u realizaciji cilja; OCZ – realizacija cilja kao izvor zadovoljstva, UKP – usmjerenost ka planiranju; MOP – motiv postignuća ukupni skor; E – ekstraverzija; P – ugodnost S – savjesnost; N – neuroticizam; O – otvorenost. AS = aritmetička sredina; SD = standardna devijacija; Sk = standardizirana zakrivljenost ; Ku = standardizirani zaravnjenost; K-S z = Kolmogorov-Smirnov test



Pogled u matricu korelacija između osobina ličnosti modela Velikih pet i motiva postignuća skreće pažnju na to da je međusobna zavisnost između varijabli statistički značajna i pozitivna ( $.38 < r < .67$ ). Analizirajući međusobni odnos između varijabli, zapaža se da su dimenzije ekstraverzija, savjesnost i otvorenost u značajnoj pozitivnoj korelaciji, a neuroticizam u značajno negativnoj povezanosti sa faktorima motiva postignuća. Izuzetak se manifestira samo kod komponenti motiva postignuća – *natjecanje sa drugima* te *otvorenosti i neuroticizmom* jer nisu u relevantnoj međuzavisnosti.

U cilju ispitivanja prediktivnog utjecaja dimenzija ličnosti modela Velikih pet na kriterij motiv postignuća primijenjena je multipla regresijska analiza (Tablica 3).

**Tablica 3.** Rezultati regresijske analize za objašnjenje predikcije kriterijske varijable motiva postignuća

Prediktori	TSD	IOC	OCZ	UKP	MOP
	B(SE)	B (SE)	B (SE)	B (SE)	B (SE)
Ekstraverzija	.08 (.02)	.17* (.03)	.05 (.05)	-.01 (.01)	.08(.03)
Ugodnost	.05 (.07)	.19* (.09)	-.01 (.09)	-.05 (.10)	-.05 (.08)
Savjesnost	.33 (.05)	.59** (.05)	.49** (.01)	.56** (.08)	.60** (.04)
Neuroticizam	.18* (.10)	.05 (.10)	.09 (.10)	.10 (.12)	.15* (.11)
Otvorenost	.03 (.10)	.19* (.01)	.26** (.03)	.03 (.06)	.17* (.01)
$R^2$	.20	.60	.42	.33	.54
$\Delta R^2$	.12	.49	.28	.35	.39

LEGENDA: TSD – natjecanje sa drugima; IOC – ustrajnost u realizaciji cilja; OCZ – realizacija cilja kao izvor zadovoljstva; OKP – usmjerenost ka planiranju;  $\beta$  = Standardni regresijski koeficijent;  $R^2$  = Koeficijent multiple korelacije, tj. ukupan doprinos svih predviđajućih varijabli u objašnjenju varijanci kriterijske varijable;  $\Delta R^2$  = Koeficijent determinacije (proporcija objašnjene varijance); SE = Standardna greška prognoze  $\beta$  koeficijenta; \*  $p \leq .05$ ; \*\*  $p \leq .01$ .

Maksimalan doprinos na motiv postignuća ima varijabla *ustrajnost* ( $\beta = .59, p \leq .01$ ) u ostvarivanju cilja, uz 53% objašnjene varijance, dok minimalan ali značajan utjecaj ima komponente natjecanja sa drugima, uz 8% proporcije protumačenog varijabiliteta kriterija *motiv postignuća*. *Ekstraverzija* je statistički pozitivna odrednica motiva postignuća - komponente ustrajnosti u realizaciji *cilja* ( $\beta = .17, p \leq .05$ ), dok *ugodnost* pokazuje značajan parcijalan doprinos u negativnom smjeru u predikciji varijance istrajnost u ostvarivanju cilja ( $\beta = -.19, p \leq .05$ ). *Neuroticizam* je značajan pozitivni prediktor komponente natjecanja sa drugima ( $\beta = .21, \leq .01$ ), kao i prediktor *otvorenost* ka iskustvu također ostvaruje značajan parcijalan doprinos u pozitivnom smjeru u objašnjenju varijabiliteta komponente ostvarivanje cilja kao izvora zadovoljstva ( $\beta = .26, \leq .01$ ).

Analizirajući standardne regresijske koeficijente *beta* u regresijskom linearnom modelu, vidi se da su sve dimenzije ličnosti modela Velikih pet relevantne i pozitivne determinante varijance motiva postignuća, osim *ugodnosti*, koja nije značajna odrednica ispitivane zavisne promjenjive – motiva postignuća.

Dobiveni empirijski podaci potvrdili su testiranu *hipotezu (H)*: *Dimenzije ličnosti modela Velikih pet značajno determiniraju motiv postignuća* u adolescentskoj odbojkaškoj populaciji.

#### 4. RASPRAVA

Značajan broj ranijih empirijskih studija sportaša u periodu adolescencije pokazao je da osobine ličnosti petofaktorskog modela predstavljaju važne odrednice motiva postignuća. Upravo to je i bio cilj ovog rada da se ispita utjecaj percipiranog modela strukture ličnosti (*engl. Big five*) kod odbojkaša adolescenata na njihov motiv postignuća. Dobiveni rezultati mogu skrenuti pažnju na to da osobine ličnosti odbojkaša juniora u relevantnom stupnju objašnjavaju njihov motiv postignuća.

Promatrajući dimenziju ličnosti *Savjesnost* u ovom istraživanju konstatirano je da se ta varijabla manifestirala kao najintenzivniji pozitivan prediktor kriterija motiva postignuća. Ova dimenzija prezentira individualne razlike u strukturi ličnosti koja podrazumijeva upornost, ustrajnost, odgovornost, odnos osobe prema obavezama i dosljedno pridržavanje vlastitih principa (Belić, 2017). S obzirom na to da je savjesnost dimenzija ličnosti koju odlikuje ustrajnost (Andersen, 2020), zaključuje se da je njena korelacija značajna sa svim faktorima motiva postignuća. Dobiveni rezultati su u skladu sa rezultatima studija (Paris, 2022)

u kojoj se naglašava da je savjesnost u maksimalnoj uzajamnoj ovisnosti sa motivom postignuća u periodu adolescencije. Također, nalazi spomenutog autora su pokazali da je varijabla dimenzija ličnosti *Otvorenost* značajno pozitivna determinanta konstrukta motiva postignuća i njegova dva faktora – ustrajnost u realizaciji cilja i realizacija cilja kao generatora zadovoljstva, te da su otvoreni pojedinci, koje karakterizira posvećenost pronalazaženju informacija, aktivniji su u poboljšanju kvaliteta vlastitog života, i uporniji u realizaciji ciljeva, dok ostvarene ciljeve percipiraju kao nagradu (Dacka & Rydz, 2023). Osim toga, rezultati u studijama (Anglim i sur., 2020; Han i sur., 2022) potvrdili su pozitivan međusoban odnos dimenzije otvorenosti i motiva postignuća.

Dimenzija ličnosti *Ljubaznost* se pokazala značajno negativnom determinantom motiva postignuća i njegovog faktora – ustrajnost u realizaciji cilja. S obzirom na to da se ljubaznost odnosi na relevantniju skladnost nego realizaciju osobnih ideala i ciljeva (Vuksanović, 2018), može se pretpostaviti da je njena negativna korelacija u zajedničkom suodnosu sa ustrajnošću u realizaciji cilja, očekivan nalaz. Ovaj rezultat je u skladu i sa rezultatima studije u kojoj je utvrđeno da je ljubaznost u negativnoj međuzavisnosti sa motivom postignuća (Gardner i sur., 2017). U istraživanju (Mankar, 2019) dimenzija ličnosti *ekstraverzija* se pokazala značajnom pozitivnom odrednicom motiva postignuća i njegovog faktora ustrajnosti cilja. Autori (Maryam i sur., 2018) pretpostavljaju da se ekstraverzija odnosi na snagu važnu za život i energiju koja se može uložiti u životne ciljeve. Oni također naglašavaju da je ekstraverzija osobina koju odlikuje angažiranost, polet i postojanost, te je i logično da se ona kod sportaša manifestira kroz ustrajnost u realizaciji cilja. Istovremeno, u studijama (Kateb, 2019; Raharjo i sur., 2018), je kod sportaša utvrđena pozitivna linearna korelacija između ekstraverzije i zavisne varijable motiva postignuća. U studiji (Goyal & Sharma, 2018) je utvrđeno da je dobivena negativna interakcija između dimenzije ličnosti *neuroticizma* i motiva postignuća. Također, pokazalo se da je neuroticizam relevantna prediktorska varijabla kriterija motiva postignuća – njegove komponente natjecanje sa drugima. To ukazuje na to da, osjećanje nespokojnosti i anksioznosti utječu na sportaša da se afirmira pred drugima i bude efikasniji od drugih. Zaključno i pored toga što se konstrukt motiv postignuća klasificira u tip socijalnih motiva (Saarinen i sur., 2022), rezultati u ovom istraživanju pokazuju da dimenzije ličnosti petofaktorskog modela značajno definiraju motiv postignuća u sportskoj adolescentskoj populaciji.

Provedena empirijska studija ima određena metodološka ograničenja i nedostatke, koje treba razmotriti pri interpretaciji dobivenih rezultata, što potencijalno limitira generalizaciju nalaza na cjelokupnu adolescentsku populaciju. To su: a) prigodan uzorak koji je nedovoljno reprezentativan i s obzirom na geografsko područje; b) metoda ankete zbog čega se ne može isključiti davanje neiskrenih ili socijalno poželjnih odgovora, kao i prisutnost metodološke varijance i c) transverzalni nacrt rada koji testira ispitanike u trenutnom vremenskom roku, u jednoj vremenskoj točki, što sprječava identificiranje uzročno-posljedičnih povezanosti između ispitivanih varijabli.

Međutim, usprkos spomenutim metodološkim nedostacima, ovo transverzalno istraživanje omogućilo je relevantne rezultate i solidnu osnovu za dalja istraživanja, te zato ima i važne implikacije u praksi. Ono pokazuje da dimenzije ličnosti objašnjavaju značajan dio proporcije zavisne varijable motiva postignuća kod odbojkaša u juniorskom uzrastu, što može predstavljati smjernice za dalja istraživanja u ovom području. S obzirom na relativno veliki dio rezidualne neobjašnjene varijance, u budućim istraživanjima neophodno je uključiti i druge varijable, npr. procjene roditelja i vršnjaka, radi dobivanja što realnijih indikatora kriterijske varijable. Također, treba ispitati i utjecaj nekih drugih relevantnih varijabli, ali u specifičnoj realnoj sportskoj situaciji, npr. prosocijalno ponašanje i emocionalnu inteligenciju, kao i procjene drugih osoba (vršnjaka, partnera, roditelja, nastavnika i dr.) koje bi mogle imati značajnu funkciju u predviđanju motiva postignuća kod odbojkaša adolescenata.

## 5. ZAKLJUČAK

Nalazi u provedenog empirijskoj studiji pokazali su da i vrijednosti Cronbachovih  $\alpha$  koeficijenata primjerenim mjernim instrumentima imaju zadovoljavajuće pouzdanosti tipa interne konzistencije, te da se validno mogu koristiti za procjenu adolescentske sportske populacije i u Republici Srbiji.

Pritom, korelacijskom analizom utvrđena je statistički značajna (niska do umjerena) povezanost između dimenzija ličnosti modela *velikih pet* motiva postignuća. Primijenjeni regresijski model potvrdio je testiranu hipotezu da osobine ličnosti petofaktorskog modela značajno objašnjavaju motiv postignuća odbojkaša u juniorskom uzrastu, pri čemu je percipirana dimenzija savjesnost ( $\beta = .60, p \leq .01$ ), statistički najintenzivnija prediktorska varijabla. Dobiveni rezultati na ispitivanom srpskom uzorku su relevantni za

psihologe, radi bolje predikcije varijance motiva postignuća u sportskoj adolescentskoj populaciji, kao i za sportske trenere i izbornike kod odabira sportaša za utakmice. Upravo, identificiranje dimenzija ličnosti na u ovom radu omogućuje evaluaciju kriterija motiva postignuća kod odbojkaša juniora, što olakšava selekciju sportaša za trening i natjecanje.

## 6. LITERATURA

1. Andersen, S. C., Gensowski, M., Ludeke, S. G. & John, O. P. (2020). A stable relationship between personality and academic performance from childhood through adolescence. An original study and replication in hundred-thousand-person samples. *Journal of Personality*, 88 (5), 925–939.
2. Anglim, J., Dunlop, P. D., Wee, S., Horwood, S., Wood, J. K., & Marty, A. (2022). Personality and intelligence: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 148(5-6), 301–336.
3. Anglim, J., Horwood, S., Smillie, L. D., Marrero, R. J., & Wood, J. K. (2020). Predicting psychological and subjective well-being from personality: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 146(4), 279–323.
4. Belić, M. (2017). *Taktike i pristup u self-prezentaciji i osobine ličnosti* (Doktorska disertacija). Filozofski fakultet, Univerzitet u Nišu.
5. Carraça, B., Serpa, S., Guerrero, J. P. & Rosado, A. (2018). Enhance sport performance of elite athletes: the mindfulness-based interventions. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 18(2), 79–109.
6. Castillo-Jiménez, N.; López-Walle, J.M.; Tomás, I.; Tristán, J.; Duda, J.L.; & Balaguer, I. (2022). Empowering and Disempowering Motivational Climates, Mediating Psychological Processes, and Future Intentions of Sport Participation. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (2), 1–14.
7. Franceško, M., Mihić, V., & Bala, G. (2002). Structure of achievement motivation measured by scale MOP2002. In B. Čukić and M. Franceško (Eds.), *Personality in a Multicultural Society: Organizational Multiculturalism and European Identity* (134–143). Novi Sad: Faculty of Philosophy.
8. Garson, G. D. (2012). *Testing statistical assumptions*. Statistical Associates Publishing: Asheboro, NC.
9. Gardner, L. A., Vella, S. A., & Magee, C. A. (2017). Continued participation in youth sports: the role of achievement motivation. *Journal of Applied Sport Psychology*, 29, 17–31.
10. Ghorbanzadeh, B., Mohammadi Orangi, B., & Aghdasi, M. (2020). The mediator role of emotional intelligence on the relationship between gross and fine motor skill with academic achievement in children. *Sport Psychology Studies*, 8(30), 239–256.
11. Goyal, A., & Sharma, J.P. (2018). A Comparative Study on Sports Achievement Motivation and Mental Toughness of Individual and Team Game Players. *International Journal of Physical Education & Sports Sciences*, 13(8), 39–41.
12. Han, C., Li, F., Lian, B., Vencúrik, T., & Liang, W. (2022). Relationships between Perfectionism, Extra Training and Academic Performance in Chinese Collegiate Athletes: Mediating Role of Achievement Motivation. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19(17), 10764.
13. John, O. P., Donahue, E. M., & Kentle, R. L. (1991). *Big Five Inventory (BFI)*. Berkeley: University of California, Berkeley, Institute of Personality and Social Research.
14. Kateb, M.Y. (2019). Comparison of Personality Characteristics of Athletes in Team and Individual Sport. *International Journal of Motor Control and Learning*, 2(1), 2–8.
15. Kopp, A., & Jekauc, D. (2018). The influence of emotional intelligence on performance in competitive sports: A meta-analytical investigation. *Sports*, 6(4), 175.
16. Laborde, S., Allen, M. S., Katschak, K., Mattonet, K., & Lachner, N. (2019). Trait personality in sport and exercise psychology: A mapping review and research agenda. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 36(4), 1–16.
17. Liew, G. C., Kuan, G., Chin, N. S., & Hashim, H. A. (2019). Mental toughness in sport. *German Journal of Exercise and Sport Research*, 49(4), 381–394.
18. Markati, A., Kingston, K., Karteroliotis, K., Apostolidis, N., Alexandra, ... K.; Nikolaos, A. (2018). Psychological and situational determinants of burnout in adolescent athletes. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17, 521–536.
19. Maryam, A., Parisa, H. D., & Maryam, R. M. (2018). The Effects of Gender and Sport Type on Achievement Motivation and Fear of Failure of Elite Athlete in TeamSport and Individual-Sport. *Sport Psychology Studies*, 7(25), 131–148.

20. McCrae, R. R. & Costa, P. T. Jr. (1990). *Personality in adulthood*. New York: Guilford.
21. Mankar, S. (2019). Analysis of achievement motivation among individual game sports persons and team game sports persons. *International Journal of Physical Education, Sports and Health*, 6(4), 117–118.
22. Naik, D., & Kiran, A. D. (2018). Emotional intelligence and achievement motivation among college students. *Indian Journal of Health and Wellbeing*, 9(1), 86–88.
23. Parisa, C. (2022). "The Relationship Between the Big-Five Personality Traits and Depressive Symptoms: A Meta-Analysis (*Dissertation Repository*)
24. Raharjo, H.P., Kusuma, D.W.Y., & Mugiyo, H. (2018). Personality Characteristics in Individual and Team Sports. Proceedings of the International Seminar on Public Health and Education 2018 (ISPHE 2018). *Advances in Health Science Research*, 12, 92–95.
25. Remilly, M., Mauvieux, B., & Drigny, J. (2023). Personality Traits Associated with the Risk of Exercise Dependence in Ultraendurance Athletes: A Cross-Sectional Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 20(2), 1–17.
26. Saarinen, M., Bertram, R., Aunola, K., Viitanen, J., & Ryba, T. V. (2022). Student-athletes' causal attributions for sport and school achievement in relation to sport dropout and Grade Point Average. *Journal of Sport and Exercise Psychology (JSEP)*
27. Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics* (6<sup>th</sup> ed.). Boston, MA: Pearson.
28. Vuksanović, M. (2018). *Psihologija sporta*. Beograd: Fakultet za sport.

# RELATIVNA I APSOLUTNA USPJEŠNOST HRVATSKIH TAEKWONDOISTA NA OLIMPIJSKIM IGRAMA

Matej Babić<sup>1,2</sup>, Dražen Čular<sup>2,3,4</sup>, Goran Orlov<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Kineziološki Fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>2</sup>Kineziološki Fakultet, Sveučilište u Splitu

<sup>3</sup>Einstein, Startup for Research, Development, Education, Trade and Services, Split, Hrvatska

<sup>4</sup>European Institute for Talents, Education, Research & Development, Split, Hrvatska

## 1. UVOD

Europa je oduvijek prednjačila po ukupnosti sportskih uspjeha, izuzev nacionalno obojenih sportova van Europe, poput Američkog te Australskog nogometa, sumo hrvanja i sl. Određene zemlje u Svijetu imaju reputaciju „sportskih nacija“, čime se također vole ponositi i Hrvati. Hrستیć i Mustapić (2015) tu pojavu nazivaju mitom o fenomenu hrvatskoga sporta. Međutim, općenito na fenomen relativne uspješnosti stanovništvom malih zemalja treba zahvaliti ponajviše stručnjacima koji usprkos često nezavidnim uvjetima ustraju na kvaliteti i podizanju iste, što u konačnici biva presudno na vrhunskoj razini sporta.

Hrvatski uspjeh u taekwondo-u je tema koja se od posljednjih OI vrlo često spominje u javnosti. Što se međutim zna o uspjesima Hrvata u taekwondo-u? Do sada je provedeno jedno istraživanje (Čular i sur., 2015) gdje su analizirana sva dotadašnja Svjetska taekwondo prvenstva (1973.-2013.) kako bi se utvrdila povezanost veličine populacije i apsolutnog uspjeha ( $r=0.46$ ;  $p<0.05$ ). Međutim, metodom izračuna relativnog uspjeha autori su konstatalirali da Hrvatska zauzima čak 4. mjesto u ukupnom relativnom poretku, odmah iza J. Koreje, Guama i Tajvana. Govoreći o Hrvatskim uspjesima na OI, određeni znanstvenici su već pristupili toj problematici, pa tako već postoje podatci o uspješnosti na OI održanim od 1992. do 2016. (Obadić, Skorić, 2019) i 2018. (Čavala i sur., 2021) godine. Tako dolazimo do podatka da je Hrvatska od svoje neovisnosti nastupila na 8 ljetnih i 8 zimskih OI te su osvojene ukupno 52 medalje, od čega 18 zlatnih, 19 srebrnih i 15 brončanih. Taekwondo u kontekstu Hrvatske predstavlja najtrofejniji olimpijski bori-lacki sport (Babić, 2022) sa ukupno 5 medalja, od čega 4 bronce i jedno zlato.

S obzirom na vrlo ograničeni broj natjecatelja mnogi elitni taekwondo borci završe karijeru a da ne nastupe na OI, a sustavi vrednovanja boraca za OI uključuju najzahtjevnije turnire diljem Svijeta. Uspjesi u taekwondo-u na OI su stoga od velikog značaja i zasigurno su posljedica dugotrajnog ustrajanja na kvaliteti sportaša. Ipak, ostaje nepoznanica koliko je Hrvatski taekwondo zaista kvalitetan i uspješan u odnosu na druge zemlje? S obzirom na prethodno pitanje, cilj ovog rada je utvrditi apsolutnu i relativnu uspješnost Hrvatskih sportaša u taekwondo-u na OI, u rasponu od 2000. do 2020. godine.

## 2. METODE RADA

Prva faza istraživanja uključuje određivanje apsolutne taekwondo rezultatske uspješnosti na OI (2000.-2020.), što je učinjeno pretraživanjem relevantne baze podataka, u ovom slučaju to je službeni online registar Olimpijskih rezultata (<https://olympics.com/en/olympic-games/olympic-results>). Apsolutna uspješnost evaluirana je ponderiranjem osvojenih medalja separirano po državama, na način da se zlato broji kao 3, srebro kao 2 a bronca kao 1 bod.

Druga faza se odnosi na relativnu uspješnost, gdje su autori usporedili broj stanovnika pojedinih država i stavili ih u odnose sa vrijednostima dobivenim ponderiranjem u prvoj fazi. Broj stanovnika pojedine države određen je sukladno redovito ažuriranim i recentnim podatcima iz 2023. godine (<https://worldpo>

pulationreview.com/countries). Zbrojeni ponderirani rezultati su relativno evaluirani kako bi se došlo do vrijednosti relativnog uspjeha (RU), prema sljedećoj formuli:

$$RU = \text{Totalbod} / \text{Pop}$$

Analize su provedene na osobnom računalu, u programu *Microsoft Excel 2019*.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Promatrajući period od proteklih 23 godine, od OI u Sydney-u kada je WT (tada WTF taekwondo) uvršten u redoviti program OI, ukupno su 42 zemlje do sada osvojile medalju u taekwondo-u. Riječ je o 15 Azijskih, 12 Europskih, 6 Afričkih, 8 Američkih zemalja te Australija sa jednom medaljom.

**Tablica 1.** Apolutni uspjeh po državama na OI 2000.-2020. u taekwondo-u (prvih 20)

	Zemlja	Zl	Sr	Br	Totalmed	Totalbod
#1	J. Koreja	11	3	7	21	46
#2	Kina	7	1	3	11	26
#3	SAD	3	2	5	10	18
#4	Velika Britanija	2	3	4	9	16
#5	Rusija	2	3	3	8	15
#6	Tajvan	2	1	6	9	14
#7	Španjolska	1	5	1	7	14
#8	Turska	1	3	5	9	14
#9	Meksiko	2	2	3	7	13
#10	Francuska	0	3	5	8	11
#11	Iran	2	1	3	6	11
#12	Kuba	1	2	3	6	10
#13	Tajland	1	2	3	6	10
#14	Srbija	2	1	1	4	9
#15	Grčka	1	3	0	4	9
#16	Italija	2	1	1	4	9
#17	Hrvatska	1	0	4	5	7
#18	Azerbajdžan	1	0	2	3	5
#19	Jordan	1	1	0	2	5
#20	Australija	1	1	0	2	5

Legenda: Zl- broj osvojenih zlatnih medalja, Sr- broj osvojenih srebrnih medalja, Br- broj osvojenih brončanih medalja, Totalmed- ukupni broj medalja, Totalbod- ukupni broj ponderiranih bodova

Rezultati prikazani u Tablici 1. prikazuju apsolutnu rezultatsku uspješnost, s obzirom na ukupan broj osvojenih medalja u taekwondo-u separirano po zemljama. Južna Koreja se pozicionirala kao najtrofejnija zemlja sa čak 11 zlatnih odličja, no riječ je o zemlji iz koje WT i potječe, stoga rezultat nije iznenađujući. Očekivano, slijede ju velesile poput Kine, SAD-a, Velike Britanije i Rusije. Najveći broj zlatnih i brončanih medalja također pripada Južnoj Koreji, dok je najviše srebrnih medalja osvojila Španjolska. U prvih 20 zemalja po apsolutnoj uspješnosti našla se i Hrvatska, pozicionirana na 17. mjestu, ispred pojedinih snažnih sportskih nacija poput Australije, Norveške, Argentine, Kanade, Njemačke, Brazila i Japana. Ispred Hrvatske našlo se tako 8 Europskih, 5 Azijskih te 3 Američke zemlje. Hrvatska se može pohvaliti i zlatnom medaljom, što ju svrstava u jednu od 22 države kojima je to pošlo za rukom u dosadašnjoj povijesti WT-a na OI. Zlatne medalje osvojilo 22 je 8 Azijskih, 8 Europskih, 4 Američke, te po 1 Australijska (Australija) i 1 Afrička država. Govoreći o broju zlatnih medalja, 26 medalja pripada Aziji, 12 medalja Europi, 7 Americi, 1 Australiji te 1 Africi.

**Tablica 2.** Relativni uspjeh po državama na OI 2000.-2020. u taekwondo-u (prvih 20)

	Zemlja	Zl	Sr	Br	Totalmed	Totalbod	Pop	RU
#1	Hrvatska	1	0	4	5	7	3,872	180,793
#2	Srbija	2	1	1	4	9	7,179	125,371
#3	Sjeverna Makedonija	0	1	0	1	2	2,089	95,756
#4	Kuba	1	2	3	6	10	11,203	89,259
#5	J. Koreja	11	3	7	21	46	51,802	88,800
#6	Grčka	1	3	0	4	9	10,359	86,881
#7	Gabon	0	1	0	1	2	2,414	82,838
#8	Norveška	0	2	0	2	4	5,455	73,326
#9	Tajvan	2	1	6	9	14	23,910	58,553
#10	Azerbajdžan	1	0	2	3	5	10,387	48,135
#11	Jordan	1	1	0	2	5	11,316	44,184
#12	Španjolska	1	5	1	7	14	47,540	29,449
#13	Dominikanska Republika	0	1	1	2	3	11,286	26,583
#14	Velika Britanija	2	3	4	9	16	67,630	23,658
#15	Australija	1	1	0	2	5	26,316	19,000
#16	Obala Bjelokosti	1	0	2	3	5	28,533	17,524
#17	Francuska	0	3	5	8	11	64,697	17,002
#18	Turska	1	3	5	9	14	85,341	16,405
#19	Italija	2	1	1	4	9	58,951	15,267
#20	Tajland	1	2	3	6	10	71,757	13,936

Legenda: Pop- ukupna populacija (milijuni), RU- relativni uspjeh

Analiza relativnog uspjeha (Tablica 2.) otkrila je neočekivane, ali za Hrvatsku izvrsne rezultate. Hrvatska se tako našla na 1. mjestu sa 180 bodova u ukupnom Svjetskom poretku po relativnom uspjehu u WT-u na OI, što je izvrstan, šampionski rezultat. Na 2. i 3. mjestu našle su se zemlje bivše SFRJ, Srbija i Sjeverna Makedonija, što znači da su prva tri mjesta zauzele zemlje koje postoje tek 30-ak godina. Našli smo se tako ispred Južne Koreje (5. mjesto), tzv. „majke“ WT-a, ali i ispred svih ostalih velesila u WT-u, ali i u sportu općenito. Ukoliko se ovaj relativni rezultat Hrvatske uspoređi sa relativnim uspjehom Hrvatske na OI u svim sportovima skupa (Čavala i sur., 2021), vidljiva je velika razlika u relativnoj uspješnosti. Hrvatska tako u ukupnom relativnom poretku (svi sportovi skupa) zauzima 17. mjesto, dok u WT-u to mjesto zauzima u apsolutnom poretku. Bitno je također napomenuti da je taekwondo tek 9. najtrofejniji Olimpijski sport u Hrvata, odnosno 8. u sportovima obuhvaćenim ljetnim OI, dok prvo mjesto i dalje drži Alpsko skijanje.

Paraolimpijski taekwondo je u Tokiju 2020 po prvi put uvršten na Paraolimpijske igre (klasa K44), u sklopu kojih je Hrvat Ivan Mikulić osvojio srebrnu medalju te tako Hrvatsku pozicionirao na 9. mjesto u ukupnom apsolutnom poretku. Govoreći o relativnom odnosu, Hrvatska je i u Olimpijskom parataekwondo-u prva! Međutim, riječ je o prvom provedenom parataekwondo Olimpijskom ciklusu stoga još nije primjereno izvlačiti zaključke.

#### 4. ZAKLJUČAK

Moguće je na koncu zaključiti da je WT zasigurno jedan od bitnih sportova za promidžbu Hrvatske, ali i profiliranje Hrvatske kao zemlje borilačkih sportova. U kontekstu procesa identifikacije talenata prezentirani podaci su od velike koristi jer prikazuju regionalnu taekwondo sliku Hrvatske, gdje su medaljama podjednako zastupljeni Split i Zagreb, međutim ostali krajevi se čine zanemarenima, što je zasigurno veliki prostor za napredak i širenje WT-a. Hrvatska je potvrdila svoj relativni status/uspjeh na OI što se WT tiče, međutim sada se treba koncentrirati na kontinuitet i povećanje apsolutnog uspjeha. Potrebno je napomenuti da je ovo relativni uspjeh na OI, a ne konačan ili ukupan uspjeh Hrvatske u taekwondo-u, jer nisu obuhvaćena Europska i Svjetska prvenstva te Grand Prix-evi, kao ni aktualne WT rang liste po kategorijama što bi trebalo obuhvatiti sljedećim istraživanjima. Dobiveni rezultati su zapravo potvrda kvalitete Hrvatskim

taekwondo natjecateljima, trenerima i volonterima koji su Hrvatski taekwondo doveli do najboljih rezultata. Također, riječ je o kvalitetnim podacima koji pridonose ukupnosti znanja o taekwondo-u u Hrvata.

Istraživanje je provedeno uz podršku Hrvatske zaklade za znanost, u sklopu znanstvenog projekta IP-2020-02-3366.

## 5. LITERATURA

1. Babić, M. (2022). Baterija testova za evaluaciju motoričkog profila mladih taekwondo sportaša. *Ljetna škola kineziologa*, 30, 811-819.
2. Čavala, M., Rajković Vuletić, P., Rogulj, N. (2021). Republika Hrvatska na Olimpijskim igrama. 29. *Ljetna škola kineziologa: Pedagoške kompetencije u kineziologiji*. Zadar, 2021., str. 334-340. Zadar: Hrvatski kineziološki savez.
3. Čular, D., Jelaska, I., Pečko, D. (2015). Population size as a factor in countries' success in WTF taekwondo competitions. *5<sup>th</sup> International Scientific Conference „Contemporary Kinesiology“*, Zbornik radova. Split, 2015., str. 203-211. Split: Kineziološki fakultet u Splitu.
4. Hrštić, I. i Mustapić, M. (2015). Sport and politics in Croatia – Athletes as National Icons in History Textbooks. *Altre Modernità*.
5. Obadić, E., Škorić, S. (2019). Uspjeh Hrvatskih sportaša na olimpijskim igrama od 1992. do 2016. godine – pilot studija. *Hrvatski sportsko-medicinski vjesnik*, 34(2), 101-109.



# RAZLIKA U FREKVENCiji SRCA I POTROŠNJI KALORIJA MEĐU STUDENTIMA KINEZIOLOGIJE TIJEKOM GRUPNOG FITNESS TRENINGA I SPORTSKOG TRENINGA

**Antonio Žulj, Josip Cvenić**

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku*

## 1. UVOD

Tjelesna aktivnost ključna je za održavanje dobrog zdravlja i kondicije (American College of Sports Medicine [ACSM], 2020). Međutim, vrsta tjelesne aktivnosti može imati različite učinke na tijelo. Svrha ovog istraživanja je istražiti razlike u frekvenciji otkucaja srca i potrošnji kalorija među studentima kineziologije tijekom grupnog kondicijskog treninga i sportskog treninga. Studija će se fokusirati na dvije vrste tjelesnih aktivnosti: kružni treninzi s fokusom na specifične motoričke vještine kao što su eksplozivna snaga, repetitivna snaga, brzina, aerobna i anaerobna izdržljivost, skokovi, preciznost (Ahtiainen, Pakarinen, Alen i Kraemer, 2003.; Buchheit i Laursen, 2013; Haff, Leistner i sur., 2019; Gist i Thompson, 2016) i timski sportovi kao što su nogomet, rukomet, košarka i odbojka (King i sur., 2010). Studija ima za cilj pružiti uvid u kardiovaskularne i energetske zahtjeve različitih vrsta tjelesne aktivnosti (LaForgia i sur., 2006.) i njihove implikacije na kondiciju i promicanje zdravlja. Studija će se usredotočiti na studente kineziologije budući da su oni populacija s visokom razinom tjelesne aktivnosti i dobro razumiju tjelesnu aktivnost i vježbanje (Da Silva i Gomes, 2017). Nalazi ovog istraživanja imat će praktične implikacije za pojedince i fitness profesionalce u smislu optimizacije otkucaja srca i sagorijevanja kalorija tijekom vježbanja (Dalleck i Kravitz, 2008).

## 2. METODE RADA

**Tablica 1.** Tablični prikaz metoda rada

Metoda	Opis
Uzorak ispitanika	54 studenata treće godine Kineziološkog fakulteta u Osijeku, ukupno 171 provedenih testova
Uzorak varijabli	Prosječni postotak maksimalne frekvencije srca (%AVG), Najveći postotak maksimalne frekvencije srca (MAX%), Količina potrošenih kalorija (Cal)
Opis mjerenja	Srčana frkevenција mjerena pulsmetrom Polar H9 i praćena Polar Team aplikacijom
Opis protokola	Nastava provedena u zimskom semestru 2022/23. tijekom kolegija Teorija treninga, dobrovoljno testiranje studenata
Metode obrade podataka	Program TIBCO Statistica™ i Microsoft Excel 2016

### 2.1. EKSPERIMENTALNI POSTUPAK

Sportski trening definirati kao kompleksan transformacijski proces kojeg čine uređeni sustavi trenažnih operatora koji su primjereni utvrđenim stanjima treniranosti sportaša i postavljenim ciljevima sportske pripreme u vremenski zaokruženim ciklusima u skladu sa stupnjem darovitosti pojedinca, razinom njihove samoaktivnosti i utjecajem okolinskih čimbenika (Milanović, 2013).

Sportovi u kojima su se provodila ispitivanja su bili : nogomet, košarka, rukomet i odbojka. Svaki trening je bio točno usmjeren na određenu motoričku ili funkcionalnu sposobnost. Provedeno je ukupno 11 različitih sportskih treninga.

Fitness trening je skup vježbi koji se koriste za poboljšanje tjelesnog zdravlja i kondicije. Vrste fitness treninga koje su korištene u ovom istraživanju su bile : kružni trening, tabata i treninzi usmjereni jednoj od motoričkih sposobnosti. Provedeno je ukupno 10 različitih fitness treninga.

### 3. REZULTATI

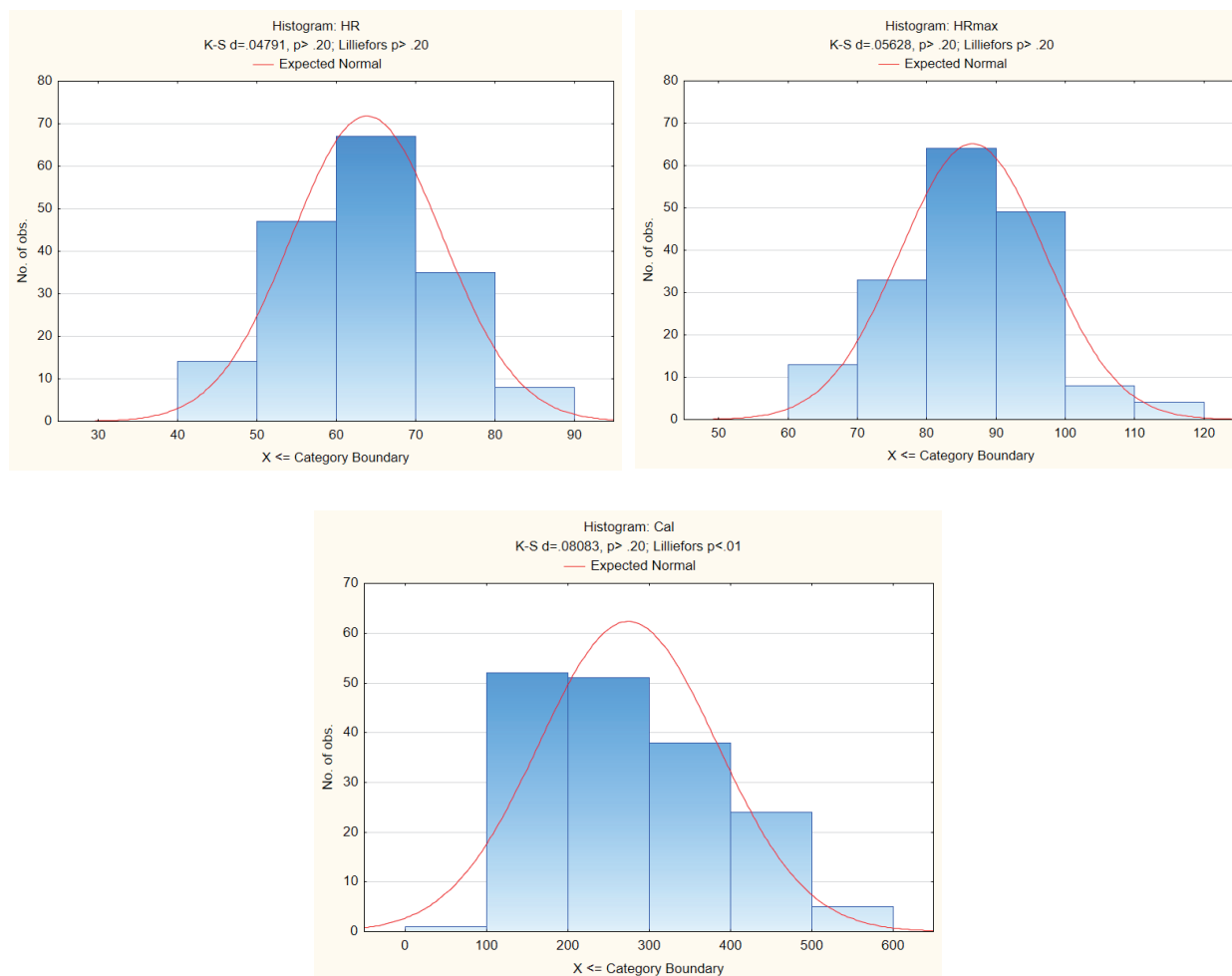
**Tablica 2.** Deskriptivni pokazatelji rezultata u postotcima maksimalne frekvencije srca i potrošnje kalorija

	N	Mean	Median	Min	Max	Var	Std.Dev	Skew	Kurt
AVG%	171	63.93	65.00	42.00	87.00	90.20	9.50	0.01	-0.50
MAX%	171	86.60	87.00	61.00	118.00	109.61	10.47	0.11	0.19
Cal	171	274.46	272.00	83.00	563.00	11975.90	109.43	0.44	-0.61

Legenda: N – broj ispitanika, Mean – aritmetička sredina, Median – središnja vrijednost, Min – najmanja vrijednost, Max – najveća vrijednost, Var – varijanca, Std.Dev. – standardna devijacija, Skew – mjera asimetrije, Kurt – mjera izduženosti

U tablici 2. prikazani su osnovni deskriptivni parametri aritmetičke sredine (Mean), središnja vrijednost (Median), minimalni (Min) i maksimalni (Max) rezultati, varijanca (Var), standardna devijacija (Std. Dev.), mjere zakrivljenosti (Skew) i spljoštenosti (Kurt).

Histogramima na slici 1. prikazana je distribucija varijabli te je primijenjen Kolmogorov Smirnov i Lilliefors test za izračun normalnosti. Sve tri varijable imaju normalnu distribuciju te zadovoljavaju uvjete za primjenu deskriptivne statistike i korištenje t – testa za nezavisne uzorke.

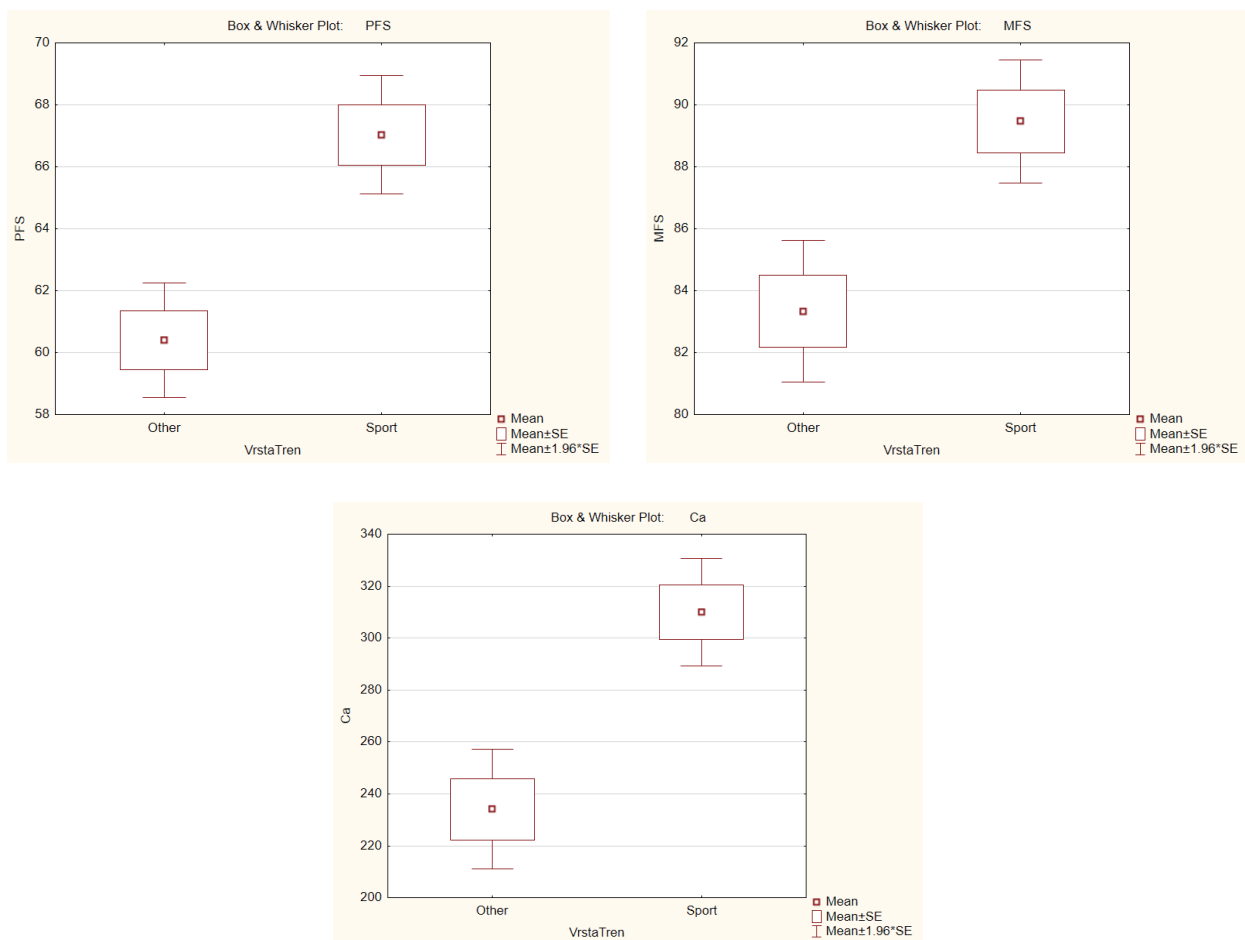


**Slika 1.** Histogrami varijabli HR, HRmax i Cal

**Tablica 3.** T-test za nezavisne uzorke između grupnih fitness treninga i sportskih treninga

	Mean Fit	Mean Sport	t - value	df	p	N Fit	N Sport	Std.Dev. Fit	Std.Dev. Sport
AVG%	60.40	67.03	-4.85	169	0.00	80	91	8.48	9.29
MAX%	83.34	89.47	-3.99	169	0.00	80	91	10.46	9.66
Cal	234.14	309.91	-4.80	169	0.00	80	91	105.57	100.61

U tablici 3. prikazan je t – test za nezavisne uzorke između grupnih fitness treninga i sportskih treninga. Vidljivo je iz tablice statistički značajna razlika između ove dvije grupe u sve tri varijable (HR, HRmax i Cal). Grafički prikaz t – testa za nezavisne uzorke prikazan je Box i Whisker grafom.



**Slika 2.** Box i Whisker graf varijabli HR, HRmax i Cal

#### 4. DISKUSIJA

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da postoji statistički značajna razlika u prosječnom postotku maksimalne frekvencije srca (%AVG), najvećem postotku maksimalne frekvencije srca (MAX%) i količina potrošenih kalorija (Cal) tijekom grupnog fitness treninga i sportskog treninga među studentima kineziologije. Točnije, prosječni postotak maksimalne frekvencije srca (%AVG), najveći postotak maksimalne frekvencije srca (MAX%) i količina potrošenih kalorija (Cal) tijekom grupnog fitness treninga bili su niži nego tijekom bavljenja sportskim treningom. Ovi su nalazi u skladu s prethodnim istraživanjem koje je pokazalo da kardiovaskularni i energetske zahtjevi različitih vrsta tjelesne aktivnosti mogu varirati (La-Forgia i sur., 2006; King i sur., 2010).

Zone opterećenja su podjele različitih razina intenziteta vježbanja, koje se koriste za određivanje koliko intenzivno se trenira. To se obično odnosi na različite zone srčane frekvencije i koristi se za optimizaciju

treninga. Zone opterećenja : 1. maksimalna (90% -100% maksimalne frekvencije srca), 2. submaksimalna ili velika (75% - 90% maksimalne frekvencije srca), 3. medijalna ili srednja (60 % - 75% maksimalne frekvencije srca), 4. umjerena (45% - 60% maksimalne frekvencije srca), 5. minimalna ili mala (30% - 45% maksimalne frekvencije srca). Maksimalna srčana frekvencija se dobiva koristeći formulu 220 - dob. Intenzitet treninga se određuje korištenjem srčane frekvencije kao pokazatelja, koji se uspoređuje s maksimalnom srčanom frekvencijom.

Studija je imala za cilj pružiti uvid u kardiovaskularne i energetske zahtjeve različitih vrsta tjelesne aktivnosti i njihove implikacije na kondiciju i promicanje zdravlja. Na temelju rezultata ove studije može se zaključiti da grupni fitness trening može biti tjelesna aktivnost nižeg intenziteta u usporedbi sa sudjelovanjem u sportu. Ovo ima praktične implikacije za pojedince i fitness profesionalce jer bi mogli optimizirati otkucaje srca i sagorijevanje kalorija tijekom vježbanja odabirom grupnog fitness treninga umjesto sudjelovanja u sportu (Dalleck i Kravitz, 2008). Međutim, važno je napomenuti da je uzorak ove studije ograničen na studente kineziologije, koji mogu imati višu razinu tjelesne aktivnosti i razumijevanja tjelesne aktivnosti i tjelovježbe (Da Silva i Gomes, 2017) od opće populacije. Ovo ograničenje treba uzeti u obzir pri tumačenju i generalizaciji rezultata ove studije.

## 5. ZAKLJUČAK

Ova studija istraživala je razlike u postotku frekvenciji srca i potrošnji kalorija među studentima kineziologije tijekom grupnog fitness treninga i sportskog treninga. Rezultati ovog istraživanja pokazuju da postoji statistički značajna razlika u prosječnom postotku maksimalne frekvencije srca (%AVG), najvećem postotku maksimalne frekvencije srca (MAX%) i količina potrošenih kalorija (Cal) tijekom grupnog fitness treninga i sportskog treninga među studentima kineziologije između dvije vrste tjelesne aktivnosti. Konkretno, utvrđeno je da je grupni fitness trening nižeg intenziteta u usporedbi sa sudjelovanjem u sportu, što je dokazano nižim postotkom maksimalne frekvencije srca i potrošnje kalorija.

Nalazi ove studije imaju praktične implikacije za pojedince i fitness profesionalce, jer mogu koristiti informacije za optimizaciju otkucaja srca i sagorijevanje kalorija tijekom vježbanja. Rezultati ove studije sugeriraju da bi grupni fitness trening mogao biti bolja opcija za pojedince koji žele optimizirati broj otkucaja srca i sagorijevanje kalorija tijekom vježbanja. Međutim, važno je napomenuti da je uzorak ove studije ograničen na studente kineziologije, koji mogu imati višu razinu tjelesne aktivnosti i razumijevanja tjelesne aktivnosti i tjelovježbe od opće populacije. Stoga rezultate ove studije treba tumačiti i generalizirati s oprezom.

## 6. LITERATURA

1. Ahtiainen, J. P., Pakarinen, A., Alen, M., i Kraemer, W. J. (2003). Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 572–582.
2. American College of Sports Medicine (ACSM). (2020). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (10<sup>th</sup> ed.). Wolters Kluwer.
3. Buchheit, M., i Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313-338.
4. Da Silva, R. L., i Gomes, P. (2017). Heart rate and energy expenditure during different types of group exercise classes. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(2), 303-309.
5. Dalleck, L. C., i Kravitz, L. (2008). Energy expenditure during group fitness classes. *The Journal of Physical Education, Recreation i Dance*, 79(6), 49-54.
6. Gist, N. H., i Thompson, W. R. (2016). The acute effect of different types of resistance exercise on muscle damage markers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 131-138.
7. Haff, G. G., Leistner, S., Naclerio, F., Schoenfeld, B., Smith-Ryan, A., i Van der Meer, K. (2019). The acute effects of resistance exercise on muscle protein synthesis and degradation. *Journal of Sports Sciences*, 37(3), 3-14.
8. King, J. A., Batterham, K. A., i Leicht, A. S. (2010). Cardiorespiratory and metabolic responses during small-sided games in elite soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5),
9. Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet sveučilišta u Zagrebu.

# **RAZLIKE U RAZINI PRIMIJEĆENOG STRESA PREMA SPOLU I VRSTI KINEZIOLOŠKE AKTIVNOSTI MEĐU ČLANOVIMA STUDENTSKE SPORTSKE UDRUGE**

**Jura Kunšt, Tonći Mašina**

*Medicinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## **1. UVOD**

Pojam „stres“ prožima našu kulturu u mnogim dimenzijama te je istodobno još uvijek zbunjujući i kontroverzan. Danas se stres definira kao događaj u kojem je stabilno stanje nekog biološkog sustava dovedeno u pitanje, to jest pred izazov (Lu i sur., 2021). Tvari koje izazivaju stres zovu se stresori i oni potencijalno mogu potaknuti odgovore na molekularnoj, staničnoj i sustavnoj razini kako bi se očuvalo stabilno stanje i potaknula prilagodba. Stoga je koncept stresa specificiran prema različitim stresnim podražajima, stresorima, mjestima ili funkcijama, kao što su emocionalni stres, oksidativni stres, mitohondrijski stres, metabolički stres i tako dalje (Lu i sur., 2021).

Stres je inače sveprisutan u čitavoj populaciji, no potvrđena je značajna pojavnost simptoma stresa i u studentskoj populaciji (Zhang i sur., 2022) kao i simptomi depresije, anksioznosti koji se u nekim slučajevima ne javljaju izolirano, već koegzistiraju (Ramón-Arбуés i sur., 2020).

Akademski stres je posebno čest u studenata medicine što se može pripisati manjkom slobodnog vremena za hobije, odmor i druženja, natjecateljskoj atmosferi među kolegama i nedostatkom motivacije (Lecombruni i sur., 2022).

Jedan od mogućih načina za prevenciju i redukciju stresa je tjelesna aktivnosti i tjelovježba. Kako bi se reducirao stres i unaprijedila kvaliteta života, na medicinskom fakultetu u Zagrebu već niz godina djeluje studentska sportska udruga SPORTMEF koja studenticama i studentima pruža niz različitih sportsko-rekreativnih sadržaja. Dosadašnja istraživanja upućuju na podatak da su studenti koji redovito prakticiraju sportske aktivnosti manje izloženi lošim posljedicama stresa (Wunsch i sur., 2021). Negativne posljedice stresa mogu se odraziti na kvalitetu života studenata pa se tako bilježe poremećaji u prehrani (Mikolajczyk i sur., 2009), ali i pribjegavanje različitim oblicima ovisnosti (Tavolacci i sur., 2013).

Cilj ovog istraživanja bio je odrediti razinu primijećenog stresa među članovima studentske sportske udruge te uočiti razlike po spolu i vrsti kineziološke aktivnosti.

## **2. MATERIJALI I METODE RADA**

Za potrebe ovog istraživanja uzet je prigodni uzorak sačinjen od studenata članova studentske sportske udruge Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. U istraživanju je dobrovoljno sudjelovalo 147 studenata sa svih šest godina studija i iz 20 sportskih sekcija. Ukupno je sudjelovalo 61 student i 86 studentica. Istraživanje je provedeno tijekom mjeseca prosinca 2022. godine, kada su studentice i studenti popunili upitnik on line, putem google obrasca.

U svrhu istraživanja studenti su ispunili upitnik o percipiranom stresu (Perceived stress scale, PSS-10), koji se sastoji od 10 pitanja pomoću kojih se nastoji razumjeti kako određene situacije utječu na osjećaje i primijećeni stres tijekom proteklih mjesec dana. Upitnik je skaliran kao Likertova skala s četiri odgovora u rasponu od nikada (0), skoro nikada (1), ponekad (2), prilično često (3) i vrlo često (4). Ukupni rezultat upitnika određen je zbrojem svih pitanja nakon dodatnog rekodiranja pozitivnih pitanja prema dostupnim uputama o izračunu ukupnog PSS-10 skora. Rezultati upitnika koji se nalaze u rasponu od 0-13 podrazumijevaju „nisku razinu stresa“, od 14-26 „umjerenu razinu stresa“ a od 27-40 „visoku razina stresa“.

### 3. REZULTATI

Obradeni su i analizirani podaci od ukupno 147 studenata medicine, od čega su 41,5% činili mladići, njih 61, a 58,5% djevojke, njih 86 koji su sudjelovali u istraživanju. Studentice i studenti su u svrhu istraživanja ispunili upitnik o percipiranom stresu (Perceived stres scale-PSS), koji se sastoji od 10 pitanja. Osim toga studenti su ispunili pitanja o spolu, godini studija i kojoj sportskoj sekciji pripadaju.

**Tablica 1.** Analiza razlika u primijećenoj razini stresa u odnosu na spol

SPOL	N	AS	SD	SG	Medijan		Min	Max	P	
					25.	75.				
PSS	Muški	61	15,34	6,91	0,88	13,57	17,12	3	32	0,001
	Ženski	86	19,59	6,75	0,72	18,15	21,04	3	35	

Analizom razlika prema spolu, uočeno je kako je ukupni rezultat upitnika veći kod djevojkina (AS 19,59, SD 6,75) u odnosu na mladiće (AS 15,34, SD 6,91), pri čemu je primijećena razlika statistički značajna ( $p < 0,001$ ) (Tablica 1).

Također, zabilježena je značajna razlika u razini primijećenog stresa između analiziranim skupinama obzirom na kineziološku aktivnost ( $P=0,003$ ). Daljnjom post hoc obradom prema Bonferroniju (Tablica 2.), utvrđeno je kako je zabilježena razlika posljedica značajnih razlika između skupine Šah Ž (AS 26,00, SD 5,31), u odnosu na skupine Rukomet M (AS 12,56, SD 3,32,  $P < 0,002$ ), Košarka Ž (AS 14,80, SD 5,99,  $P=0,028$ ) i Vaterpolo M (AS 11,25, SD 9,17,  $P=0,034$ ).

**Tablica 2.** Post hoc analiza razlika prema Bonferroniju u primijećenoj razini stresa među analiziranim skupinama

Zavisna varijabla	Razlika AS (I-J)	P	Medijan				
			25.	75.			
PSS	Šah Ž	Veslanje M	8,50	5,06	1,000	-10,37	27,37
		Veslanje Ž	7,11	2,96	1,000	-3,92	18,14
		Plivanje M	6,50	5,06	1,000	-12,37	25,37
		Plivanje Ž	8,37	3,06	1,000	-3,03	19,78
		Odbojka M	10,00	2,75	0,069	-0,24	20,24
		Odbojka Ž	5,46	2,70	1,000	-4,59	15,51
		Futsal M	9,75	3,06	0,313	-1,65	21,15
		Futsal Ž	9,30	2,88	0,270	-1,42	20,02
		Rukomet M	13,44*	2,96	0,002	2,41	24,47
		Rukomet Ž	4,76	2,70	1,000	-5,28	14,82
		Košarka M	11,33	3,34	0,160	-1,12	23,79
		Košarka Ž	11,20*	2,88	0,028	0,47	21,92
		Atletika M	12,500	5,067	1,000	-6,372	31,372
		Atletika Ž	4,333	3,345	1,000	-8,126	16,793
		Tenis M	10,625	3,063	0,122	-0,782	22,032
		Tenis Ž	9,333	3,345	1,000	-3,126	21,793
Vaterpolo M	14,750*	3,849	0,034	0,416	29,084		
Šah M	8,000	3,063	1,000	-3,407	19,407		

#### 4. RASPRAVA

Analizom razlika prema spolu u analiziranom uzorku, primijećene su značajno više vrijednosti stresa kod studentica u odnosu na studente. Istodobno je zabilježena značajna razlika s obzirom na vrstu kineziološke aktivnosti pri čemu studentice članice šahovske sekcije u vremenu u kojem su prikupljeni podaci, doživljaje iz svoje okoline doživljavaju stresnije u odnosu na kolegice košarkašice te kolege rukometaše i vaterpoliste. Rezultati koje analiziraju razlike prema spolu u skladu su s rezultatima drugih studija (Anuradha i sur., 2017, Borjalilu i sur., 2015). Jedan od mogućih razloga jest to što žene više i otvorenije izražavaju svoje iskustvo stresa od muškaraca (Drachev i sur., 2020). Nadalje, u usporedbi sa studentima, studentice mogu biti osjetljivije na određene stresore iz okoline ili mogu imati drugačiji obrazac ponašanja zbog drugačije reakcije na stres, kao što je emocionalno jedenje (Grajek i sur., 2022). Istraživači ovu činjenicu objašnjavaju složenom biološkom prirodnom odgovora na stres koji je specifičan za spol, a koji može ovisiti o hormonskim fluktuacijama, spolnim razlikama u strukturi mozga, organizaciji bijele tvari i cerebralnom protoku krvi te angažman različitih neuronskih mreža kod muškaraca i žena tijekom stresa (Goldfarb i sur., 2019). Osim bioloških predispozicija, jak utjecaj imaju i psihosocijalni utjecaji posebice u manje razvijenim zemljama svijeta (Shah i sur., 2010).

Prethodna istraživanja su utvrdila kako studenti uključeni u sportske programe prijavljuju nižu razinu stresa i bolje mehanizme kontrole stresa u odnosu na one koji se ne bave sportom (Azizi, 2011). Rezultati među sportskim sekcijama ukazuju na nisku razinu stresa u sekcijama muški rukomet i vaterpolo, srednju razinu zabilježenu u svim ostalim sekcijama osim šahovske ženske sekcije koja je na granici s visokom razinom primijećenog stresa. Značajno višu razinu stresa koju su ostvarile studentice šahovske sekcije u odnosu na studente rukometaše i vaterpoliste možemo objasniti prethodno uočenim i objašnjenim spolnim razlikama. Razlika koja je zabilježena između studentica šahistica u odnosu na košarkašice je uistinu velika. Budući da u ovom istraživanju nisu analizirani drugi mogući prediktori stresa, mogući uzrok ovakvom rezultatu je činjenica da je studenticama članicama košarkaške sekcije, tjelesni napor na treningu i natjecanju ipak značajan regulator akademskog stresa koji je zajednički kod svih ispitanika u ovom istraživanju. Prethodno je potvrđeno da ukupna tjelesna aktivnost (TA) i TA umjerenog intenziteta značajno unaprjeđuje mentalno zdravlje studenata te se ističe kao preventivni čimbenik lošeg mentalnog zdravlja (Li i sur. 2014). Životni stil studenata medicine je u velikoj mjeri sjedilačkog karaktera sa značajnim intelektualnim angažmanom kroz obvezne kolegije na studiju a zatim i učenju koji slobodno vrijeme i vrijeme za aktivnosti kompenzirajućih aktivnosti, svodi na minimum. Istraživanja navode kako među studentskom populacijom uslijed povećanja akademskog angažmana dolazi do povećanja stresa te je stres izraženiji među studentima medicine (Sohail, 2013). Studentice članice šahovske sekcije na svojim okupljanjima dodatno provode vrijeme sjedeći za stolom, izložene drukčijem, ali opet intelektualnom opterećenju s značajno izraženom natjecateljskom komponentom.

#### 5. ZAKLJUČAK

Na ukupnom uzorku ispitanika, studenti medicine oba spola ostvaruju umjerenu razinu primijećenog stresa te je analizom razlika prema spolu utvrđeno da studentice bilježe značajno višu razinu stresa u odnosu na svoje muške kolege. Analizom razlika s obzirom na vrstu kineziološke aktivnosti kojom se bave u okviru studentskih sportskih sekcija, utvrđeno je kako studentice iz šahovske sekcije bilježe značajno višu razinu primijećenog stresa u odnosu na svoje kolegice iz košarkaške sekcije te muške kolege iz rukometne i vaterpolo sekcije. Tjelesna aktivnost i tjelovježba ima preventivni učinak na mentalno zdravlje studenata a oni studenti koji participiraju u sportskim aktivnostima imaju bolje razvijene mehanizme nošenja sa stresom. Sukladno ovim ali i prethodno dobivenim rezultatima istraživanja među studentima medicine u Zagrebu, potrebno je osigurati i osmisliti različite programe tjelesnog vježbanja koji će studentima unaprijediti kvalitetu života tijekom studija. Osim toga, važno je da studenti medicine kao budući liječnici usvoje zdrave životne navike koje će tijekom svoje profesionalne karijere ali i u privatnom životu prenositi na članove uže i šire zajednice. Osim trenažnih i natjecateljskih aktivnosti, studentske sportske udruge na svim sastavnicama Sveučilišta, trebale bi edukativno djelovati na svoje članove te studentsku populaciju u cjelini.

## 6. LITERATURA

1. Anuradha, R., Dutta, R., Raja, J.D., Sivaprakasam, P., Patil, A.B. (2017). Stress and Stressors among Medical Undergraduate Students: A Cross-sectional Study in a Private Medical College in Tamil Nadu. *Indian Journal of Community Medicine*, 42(4), 222-225.
2. Azizi, M. (2011). Effects of doing physical exercises on stress-coping strategies and the intensity of the stress experienced by university students in Zabol, Southeastern Iran, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 30, 372-375.
3. Borjalilu, S., Mohammadi, A., Mojtahedzadeh, R. (2015). Sources and Severity of Perceived Stress Among Iranian Medical Students. *Iran Red Crescent Medical Journal*, 17(10):e17767.
4. Drachev, S.N., Stangvaltaite-Mouhat, L., Bolstad, N.L., Johnsen, J.A., Yushmanova, T.N., Trovik, T.A. (2020). Perceived Stress and Associated Factors in Russian Medical and Dental Students: A Cross-Sectional Study in North-West Russia. *International Journal of Environment Research and Public Health*, 17(15), 5390.
5. Goldfarb, E.V., Seo, D., Sinha, R. (2019). Sex differences in neural stress responses and correlation with subjective stress and stress regulation. *Neurobiology of Stress*, 11:10017
6. Grajek, M., Krupa-Kotara, K., Białek-Dratwa, A., Staśkiewicz, W., Rozmiarek, M., Misterska, E. i sur. (2022). Prevalence of Emotional Eating in Groups of Students with Varied Diets and Physical Activity in Poland. *Nutrients*, 14(16), 3289
7. Leombruni, P., Corradi, A., Lo Moro, G., Acampora, A., Agodi, A., Celotto, D. i sur. (2022). Stress in Medical Students: PRIMES, an Italian, Multicenter Cross-Sectional Study. *International Journal of Environment Research and Public Health*, 19(9), 5010
8. Li, Y., Xu, Z., Liu, Sh. (2014). Physical activity, self-esteem, and mental health in students from ethnic minorities attending colleges in China. *Social Behaviour and Personality*, 42(4), 529-538
9. Lu, S., Wei, F., Li, G. (2021). The evolution of the concept of stress and the framework of the stress system. *Cell Stress*, 5(6), 76-85
10. Mikolajczyk, R.T., El Ansari, W., Maxwell, A.E. (2009). Food consumption frequency and perceived stress and depressive symptoms among students in three European countries. *Nutrition Journal*, 8, 31
11. Ramón-Arbués, E., Gea-Caballero, V., Granada-López, J.M., Juárez-Vela, R., Pellicer-García, B., Antón-Solanas, I. (2020). The Prevalence of Depression, Anxiety and Stress and Their Associated Factors in College Students. *International Journal of Environment Research and Public Health*, 17(19), 7001
12. Sohail.N. (2013). Stress and academic performance among medical students. *Journal of College Physicians and Surgeons Pakistan*, 23(1), 67-71.
13. Shah, M., Hasan, S., Malik, S., Sreeramareddy, C.T. (2010). Perceived Stress, Sources and Severity of Stress among medical undergraduates in a Pakistani Medical School. *BMC Medical Education*, 10, 2
14. Tavolacci, M.P., Ladner, J., Grigioni, S., Richard, L., Villet, H., Dechelotte, P. (2013). Prevalence and association of perceived stress, substance use and behavioral addictions: a cross-sectional study among university students in France. *BMC Public Health*, 13:724
15. Wunsch, K., Fiedler, J., Bachert, P., Woll, A. (2021). The Tridirectional Relationship among Physical Activity, Stress, and Academic Performance in University Students: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environment Research and Public Health*, 18(2), 739
16. Zhang, Z., Min, H.J. (2022). Effects of Different Physical Exercises on Physical and Mental Health of Female College Students. *Journal of Healthcare Engineering*, 7812005



# **RAZLIKE U OPĆIM I SPECIFIČNIM MOTORIČKIM SPOSOBNOSTIMA UČENIKA PRVE, DRUGE I TREĆE GODINE „SPORTSKE AKADEMIJE“ DSU – SKOPJE, USMERENJA NOGOMET**

**Martin Andonovski, Goran Nikovski, Žikica Tasevski, Seryoža Gontarev**  
*Fakultet za tjelesni odgoj, sport i zdravlje, Skoplje*

## **1. UVOD**

Nogomet je, jednostavno rečeno, najrašireniji i najpopularniji sport današnjice. U pogledu specifičnih zahtjeva, nogometnu igru karakteriziraju pokreti donjih ekstremiteta koji reguliraju kretanje lopte (primanje, dodavanje, vođenje, oduzimanje), kao i snažni udarci lopte nogom i glavom. (Molnar, 2007.). Složenost nogometa ogleda se u tehničkim, taktičkim, psihološkim i kondicijskim zahtjevima s kojima se nogometaši suočavaju. Za nogomet je od velike važnosti razvoj motoričkih i funkcionalnih sposobnosti te tehničko-taktičkih elemenata. Razvojem nogometa, odnosno porastom tempa, brzine i dinamike igre, kao i tehničkih i taktičkih zahtjeva, kondicijska pripremljenost nogometaša ima veliki značaj. Tehnička priprema je osnova u trenažnom procesu svakog nogometaša (Bompa, 2006). Stoga u procesu osposobljavanja rada s djecom i mladima za razvoj pojedinih antropoloških osobina, uključujući i funkcionalne (Drabik, 1996.), treba primjenjivati učinkovite tehnike pri odabiru sadržaja metoda rada, organizacijskih oblika, intenziteta rada i oporavka. Da bi nogometaš mogao izvršavati nogometne zadatke, između ostalog mora posjedovati potrebnu razinu motoričkih sposobnosti koja se može postići samo odgovarajućim sustavnim kondicijskim treninzima (Verheijen, 1997; Weineck, 2000). je ključni element za uspjeh u nogometu (Wang, 1995). Testiranje tjelesnih sposobnosti je učinkovit alat za procjenu i praćenje mladih nogometaša i služi za razvoj tehničkih vještina, taktike, timskog rada i kognitivnih sposobnosti. Svaki test i usporedba rezultata s prethodnim testom kao i posebno osmišljen program treninga predstavljaju značajnu bazu podataka koja svakom treneru može biti izvor korisnih informacija. Evolucija i procjena uspješnosti mladih nogometaša u dugoročnoj projekciji vrlo je teška zbog individualnih razlika, antropometrijskih karakteristika, funkcionalnih kapaciteta i motoričkih disbalansa tijekom puberteta (Malina i sur., 2004.).

## **2. METODE RADA**

Problem ovog istraživanja je utvrditi može li programirana nastava učenika prve, druge i treće godine, DSU „Sportska akademija“ – Skopje, nogometnog smjera, uspješno doprinijeti poboljšanju općih i specifičnih motoričkih sposobnosti.

### **2.1. UZORAK ISPITANIKA**

Istraživanje je provedeno na uzorku od 75 ispitanika koji je podijeljen u tri skupine od po 25 ispitanika. Prva skupina obuhvatila je ispitanike prve godine u dobi od 14 godina, drugi uzorak uključivala je studente druge godine starosti od 15 godina, a treća skupina uključivala je studente treće godine starosti od 16 godina. Ovo istraživanje je longitudinalnog karaktera i bilo je realizirano u razdoblju od 2018. do 2019. godine U akademskoj 2018/19 godini, inicijalno je mjerenje obavljeno početkom studenoga 2014 godine, dok je završno finalno mjerenje obavljeno u svibnju 2019. godine. Istraživanje je objavio Institut za istraživanje sporta Fakulteta tjelesne kulture, sporta i zdravlja, Sveučilišta „Sv. Kirila i Metodija“ iz Skoplja, Republika Sjeverna Makedonija. Provjere općih i specifičnih motoričkih sposobnosti sprovele su se u dvoranama i sportskim terenima na kojima sportaši izvode praktičnu nastavu.

## 2.2. UZORAK VARIJABLI

Za procjenu općih motoričkih sposobnosti svih učenika primijenjeno je 6 testova: Beep test (Legert), Sklekovi (Push-ups), Duboki pretklon u sjedećem položaju (DPSP), Skok u dalj iz mjesta (Skok), Trčanje na 20 metara (T20m), Podizanje trupa za 30 sekundi (PT30s). Za procjenu specifičnih motoričkih sposobnosti studenata nogometaša primijenjeno je 7 testova: Illinois test bez lopte (SITBT), Illinois test s loptom (SITST), Cik-cak test bez lopte (SZIGZAGBT), Cik-cak test s loptom. lopta (SZIGZAGT), T - test bez lopte (ST\_TETS\_BT), T – test bez lopte (ST\_TETS\_T), Brzina vođenja lopte u polukrugu (SBVT).

## 3. REZULTATI

Kako bi se utvrdilo, postoje li razlike u motoričkim testovima između studenata prve, druge i treće godine sa usmjerenja nogomet u inicijalnom i finalnom mjerenju, primijenjen je t-test. S obzirom na dobivene rezultate iz tablice 1., mogu se uočiti, statistički značajne razlike u sljedećim testovima: Legert, DPSP, Skok, T20m, PT30s, SITBT, SITST, SZIGZAGT, SZIGZAGT, ST\_TETS\_BT, ST\_TETS\_T, SBVT.

**Tablica 1.** Razlike u rezultatima inicijalnog i finalnog mjerenja motoričkih sposobnosti kod nogometaša prve godine (muškarci)

Varijable	Inicijalno		Finalno		r	T-test	%	sig
	Mean	SD	Mean	SD				
Legert	10,51	0,92	9,43	1,43	-0,08	2,20	-10,3	<b>,048</b>
Push-ups	31,40	12,55	35,87	15,17	0,84	-2,11	14,2	,053
DPSP	4,75	3,38	8,56	5,61	0,58	-3,08	80,2	<b>,008</b>
Skok	206,25	8,06	230,94	12,55	0,56	-9,49	12,0	<b>,000</b>
T20m	3,29	0,18	3,62	0,18	0,24	-5,83	10,0	<b>,000</b>
PT30s	31,19	3,75	35,94	4,86	0,53	-4,42	15,2	<b>,000</b>
SITBT	14,84	0,64	15,58	0,37	0,56	-5,22	5,0	<b>,000</b>
SITST	18,07	0,95	19,07	0,65	0,14	-3,48	5,5	<b>,004</b>
SZIGZAGBT	5,74	0,25	5,64	0,20	-0,07	1,19	-1,7	,257
SZIGZAGT	7,96	0,48	7,34	0,24	0,14	4,57	-7,8	<b>,001</b>
ST_TETS_BT	10,49	0,39	9,35	0,32	0,50	11,76	-10,9	<b>,000</b>
ST_TETS_T	13,03	0,84	11,37	0,69	0,07	5,92	-12,7	<b>,000</b>
SBVT	18,02	1,54	16,24	0,71	0,22	4,29	-9,9	<b>,001</b>

Legenda: Beep test (Legert), Sklekovi (Push-ups), Duboki pretklon u sjedećem položaju (DPSP), Skok u dalj iz mjesta (Skok), Trčanje na 20 metara (T20m), Podizanje trupa za 30 sekundi (PT30s). Za procjenu specifičnih motoričkih sposobnosti studenata nogometaša primijenjeno je 7 testova: Illinois test bez lopte (SITBT), Illinois test s loptom (SITST), Cik-cak test bez lopte (SZIGZAGBT), Cik-cak test s loptom. lopta (SZIGZAGT), T - test bez lopte (ST\_TETS\_BT), T – test bez lopte (ST\_TETS\_T), Brzina vođenja lopte u polukrugu (SBVT)

U tablici 2. uočene su statistički značajne razlike u testovima: Skok, T20m, PT30s, SITBT.

**Tablica 2.** Razlike u rezultatima inicijalnog i finalnog mjerenja motoričkih sposobnosti kod nogometaša druge godine (muškarci)

Varijable	Inicijalno		Finalno		r	T-test	%	sig
	Mean	SD	Mean	SD				
Legert	9,62	0,60	9,28	0,82	0,55	1,17	-3,5	,296
Push-ups	27,63	13,60	37,88	12,63	0,34	-1,92	37,1	,097
DPSP	8,38	13,17	11,50	6,87	0,25	-0,67	37,2	,526
Skok	218,13	5,94	240,00	10,69	0,90	-10,42	10,0	,000
T20m	3,25	0,16	3,55	0,16	-0,38	-3,15	9,2	,016
PT30s	29,00	3,27	39,14	3,80	0,35	-6,61	35,0	,001
SITBT	14,65	0,64	15,51	0,74	0,92	-7,26	5,9	,001
SITST	18,85	1,21	19,39	0,57	-0,41	-0,86	2,9	,431
SZIGZAGBT	6,24	1,65	5,69	0,20	0,03	0,81	-8,8	,455
SZIGZAGT	9,02	1,56	7,32	0,25	-0,69	2,40	-18,8	,061
ST_TETS_BT	11,17	2,97	9,24	0,32	-0,61	1,49	-17,3	,196
ST_TETS_T	13,42	1,36	11,89	0,69	-0,79	1,92	-11,4	,113
SBVT	17,15	0,84	16,83	0,98	0,31	0,72	-1,9	,504

Legenda: Beep test (Legert), Sklekovi (Push-ups), Duboki pretklon u sjedećem položaju (DPSP), Skok u dalj iz mjesta (Skok), Trčanje na 20 metara (T20m), Podizanje trupa za 30 sekundi (PT30s). Za procjenu specifičnih motoričkih sposobnosti studenata nogometaša primijenjeno je 7 testova: Illinois test bez lopte (SITBT), Illinois test s loptom (SITST), Cik-cak test bez lopte (SZIGZAGBT), Cik-cak test s loptom. lopta (SZIGZAGT), T - test bez lopte (ST\_TETS\_BT), T - test bez lopte (ST\_TETS\_T), Brzina vođenja lopte u polukrugu (SBVT)

Analizom tablice 3. uočavaju se statistički značajne razlike u testovima: Skok, SITBT, SITST, SZIGZAGT, ST\_TETS\_T.

**Tablica 3.** Razlike u rezultatima inicijalnog i finalnog mjerenja motoričkih sposobnosti kod nogometaša treće godine (muškarci)

Varijable	Inicijalno		Finalno		r	T-test	%	sig
	Mean	SD	Mean	SD				
Legert	9,60	1,32	8,94	1,33	0,82	1,84	-6,9	,140
Push-ups	41,00	14,67	47,83	28,52	0,45	-0,66	16,7	,541
DPSP	9,43	7,39	11,29	7,74	0,94	-1,80	19,7	,122
Skok	208,57	14,92	218,57	12,15	0,91	-4,10	4,8	,006
T20m	3,24	0,24	3,41	0,55	0,58	-0,96	5,2	,375
PT30s	34,71	4,15	36,86	3,48	0,25	-1,20	6,2	,274
SITBT	14,10	0,74	15,68	1,74	0,20	-2,56	11,2	,037
SITST	18,17	1,53	19,34	1,23	0,62	-2,68	6,4	,032
SZIGZAGBT	5,36	0,16	5,34	0,30	0,78	0,25	-0,4	,810
SZIGZAGT	8,09	0,65	7,21	0,40	0,54	4,54	-10,9	,003
ST_TETS_BT	10,00	0,46	9,88	1,24	0,51	0,29	-1,2	,777
ST_TETS_T	12,52	1,00	9,95	0,98	0,52	7,45	-20,5	,000
SBVT	16,71	1,11	16,27	0,90	0,67	1,46	-2,6	,186

Legenda: Beep test (Legert), Sklekovi (Push-ups), Duboki pretklon u sjedećem položaju (DPSP), Skok u dalj iz mjesta (Skok), Trčanje na 20 metara (T20m), Podizanje trupa za 30 sekundi (PT30s). Za procjenu specifičnih motoričkih sposobnosti studenata nogometaša primijenjeno je 7 testova: Illinois test bez lopte (SITBT), Illinois test s loptom (SITST), Cik-cak test bez lopte (SZIGZAGBT), Cik-cak test s loptom. lopta (SZIGZAGT), T - test bez lopte (ST\_TETS\_BT), T - test bez lopte (ST\_TETS\_T), Brzina vođenja lopte u polukrugu (SBVT)

#### 4. RASPRAVA

Pregledom tablice 1 mogu se uočiti statistički značajne razlike u testovima: Lagert ( $p=.048$ ), DPSP ( $p=.008$ ), Skok ( $p=.000$ ), T20m ( $p=.000$ ), PT30s ( $p=.000$ ), SITBT ( $p=.000$ ), SITST ( $p=.004$ ), SZIGZAGT ( $p=0,001$ ), ST\_TETS\_BT ( $p=.000$ ), ST\_TETS\_T ( $p=.000$ ), SBVT ( $p=.001$ ). Na temelju brojčanih vrijednosti aritmetičkih prosjeka i postotnih razlika može se zaključiti, da se finalno mjerenje cjelokupnog uzorka ispitanika, statistički značajno promijenilo u pozitivnom smjeru i to u izvedbi 6 testova: DPSP (80,2%), Skok (12%), T20s (10%), PT30s (15,2%), SITBT (5,0%), SITST (5,5%). Postoje statistički značajne promjene u negativnom smjeru u postignućima ispitanika tijekom izvođenja 5 testova: Legert (-10%), SZIGZAGT (-7,8%), ST\_TETS\_BT (-10,9%), ST\_TETS\_T (-12,7%), SBVT (-9,9%). S obzirom na dobivene rezultate iz tablice 2. statistički značajne razlike mogu se uočiti u testovima: Skok ( $p=.000$ ), T20m ( $p=.016$ ), PT30s ( $p=.001$ ), SITBT ( $p=.001$ ). Na temelju brojčanih vrijednosti aritmetičkih sredina i postotnih razlika može se zaključiti da se finalno mjerenje na cjelokupnom uzorku ispitanika statistički značajno promijenilo u pozitivnom smjeru u izvedbi testova: Skok (10%), T20m (9,2%), PT30s (35,0%), SITBT (5,9%). Pregledom tablice 3 uočavaju se statistički značajne razlike u testovima: Skok ( $p=.006$ ), SITBT ( $p=.037$ ), SITST ( $p=.032$ ), SZIGZAGT ( $p=.003$ ), ST\_TETS\_T ( $p=.000$ ). Na temelju numeričkih vrijednosti aritmetičkih prosjeka i postotnih razlika može se zaključiti da se finalno mjerenje cjelokupnog uzorka ispitanika statistički značajno promijenilo u pozitivnom smjeru u izvedbi 3 testa: Skok (4,8%), SITBT (11,2%), SITST (6,4%). Postoje statistički značajne promjene u negativnom smjeru u postignućima ispitanika tijekom izvođenja 2 testa: SZIGZAGT (-10,9%), ST\_TETS\_T (-20,5%).

#### 5. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja, koje je pratilo razvoj općih i specifičnih motoričkih sposobnosti učenika u godišnjem ciklusu treninga, ukazuju na pozitivne pomake kod mladih nogometaša u trenažnim sadržajima programa akademije. Nastavni plan i program učenika prve, druge i treće godine DSU „Sportska akademija“ - Skopje, koji je trajao šest mjeseci od studenog 2018. do svibnja 2019., doveo je do značajnih poboljšanja u određenim motoričkim testovima. Nastavni plan i program za studente 1-ve godine smjera nogomet uključuje: opću i specifičnu tjelesnu pripremu u ukupnom trajanju od 100 sati, razvoj tehničko-taktičkih sposobnosti u napadu u ukupnom trajanju od 180 sati, razvoj tehničko-taktičkih sposobnosti u obrani u ukupnom trajanju od 180 sati, psihološki priprema u ukupnom trajanju od 20 sati godišnje. Za studente 2. i 3. godine smjera nogomet obuhvaćaju: opću i specifičnu tjelesnu pripremu ukupno 150 sati, razvoj tehničko-taktičkih sposobnosti u napadu ukupno 250 sati, razvoj tehničko-taktičkih sposobnosti u obrani ukupno 250 sati, psihološki priprema ukupno 34 sata godišnje. Učenici izvode nastavu na terenu i u prostorijama namijenjenim za slušanje nastave. Kod studenata prve godine ima poboljšanja u sljedećim testovima: duboki pregib u sjedećem položaju, skok u dalj iz stajaćeg stava, trčanje na 20 metara, podizanje trupa 30 sekundi, Illinois test bez lopte, Illinois test s loptom. Kod učenika druge godine bilježi se napredak u sljedećim testovima: skok u dalj, trčanje na 20 metara, podizanje trupa za 30 sekundi, Illinois test bez lopte. Kod učenika treće godine bilježi se napredak u sljedećim testovima: skok u dalj, Illinois test bez lopte, Illinois test s loptom.

#### 6. LITERATURA

1. Malina, R.M.; Bouchard, C. & Bar-Or, O. (2004). Growth, maturation and physical activity. *Champaign, IL: Human Kinetics*.
2. Bompa, T. (2006). *Teorija i metodologija treninga*. Zagreb: Nacionalna i sveučilišna knjižnica.
3. Weineck, J. (2000). *Optimales training* (11. Auflage). Balingen: Spitta Verlag GmbH.
4. Verheijen, R. (1997). *Handbuch für Fussballkondition*. Leer: BPF Versand.
5. Drabik, J. (1996). *Children & Sports Training: How Your Future Champions Should Exercise to be Healthy, Fit, and Happy*. Island Pond: Stadion Publishing Co.
6. Molnar, S., Smajić, M., & Radosav, M. S. (2007). Relacije bazično motoričkih i specifično motoričkih sposobnosti dječaka u fudbalskoj školi. *Aktuelno u praksi*. 7(1), 28- 37.
7. Wang, J. (1995). Physiological overview of conditioning training for college soccer athletes. *Strength Conditioning*, 17(4), 62–65.

# **GENDER DIFFERENCES IN FUNDAMENTAL MOTOR SKILLS OF BALL MANIPULATION IN CHILDREN AT THE AGE OF 4**

**Vlatka Bilal, Marijana Hraski, Mateja Kunješić Sušilović**

*Učiteljski fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## **1. INTRODUCTION**

A preschool age is the most important period in a young individual's life. In that period the child begins to develop their physical, mental, social and emotional skills (Malina, 2004). For that reason, something that is of great importance for children is time spent in active play with their peers. The human body has potential to develop countless motor skills and abilities if treated properly (Sutapa, Pratama, Rosly, Syed Ali and Karakauki, 2021). So, between the age of three to five it is particularly important to provide the necessary stimulating environment for improving fundamental motor skills. Fundamental motor skills are the abilities usually acquired during childhood as part of a child's motor learning (Lindsay and Byington, 2020). Those are a specific set of skills that involve different body parts such as feet, legs, trunk, head, arms and hands. These skills are the "building blocks" for more complex and specialized skills that children will need throughout their lives to competently participate in different games, sports and recreational activities (ACTHealth, 2022). Fundamental motor skills categories include balance skills (movements where the body remains in place, but moves around its horizontal and vertical axes, locomotor skills (such as running, jumping, hopping, and galloping) and ball skills (such as catching, throwing, kicking, underarm roll and striking). The ball is one of the favorite props in children's play that contributes to great fun and entertainment, but also brings many positive influences on health (Sekulić and Metikoš, 2007) Thus, it is very important to encourage both genders to play with ball and play sports from the earliest age. That is the only way to ensure proper growth and development of fundamental motor skills in both genders. Matković in his study (2019) states that certain gender differences in the motor skills of preschool children can be explained by the fact that boys participate more in activities in which they represent motor movements such as rolling and kicking the ball. From that statement it can be assumed that there is a certain difference in playing sports involving a ball among girls and boys. But in the research conducted by Iveković, Deranja i Šalaj (2018) results show that there is no statistically significant difference between preschool boys and girls in any test for assessment motor skills. Nikolić, Mraković and Kunješić (2016) also measured fundamental motor skills of manipulating objects and the total result showed no significant differences between genders in object manipulation. The mayor research on 4-year-old children was carried out by Sigmundsson and Rostoft (2003) in Norway. They tested children using the Movement ABC test. The study finding was clear gender differences in the development of motor skills on the total scores in the two of three sections (agility and balance) where boys were significantly inferior than girls. According to results of previous research it can be seen that there are different factors which may affect the final results of any research conducted. Those factors can be anthropometric characteristics of children, how much a child is engaged in physical activity, preferences in sports (e.g. boys prefer football, girls prefer dancing or gymnastics) etc. Some of the authors conclude that there are minimal or no differences between the genders in fundamental motor skills, while others claim that they exist, more often in favor of boys. The goal of this research is to determine the differences between boys and girls of preschool age in fundamental motor skills of ball manipulation. The hypothesis of the research is that boys manipulate with ball more successfully than girls.

## 2. METHODS

The research was conducted on a sample of 4-year-olds in three kindergartens that cooperate with the Department of Kinesiology on the Faculty of Teacher Education at the University of Zagreb. A total of 114 children, 62 boys and 52 girls, participated in the research. For the research, the results of two tests for assessing fundamental motor skills were considered: rolling the ball (MTRB) and throwing the ball (MTTB). The basic anthropometric characteristics was also measured (body height and body weight). In the motor test *rolling the ball* the children need to roll the ball around the stand at a distance of 2 meters as fast as possible, while in the motor test *throwing the ball* the children have to throw the ball from the chest with both hands as far as possible. The research was conducted in accordance with the ethical code of research with children. Before conducting the research, the consent of all parents was collected. The assessment was carried out every day at the same time by the same measurer. The tasks were demonstrated to the children, and each test was measured 3 times. The collected data was processed with the statistical program Statistica 13. For all variables the basic descriptive parameters were calculated, including arithmetic mean, minimum and maximum value, range and standard deviation, as well as the t-test analysis which was provided to determine statistically significant differences between girls and boys in the measured fundamental motor skills. Also, Pearson's coefficient of correlation was calculated for determining association between anthropometric characteristics and motor test performance.

## 3. RESULTS

**Table 1.** Results of basic descriptive statistics of 4-year-old girls in fundamental motor skills and anthropometric characteristics

	<i>N</i>	<i>AM</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>RANGE</i>	<i>SD</i>
<i>MTRB</i>	52	5.59	4.03	7.46	3.43	0.74
<i>MTTB</i>	52	1.27	0.57	2.50	1.93	0.41
<i>BH</i>	52	105.99	93.60	117.40	23.80	5.45
<i>BW</i>	52	17.23	12.30	24.30	12.00	2.55
<i>BMI</i>	52	15.27	12.60	18.76	6.16	1.35

Legend: MTRB - Motor test rolling the ball, MTTB - Motor test throwing the ball, BH - Body height, BW - Body weight, BMI - Body mass index, AM - Arithmetic mean, MIN - Minimum value, MAX - Maximum value, SD - Standard deviation

**Table 2.** Results of basic descriptive statistics of 4-year-old boys in fundamental motor skills anthropometric characteristics

	<i>N</i>	<i>AM</i>	<i>MIN</i>	<i>MAX</i>	<i>RANGE</i>	<i>SD</i>
<i>MTRB</i>	62	5.52	3.90	8.20	4.30	1.01
<i>MTTB</i>	62	1.48	0.40	3.10	2.70	0.56
<i>BH</i>	62	108.87	93.00	119.80	26.80	4.96
<i>BW</i>	62	18.55	11.80	24.90	13.10	2.53
<i>BMI</i>	62	15.59	12.32	19.00	6.68	1.29

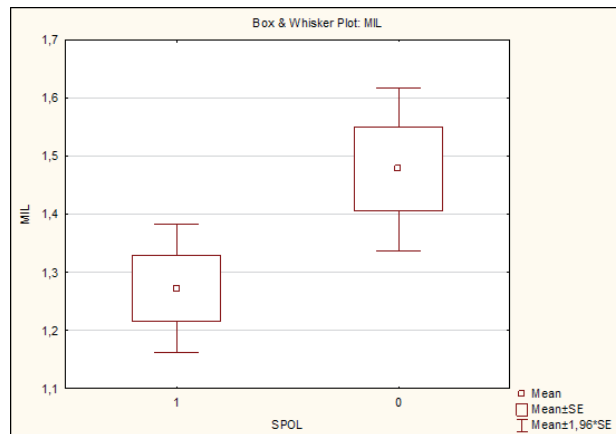
Legend: MTRB - Motor test rolling the ball, MTTB - Motor test throwing the ball, BH - Body height, BW - Body weight, BMI - Body mass index, AM - Arithmetic mean, MIN - Minimum value, MAX - Maximum value, SD - Standard deviation

From the results of basic descriptive statistics of 4-year-old boys and girls in fundamental motor skills and anthropometric characteristics it can be seen that both genders are located, according to the body mass index, on 50<sup>th</sup> percentile and fit into the healthy weight category (Table 1. and 2.). In average, the boys are taller and heavier than girls. From the arithmetic mean of motor test *rolling the ball* (MTRB) it is evident that there is a small gender difference in arithmetic means and execution success in favor of boys. The arithmetic mean of the girls' results is 5.59 seconds, while for boys it is 5.52 seconds, so the boys are faster. However, from the arithmetic mean of test *throwing the ball* (MTTB) there is clearly a visible difference between the genders of the respondents. The arithmetic mean of the result for girls is 1.27 meters, while for boys it is 1.48 meters. Accordingly, it is evident that on average, boys achieve better results and threw the ball farther than girls.

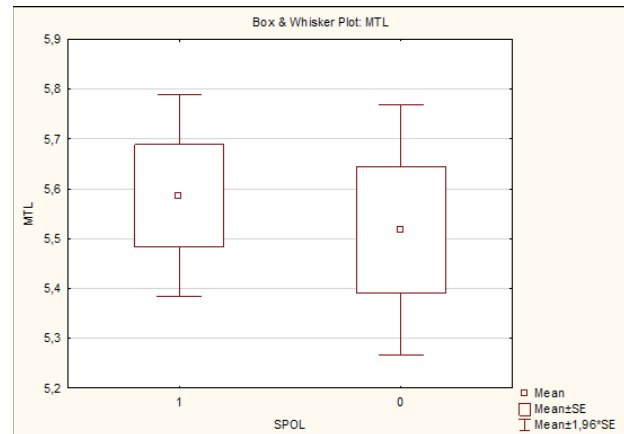
**Table 3.** Results of t-test analysis in fundamental motor skills of ball manipulation in 4-year-old boys and girls

	AM girls	AM boys	T -value	Df	P-value
MTRB	5.59	5.52	0.41	112.00	0.68
MTTB	1.27	1.48	-2.19	112.00	0.03*

Legend: MTRB - rolling the ball, MTTB - throwing the ball, AM - Arithmetic mean, Df - Degree of freedom, P-value - Degree of significance, \*-statistically significant difference (p≤0,05)



**Figure 1.** Graphic display of arithmetic means of motor tests rolling the ball in 4-year-olds



**Figure 2.** Graphic display of arithmetic means of motor test throwing the ball in 4-year-olds

In table 3. are presented the outcomes of t-test analysis in fundamental motor skills of ball manipulation in 4-year-old boys and girls. From the results it can be seen that there is no statistically significant difference between genders in motor skill of rolling the ball (MTRB), but descriptively in average boys provide better results. Furthermore, in the second measured test which concerns fundamental motor skill of throwing the ball (MTTB), a statistically significant difference was determined in favor of boys. According to obtained results the research hypothesis is partially confirmed because the statistically significant differences is established only in test *throwing the ball* (MTTB). So, in this research the gender differences are existing in favor of boys (Figure 1. and 2.). Boys show better results in rolling and throwing the ball, which can be attributed to the fact that boys choose ball games more than girls in their free time, and prefer ball sports. Besides gender differences, it can be stated that there is a possible correlation between anthropometric characteristics and success in tests for assessment fundamental motor skills of ball manipulation in 4-year-old boys and girls. From the results of Pearson's coefficient of correlation (Table 4.) it is evident that there is a statistically significant correlation between body height, body weight and rolling the ball, along with throwing the ball. The negative correlation can be seen in the first row, which means that if the child is taller and heavier, it will have better result in rolling the ball; also the taller and heavier respondent will throw the ball further. All these statements are in favor of the condition and results of boys in this research.

**Table 4.** Results of correlation between anthropometric characteristics and fundamental motor skills of ball manipulation in 4-year-old boys and girls

	MTRB	MTTB
BH	-0,29*	0,38*
BW	-0,31*	0,46*

Legend: MTRB - Motor test rolling the ball, MTTB - Motor test throwing the ball, BH - Body height, BW - Body weight, \*marked correlations are significant at p < ,05 N=114

#### 4. DISCUSSION

Regarding this study, similar results were found in the research of Horvat, Babić and Jenko Miholić (2013) whose goal was to determine possible gender differences in motor skills on a sample of 227 preschool children, 121 girls and 106 boys. They also established that the boys were more successful in the motor tests *rolling the ball around the stand* and obtained statistically significant differences by genders. Matak (2019) also studied gender differences in motor skills of preschool children aged 5 and 6. Author carried out "Test of Gross Motor Development" for assessment locomotor skills (run, gallop, jump, hop, horizontal jump, sliding step-gallop of strangers) and manipulative skills (baseball hit, keeping the ball in place, catching the ball, hitting the ball foot, throwing the ball with one hand and rolling the ball with one hand). In conclusion, Matak states that there is a significant difference in favor of boys in the tests *kicking the ball* and *rolling the ball*. Furthermore, Zheng, Korivi, Liu and Hong (2022) claim that the age range from 3 to 6 years is considered as a critical period in developing and learning fundamental motor skills (FMS). They analyzed gender differences in children's FMS proficiency applying meta-analysis. Organized electronic databases consisting of PubMed, Scopus and Web of Science were systematically searched using key terms, and the Joanna Briggs Institute was used to evaluate the quality of involved literature. The results showed that boys had higher proficiency in total FMS and object control skills than girls (SMD = 0.17 (95% CI 0.03, 0.31),  $p = 0.02$ ; SMD = 0.48 (95% CI 0.38, 0.58),  $p < 0.00001$ ). Also, through subgroup analysis, authors found that boys' advantage in object control skills increased with age. In this meta-analysis, they also noticed gender differences in fundamental motor skills in children aged 3–6 years.

#### 5. CONCLUSION

The aim of this research was to determine gender differences in fundamental motor skills of manipulation the ball in 4-year-olds. The study was conducted on 114 preschool children, 62 boys and 52 girls. The battery of variables included in the research consisted of two motor tasks for the assessment of fundamental motor skills: rolling the ball (MTRB) and throwing the ball (MTTB). To determine the difference between boys and girls, t-test analysis was used. Also, the correlation analyses were provided to establish possible connection between basic anthropometric characteristics and success in motor tests. From the obtained results of descriptive statistics, it can be concluded that in average, boys are more successful in both motor test for evaluating manipulative skills with ball. Furthermore, t-test analysis confirmed that there is a statistically significant difference between genders in motor test throwing the ball in favor of boys. Additionally, the calculated Pearson's coefficient of correlation appears to be significant and it points out the connection between body height, body weight and both motor tests. From that data it can be concluded that taller and heavier respondents have advantage in manipulative skills of manipulation with ball. Correspondingly, in this research the boys had higher proficiency in both motor tasks. They are faster than girls in rolling the ball around the stand and they throw the ball farther in distance. The assumption based on the outcome of provided research is that the proficiency in fundamental motor skills of manipulating the ball in children depend on various factors such as participating in daily physical activity and organized sport, gender, age, physical development, child morphology, living environment, etc. The fact is that on average the boys are more oriented towards vigorous physical activities involving a ball, while the girls choose more passive activities. So, the recommendation is to focus on and develop girls' fundamental manipulative skills starting at the earliest age. Playing with a ball has many benefits for children – from their health, the development of fundamental gross and fine motor skills, coordination and other motor abilities to motivation for spending more time outside on playground and socializing with peers.

#### 6. REFERENCES

1. ACT Health (2022). Kids at Play – summary of teaching fundamental movement skills. Available at <https://www.health.act.gov.au/about-our-health-system/healthy-living/kids-play-active-play/early-childhood-educators/fundamental> // 16.01.2023.
2. Burton, A.W. i Miller, D.E. (1998). *Movement skill assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics.
3. Gallahue, D.L. i Ozmun, J.C. (1998). *Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults (4<sup>th</sup> ed.)*. Dubuque, Iowa: McGraw-Hill.
4. Horvat, V., Babić, V. i Jenko Miholić, S. (2013). Razlike po spolu u nekim motoričkim sposobnostima djece predškolske dobi. *Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*, 15(4), 959-980.



5. Iveković, I., Deranja, M. i Šalaj, S. (2018). Razlike u motoričkim sposobnostima i znanjima dječaka i djevojčica u dobi od 1. do 7. godine. U V. Babić (ur.), *27. Ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske*. Zbornik radova, str. 408-413. Zagreb: Hrvatski kineziološki savez.
6. Lindsay, A. i Byington, T. (2020). Fundamental Movement Skills-Active Kids Are Active Adolescents. University of Nevada, Reno, IP. Available at <https://extension.unr.edu/publication.aspx?PubID=2927> 16.01.2023.
7. Malina, R.M. (2004). Motor development during infancy and early childhood: overview and suggested directions for research. *International Journal of Sport and Health Science*, 2, 50-66.
8. Matak, M. (2019) *Spolne razlike u motoričkim znanjima djece predškolske dobi*. (Završni rad). Zagreb: Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
9. Nikolić, I., Mraković, S. i Kunješić, M. (2016). Spolne razlike predškolske djece u biotičkim motoričkim znanjima. *Hrvatski časopis za odgoj i obrazovanje*, 18(Sp.ed.1), 123-131.
10. Sekulić, D. i Metikoš, D. (2007). *Osnove transformacijskih postupaka u kineziologiji*. Split: Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i kineziologije.
11. Sigmundsson, H. i Rostoft, M.S. (2003). Motor Development: Exploring the motor competence of 4-year-old Norwegian children. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 47(4), 451-459. DOI: 10.1080/00313830308588
12. Sutapa, P., Pratama, K.W., Rosly, M.M., Syed Ali, S.K. i Karakauki, M. (2021). Improving Motor Skills in Early Childhood through Goal-Oriented Play Activity. *Children*, 8(11), 994, <https://doi.org/10.3390/children8110994>
13. Zheng, Y., Ye, W., Korivi, M., Liu, Y. i Hong, F. (2022). Gender Differences in Fundamental Motor Skills Proficiency in Children Aged 3–6 Years: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 8318. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148318>

# ANALIZA RAZLIKA U RAZINI TJELESNE AKTIVNOSTI STUDENTICA PRVE I DRUGE GODINE FAKULTETA PO KATEGORIJAMA UHRANJENOSTI

Domagoj Vulić, Patrik Petrov

Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti, Sveučilište u Osijeku

## 1. UVOD

U posljednje vrijeme pretilost je postala jedan od najvećih javnozdravstvenih problema u svijetu (WHO, 1997). Povećani trend porasta pretilosti često pogađa mlade odrasle osobe, pogotovo studente (Lowry i sur., 2000). Povećanje indeksa tjelesne mase (ITM) u ovoj populaciji može se pojasniti činjenicom da većina studenata prolazi životne promjene početkom studiranja, poput napuštanja doma, polaženja fakulteta (Butler i sur., 2004), odlaska iz poznate sredine, počinjanja prvog posla (Scanlon, Rowling i Weber, 2007) i povećanja u razini samostalnog odlučivanja (Nelson i sur., 2008). Tjelesna neaktivnost također je jedan od najvećih javnozdravstvenih problema u svijetu koja uzrokuje kronične bolesti u svakoj dobi (WHO, 2009). Tjelesno vježbanje redovito je i svrsishodno vježbanje prema ustrojenom planu i programu koje poboljšava razinu tjelesnih sposobnosti i njenih komponenti (Mišigoj-Duraković, 2018). Svjetska Zdravstvena organizacija preporuča provođenje 75 minuta tjelesne aktivnosti visokog intenziteta ili 150 minuta tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta tjedno ili ekvivalent kombinacije obje za ostvarivanje zdravstvenih dobrobiti tjelesne aktivnosti neovisno o domeni provođenja tjelesne aktivnosti. Za dodatne zdravstvene dobrobiti preporuča se 150 minuta tjelesne aktivnosti visokog intenziteta ili 300 minuta tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta tjedno ili ekvivalent kombinacije obje (WHO, 2010). Veće razine umjerene do žustre tjelesne aktivnosti snažno su povezane sa zdravstvenim dobrobitima (Galan i sur., 2013). Generalno, kratkotrajne dobrobiti tjelesne aktivnosti povezane su sa poboljšanjima u razini krvnog tlaka, indeksa tjelesne mase i emocionalnom funkcioniranju (Biddle i Asare, 2011; Jansen i Leblanc, 2010). Kao što je i prije navedeno, mlađa odrasla dob prijelazni je period kojeg često karakteriziraju loše prehrambene navike, uz čestu konzumaciju brze i visoko kalorične hrane što može dovesti do povećanog rizika srčanožilnih i metaboličkih oboljenja (Pelletier, Graham i Laska, 2014). Nadalje, 40-50 % mladih odraslih osoba ne dostiže tjedne preporuke od sudjelovanju u umjereno do žustroj tjelesnoj aktivnosti barem 150 minuta tjedno (Keating i sur., 2004), a samo 9 % zadovoljava kriterij postizanja 10000 koraka dnevno (Sigmundova i sur., 2013).

## 2. METODE RADA

Osnovni cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi razlike u razinama tjelesne aktivnosti studentica prve i druge godine fakulteta podijeljene po kategoriji uhranjenosti. Uzorak ispitanika činile su studentice prve i druge godine fakulteta za odgojne i obrazovne znanosti u Osijeku. Za utvrđivanje razine tjelesne aktivnosti korišten je Međunarodni upitnik tjelesne aktivnosti – kratka verzija (IPAQ-SF). Sve ispitanice dobrovoljno su pristupile ispunjavanju anketnog upitnika u listopadu 2022. godine.

Podaci su obrađeni u programu Statistica for Windows 14.0. U tablicama sa rezultatima prikazani su osnovni statistički parametri: aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (SD), broj ispitanika (n) i udio (%). Za utvrđivanje statističke značajnosti razlika aritmetičkih sredina između grupa korištena je univarijantna analiza varijance (one-way ANOVA).

### 3. REZULTATI

**Tablica 1.** Deskriptivne karakteristike ispitanica (n=199)

Varijabla	AS ± SD	Kategorije	Interpretacija	n(%)
Dob (godine)	19,28 ± 0,98			
Visina (m)	1,66 ± 0,06			
Težina (kg)	62,41 ± 11,78			
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	22,68 ± 4,22	<18,5	Pothranjeni	16(8,1)
		18,5-24,9	Normalna težina	143(71,9)
		>24,9	Prekomjerna težina	40(20,1)

AS - aritmetička sredina; SD - standardna devijacija; ITM - indeks tjelesne mase

**Tablica 2.** Aritmetička sredina i standardna devijacija različitih komponenti tjelesne aktivnosti po kategorijama indeksa tjelesne mase

Varijabla	AS ± SD (n=199)	KATEGORIJE ITM			p-vrijednost
		Pothranjeni (n=16)	Normalna težina (n=143)	Prekomjerna težina (n=40)	
TA-UK(MET-min)	3619,58 ± 2767,27	3450,94 ± 2978, 74	3577,57 ± 2609, 16	3837, 21 ± 3257, 57	0,84
VITA(MET-min)	748,14 ± 1214,88	150 ± 380,74	793, 29 ± 1191,89	826 ± 1450, 72	0,11
UITA(MET-min)	846,33 ± 1282,83	1083,75 ± 2126, 69	782, 94 ± 1141, 97	978 ± 1344, 13	0,51
Hod(MET-min)	2025,11 ± 1417,83	2217,19 ± 1516, 77	2001, 35 ± 1412, 84	2033, 21 ± 1426, 8	0,84

TA-UK - tjelesna aktivnost ukupno; VITA - visoko intenzivna tjelesna aktivnost; UITA - umjereno intenzivna tjelesna aktivnost; MET - metabolički ekvivalent

Prosječna dob ispitanica bila je 19,28 ± 0,98 godina, prosječna visina 1,66 ± 0,06 metara, prosječna težina 62,41 ± 11,78 kg i indeks tjelesne mase 22,68 ± 4,22 kg/m<sup>2</sup>. Prosječna vrijednost ukupne tjelesne aktivnosti mjerene IPAQ upitnikom iznosi 3619,58 MET-min i ne razlikuje se značajno po kategorijama uhranjenosti (p=0,84). Visoko intenzivna tjelesna aktivnost u prosjeku je iznosila 748,14 MET-min na promatranom uzorku, umjereno intenzivna tjelesna aktivnost iznosila je 846,33 MET-min, a prosječna vrijednost tjelesne aktivnosti hoda iznosila je 2025,11 MET-min. U nijednoj od kategorija tjelesne aktivnosti ne postoji značajna razlika između ispitanica (p=0,11; p=0,51; p=0,84).

### 4. DISKUSIJA

Promatrani uzorak ispitanica značajno premašuje preporuke Svjetske Zdravstvene Organizacije o tjednoj razini tjelesne aktivnosti (WHO, 2010). Ispitanice su prosječno ostvarile razinu tjelesne aktivnosti od 3619 MET-min tjedno što je manje od onoga što prikazuju Jurakić i sur. (2014) na uzorku odraslih osoba srednje životne dobi u Hrvatskoj, ali značajno više od prosječne populacije u Hrvatskoj starije od 15 godina (Jurakić, Pedišić i Andrijašević, 2009). Dobivene vrijednosti razine tjelesne aktivnosti ispitanica slične su onima međunarodnih istraživanja na uzorku starijih odraslih žena (Lee, 2005) i žena porijeklom iz ruralnih područja (Kim i sur., 2010). Ipak u nekim od navedenih istraživanja korišteni su različiti upitnici tjelesne aktivnosti.

Samoprocjenjene vrijednosti sklone su prikazivanju značajne pogreške u mjerenju, pristranosti pri sjećanja i efekta društvene poželjnosti (Shephard, 2003). Koeficijenti pouzdanosti pokazali su se visoko varijabilnima, ali ipak pokazuju umjerenu pouzdanost i dobru do umjerenu valjanost (Atkin i sur., 2012) u mjerama samoprocjene. Iz tog razloga ne čudi da su ispitanice pokazale vrlo visoke razine tjelesne aktivnosti. Također, jedan od mogućih razloga za to je i različita percepcija intenziteta tjelesne aktivnosti ispitanica što sugerira da je tjelesne aktivnost kompleksno ponašanje koje bi trebalo promatrati posebno za svaku domenu života (Pette Gabriel, Morrow i Woolsey, 2012).

## 5. ZAKLJUČAK

Ovo istraživanje pokazalo je visoke razine tjelesne aktivnosti studentica prve i druge godine fakulteta. Također pokazalo se i da ne postoje razlike u razinama tjelesne aktivnosti po različitim kategorijama uhranjenosti. Buduće studije trebale bi uzeti u obzir objektivnije mjere tjelesne aktivnosti i određeno razdoblje praćenja.

## 6. LITERATURA

1. Atkin, A. J., Gorely, T., Clemes, S. A., Yates, T., Edwardson, C., Brage, S., Salmon, J., Marshall, S. J., & Biddle, S. J. (2012). Methods of Measurement in epidemiology: sedentary Behaviour. *International journal of epidemiology*, 41(5), 1460–1471
2. Biddle SJ, Asare M (2011) Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *Br J Sports Med*, 45:886–895
3. Butler, S. M., Black, D. R., Blue, C. L., & Gretebeck, R. J. (2004). Change in diet, physical activity, and body weight in female college freshman. *American journal of health behavior*, 28(1), 24–32
4. Galán, I., Boix, R., Medrano, M. J., Ramos, P., Rivera, F., Pastor-Barriuso, R., & Moreno, C. (2013). Physical activity and self-reported health status among adolescents: a cross-sectional population-based study. *BMJ open*, 3(5), e002644
5. Janssen I, Leblanc AG (2010) Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act* 7:40
6. Jurakić, D., Pedišić, Z., & Andrijasević, M. (2009). Physical activity of Croatian population: cross-sectional study using International Physical Activity Questionnaire. *Croatian medical journal*, 50(2), 165–173
7. Jurakić, D., Golubić, A., Pedišić, Z., & Pori, M. (2014). Patterns and correlates of physical activity among middle-aged employees: a population-based, cross-sectional study. *International journal of occupational medicine and environmental health*, 27(3), 487–497
8. Keating, X. D., Guan, J., Piñero, J. C., & Bridges, D. M. (2005). A meta-analysis of college students' physical activity behaviors. *Journal of American college health : J of ACH*, 54(2), 116–125
9. Kim HK, Kim MJ, Park CG, Kim HO. (2010). Gender differences in physical activity and its determinants in rural adults in Korea. *J Clin Nurs*. 19(5–6):876–83
10. Lee YS.(2005). Gender differences in physical activity and walking among older adults. *J Women Aging*. 17(1-2),55–70
11. Lowry, R.; Galuska, D.A.; Fulton, J.E.; Wechsler, H.; Kann, L.; Collins, J.L. (2000). Physical activity, food choice, and weight management goals and practices among US college students. *Am. J. Prev. Med.*, 18, 18–27
12. Mišigoj-Duraković, M. (2018.) Razlikovanje uvodnih pojmova povezanih s tjelesnom aktivnošću i vježbanjem. U S. Petrušić-Goldstein (ur.), *Tjelesno vježbanje i zdravlje (2. izd.)*, str. 6-8. Zagreb. Znanje
13. Nelson, M. C., Story, M., Larson, N. I., Neumark-Sztainer, D., & Lytle, L. A. (2008). Emerging adulthood and college-aged youth: an overlooked age for weight-related behavior change. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 16(10), 2205–2211
14. Pelletier, J. E., Graham, D. J., & Laska, M. N. (2014). Social norms and dietary behaviors among young adults. *American journal of health behavior*, 38(1), 144–152
15. Pettee Gabriel KK, Morrow JR Jr., Woolsey AL. (2012). Framework for physical activity as a complex and multidimensional behavior. *J Phys Act Health*. 9(1),11–18
16. Scanlon, L.; Rowling, L.; Weber, Z.(2007). 'You don't have like an identity . . . you are just lost in a crowd': Forming a student identity in the first year transition to university. *J. Youth Stud*. 10, 223–241
17. Sigmundová, D., Chmelík, F., Sigmund, E., Feltlová, D., & Frömel, K. (2013). Physical activity in the lifestyle of Czech university students: Meeting health recommendations. *European journal of sport science*, 13(6), 744–750
18. Shepard RJ. (2003). Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med*. 37:197–206
19. World Health Organization (1997). *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic*, WHO Technical Report Series, No. 894; WHO, Geneva, Switzerland
20. World Health Organization (2009). *Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. WHO Press, Geneva
21. World Health Organization (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. WHO, Geneva, Switzerland

# TERAPIJA PLESOM KOD DJECE S TEŠKOĆAMA U RAZVOJU

Zrinka Božić<sup>1</sup>, Dodi Malada<sup>1</sup>, Marijana Čavala<sup>2</sup>, Josefina Đuzel<sup>2</sup>, Hrvoje Kujundžić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Filozofski fakultet, Sveučilište u Splitu

<sup>2</sup>Kineziološki fakultet, Sveučilište u Splitu

## 1. UVOD

Ljudi su se kroz povijest plesom koristili u ritualne, duhovne, religijske i magijske svrhe. S vremenom je ples dosegao vrhunac i umjetnost pokreta. Osim u svakodnevnom odgoju, primjenjuje se i u terapijske svrhe razvoja djece s posebnim potrebama. Ples je jedinstvena aktivnost čija primjena omogućuje ostvarivanje različitih terapijskih ciljeva. Temeljni cilj primjene terapije plesom je proces osvješćivanja, reintegracije i unapređivanja predodžbe o sebi, vještine neverbalne komunikacije te raspona i kvalitete emocionalnih doživljaja (Škrbina, 2013).

Jedno od osnovnih obilježja djeteta je stalna težnja ka motoričkoj aktivnosti – pokretu. Izborom prikladne glazbe možemo potaknuti plesno izražavanje kod djeteta i usavršavanje pokreta. Pokret uz glazbu mogućnost je da se jedna prirodna težnja, posebno naglašena u djece, poveže u funkcionalnu cjelovitost i tako postigne nazočnost glazbenog elementa u najranijoj dobi djeteta (Kosinac, 1999.). Tijelo, odnosno pokret, je bitna komponenta djetetove osobnosti. Sve aktivnosti koje dijete usmjerava prema svijetu polaze od tijela kao oslonca i izvorišta energije kojom se pokret obavlja. Faktori koji predstavljaju srž svakog pokreta su prostor, jačina, vrijeme i tijek. Pokreti se povezuju u ritmičke cjeline te se kasnije mogu izvoditi u obliku dječjih igara (Škrbina, 2013). Ples i igra se međusobno povezuju, stapaju. Kaže se da je ples najpotpuniji oblik igre i smatra ga se najprirodnijom umjetnošću jer izvire iz motoričkih nagona za aktivnošću (Maletić, 1986).

## 2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA POZITIVNOG UTJECAJA PLESA NA RAZVOJ DJETETA

Tsimaras i sur. (2012) su procjenjivali utjecaj grčkog tradicionalnog plesa na dinamičku ravnotežu osoba s intelektualnim teškoćama. Analiza rezultata dobivenih prvim i drugim mjerenjem pokazala je da se u osoba koje su sudjelovale u seansama grčkog tradicionalnog plesa poboljšala dinamička ravnoteža. Gojmerac i Zečić (2013) istraživale su utjecaj kombinacije plesne i muzikoterapije na psihofizičke i kognitivne sposobnosti djece sa posebnima potrebama i to djece sa lakom mentalnom retardacijom i Downovim sindromom. Istraživanje je pokazalo veliki napredak spomenutih sposobnosti nakon tri mjeseca terapijsko – rehabilitacijskog procesa. Istraživanje koje je provela studentica Erdeš (2017) u svom diplomskom radu trajalo je 4 mjeseca. Za svaki mjesec su provedeni individualizirano odgojno-obrazovni programi koji su imali cilj poboljšanja socijalnih i motoričkih vještina. Program je sadržavao različite plesne i pokretne igre koje su sastavljene da odgovaraju djetetu na jedinstven način i da odgovaraju njegovim posebnostima. Provedbom programa autorica dolazi do zaključka da je ples u ovom slučaju imao terapijsko djelovanje te pokazao različite rezultate u kognitivnom, afektivnom i psihomotoričkom području. Autori Ladešić i Mrgan (2007) su u svom istraživanju radili na uzorku utjecaja modernog plesa na motoričke sposobnosti. Istraživanjem su dokazali kako moderni ples ima veliki utjecaj na generalnu motoričku sposobnost, tj. održavanje brzine, snage i izdržljivosti. Autorice Popović i Mahić (2012), koje su ujedno i odgajateljice, u svom istraživanju radile su na uzorku djevojčice koja je imala Downov Syndrome. Djevojčica je uz redovno pohađanje vrtića bila uključena u program ritmike i plesa. Program je radom odgajateljica pozitivno rezultirao većom pažnjom i koncentracijom djevojčice te napretkom u tjelesnom i psihomotornom razvoju.

Iz dosada provedenih istraživanja vidljivo je kako ples pozitivno utječe na motorički, funkcionalni i psihosocijalni razvoj djeteta.

### **3. RAZVOJ DJETETA S POSEBNIM POTREBAMA U VRTIĆU**

Cilj inkluzivnog ranog i predškolskog obrazovanja je jačanje djetetovih osobnih potencijala i kompetencija za samostalno ponašanje i komunikaciju te razvoj kvalitetne podrške djetetu s teškoćama koji je u uvjetima inkluzije u ranoj i predškolskoj dobi. Odgojno – obrazovna ustanova treba imati pristup koji će biti usmjeren na dijete i djetetova zanimanja, mogućnosti, potencijale i vještine. Sami roditelji, odgajatelji i dječji specijalisti su prve osobe koje mogu uočiti prve djetetove teškoće. Cilj je ranog i predškolskog odgoja i obrazovanja djece s teškoćama osigurati pristup programima ranog savjetovanja i podrške razvoju. Odgajatelj zajedno sa stručnom službom u dječjem vrtiću provodi rano prepoznavanje teškoća i samo djelovanje u skladu sa svojim sposobnostima. Treba surađivati s liječnicima, stručnjacima specijaliziranim za određeno područje i ostalim stručnim osobljem. Svako je dijete jedinstveno te se stoga svako dijete promatra individualno jer se prate njegove razvojne potrebe.

### **4. TERAPIJA PLESOM**

U današnje vrijeme sve se više govori o primjeni pokreta i plesa u terapijske svrhe. Pokret i ples su kao takvi postali sredstvo kojim se može doprinijeti boljem i skladnijem psihomotoričkom razvoju osobe. Upotrebom kreativne terapije, odnosno uporabom umjetnosti kao što je ples, unapređuje se psihičko i fizičko zdravlje pojedinca te se utječe na poboljšanje kvalitete života u specifičnim okolnostima, pa se pokret i ples sve češće koriste za ublažavanje emocionalnih, kognitivnih, socijalnih, bihevioralnih i fizičkih tegoba.

U osnovi svake terapije plesom i pokretom smatraju se igre maštanja. Iz tog razloga metafore i slike imaju veliku ulogu u tom procesu. Sposobnost djeteta da može kreirati simbole, aktivirati maštu i igru riječima, slikama i pokretima može uvelike pomoći da razvije komunikaciju između sebe i okoline. Postoje različite tehnike kojima terapeut promatra dijete tijekom terapije plesa i pokreta. Terapeut te tehnike prilagođava pojedincu te tako stvara empatiju i povjerenje kod djeteta što dovodi do razumijevanja i komunikacije kod djeteta. Iz svega toga proizlazi da je „temeljni cilj u terapiji plesom, odnosno pokretom proces osvješćivanja, reintegracije i unapređivanja triju elemenata u pojedincu: predodžbe o sebi, vještine neverbalne komunikacije te raspona i kvalitete emocionalnih doživljaja.“ (Škrbina, 2013:190).

Četiri su temeljne faze učenja kroz koji sudionici prolaze tijekom terapije plesom i pokretom, a to su: 1. faza – zagrijavanje, 2. faza – osvješćivanje vlastite tjelesnosti, 3. faza – komunikacija u grupi, 4. faza – plesovi. Terapija plesom i pokretom se može prilagođavati ovisno o potrebama, sposobnostima i željama pojedinca.

### **5. PRIMJENA PLESA U TERAPEUTSKE SVRHE**

Terapija plesom pokazala se kao dobar medij u tretmanima osoba s narušenom slikom o sebi, odnosno narušenom slikom vlastitog tijela. Korištenjem pristupa k djeci, pomoću terapije plesom, dolazi se do boljeg prihvaćanja sebe, većeg samopouzdanja, poboljšanja u emocionalnom i socijalnom funkcioniranju pojedinca. Terapija plesom daje osjećaj za unutrašnju strukturu, reducira impulzivnost, omogućava otkrivanje sebe, osigurava zadovoljstvo sobom i samozastupanje, razvija socijalne sposobnosti, poštivanje pravila, empatiju, inicijativu i sudjelovanje u aktivnostima. Nadalje, terapija plesom daje mogućnost za izražavanje emocija tijelom, omogućuje integraciju unutarnjih i vanjskih doživljaja, poboljšava funkcionalne i dinamičke elemente.

Promatranje male djece pokazuje da djeca imaju tendenciju spontanog izražavanja pokretom kao odgovor na unutarnje biološke poticaje. Vrijeme takvog izražavanja traje sve dokle god dijete ne ovlada jezikom kao sredstvom izražavanja i komunikacije koja tada zamjenjuje pokret. Društveni je ples dugo godina bio uključen u program psihijatrijskih bolnica s glavnim ciljem da omogući zabavu i pridonesu socijalizaciji. Suvremena terapija plesom, naglašavajući važnost aspekta plesa, težila je da upotrijebi i iskoristi one oblike plesa koji dopuštaju veću slobodu i veću kreativnost bolesnika. Praksa je pokazala da ples gotovo u svih bolesnika dovodi do vidljivog preobraženja ponašanja i aktivnosti.

Prije početka rada sa djecom sa posebnim potrebama terapeut bi trebao biti upoznat sa defektima svakog djeteta posebno. Ta djeca na osnovu dobro ustanovljene dijagnoze usmjeravaju se ka obliku plesne rehabilitacije koja im pruža dobre šanse. Dobar oblik plesne terapije neće izliječiti gluhoću ili sljepoću, ali može riješiti druge probleme koji su nastali uslijed defekta koje dijete posjeduje. Kod djece sa autizmom plesna terapija se najviše bazira na emocionalnom segmentu djelovanja iz razloga što djeca sa autizmom

imaju poremećaj socijalne interakcije, poremećaj komunikacije, kao i sklonost ka oskudnim, jednoličnim i ponavljajućim aktivnostima.

Svaka vrsta teškoća otežava djetetove odnose i komuniciranje s roditeljima i odgojiteljima te na taj način ometa njegovu sposobnost učenja, reagiranja i razvoja (Greenspan, 2004). Isti autor navodi da bismo mogli pomoći djetetu da napreduje, važno je razumjeti kako ono funkcionira u svakom od navedenih područja. Kada se odrede specifične teškoće, može se započeti stvaranje terapijskog programa koji će ih ublažiti.

## **6. RAZVOJ MOTORIČKIH SPOSOBNOSTI POMOĆU TERAPIJE PLESOM**

Ples je jedna od najpoželjnijih aktivnosti za rad s djecom zbog toga što ima utjecaj na razvoj osjećaja za ritam i pokret, i utjecaj na sposobnost vizualizacije vlastitog položaja u skupini. Plesnim aktivnostima, zahvaljujući njihovim ritmičnim karakteristikama, estetskim vrijednostima i pokretima cijelog tijela uz glazbu doprinosi se razvoju brojnih motoričkih sposobnosti poput koordinacije, ravnoteže, brzine, frekvencije pokreta, izdržljivosti i nešto manje, eksplozivne snage i fleksibilnosti (Škrbina, 2013:188; prema Ladešić i Mrgan, 2007). Plesni sadržaj se također treba prilagoditi dobi i interesu djeteta zbog postizanja optimalnog razvoja djeteta i zbog kreiranja okruženja u kojem će se dijete osjećati motivirano. Uz prirodne oblike kretanja, koji spadaju u plesne strukture, dodatno se razvija i osjećaj za ritam te motoričke i ostale sposobnosti. S obzirom da se sa plesnim aktivnostima razvijaju motoričke sposobnosti, bitno je spomenuti da se usporedno s tim razvijaju sposobnosti zapažanja, percepcije, predočavanja, mišljenja, mašte i sl. što nam ukazuje da je zapravo motorički razvoj u velikoj korelaciji s intelektualnim razvojem djeteta. Jako je bitno poticati dijete na razvoj sposobnosti, jer ako su slabo razvijene, onda se pojavljuje rezultat sporosti, nespretnosti i nesigurnosti (Škrbina, 2013).

## **7. RAZVOJ PSIHOSOCIJALNIH SPOSOBNOSTI POMOĆU TERAPIJE PLESOM**

Ples ima veliku ulogu u razvoju moralnih kvaliteta te formiranja snažne volje i karaktera. Nadalje, plesom se također potiče inicijativa, razvoj samopouzdanosti, samostalnosti, upornosti, odlučnosti, točnosti, solidarnosti, osjećaj dužnosti i poštenje. Djetetovo prilagođavanje partneru u nekoj plesnoj aktivnosti ili manjoj skupini sastoji se od poticanja prilagođavanja pažnje na druge. Dijete kroz ples i prilagodbu stječe sposobnost primanja i davanja, preuzimanja vodstva, prihvaćanje tuđeg vodstva, pružanja pomoći drugima i usklađivanja osobne težnje za afirmacijom s osobnom težnjom drugog. Stoga iz navedenih stavki, kroz koje prolazi dijete tokom terapije plesom, možemo vidjeti kolika je uloga plesa i pokreta u socijalizaciji djeteta te produblivanju razvoja komunikacije među vršnjacima. (Škrbina, 2013).

## **8. ZAKLJUČAK**

Ples uvelike utječe na djecu s teškoćama u razvoju. Utječe na njihovu dinamičku ravnotežu, poboljšava im komunikaciju s kojom imaju problema upravo zbog manjka samopouzdanja ili pak zbog razine poteškoće, zatim utječe na oslobađanje stresa i frustracija i uvodi ih u svijet mašte i relaksacije. U nekim slučajevima poboljšava shvaćanje dijelova tijela i samih funkcija, te načina kako kontrolirati svoje pokrete. Utječe također i na samu socijalnu prilagodljivost jer djeca zajedno plešu i postižu bliskost s ostalom djecom kao što inkluzija nalaže, nema segregiranja takve djece već se ulaže u poboljšanje njihovog socijalnog života. Osim navedenoga, istraživanja su dokazala da moderni ples utječe na brzinu, snagu i izdržljivost djece. Dakle, uz zadovoljstvo plesom kao igrom koja povezuje djecu i kojom se djeca relaksiraju postoje i prethodno navedene pozitivne strane plesa. Vrlo je važno naglasiti to da djeca kroz ples mogu naučiti neke stvari na vrlo opušten način. Istraživanja koja se provode nisu konačna, već su samo dio koji pokazuje važnost plesa u odgojno-obrazovnom procesu razvoja djece. Ples je kao glazba, izvor vječne inspiracije, i ta je tema za razvoj djece uvijek otvorena za nove, bolje metode kojima će djeca doseći svoj maksimum u razvoju psiho-motoričkih sposobnosti.

## 9. LITERATURA

1. Erdeš, N. (2017). *Doprinos pokreta i plesa socijalnim i motoričkim vještinama djece s teškoćama u razvoju* (Doctoral dissertation), Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of Humanities and Social Sciences. Department of Pedagogy.
2. Gojmerac, I., & Zečić, S. (2013). Plesno-muzička terapija za djecu sa posebnim potrebama. *PUTOKAZI-časopis Fakulteta društvenih znanosti dr. Milenka Brkića, Sveučilište/Univerzitet „Hercegovina“*, 37-46.
3. Kosinac, Zdenko (1999). Morfološko-motorički i funkcionalni razvoj djece predškolske dobi. Split
4. Maletić, A. (1986). Knjiga o plesu. Zagreb: Kulturno-prosvjetni sabor Hrvatske.
5. Popović, K., & Mahić, A. L. (2013). Integracija djece s teškoćama u razvoju u kraći program ritmike i plesa u dječjem vrtiću „Siget“. *Zbornik radova 22. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske*.
6. Škrbina, D. (2013). *Art terapija i kreativnost: multidimenzionalni pristup u odgoju, obrazovanju, dijagnostici i terapiji*. Zagreb: Veble commerce
7. Tsimaras, V. K., Giamouridou, G. A., Kokaridas, D. G., Sidiropoulou, M. P., & Patsiaouras, A. I. (2012). The effect of a traditional dance training program on dynamic balance of individuals with mental retardation. *The journal of strength & conditioning research*, 26(1), 192-198.



# **POVEZANOST GEOGRAFSKIH I SOCIOEKONOMSKIH ČIMBENIKA S OSTVARENIM REZULTATIMA U JEDRENJU NA SVJETSKIM PRVENSTVIMA U KLASI OPTIMIST**

**Mate Maglov, Luka Milanović, Nikola Prlenda**  
*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## **1. UVOD**

Napretkom tehnologije svijet jedrenja postaje sve atraktivniji, ali i zahtjevniji zbog korištenja novih plovila, jedara, sustava i sl. te su potrebna velika odricanja sportaša i potrebni uvjeti za trening i natjecanja, kako bi postigli iznadprosječnu razinu rezultata na natjecanjima (Laera i sur., 2020). Uspjeh u jedrenju određen je različitim čimbenicima, a pod utjecajem je kvalitete trenažnog procesa, genetskih i raznih okolinskih i sociokulturnih čimbenika kao i prehrambenih navika, (Bourgois i sur., 2000; Claessens, 2005). Jedan od važnih faktora za općenito bavljenje ovim sportom je postojanje određenih materijalnih i „prirodnih“ uvjeta rada. To se posebice odnosi na vodene površine pogodne za plovību i postojanje pogodnih vjetrova za realizaciju edukacija, treninga, kampova, regata na rekreativnoj i profesionalnoj razini.

Klasa optimist predstavlja klasu za početnike u kojoj se stječu početna znanja o jedrenju te je prvi korak s natjecanjima za većinu jedriličara. Predmet je mnogih istraživanja iz razloga što se profili jedriličara koji jedre u toj klasi mogu usporediti sa jedriličarima u drugim atraktivnijim klasama. Palomino i sur. (2017) ističu kako je na OI 2012. godine 80% jedriličara svoje korake započelo u klasi optimist, a ti jedriličari su osvojili čak 20 od 24 osvojenih medalja.

Većina istraživanja u jedrenju, pa i u klasi optimist proučava povezanost uspješnosti s različitim morfološkim, funkcionalnim i okolišnim čimbenicima. Istraživana povezanost uspješnosti u pojedinim sportovima s geografskim, demografskim i ekonomskim čimbenicima jako varira. Mihelić (2018) je u svom radu analizirala uspješnost hrvatskog sportskog jedrenja te je zaključila kako postoje oscilacije u prihodima HJS-a, što se nije negativno odrazilo na rezultat. Milanović, M i Babić. (2019) su dobili ne značajnu povezanost BDP-a, površine zemlje i broja stanovnika Europskih zemalja s brojem osvojenih medalja u vaterpolu. Slično istraživanje provela je i Gotal (2017) te je utvrdila da više medalja na Europskim i Svjetskim prvenstvima u nogometu osvajaju mnogoljudnije zemlje u odnosu sa zemlje s manjim brojem stanovništva. Tadić i sur. (2019) su dobili statistički značajnu povezanost broja osvojenih medalja na boksačkim Europskim prvenstvima s veličinom države i ukupnim brojem stanovnika. Krističević i sur. (2018) zaključuju kako ne postoji statistička značajna razlika između broja osvojenih medalja i promatranih varijabli (BDP, broj stanovnika i površina zemalja) u kuglanju.

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi postoji li povezanost rezultatskih uspjeha u jedrenju (plasmani unutar prvih 10) s geografski čimbenicima, tj. ukupnom površinom zemlje te veličinom vodenih površina, kao jedim od nužnih preduvjeta za jedrenje, ali i BDP-om zemlje natjecatelja i ukupnim brojem stanovnika.

H1: Postoji statistički značajna povezanost ukupnog broja plasmana i površine države, ukupnog broja stanovnika, nominalnog BDP-a i veličine vodenih površina.

## **2. METODE RADA**

### **2.1. UZORAK ISPITANIKA**

U ovom istraživanju uzorak entiteta čine 32 države koje su ostvarile plasman u prvih 10 na posljednjih 10 Svjetskih prvenstava u klasi optimist u jedrenju. Svaki od jedriličara predstavljao je svoju državu stoga su sumirani rezultati ostvarenih plasmana za svaku pojedinu državu u klasi Optimist. U ovu klasu spada-

ju jedriličari od 7 do 15 godina. U obzir su uzeti samo rezultati prvih 10 najboljih natjecatelja u ukupnom poretku na Svjetskim prvenstvima od 2012. do 2022. godine.

## 2.2. UZORAK VARIJABLI

S obzirom na temu rada i specifičnost sporta prikupljeni su podaci koji su potencijalno povezani s ostvarivanjem rezultatskog uspjeha jedriličara u klasi Optimist. Promatrana kriterijska varijabla je: a) Ukupan broj ostvarenih plasmana u prvih 10. Promatrane prediktorske varijable su: a) Veličina zemlje izražena u km<sup>2</sup> b) Ukupan broj stanovnika, c) BDP (Nominalni) po glavi stanovnika i d) Ukupna površina vode izražena u km<sup>2</sup>.

Svi rezultati prikupljeni su online putem web stranice [optiworld.org](http://optiworld.org) koja predstavlja Nacionalni savez optimista. S obzirom na velik broj natjecatelja koji sudjeluju na svakom prvenstvu, odabrano je prvih 10 natjecatelja zbog uglavnom malih bodovnih razlika u top 10 poretku.

## 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Za statističku obradu podataka korišten je programski paket Statistica 14. Normalnost distribucije utvrđena je Shapiro-Wilk testom.

Za utvrđivanje povezanosti korišten je Spearmanov koeficijent korelacije ( $r$ ). Aritmetička sredina, minimum, maksimum te standardna devijacija izračunati su uz pomoć deskriptivne statistike.

## 3. REZULTATI

**Tablica 1.** Države s osvojenim plasmanima u prvih 10 na Svjetskim prvenstvima jedriličara u klasi Optimist od 2012. do 2022. godine.

Br.	Država	Ukupno plasmana u prvih 10	Površina u km <sup>2</sup>	Ukupan broj stanovnika	Nominalna vrijednost BDP-a u dolarima (\$)	Površina vode u km <sup>2</sup>
1	SAD	13	9.372.610	338.765.214	59.939	685.924
2	Singapur	10	710	5.987.647	56.746	10
3	Italija	9	301.336	58.988.212	32.038	264.129
4	Tajland	7	513.120	69.306.160	6.579	2.230
5	Švedska	5	450.295	10.568.460	54.075	39.960
6	Brazil	5	8.515.767	215.607.208	9.881	157.630
7	Grčka	4	131.990	10.370.160	19.214	1.310
8	Nizozemska	4	41.850	17.580.580	48.796	7.650
9	Argentina	4	2.780.400	45.582.730	14.508	43.710
10	Njemačka	3	357.114	83.335.614	44.680	8.350
11	Španjolska	3	505.992	47.548.195	28.175	6.390
12	Kina	2	9.706.961	1.425.864.407	8.612	270.550
13	Švicarska	2	41.284	8.757.697	80.296	1.280
14	Norveška	2	323.802	5.446.387	75.428	19.520
15	Malezija	2	330.803	34.050.450	10.118	1.190
16	Malta	2	316	533.725	28.585	70
17	Izrael	2	20.770	9.078.843	42.852	440
18	Slovenija	2	20.273	2.119.844	23.488	122
19	Ukrajina	2	603.500	37.519.693	4.835	24.220
20	Danska	2	43.094	58.909.39	57.545	660
21	Češka	1	78.865	10.491.792	20.291	1.620
22	Turska	1	783.562	85.491.292	10.498	13.930

23	JAR	1	1.221.037	60.042.980	6.120	4.620
24	Bermuda	1	54	640.074	85.748	14,4
25	Irska	1	70.273	5.033.435	69.727	1.390
26	Kostarika	1	5.189.178	51.100	11.573	40
27	Čile	1	19.610.544	756.102	15.001	12.290
28	Hong Kong	1	1.104	7.488.755	46.733	35
29	Francuska	1	551.695	64.666.409	39.827	3.374
30	Australija	1	7 692.024	26.256.284	53.831	58.920
31	Američki djevičanski otoci	1	347	99.243	35.938	1,6
32	Litva	1	65.300	2.738.851	16.709	2.620

U tablici 1 prikazan je popis entiteta s pokazateljima u svim promatranim varijablama. Ukupno su 32 države ušle u top 10 na posljednjih 10 Svjetskih prvenstava, a u prosjeku su barem 1 put osvojile medalju (Ukupno osvojenih medalja). Najveću površinu teritorija ima SAD sa 9.372.610 km<sup>2</sup>, a najmanju Bermuda sa 54 km<sup>2</sup>. Prosječna površina teritorija zemalja iznosi 2.186.343 km<sup>2</sup>.

Najmanju površinu vode imaju Američki djevičanski otoci sa 1,6 km<sup>2</sup>, dok najveću ima SAD sa 685.924 km<sup>2</sup>. Najviše plasmana u top 10 ostvarile su Sjedinjene Američke države, ukupno 13 puta, ali je najviše medalja osvojio Singapur (ukupno 6 puta na postolju).

Najveću vrijednost nominalnog BDP-a po glavi stanovnika imaju Bermuda i Švicarska sa više od 80.000 \$ po glavi stanovnika, dok najmanju ima Ukrajina sa 4.835 \$.

U tablici 2 osim deskriptivnih pokazatelja prikazana je i značajnost distribucije utvrđena Shapiro-Wilks testom. Rezultati testa normalnosti ukazuju nam kako sve varijable osim nominalne vrijednost BDP-a nisu normalno distribuirane ( $p=0,000$ ), stoga se za utvrđivanje povezanosti između varijabli koristio Spearmanov koeficijent korelacije. Kod nominalne vrijednosti BDP-a značajnost normalne raspodjele rezultata je na razini  $p=0,04374$ .

**Tablica 2.** Deskriptivna analiza varijabli

	Broj entiteta	Aritmet. sredina	Min	Max	Stand. Dev.	Test normalnosti distribucije
<b>Ukupno plasmana u10</b>	32	3	1	13	3	$p=0,000$
<b>Površina u km<sup>2</sup></b>	32	2.186.343	54	19.610.544	4.342.169	$p=0,000$
<b>Ukupan broj stanovnika</b>	32	82.108.389	51.100	1.425.864.407	254.805.944	$p=0,000$
<b>Nominalna vrijednost BDP-a u Američkim dolarima (\$)</b>	32	34.877	2.521	85.748	24.055	$p=0,043$
<b>Površina vode u km<sup>2</sup></b>	32	53.862	10	685.924	134.161	$p=0,000$

Uspostavljeni su odnosi između kriterijske varijable (Ukupno plasmana u prvih 10) s prediktorskim varijablama (Površina, Ukupan broj stanovnika, nominalni BDP, Površina vode) kao i povezanost između pojedinih prediktorskih varijabli koji su utvrđeni izračunima Spearmanovih koeficijenata korelacije, prikazani su u tablici 3.

**Tablica 3.** Korelacije ukupnog broja plasmana i površine države, broja stanovnika, nominalnog BDP-a i veličine vodenih površina s ostalim varijablama

	Ukupno plasmana	Površina u km <sup>2</sup>	Ukupan broj stanovnika	BDP-a u Američkim dolarima (\$)	Površina vode u km <sup>2</sup>
Ukupno plasmana u prvih 10	<b>1</b>	<b>0,0158</b>	<b><u>0,3052</u></b>	<b>0,0467</b>	<b>0,1658</b>
Površina u km <sup>2</sup>		<b>1</b>	<b><u>0,5077</u></b>	<b><u>-0,4417</u></b>	<b><u>0,4887</u></b>
Ukupan broj stanovnika			<b>1</b>	<b>-0,2115</b>	<b><u>0,5015</u></b>
BDP-a u Američkim dolarima (\$)				<b>1</b>	<b>-0,0568</b>
Površina vode u km <sup>2</sup>					<b>1</b>

Ukupan broj plasmana u prvih 10 na posljednjih 10 svjetskih prvenstava u klasi optimist u jedrenju statistički je značajno povezan jedino s ukupnim brojem stanovnika zemlje, dok značajnost povezanosti ukupnoga broja plasmana kao kriterijske varijable s ostalim prediktorskim varijablama: površina u km<sup>2</sup>, nominalna vrijednost BDP-a i površina vode u pojedinoj zemlji nije dobivena.

Ukupna površina teritorija zemalja značajno je povezana sa ukupnim brojem stanovnika i veličinom vodenih površina, dok negativno korelira sa BDP-om. Može se zamijetiti da povećanjem ukupne površine teritorija zemalja, nominalna vrijednost BDP-a po osobi u pravilu opada. Ova konstatacije ne vrijedi uvijek jer kao primjer može poslužiti SAD koji ima najveću površinu teritorija, ali prednjači i u vrijednosti BDP-a po osobi.

#### 4. RASPRAVA

Temeljem dobivenih podataka možemo navesti važnu činjenicu: potvrđena je samo jedna hipoteza što pruža smanjeni okvir za raspravu o povezanosti ukupnog broja plasmana s površinom države, brojem stanovnika, nominalnim BDP-om i veličinom vodenih površina.

Hipoteza o statistički značajnoj povezanosti između ukupnog broja plasmana na posljednjih 10 svjetskih prvenstava u klasi Optimist u jedrenju za dobne kategorije 7 do 15 godina i površine države nije potvrđena. To praktično znači da jednaku razinu rezultata mogu postići i površinom velike kao i manje zemlje. To potvrđuje činjenica da su prema postignućima u toj jedriličarskoj klasi izjednačene najveća (SAD) i najmanja (Singapur) zemlja.

Hipoteza o statistički značajnoj povezanosti između između ukupnog broja plasmana i ukupnog broja stanovnika u pojedinoj zemlji potvrđena je na razini 99% sigurnosti. To znači da je ukupan broj plasmana u jedrenju u klasi Optimist za dobne kategorije 7 do 15 godina statistički značajno povezan s ukupnim brojem stanovnika. Zemlje s većim brojem stanovnika imaju veće šanse za ulazak u 10 najboljih „optimista“ na svijetu. Temeljem originalnih rezultata o broju stanovnika može se zamijetiti da među najuspješnijih 12 zemalja u jedrenju u toj klasi prevladavaju najmnogoljudnije zemlje svijeta. Sigurno se radi o masovnoj osnovici broja djece i mladih uključenih u jedrenje u klasu Optimist koja u prvim godinama dugoročne specijalizacije proizvodi i značajna sportska postignuća.

Jako je zanimljivo da nije potvrđena hipoteza o statistički značajnoj povezanosti između ukupnog broja plasmana i nominalnog BDP-a pojedinih zemalja koje su postizale međunarodne uspjehe u jedrenju u klasi Optimist za jedriličare dobi 7 do 15 godina.

Bilo je za očekivati da je međunarodna uspješnost u ovom sportu usko povezana s BDP-om iz razloga što donosi prihode što može bitno dovodi do povećanja BDP-a (Galović, 2020). S obzirom da je jedrenje sport koji zahtjeva visoka novčana ulaganja zbog visoke vrijednosti opreme i nužnih ulaganja u putovanja na natjecanja (Mihelić, 2018), viša razina BDP-a može utjecati na veća izdvajanja države za taj sport, posebice kada se radi o razvojnim skupinama natjecatelja, kao što su djeca. Nažalost ovi argumenti nisu našli svoju potvrdu u ovome istraživanju pa čimbenike izvrsnosti u ovoj jedriličarskoj klasi treba tražiti u drugim resursima koji omogućavaju široku bazu, stručnost rada i optimalne rezultate. To su sigurno motivacija djece za bavljenjem jedrenjem kao i opremljeni klubovi i sportska društva na temeljnoj razini potreba ovoga sporta djece i mladih jedriličara klase Optimist.

Hipoteza o statistički značajnoj povezanosti između ukupnog broja plasmana u prvih 10 za dobne kategorije od 7 do 15 godina u klasi Optimist i veličine vodenih površina pojedinih zemalja nije potvrđena.

Čini se da vodene površine same za sebe nisu presudan čimbenik uspjeha u ovoj jedriličarskoj disciplini ako se pri tome ne aktivira dovoljan broj djece kroz selekcijske postupke i ako se ne osiguraju drugi potrebni uvjeti za početno bavljenje jedrenjem u klubovima ili sportskim društvima.

U daljnjim istraživanjima svakako je potrebno uključiti i ostale čimbenike koji potencijalno mogu utjecati na uspješnost u ovoj klasi kao što je broj maloljetnika pojedine zemlje iz razloga što ova klasa uključuje samo djecu od 7 do 15 godina. Klasa optimist se ne može smatrati profesionalnom klasom, stoga postoji prostor za provedbu sličnog istraživanja na Olimpijskim klasama. Također veliku ulogu u jedrenju zasigurno imaju financijske potpore koje daje država.

Uključivanjem tih varijabli dobili bi pouzdanije rezultate, posebice iz razloga što je utvrđeno da BDP ne utječe nužno na razvoj jedrenja u mlađim kategorijama i sl., već je potrebno dobiti podatke o novčanim ulaganjima u jedrenje. Postoje varijable koje nisu obuhvaćene istraživanjem, a zasigurno imaju utjecaj na ostvarivanje rezultata kao što su stručnost trenera, tradicija bavljenja sportom ili broj djece u klubovima čime postoji mogućnost sveobuhvatnije selekcije.

## 5. ZAKLJUČAK

Jedrenje u klasi Optimist ne spada u Olimpijske klase jedrenja, no ono i dalje izaziva veliku popularnost natjecatelja i rekreativaca. Iako rezultati ne pokazuju značajnu korelaciju nominalnog BDP-a i ostvarivanja uspjeha u jedrenju, možemo reći kako se većim BDP-om može osigurati veća količina sredstava za razvoj ovog sporta čime se omogućava poticanje razvoja ovog sporta. Veće površine vode stvaraju dobre početne preduvjete za bavljenje jedrenjem, no treba naglasiti kako količina vodenih površina nije nužna za ostvarivanje uspjeha. Nažalost iskoristivost vodenih površina nije potpuna, stoga bi u obzir bilo dobro uzeti dužinu obale mora i jezera.

## 6. LITERATURA

1. Bourgois J, Claessens AL, Vrijens J, Philippaerts R, Van Renterghem B, Thomis M, et al. Anthropometric characteristics of elite male junior rowers. *Br J Sports Med.* 2000; 34(3):213-6.
2. Claessens AL, Bourgois J, Van Aken K, Van der Auwera R, Philippaerts R, Thomis M, et al. Body proportions of elite male junior rowers in relation to competition level, rowing style and boat type. *Kinesiology.* 2005; 37(2).
3. Galović, A. (2020). *Globalizacija sporta* (Doctoral dissertation, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek. Faculty of Economics in Osijek. *Chair of National and International Economics.*
4. Gotal, S. (2017). *Povezanost osvojenih medalja na svjetskim i europskim nogometnim prvenstvima sa brojem stanovnika, veličinom zemlje i BDP-om* (Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet)
5. Krističević, T., Petrović, Ž. & Milanović, D (2018). Povezanost osvojenih medalja kuglača europskih zemalja na svjetskim prvenstvima s njihovim brojem stanovnika, veličinom zemlje i bruto društvenim proizvodom.
6. Laera, F., Foglia, M. M., Evangelista, A., Boccaccio, A., Gattullo, M., Vito, M., ... & Fiorentino, M. (2020, November). Towards sailing supported by augmented reality: Motivation, methodology and perspectives. In *2020 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)* (pp. 269-274). IEEE.
7. Mihelić, T. (2018). *Statistička analiza uspješnosti hrvatskog sportskog jedrenja* (Doctoral dissertation, College of Management and Design Aspira).
8. Milanović, M., & Babić, J. (2019). Jesu li površina zemlje, broj stanovnika i bruto društveni proizvod europskih zemalja značajni čimbenici osvojenih medalja u vaterpolu na velikim svjetskim natjecanjima?. *28. ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske. 2019*
9. Palomino-Martín, A., Quintana-Santana, D., Quiroga-Escudero, M. E., & González-Muñoz, A. (2017). Incidence of anthropometric variables on the performance of top Optimist sailors.
10. Tadić, V., Milanović, M. i Lukenda, Ž. (2019). Povezanost osvojenih medalja boksača europskih zemalja na europskim prvenstvima s brojem stanovnika, veličinom zemlje i bruto društvenim proizvodom. *28. ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske. 2019.*

# ATRIBUCIJE I PERFEKCIONIZAM U BORILAČKIM SPORTOVIMA

Rebeka Prosoli

Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu

## 1. UVOD

Sportski uspjeh od sportaša često traži savršenu izvedbu. Međutim, težnja za savršenstvom može dovesti do negativnih posljedica ako nije usmjerena na pravilan način. Upravo istraživanja perfekcionizma pomažu nam u balansiranju postavljanja visokih standarda izvedbe bez pretjerane samokritičnosti. Uz to, posebno je zanimljivo istraživati kako je perfekcionizam povezan s atribucijama uspjeha i neuspjeha jer su ti ishodi sastavni dio sportskog iskustva svakog sportaša.

Flett i Hewitt (2002) perfekcionizam definiraju kao konstrukt koji predstavlja težnju za savršenstvom i postavljanjem visokih standarda izvedbe uz prisutnu tendenciju pretjeranog samokritiziranja. Iako su početna istraživanja perfekcionizma taj konstrukt tretirala kao jednodimenzionalan, ta ideja ubrzo je zamijenjena onom o višedimenzionalnosti perfekcionizma koja uključuje i adaptivne težnje usmjerene na osobni rast i razvoj (Stoeber i Otto, 2006). Uslijed toga dolazi do odvajanja dimenzija perfekcionizma koji se dijele na adaptivni i neadaptivni odnosno pozitivni i negativni. Upravo temeljeno na pozitivnim i negativnim aspektima perfekcionizma Slade i Owens (1998) predlažu dvoprocetni model perfekcionizma u kojem je ponašanje kod pozitivnog perfekcionizma vođeno težnjom za uspjehom i pozitivnim potkrepljenjem, dok je kod negativnog ono vođeno negativnim potkrepljenjem i težnjom za izbjegavanjem neuspjeha. U socijalnom kontekstu pozitivni perfekcionisti imaju tendenciju tražiti odobrenje od drugih ljudi, dok će negativni perfekcionisti pokušavati izbjeći neodobranje od strane drugih ljudi (Slade i Owens, 1998). Vezano uz doživljavanje uspjeha i neuspjeha, ovaj model pretpostavlja da će pozitivni perfekcionisti doživljavati zadovoljstvo nakon uspjeha, dok ih neuspjeh neće znatno pogoditi. S druge strane, negativni perfekcionisti nikada neće biti zadovoljni svojim uspjesima te će konstantno očekivati neuspjeh u budućnosti.

Istraživanja perfekcionizma u sportskom kontekstu ukazuju na određene nekonzistentnosti vezane uz to kako je perfekcionizam povezan s uspjehom u sportu i koliko je poželjan kod sportaša (Flett i Hewitt, 2005; Gould, Dieffenbach i Moffett, 2002). Dobiveno je da neadaptivni perfekcionisti osobito snažno reagiraju na ishode (Flett, Hewitt, Blankstein i Pickering, 1998) pri čemu imaju tendenciju samookrivljanja (Anshel i Mansouri, 2005; Hewitt, Mittelstaedt i Wollert, 1989). To se događa zbog njihove težnje da pred sebe postavljaju izuzetno visoke i nerealistične standarde i očekivanja koje je gotovo nemoguće dostići zbog čega mogu biti nefleksibilni u svom pristupu pogreškama i izražavati općenito nezadovoljstvo svojom sportskom izvedbom (Hall, Kerr i Matthews, 1998). Istraživanja povezanosti između perfekcionizma i atribucija u sportu još uvijek je relativno malo, a glavni problem u interpretaciji njihovih rezultata predstavlja korištenje različitih pristupa i skala prilikom mjerenja i definiranja vrsta perfekcionizma i dimenzija atribucija (npr. Anshel i Mansouri, 2005; Flett, Hewitt, Blankstein i Pickering, 1998; Stroeber i Becker, 2008).

S obzirom na to da su sportaši nerijetko izloženi situacijama u kojima se od njih zahtijeva savršena izvedba bilo bi zanimljivo provesti daljnja istraživanja o povezanosti perfekcionizma i atribucija jer se u samoj definiciji pojma perfekcionizam nalazi sklonost samokritičnosti. Zbog toga je *cilj* ovog istraživanja ispitati postojanje razlike u donošenju atribucija kod sportaša koji su adaptivni i neadaptivni perfekcionisti, te sportaša neperfekcionista.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Istraživanje je provedeno na prigodnom uzorku od ukupno 154 sportaša iz tri borilačka sporta: judo, karate i taekwondo. U istraživanju je sudjelovalo 94 sportaša i 60 sportašica. Sudionici su u prosjeku imali 20 godina ( $M=19.9$ ;  $SD=4.119$ ;  $min=16$ ;  $max=33$ ), a sportom su se bavili u prosjeku 12 godina ( $M=11.98$ ;  $SD=4.175$ ;  $min=4$ ;  $max=24$ ). Svi sudionici aktivno su se bavili sportom u trenutku ispunjavanja upitnika.

### 2.2. MJERNI INSTRUMENTI

Za mjerenje perfekcionizma korištena je *Ljestvica pozitivnog i negativnog perfekcionizma* (PANPS; Terry-Short, Owens, Slade i Dewey, 1995). U ovom istraživanju korištena je hrvatska verzija upitnika (Lauri Korajlija, 2005). Upitnik sadrži 40 čestica, od čega 20 čestica mjeri pozitivan, a 20 negativni perfekcionizam. Sudionici svoje odgovore daju na ljestvici od 1 (uopće se ne slažem) do 5 (u potpunosti se slažem). U ovom istraživanju pouzdanosti su iznosile .82 za negativni i .80 za pozitivni perfekcionizam.

Za mjerenje atribucija korištena je *Skala za mjerenje uzročnih atribucija* (CDS-II; McAuley, Duncan i Russell, 1992). U ovom istraživanju korištena je hrvatska verzija upitnika (Prosoli i sur., 2021). Skala mjeri četiri dimenzije atribucija: lokus uzročnosti, stabilnost, osobnu i vanjsku kontrolabilnost. Sadrži 12 čestica, po 3 za svaku dimenziju atribucija. Sudionici daju odgovore koristeći bipolarnu skalu raspona od 1 do 9. U ovom istraživanju pouzdanost se kretala između .64 i .88.

### 2.3. EKSPERIMENTALNI POSTUPAK

Prije početka prikupljanja podataka sudionicima je objašnjena svrha istraživanja te im je napomenuto da u istraživanju mogu sudjelovati samo sportaši koji su aktivni natjecatelji te koji su stariji od 16 godina. Nakon toga od sudionika se tražilo da dva puta ispune upitnik atribucija: jednom za natjecanje na kojem su svoju izvedbu smatrali najuspješnijom, a drugi puta za natjecanje na kojem smatraju da je njihova izvedba bila najmanje uspješna. Nakon toga ispunjavali su upitnik perfekcionizma.

## 3. REZULTATI

U sklopu predanaliza provjerena je normalnost distribucija te je utvrđeno odstupanje od normalne distribucije kod nekih dimenzija atribucija zbog čega je u daljnjim analizama korišten neparametrijski Kruskal-Wallisov test (Tablica 1). Sudionici su podijeljeni na adaptivne ( $N=43$ ), neadaptivne ( $N=43$ ) i neperfekcionista ( $N=28$ ) ovisno o rezultatima na subskalama pozitivnog i negativnog perfekcionizma. Pri tome su adaptivni perfekcionista bili oni koji su na subskali pozitivnog perfekcionizma postigli vrijednost iznad medijana, a na negativnom ispod medijana. Neadaptivni perfekcionista bili su oni sportaši koji su na negativnom perfekcionizmu postigli vrijednost iznad, a na pozitivnom ispod medijana. Neperfekcionista su bili oni sportaši koji su na obje dimenzije perfekcionizma postizali vrijednosti ispod medijana, a sudionici koji su na obje dimenzije postigli rezultate iznad medijana ( $N=40$ ) isključeni su iz daljnjih analiza zbog nejasne prirode njihovog perfekcionizma.

**Tablica 1.** Deskriptivna statistika i rezultati Kruskal-Wallisovog testa

Dimenzija	Situacija	Grupa	N	M	SD	MR	$\chi^2$	p
Lokus	uspješni	adaptivni	43	21.8	4.03	73.7	16.865	.001**
		neadaptivni	43	17.8	4.83	46.1		
		neperfekcionista	28	17.9	5.88	50.3		
	neuspješni	adaptivni	43	17.7	5.86	61.6	2.934	.423
		neadaptivni	43	17.1	3.84	50.7		
		neperfekcionista	28	18.2	5.02	61.6		
Stabilnost	uspješni	adaptivni	43	13.6	6.06	56.3	0.530	.911
		neadaptivni	43	13.9	3.91	60.3		
		neperfekcionista	28	13.4	5.24	55.1		

Osobna kontrola	neuspješni	adaptivni	43	7.4	4.03	39.6	25.861	.001**	
		neadaptivni	43	12.4	4.34	75.8			
		neperfekcionista	28	9.9	4.05	56.9			
	uspješni	adaptivni	43	21.9	4.57	73.3	17.453	.001**	
		neadaptivni	43	17.8	4.96	43.9			
		neperfekcionista	28	19.4	4.82	54.1			
	Vanjska kontrola	neuspješni	adaptivni	43	18.8	5.98	62.7	3.955	.072
			neadaptivni	43	16.8	4.69	49.6		
			neperfekcionista	28	18.3	6.49	61.6		
uspješni		adaptivni	43	12.4	6.73	53.1	4.286	.155	
		neadaptivni	43	14.4	4.70	65.5			
		neperfekcionista	28	11.4	6.19	50.5			
	neuspješni	adaptivni	43	10.5	6.62	51.1	8.299	.026*	
		neadaptivni	43	13.1	5.05	68.9			
		neperfekcionista	28	10.0	5.29	49.8			

N - broj sudionika; M - aritmetička sredina; SD - standardna devijacija; \*p<.05 \*\*p<.01

Iz rezultata analiza vidljivo je da se skupine značajno razlikuju na dimenzijama lokus i osobna kontrola za najuspješniji nastup, te na dimenzijama stabilnost i vanjska kontrola za najmanje uspješan nastup. Međutim, kada se u obzir uzme Bonferroni korekcija zbog višestrukih analiza ( $0.05/8=0.006$ ) može se zaključiti da razlike na dimenziji vanjska kontrola za neuspješan nastup nisu dosegle razinu statističke značajnosti.

Rezultati usporedbe u parovima (post-hoc Mann-Whitney U test uz Bonferronijevu korekciju) pokazali su da na dimenziji lokusa uzročnosti za najuspješniji nastup adaptivni perfekcionista postižu statistički značajno viši rezultati od neadaptivnih perfekcionista ( $p<.01$ ) i neperfekcionista ( $p<.05$ ), dok se razlika između neadaptivnih perfekcionista i neperfekcionista na ovoj dimenziji nije pokazala statistički značajnom. Na dimenziji stabilnost za najmanje uspješan nastup pokazalo se da neadaptivni perfekcionista postižu statistički značajno viši rezultat od adaptivnih perfekcionista ( $p<.01$ ), a razlike između adaptivnih perfekcionista i neperfekcionista te neadaptivnih perfekcionista i neperfekcionista nisu statistički značajne. Kod osobne kontrole za najuspješniji nastup adaptivni perfekcionista postižu statistički značajno viši rezultat od neadaptivnih perfekcionista ( $p<.01$ ) i neperfekcionista ( $p<.05$ ), dok razlika između neadaptivnih perfekcionista i neperfekcionista nije bila statistički značajna.

#### 4. RASPRAVA I ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da kod najuspješnijeg nastupa adaptivni perfekcionista donose atribucije na način koji se smatra adaptivnim, dok oni sportaši koji imaju izražene negativne aspekte perfekcionizma imaju tendenciju atribucije donositi na način koji se smatra manje poželjnim, pa čak i štetnim za sportsku izvedbu. Naime, dobiveno je da su za svoj uspjeh adaptivni perfekcionista donosili inter-nalnije atribucije za koje su smatrali da su više pod njihovom osobnom kontrolom od neadaptivnih perfekcionista i neperfekcionista dok su svoje neuspjehe neadaptivni perfekcionista procjenjivali kao stabilnije u odnosu na adaptivne perfekcionista. I prijašnja istraživanja ukazuju na to da je težnja za perfekcionizmom u sportu povezana s adaptivnim obrascem atribuiranja uspjeha i neuspjeha, dok su negativne reakcije na nesavršenost povezane s atribucijama koje se smatraju manje poželjnima i koje potencijalno mogu naštetiti sportskoj izvedbi (Stroeber i Becker, 2008). Nadalje, u ovom je istraživanju dobiveno da sportaši koji pred sebe postavljaju visoka, ali realistična očekivanja u većoj mjeri smatraju da je njihov uspjeh pod njihovom kontrolom u odnosu na neadaptivne perfekcionista i neperfekcionista. Takav način atribuiranja smatra se poželjnim te im on može pomoći da očekuju uspjeh i u budućnosti (Holhschuh, Nist i Olejnik, 2001). Za razliku od njih, neadaptivni perfekcionista ne očekuju uspjeh u budućnosti (Enns i Cox, 2002), a takav način razmišljanja povezan je s pripisivanjem neuspjeha stabilnim atribucijama (Kelley i Michela, 1980). Ovo istraživanje potvrdilo je navedenu razliku na dimenziji stabilnosti za neuspjeh što ukazuje na veću tendenciju adaptivnih perfekcionista da svoj neuspjeh ne gledaju kao pokazatelj nesposobnosti, već kao smjernicu koja im daje informaciju o tome kako bi trebali uložiti više truda ili promijeniti strategiju



koju koriste (Slade i Owens, 1998). Naposljetku, važno je naglasiti da ovo istraživanje nije potvrdilo da je samookrivljavanje za neuspjeh u većoj mjeri izraženo kod neadaptivnih perfekcionista. Moguće je da je do toga došlo zbog toga što je samookrivljavanje za neuspjeh potencijalno prisutno kod svih sportaša u obliku poželjnog obrasca preuzimanja odgovornosti za ishode, bez obzira kakvi oni bili.

Glavno ograničenje ovog istraživanja predstavlja mali uzorak sudionika koji dolaze iz tri borilačka sporta. U buduća bi istraživanja trebalo uključiti veći broj sportaša iz različitih sportova te ispitati razlike na korištenim varijablama s obzirom na dob, spol i vrstu sporta. Također, bilo bi korisno istraživanje provesti na sportašima koji su odustali od sporta te na sportašima koji su mlađi od 16 godina.

## 5. LITERATURA

1. Anshel, M. H. i Mansouri, H. (2005). Influences of Perfectionism on Motor Performance, Affect, and Causal Attributions in Response to Critical Information Feedback. *Journal of Sport Behavior*, 28(2), 99-124.
2. Enns, M.W. i Cox, B.J. (2002). The nature and assesment of perfectionism: A critical analysis. U: G.L. Flett i P.L. Hewitt (Ur.), *Perfectionism: Theory, research, and treatment* (str. 33-62). Washington, DC: APA
3. Flett, G. L. i Hewitt, P. L. (2002). *Perfectionism: Theory, research and treatment*. Washington, DC: American Psychological Association.
4. Flett, G. L. i Hewitt, P. L. (2005). The Perils of Perfectionism in Sports and Exercise. *Current Directions in Psychological Science*, 14(1), 14-18.
5. Flett, G. L., Hewitt, P. L., Blankstein, K. R. i Pickering, D. (1998). Perfectionism in Relation to Attributions for Success or Failure. *Current Psychology: Developmental, Learning, Personality*, 17(2/3), 249-262.
6. Gould, D., Dieffenbach, K. i Moffett, A. (2002). Psychological Characteristics and Their Development in Olympic Champions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 14(3), 172–204.
7. Hall, H. K., Kerr, A. W. i Matthews, J. (1998). Precompetitive Anxiety in Sport: The Contribution of Achievement Goals and Perfectionism. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 20(2), 194–217.
8. Hewitt, P. L., Mittelstaedt, W. i Wollert, R. (1989). Validation of a Measure of Perfectionism. *Journal of Personality Assessment*, 53(1), 133–144.
9. Holtschuh, J.P., Nist, S.L. i Olejnik, S. (2001). Attributions to failure: the effects of effort, ability and learning strategy use on perceptions of future goals and emotional responses. *Reading Psychology*, 22, 153–173.
10. Kelley, H.H. i Michela, J. L. (1980). Attribution Theory and Research. *Annual Review of Psychology*, 31, 357-501.
11. Lauri Korajlija, A. (2005). *Povezanost perfekcionizma i atribucijskog stila s depresivnošću i anksioznošću*. Neobjavljeni magistarski rad. Zagreb: Odsjek za psihologiju Filozofskog fakulteta u Zagrebu.
12. McAuley, E., Duncan, T. E. i Russell, D. W. (1992). Measuring causal attributions: The revised causal dimension scale (CDSII). *Personality and Social Psychology Bulletin*, 18(5), 566-573.
13. Prosoli, R., Banai, B., Barić, R., Lochbaum, M., Cooper, S. i Jelić, M. (2021). Causal attributions for success and failure among athletes: Validation of the Croatian version of the revised Causal dimension scale (CDS-II). *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 25(4), 244-252.
14. Slade, P. D. i Owens, R. G. (1998). A Dual Process Model of Perfectionism Based on Reinforcement Theory. *Behavior Modification*, 22(3), 372-390.
15. Stroeber, J. i Becker, C. (2008). Perfectionism, achievement motives, and attribution of success and failure in female soccer players. *International Journal of Psychology*, 43(6), 980–987.
16. Stoeber, J. i Otto, K. (2006). Positive Conceptions of Perfectionism: Approaches, Evidence, Challenges. *Personality & Social Psychology Review*, 10(4), 295-319.
17. Terry-Short, L. A., Owens, R. G., Slade, P. D., i Dewey, M. E. (1995). Postitive and negative perfectionism. *Personality and Individual Differences*, 18, 663-668.

# TJELESNA AKTIVNOST SREDNJOŠKOLACA

Petra Lončar

*Kineziološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Tjelesna neaktivnost globalni je problem koji je prisutan već od najmlađeg uzrasta. Danas se tjelesna neaktivnost može nazvati globalnom pandemijom koja osim pobola i smrtnosti uzrokuje i velike ekonomske terete u svim državama svijeta te povećava od 1 do 4% ukupnih izravnih troškova zdravstvene zaštite (Ding, Lawson, Kolbe-Alexander, i sur., 2016). Nedovoljna tjelesna aktivnost, nepravilna prehrana, manjak sna i u konačnici sjedilački način života pojmovi su koji su sveprisutni i sve se više govori o njima. Prema podacima Hrvatska je kao država pri dnu čije je stanovništvo najmanje aktivno (Eurostat, 2019). Dok je prevalencija prekomjerne tjelesne težine i pretilosti kod djece u Europi između 20% i 45% (Garrido-Miguel i sur., 2019), a prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO, 2017) u većini europskih zemalja udio djece s prekomjernom tjelesnom težinom i pretilosti je nastavio rasti. Također, poražavajuća činjenica je da je prevalencija prekomjerne tjelesne težine i pretilosti kod djece u Hrvatskoj sve veća i kreće se između 30 i 45% (Milanović i sur., 2020), dok 35% djece od 8 do 9 godina ima prekomjernu tjelesnu masu, od čega je 31% djevojčica i 38,7% dječaka (CroCOSI, 2021). Djeca već od najmlađeg uzrasta imaju povišenu tjelesnu masu i postaju pretili te je sve manje djece tjelesno aktivno, a takav trend nastavlja se i u kasnijoj dobi te je sve više srednjoškolaca s istim problemom (Mišigoj-Duraković i Sorić, 2015). Dokazano je odavno da redovita tjelesna aktivnost (TA) pruža brojne dobrobiti (Reiner i sur., 2013) za srce, tijelo i um, pridonosi prevenciji i liječenju nezaraznih bolesti kao što su kardiovaskularne bolesti, rak i dijabetes, također TA smanjuje simptome depresije i tjeskobe, poboljšava vještine razmišljanja, učenja i prosuđivanja, osigurava zdravi rast i razvoj mladih te poboljšava opću dobrobit (WHO, 2022). Ujedno, TA pozitivno djeluje na smanjenje tjelesne mase. S obzirom na to, Svjetska zdravstvena organizacija preporučuje djeci i adolescentima između 5 i 17 godina najmanje 60 minuta dnevno umjerene do visoko intenzivne tjelesne aktivnosti, a u kasnijoj dobi najmanje 150 minuta umjerene ili 75 minuta visoko intenzivne tjelesne aktivnosti tjedno. No, nažalost više od 80% svjetske adolescentske populacije je nedovoljno tjelesno aktivno (WHO, 2022), 82 do 95% djevojčica i 72 do 89% dječaka u zemljama članicama Europske unije nije dovoljno tjelesno aktivno (Inchley, Currie, 2016), dok u Hrvatskoj 88% djevojčica i 75% dječaka u dobi od 15 godina ne provodi barem jedan sat TA dnevno pri umjerenom ili submaksimalnom opterećenju (Inchley, Currie, 2013). Stoga je izuzetno važno već od najmlađih uzrasta djeci približiti tjelesnu aktivnost i govoriti o njezinim dobrobitima, a posebice raditi na tome da tjelesna aktivnost i zdrav način života s odrastanjem ne prestane.

Osnovni cilj ovog rada je ispitati tjelesnu aktivnost učenika te utvrditi postoje li razlike u razini tjelesne aktivnosti između učenika s obzirom na spol. Istraživanje je provedeno na uzorku od 100 učenica i učenika srednje škole u Karlovačkoj županiji. Učenici su anonimni upitnik ispunjavali u studenom 2022. godine.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika činilo je 100 učenika Srednje škole u Karlovačkoj županiji, od čega je bilo 65 učenica i 35 učenika. U Tablici 1. prikazana je struktura ispitanika prema spolu i razredu.

**Tablica 1.** struktura ispitanika

SPOL	1. razred	2. razred	3. razred	4. razred	UKUPNO
M	12	5	7	11	35
Ž	20	10	22	13	65
UKUPNO	32	15	29	24	100

## 2.2. UZORAK VARIJABLI

Uzorak varijabli činilo je 10 pitanja o razini tjelesne aktivnosti međunarodnog upitnika o tjelesnoj aktivnosti (IPAQ – kraća verzija). Učenici su ispunjavali online anonimni upitnik. Dobiveni rezultati razine TA u pojedinom intenzitetu kao i ukupna razina TA izražene su u MET-min/tjedan prema smjernicama IPAQ upitnika (IPAQ, 2005). Razine TA podijeljene su u tri kategorije; 1.niska razina smatra se <600 MET-min/tjedan, 2. umjerena TA podrazumijeva ukupnu razinu  $\geq 600$  MET-min/tjedan, 3. visoka razina smatra se  $\geq 3000$  MET-min/tjedan (IPAQ, 2005). Ajman i sur. (2015) utvrdili su pouzdanost i valjanost kratke verzije IPAQ upitnika za Hrvatsku.

## 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Dobiveni podaci obradili su se pomoću računalnog programa Statistica for Windows, ver. 14. Za sve varijable izračunati su osnovni deskriptivni pokazatelji: standardna devijacija (SD), aritmetička sredina (AS) te minimalna (MIN) i maksimalna (MAX) vrijednost. Za utvrđivanje statistički značajne razlike između učenica i učenika koristio se T-test za nezavisne uzorke ( $p < 0,05$ ).

## 3. REZULTATI I RASPRAVA

U Tablici 2. prikazani su rezultati deskriptivne statistike ukupno i po spolu te se ispod tablice nalazi legenda s objašnjenjem.

**Tablica 2.** Deskriptivna statistika u MET-min/tjedan (ukupno i po spolu)

UZORAK	ITA AS $\pm$ SD (min-max)	UTA AS $\pm$ SD (min-max)	H10 AS $\pm$ SD (min-max)	UKUPNA TA AS $\pm$ SD (min-max)	KATEGORIJA TA AS $\pm$ SD (min-max)
Ukupno	1732,04 $\pm$ 1853,47 (0-7200)	1036,30 $\pm$ 1399,36 (0-6720)	1606,38 $\pm$ 1505,17 (0-6930)	3961,75 $\pm$ 3128,71 (0-15306)	2,42 $\pm$ 0,64 (1-3)
M	2745,88 $\pm$ 2105,83 (0-7200)	1441,94 $\pm$ 1962,4 (0-6720)	1728,1 $\pm$ 1898,98 (0-6930)	5425,8 $\pm$ 3861,08 (0-15306)	2,6 $\pm$ 0,65 (1-3)
Ž	1147,8 $\pm$ 1405,83 (0-4320)	830,16 $\pm$ 957,19 (0-3600)	1542,32 $\pm$ 1264,77 (0-5544)	3173,42 $\pm$ 2327,85 (0-9078)	2,32 $\pm$ 0,62 (1-3)

Legenda: ITA – intenzivna TA, UTA – umjerena TA, H10 – hodanje

U Tablici 3. nalaze se rezultati aritmetičkih sredina s pripadajućem brojem ispitanika kod pojedinih varijabli. Ukupan broj ispitanika (N=100) i navedeni broj ispitanika u pojedinom stupcu tablice se razlikuju, a razliku čine ispitanici koji su na pitanja o trajanju aktivnosti odgovarali sa *ne znam/nisam siguran*.

**Tablica 3.** Aritmetičke sredine dobivenih rezultata s pripadajućim brojem ispitanika (ukupno i po spolu)

	NTA		UTA-D		H10-D		UKUPNA TA		KATEGORIJA TA	
	N	AS	N	AS	N	AS	N	AS	N	AS
M	34	2745,88	31	1441,94	30	1728	35	5425,8	35	2,6
Ž	59	1147,8	61	830,16	57	1542,32	65	3173,42	65	2,32
UKUPNO	93	1732,04	92	1036,30	87	1606,38	100	3961,75	100	2,42

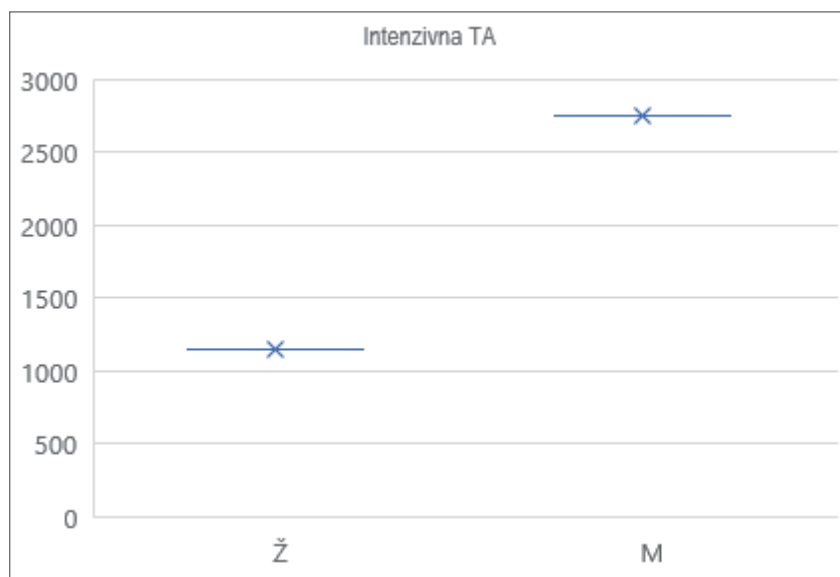
Prema dobivenim rezultatima može se vidjeti da učenici i učenice u prosjeku obavljaju 1732,04 MET-min/tjedan intenzivnu te 1036,30 MET-min/tjedan umjerenu TA, 1606,38 MET-min/tjedan provedu hodajući dok je ukupna prosječna razina TA 3961,75 MET-min/tjedan. U tablici se također može vidjeti da učenici u svim varijablama imaju u prosjeku nešto više vrijednosti rezultata u odnosu na učenice. Što se tiče kategorije TA, iz tablice je vidljivo da učenici u prosjeku pripadaju 2.kategoriji – *umjerena razina TA* po IPAQ protokolu.

Tablica 4. prikazuje rezultate T-testa za nezavisne uzorke po spolu. Crvenom bojom označeni su rezultati koji se statistički značajno razlikuju po spolu ( $p < 0,05$ ). Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da učenici u prosjeku u svim varijablama, osim u varijabli *hodanja* ostvaruju statistički bolje rezultate od učenica, odnosno učenici u prosjeku imaju više vrijednosti intenzivne i umjerene TA, kao i više vrijednosti ukupne TA te među navedenim varijablama postoji statistički značajna razlika po spolu. Također između *kategorija TA* postoji statistički značajna razlika po spolu.

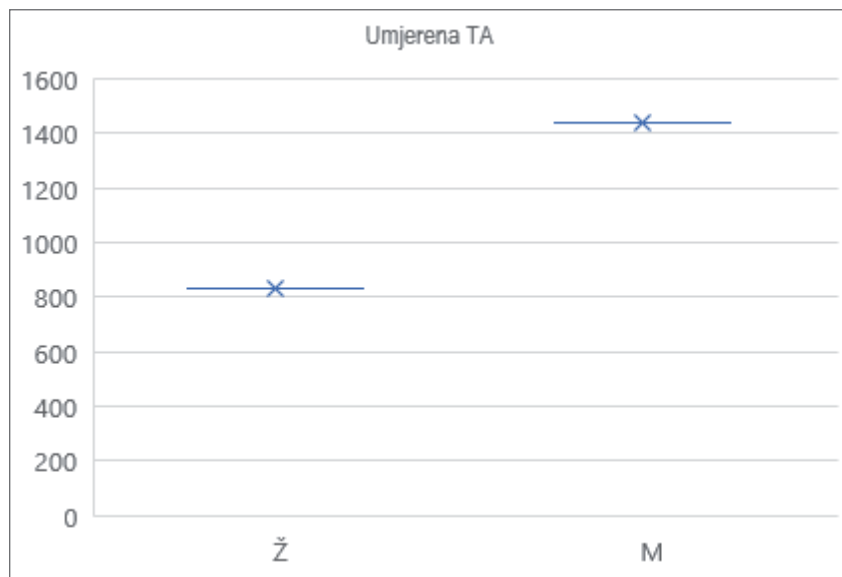
**Tablica 4.** T-test za nezavisne uzorke u MET minutama (po spolu)

Varijable	Ž	M	t-value	df	p	Ž	M	Std. Dev.	Std. Dev.	F-ratio	p
	AS	AS				Valid N	Valid N				
ITA-MET minuta	1147,8	2745,88	-4,38	91	0,00	59	34	1405,83	2105,83	2,24	0,01
UTA-MET minuta	830,16	1441,94	-2,02	90	0,047	61	31	957,19	1962,4	4,20	0,00
H10-MET minuta	1542,32	1728,1	-0,54	85	0,59	57	30	1264,77	1898,98	2,25	0,00
UKUPNA TA	3173,42	5425,8	-3,64	98	0,00	65	35	2327,85	3861,08	2,75	0,00
KATEGORIJA TA	2,32	2,6	-2,10	98	0,04	65	35	0,62	0,65	1,12	0,68

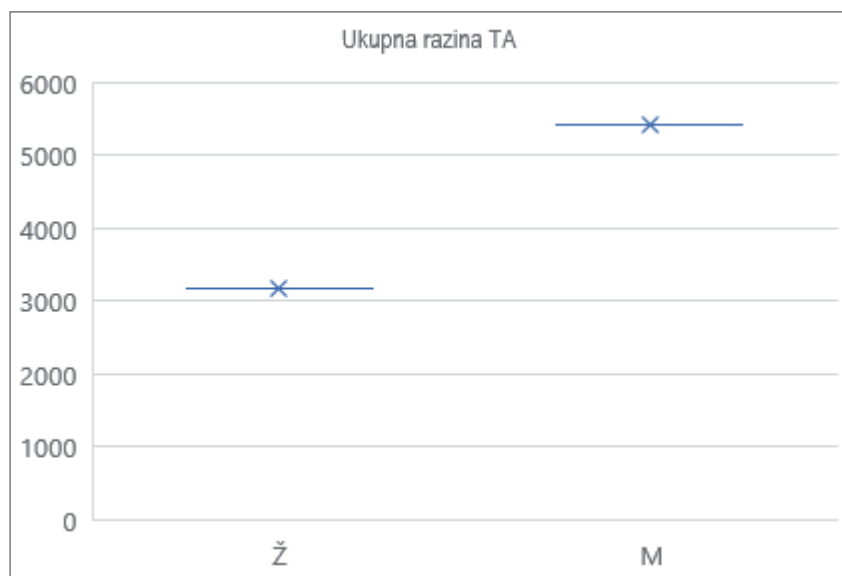
Graf 1., Graf 2. i Graf 3. prikazuju statistički značajne razlike između spola u varijablama intenzivne i umjerene TA te ukupne TA. Iz tablice 4. i navedenih grafova vidi se da je statistički značajna razlika najizraženija u varijablama intenzivne TA i ukupne TA, dok je u varijabli umjerene TA ta razlika nešto manja.



**Graf 1.** Razlika u intenzivnoj TA između učenica i učenika



**Graf 2.** Razlika u umjerenoj TA između učenica i učenika



**Graf 3.** Razlika u ukupnoj razini TA između učenica i učenika

#### 4. ZAKLJUČAK

Današnji globalni problem tjelesne neaktivnosti donosi brojne zdravstvene probleme. No bez obzira na negativne posljedice na zdravlje veliki broj djece i mladih nije tjelesno aktivno i ne zadovoljavaju preporuke Svjetske zdravstvene organizacije za dnevnu i tjednu razinu TA. Sve je veći broj onih koji nisu uključeni u neki oblik TA, a ujedno je i sve veći broj djece i mladih s prekomjernom tjelesnom težinom. S obzirom na to važno je već od najmlađe dobi djeci približiti TA i govoriti o njezinim dobrobitima. No bez obzira što veliki broj djece i adolescenata ne zadovoljava preporuke SZO, rezultati dobiveni ovim istraživanjem govore kako su srednjoškolci u prosjeku umjereno tjelesno aktivni te da zadovoljavaju preporuke SZO. Ujedno učenici se u odnosu na učenice u prosjeku više uključuju u umjerenu i intenzivnu tjelesnu aktivnost, kao što je i njihova ukupna razina TA statistički značajno veća od ukupne razine TA učenica. Prema dobivenim podacima možemo zaključiti da još uvijek ima mladih koji ne isključuju u potpunosti TA iz svoje svakodnevnice, no svakako potrebno je da svaki pojedinac usvoji zdrave navike i postane tje-

lesno aktivan, odnosno da poveća svoju razinu TA na preporučenu razinu. Zaključno, potrebno je u budućim istraživanjima staviti naglasak na ispitivanje razine TA kod srednjoškolaca kako bi se rezultati istih mogli usporediti te samim time potvrditi ili odbaciti rezultati ovog istraživanja.

## 5. LITERATURA

1. Ajman, H., Dapic Štriga, S. i Novak, D. (2015). Pouzdanost kratke verzije međunarodnog upitnika tjelesne aktivnosti za Hrvatsku. *Hrvatski sportskomedicinski vjesnik*, 30(2), 87-90.
2. CroCOSI (2021). Childhood obesity surveillance initiative, Croatia 2018/2019. Dostupno na: <https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2021/03/CroCOSI-publikacija-2021-ENGLESKI-WEB-pages.pdf>
3. Ding D, Lawson KD, Kolbe-Alexander TL, Finkelstein EA, Katzmarzyk PT, van Mechelen W, Pratt M; Lancet (2016). Physical Activity Series 2 Executive Committee. The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases;388(10051):1311-24
4. Eurostat (2019). How Much Do Europeans Exercise? Dostupno na: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostatnews/-/DDN-20190328-1>
5. Garrido-Miguel, M., Cavero-Redondo, I., Álvarez-Bueno, C., Rodríguez-Artalejo, F., Moreno, L. A., Ruiz, J. R., et al. (2019). Prevalence and trends of overweight and obesity in European children from 1999 to 2016: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatr.* 173:e192430. doi: 10.1001/jamapediatrics.2019.2430
6. Inchley, J., Currie, D. (2016). Growing up unequal: gender and socioeconomic differences in young people's health and well-being. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: international report from the 2013/2014 survey (No. 7). World Health Organization.
7. Inchley, J., Currie, D. (2013). Growing up unequal: gender and socioeconomic differences in young people's health and well-being. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study: international report from the, 2014.
8. IPAQ (2005). Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) – Short and Long Forms. Dostupno na: <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=5641f4c36143250eac8b45b7&assetKey=AS%3A294237418606593%401447163075131>
9. Milanović, S. M., Morović, M. L., Bukal, D., Križan, H., Buoncristiano, M., and Breda, J. (2020). Regional and sociodemographic determinants of the prevalence of overweight and obesity in children aged 7-9 years in Croatia. *Acta Clin. Croat.* 59, 303–311. doi: 10.20471/acc.2020.59.02.14
10. Mišigoj-Duraković, M., Sorić, M. (2015) Razina tjelesne aktivnosti i stanje uhranjenosti srednjoškolaca - preliminarni rezultati projekta SPORTS. U: *Findak, V. (ur.) Primjena i utjecaj novih tehnologija na kvalitetu rada u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije : zbornik radova.*
11. Reiner, M., Niermann, C., Jekauc, D., and Woll, A. (2013). Long-term health benefits of physical activity—a systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health*, 13:813.
12. World Health Organization (2017). Adolescent Obesity and Related Behaviours: Trends and Inequalities in the WHO European Region, 2002–2014: Observations From the Health Behavior in School-Aged Children (HBSC) WHO Collaborative Cross-National Study. Geneva: World Health Organization
13. World Health Organization (2022). Physical activity. Dostupno na: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

# **RASTUĆI TREND INDEKSA TJELESNE MASE UČENIKA SREDNJIH ŠKOLA U RAZDOBLJU 1995. – 2022. GODINE**

**Matija Jandrić<sup>1</sup>, Zdravko Pavoković<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Gimnazija Petra Preradovića Virovitica*

<sup>2</sup>*Industrijsko - obrtnička škola Virovitica*

## **1. UVOD**

Nedovoljna tjelesna težina, prekomjerna tjelesna težina ili pretilost tijekom djetinjstva i adolescencije povezani su sa štetnim zdravstvenim posljedicama koje se mogu očitovati tijekom cijeloga života (Abarca – Gomez i sur., 2017). Nedovoljna tjelesna težina djece i adolescenata povezana je s većim rizikom od zaraznih bolesti, a za djevojčice u reproduktivnoj dobi povezana je i s nepovoljnim ishodom trudnoće (Kraak i sur., 2016). Prekomjerna tjelesna težina u djetinjstvu i adolescenciji vjerojatno će dovesti do doživotne prekomjerne tjelesne težine i pretilosti te je povezana i s većim rizikom i ranijim nastankom kroničnih poremećaja kao što je dijabetes tipa 2 (Singh i sur., 2008; Lobstein i sur., 2004). Također, pretilost u djetinjstvu i adolescenciji ima negativne psihosocijalne posljedice i smanjuje obrazovna postignuća te akademski uspjeh (Caird i sur., 2014). S druge strane, indeks tjelesne mase (ITM) je najčešće korištena mjera za procjenu stanja uhranjenosti čovjeka te se može koristiti za procjenu prevalencije pretilosti unutar populacije i rizika povezanih s njom (WHO, 2000). Međutim, ITM ne uzima u obzir široku varijaciju u distribuciji tjelesne masti, mišića i ne mora odgovarati istom stupnju debljine ili povezanom zdravstvenom riziku kod različitih pojedinaca i populacija (WHO, 2000). No, neki znanstvenici tvrde da je povećanje ITM pandemija te da zbog toga postoji značajan interes za obuzdavanje rastućih trendova (Roth i sur., 2004; Prentice, 2006). Važno je imati pouzdane informacije o rastućim trendovima i promjenama kako bi se procijenile implikacije porasta ITM na zdravlje stanovništva, postavili prioritete politike i procijenila njihova uspješnost (Finucane i sur., 2011). Zbog toga je cilj ovog istraživanja utvrditi trend ITM srednjoškolaca u razdoblju od 27 godina i to 1995. – 2022. godine.

## **2. METODE RADA**

### **2.1. UZORAK ISPITANIKA**

Uzorak ispitanika čini 1010 učenika Gimnazije i Industrijsko – obrtničke škole iz Virovitice. Učenici koji su pohađali ili pohađaju nastavu Tjelesne i zdravstvene kulture (TZK) u ove dvije škole žive u okolnim selima Virovitice (udaljena od 2 do 15 km), udaljenijim naseljima pa čak i drugim gradovima u Virovitičko – podravskoj županiji te naravno i samom gradu Virovitici. Može se reći da je ovaj uzorak reprezentativan za Virovitičko – podravsku županiju. Od ukupnog broja učenika u uzorku je 664 mladića i 346 djevojaka (34,26%) u dobi od 14 do 18 godina. Učenici su podijeljeni prema godini i spolu (Tablica 1) te su u uzorak obuhvaćeni mladići i djevojke koji su pohađali nastavu TZK 1995., 2005., 2015. i 2022. godine (u daljnjem tekstu – npr. ako su učenici pohađali nastavu TZK 1995. godine onda je to generacija 1995. itd.). Istraživanje je provedeno u skladu sa preporukama Helsinške deklaracije. Antropometrijske mjere 1995. – 2022. godine izmjerene su na satu TZK početkom školske godine (u mjesecu rujnu 1995., 2005., 2015. i 2022.).

### **2.2. UZORAK VARIJABLI**

Uzorak varijabli čine: 2 antropometrijske mjere (tjelesna visina i tjelesna težina) i ITM. Tjelesna visina (ATV) izmjerena je antropometrom dok učenik stoji na ravnoj podlozi s težinom jednako raspoređenom na obje noge. Ramena su relaksirana, pete skupljene, a glava je postavljena u položaj tzv. frankfurtske horizontale (Mišigoj-Duraković, 1995). Tjelesna težina (ATT) izmjerena je decimalnom vagom s pomičnim

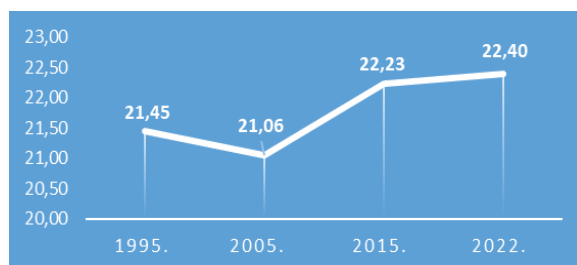
utegom dok učenik stoji na vagi s minimalnom količinom odjeće (Mišigoj-Duraković, 1995). ITM je izračunat formulom  $\text{kg/m}^2$ . Mjerenje antropometrijskih dimenzija provela su dva iskusna mjerioca kineziologa na satu TZK.

### 2.3. METODE OBRADE PODATAKA

Podaci su obrađeni primjenom programskog paketa Statistica for Windows (Version 14; Copyright 1984 - 2020 TIBCO Software Inc). Izračunata je aritmetička sredina i standardna devijacija za sve varijable. Za provjeru normaliteta distribucije koristio se Kolmogorov - Smirnovljev test, a multivarijantnom analizom varijance utvrđene su razlike između aritmetičkih sredina grupa ispitanika. Nakon toga su višestruke usporedbe analizirane Bonfferonni post – hoc testom. Razina statističke značajnosti postavljena je na  $p < 0.05$ .

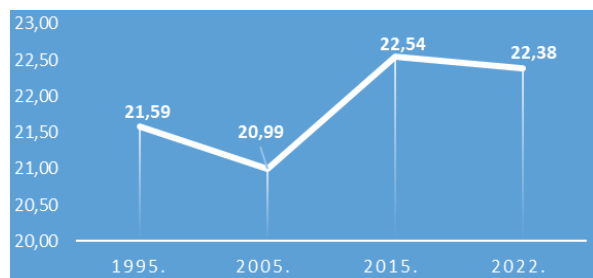
## 3. REZULTATI

U tablici 1. prikazane su aritmetičke sredine i standardne devijacije antropometrijskih mjera i ITM. Dobiveni rezultati svih učenika 1995. – 2022. ukazuju na rastući trend ATV, ATT i ITM i to u prosjeku za 3,96 cm (2,30 %), 6,87 kg (10,29 %) i 1,34  $\text{kg/m}^2$  (5,98 %; Slika 1).

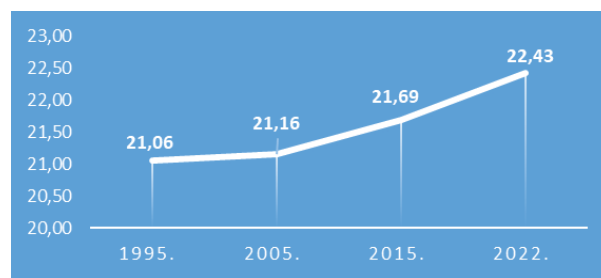


Slika 1. ITM svih učenika u periodu 1995. – 2022.

Rezultati kod mladića pokazuju da je rastući trend 3,21 cm (1,82 %), 6,67 kg (9,59 %) i 1,44  $\text{kg/m}^2$  (6,39 %; Slika 2), a kod djevojaka 4,44 cm (2,67 %), 6,65 kg (10,73 %) i 1,37  $\text{kg/m}^2$  (6,11 %; Slika 3).



Slika 2. ITM mladića u periodu 1995. – 2022.



Slika 3. ITM djevojaka u periodu 1995. – 2022.

Također se može primijetiti da je generacija 2005. u prosjeku postigla najmanje rezultate u svim promatranim varijablama (Tablica 1).



**Tablica 1.** Deskriptivni pokazatelji antropometrijskih dimenzija učenika srednje škole 1995. - 2022. godine (aritmetička sredina ± standardna devijacija)

	1995. SVI (N=302)	1995. M (N=221)	1995. Ž (N=81)	2005. SVI (N=220)	2005. M (N=133)	2005. Ž (N=87)	2015. SVI (N=238)	2015. M (N=152)	2015. Ž (N=86)	2022. SVI (N=250)	2022. M (N=158)	2022. Ž (N=92)
ATV (cm)	170,03 ± 8,68	172,89 ± 7,59	162,23 ± 6,38	168,35 ± 9,41	172,74 ± 7,62	161,64 ± 7,82	169,75 ± 8,89	173,74 ± 7,80	162,71 ± 5,78	172,31 ± 8,73	175,95 ± 8,11	166,08 ± 5,71
ATT (kg)	62,22 ± 12,13	64,70 ± 12,21	55,48 ± 8,97	59,87 ± 12,18	62,86 ± 12,30	55,30 ± 10,53	64,57 ± 15,21	68,34 ± 15,32	57,91 ± 12,58	66,74 ± 14,30	69,53 ± 14,49	61,95 ± 12,69
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	21,45 ± 3,46	21,59 ± 3,60	21,06 ± 3,07	21,06 ± 3,62	20,99 ± 3,52	21,16 ± 3,78	22,30 ± 4,42	22,54 ± 4,25	21,88 ± 4,70	22,40 ± 4,18	22,38 ± 4,05	22,43 ± 4,40

Napomena: ATV - tjelesna visina; ATT - tjelesna težina; ITM - indeks tjelesne mase

U tablici 2. prikazane su razlike u rezultatima antropometrijskih dimenzija svih učenika s obzirom na generaciju ili godinu pohađanja TZK. Rezultati pokazuju da se generacija 2022. s obzirom na ATV statistički značajno razlikuje od generacije 1995., 2005. i 2015. Također postoji statistički značajna razlika u ATT između generacije 2022. i 1995., 2005. te između 2005. i 2015. Isti je obrazac i kod ITM pa se tako generacija 2022. statistički značajno razlikuje od 1995. i 2005., a generacija 2005. od 2015.

**Tablica 2.** Multivarijatna analiza varijance antropometrijskih dimenzija i ITM svih učenika 1995. - 2022. godine (aritmetička sredina ± standardna devijacija)

	1995. SVI	2005. SVI	2015. SVI	2022. SVI
ATV (cm)	170,03 ± 8,68 d	168,35 ± 9,41 d	171,01 ± 20,61 d	172,3 ± 8,73 a,b,c
ATT (kg)	62,22 ± 12,13 d	59,87 ± 12,18 c,d	64,57 ± 15,21 b	66,74 ± 14,30 a,b
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	21,45 ± 3,46 d	21,06 ± 3,62 c,d	22,23 ± 4,60 b	22,40 ± 4,18 a,b

Napomena: a - statistički značajna razlika u odnosu na 1995.; b - statistički značajna razlika u odnosu na 2005.; c - statistički značajna razlika u odnosu na 2015.; d - statistički značajna razlika u odnosu na 2022.

Rezultati mladića ukazuju na statistički značajnu razliku u rezultatima ATV između generacija 2022. i 1995., 2005. Zatim, značajnu razliku u ATT između generacija 2022. i 1995., 2005. te između 2005. i 2015. S obzirom na ITM postoji značajna razlika između generacije 2022. i 1995., 2005. te između 2005. i 2015. (Tablica 3).

**Tablica 3.** Multivarijatna analiza varijance antropometrijskih dimenzija i ITM mladića 1995. - 2022. godine (aritmetička sredina ± standardna devijacija)

	1995. M	2005. M	2015. M	2022. M
ATV (cm)	172,89 ± 7,59 d	172,74 ± 7,62 d	173,74 ± 7,80	175,95 ± 8,11 a,b
ATT (kg)	64,70 ± 12,21 d	62,86 ± 12,30 c,d	68,34 ± 15,32 b	69,53 ± 14,49 a,b
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	21,59 ± 3,60	20,99 ± 3,52 c,d	22,54 ± 4,25 b	22,38 ± 4,05 b

U tablici 4. prikazani su rezultati djevojaka iz kojih se može zaključiti da postoji značajna razlika s obzirom na ATV između generacija 2022. i 1995., 2005., 2015. Također postoji značajna razlika s obzirom na ATT između generacija 2022. i 1995., 2005. dok s obzirom na ITM nije pronađena značajna razlika između generacija.

**Tablica 4.** Multivarijatna analiza varijance antropometrijskih dimenzija i ITM djevojaka 1995. - 2022. godine (aritmetička sredina ± standardna devijacija)

	1995. Ž	2005. Ž	2015. Ž	2022. Ž
ATV (cm)	162,23 ± 6,38 d	161,64 ± 7,82 d	166,20 ± 32,24 d	166,08 ± 5,71 a,b,c
ATT (kg)	55,48 ± 8,97 d	55,30 ± 10,53 d	57,91 ± 12,58	61,95 ± 12,69 a,b
ITM (kg/m <sup>2</sup> )	21,06 ± 3,07	21,16 ± 3,78	21,69 ± 5,14	22,43 ± 4,40

#### 4. RASPRAVA

Osnovni cilj ovog istraživanja bio je utvrditi promjene ITM učenika srednjih škola u razdoblju od 27 godina i to između 1995. – 2022. godine. Rezultati istraživanja kod svih učenika pokazali su rastući trend tjelesne visine za 2,30 %, tjelesne težine za 10,29 % i ITM za 5,98 %. Kod mladića za 1,82 %, 9,59 % i 6,39 % i kod djevojaka za 2,67 %, 10,73 % i 6,11 %. S obzirom da djeca i mladi sve više vremena provode pred ekranima i sve manje su tjelesno aktivni, ne čudi podatak da je u periodu od 27 godina najveći prirast u tjelesnoj težini, a rezultati pokazuju značajan rast i za tjelesnu visinu te za ITM. Slični su rezultati dobiveni i na poljskoj populaciji gdje je zabilježen najveći prirast u tjelesnoj težini djece i mladih 3,5 – 18,5 godina u razdoblju 2000. – 2010. (Kryst i sur., 2012). Istraživanje Chrzanowske, Koziel i Ulijaszek (2007) je pokazalo da nakon dobi od 13 godina nestaju značajne razlike u ITM između grupa ispitanika, pokazujući gotovo identične vrijednosti u dobi od 16 godina. Studija je provedena u periodu od 1971. – 2000. godine te su rezultati tog istraživanja pokazali da se ITM mladića u dobi 14 – 18 godina povećao za 2 %, a kod djevojaka za 0,44 %. Objašnjenje se može pronaći u tome da se slično dogodilo i u ovom istraživanju gdje se je ITM kod svih učenika generacije 1995. u odnosu na 2005. neznatno promijenio pa čak i smanjio. Moguće je da su tih godina djeca i mladi bili tjelesno aktivniji što na neki način potvrđuju i rezultati ovog istraživanja koji pokazuju povećanje ITM s godinama, a u prilog tome ide činjenica da su razine TA kod mladih tijekom posljednjih nekoliko desetljeća značajno u padu (Guthold i sur., 2020). U ovom se istraživanju tek od generacije 2015. pokazuju značajne razlike u ITM kod mladića u odnosu na generaciju 1995. i 2005. dok kod djevojaka ne. Slični rezultati su dobiveni u istraživanju koje je provedeno na korejskoj mladeži u dobi 14 – 17 gdje se vidi rastući trend te značajna razlika i kod djevojaka i mladića za 1,05 % i 1,74 % između generacije 2006. i 2015. (Kwon i Nah, 2016). No, rezultati istraživanja Sušilović, Hraski i Sušilović (2022) pokazuju kako nema statistički značajne razlike u antropometrijskim karakteristikama adolescenata u posljednjih 20 godina. U toj studiji mladići i djevojke u dobi od 15 i 16 godina izmjereni u 2018. nešto su bili viši, teži, a ITM je bio gotovo isti kao u generaciji izmjerenoj 1998. godine. Moguće objašnjenje takvih rezultata je u malom uzorku gdje je 1998. godine bilo izmjereno samo 63 djevojke i 26 mladića, a 2018. godine 53 djevojke i 35 mladića. Kada se koriste mali uzorci visok je rizik da će opažanja biti slučajna, a preciznost i interpretacija rezultata značajno pogrešni (Lin, 2018). Sušilović, Hraski i Sušilović (2022) uspoređuju rezultate svog istraživanja sa rezultatima istraživanja iz 1998. godine (Troiano i Flegal, 1998) u kontekstu objašnjenja dobivenih rezultata, gdje je distribucija ITM pokazala male promjene u periodu 1963 – 1994. No, male promjene u tom periodu su očekivane s obzirom da se pokazalo kako je trend ITM djece i adolescenata stao, iako na visokim razinama, u mnogim zemljama s visokim prihodima oko 2000. godine, ali se ubrzao u istočnoj, južnoj i jugoistočnoj Aziji (Abarca – Gomeza i sur., 2017). Značajno, rezultati ovog istraživanja u skladu su sa rezultatima istraživanja provedenim na globalnoj razini koja tvrde kako se trendovi rasta ITM nastavljaju i nakon 2000. godine, čemu može biti uzrok smanjena TA i kao posljedica povećani broj pretilih djece i adolescenata (Abarca – Gomeza i sur., 2017). Ovo istraživanje ima i ograničenje koje se očituje u tome da nije izračunat ITM s obzirom na dob, jer podaci nisu bili dostupni, te prikazan u percentilnim vrijednostima. Samim time bi se moglo ukazati na to koliko je učenika srednje škole sa nedovoljnom tjelesnom težinom, normalnom tjelesnom težinom, prekomjernom tjelesnom težinom i koliko je pretilih.

#### 5. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja pokazali su rastući trend ITM učenika srednjih škola u razdoblju 1995. – 2022. Najveći prirast u periodu od 27 godina bio je u tjelesnoj težini kod svih učenika. ITM je samo jedan od brojnih pokazatelja uhranjenosti čovjeka, a rezultati ovog istraživanja ukazuju na rastući trend od 6 % kod svih učenika srednje škole. Iako ITM ne uzima u obzir varijacije u distribuciji tjelesne masti, mišića on može biti dobar pokazatelj realnog stanja uhranjenosti neke populacije. Zbog dobrobiti djece, mladih i odraslih treba uložiti napore u području prevencije prekomjerne tjelesne težine i pretilosti kroz promociju tjelesne aktivnosti i povećanje intervencija za kontrolu tjelesne težine i smanjenje štetnih učinaka pretilosti.

## 6. LITERATURA

1. Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., ... Aguilar-Salinas, C. A. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 390 (10113), 2627–2642.
2. Kraak, V. I., Vandevijvere, S., Sacks, G., Brinsden, H., Hawkes, C., Barquera, S., Lobstein, T., & Swinburn, B. A. (2016). Progress achieved in restricting the marketing of high-fat, sugary and salty food and beverage products to children. *Bulletin of the World Health Organization*, 94(7), 540–548.
3. Singh, A. S., Mulder, C., Twisk, J. W., van Mechelen, W., & Chinapaw, M. J. (2008). Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 9(5), 474–488.
4. Lobstein, T., Baur, L., Uauy, R., & IASO International Obesity TaskForce (2004). Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 5 Suppl 1, 4–
5. Caird, J., Kavanagh, J., O'Mara-Eves, A., Oliver, K., Oliver, S., Stansfield, C., & Thomas, J. (2014). Does being overweight impede academic attainment? A systematic review. *Health Education Journal*, 73(5), 497–521.
6. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. (2000). *World Health Organization technical report series*, 894, i–253.
7. Roth, J., Qiang, X., Marbán, S. L., Redelt, H., & Lowell, B. C. (2004). The obesity pandemic: where have we been and where are we going? *Obesity research*, 12 Suppl 2, 88S–101S.
8. Prentice A. M. (2006). The emerging epidemic of obesity in developing countries. *International journal of epidemiology*, 35(1), 93–99.
9. Finucane, M. M., Stevens, G. A., Cowan, M. J., Danaei, G., Lin, J. K., Paciorek, C. J., ... Ezzati, M. (2011). National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9·1 million participants. *The Lancet*, 377(9765), 557–567.
10. Mišigoj-Duraković, M. i sur. (1995). *Morfološka antropometrija u sportu*. Zagreb: Fakultet za fizičku kulturu.
11. Kryst, Ł., Kowal, M., Worokowitz, A., Sobiecki, J., & Cichocka, B. A. (2012). Secular changes in height, body weight, body mass index and pubertal development in male children and adolescents in Krakow, Poland. *Journal of Biosocial Science*, 44(04), 495–507.
12. Chrzanowska, M., Koziel, S., & Ulijaszek, S. J. (2007). Changes in BMI and the prevalence of overweight and obesity in children and adolescents in Cracow, Poland, 1971–2000. *Economics & Human Biology*, 5(3), 370–378.
13. Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *The Lancet Child and Adolescent Health*, 4(1), 23–35.
14. Kwon, E. & Nah, E.-H. (2016). Secular trend sin height, weight and obesity among Korean children and adolescent sin 2006 – 2015. *Korean Journal of Health Education and Promotion*. Korean Society for Health Education and Promotion.
15. Kunješić Sušilović, M., Hraski, M. i Sušilović, J. (2022). Secular Trends of Motor Abilities and BMI among Adolescents from 1998 to 2018. *Croatian Journal of Education*, 24 (2.), 489-506.
16. Lin, L. (2018). Bias caused by sampling error in meta-analysis with small sample sizes. *PLOS ONE*, 13(9), e0204056.
17. Troiano, R. P., & Flegal, K. M. (1998). Overweight children and adolescents: Description, epidemiology, and demographics. *Pediatrics*, 101, 497–504.

# KINEZITERAPIJA DJEČJEG STOPALA

**Janko Bulović, Marija Lorger**

*Učiteljski fakultet, Sveučilište u Zagrebu*

## 1. UVOD

Prema Keros, Pećina i Ivančić-Košuta (1999) stopalo se tijekom čovjekove evolucije od organa za hvatanje razvilo u neovisan organ sa statičkom i dinamičkom zadaćom. Dinamička zadaća stopala podrazumijeva prilagodbu na teren, amortizaciju udarca te pokretanje, a statička zadaća je zadužena za nošenje težine ljudskog tijela. Statički promatrano, stopalo mora biti dovoljno čvrsto da nosi tjelesnu težinu u različitim uvjetima, dok se dinamički mora prilagoditi podlozi, ublažiti udarce o podlogu i tako omogućiti hodanje, trčanje i skakanje (Trošt, Ciliga, Petrinović - Zekan, 2005). Modernim načinom života i sve rjeđim hodaњem po prirodnim površinama bez obuće, stopalo gubi svoju prilagodljivost i postaje podložno ozljedama i deformacijama. Zbog složene građe stopala, oštećenjem mekih tkiva, ligamenata, zglobova i kostiju dolazi do slabljenja funkcije stopala te posljedično tome manjeg ili većeg stupnja invaliditeta. Ozljede stopala sve su učestalije i složenije, posebno u visokorazvijenim zemljama (Šoša, 2007) i najčešće zahvaćaju mlađu i radno sposobnu populaciju. Nepovoljan smjer u odrastanju djeteta što se tiče razvoja i funkcija stopala uočava se od najranije dobi jer su djeca ranije sjedila u kolicima i češće bila bez obuće što im je omogućavalo slobodu pomicanja prstiju stopala i jačanje mišića stopala, što je povoljno utjecalo na njegovu funkciju (Stibilj – Batinić, Živčić Marković, Šinkovec, 2011). Kosinac i Prskalo (2017) navode da stopalu treba osiguranu čestu stimulaciju (vježbanje) kao i odmor za optimalno funkcioniranje i oblikovanje. Osim spomenutoga, za održavanje ravnoteže mišića i potpornog tkiva izuzetno je važna i higijena stopala (Kosinac, 1995). Spuštena stopala danas predstavljaju jedan od bitnih problema dječje populacije. Ono najčešće degenerira zbog stalnog stajanja i hodaњa po ravnim i tvrdim podlogama kao i zbog neprikladne obuće. Faza puberteta je od izuzetne važnosti za nastanak puštenih stopala. Tada kosti brže rastu nego što se uspostavlja funkcija mišića i ligamenata pa potpuno tkivo pod utjecajem hormona postaje senzibilno i nedostavno u vršenju svoje funkcije (Pećina i sur., 1998; Pećina i sur., 2000). Utjecaj vanjskih čimbenika, poput opterećenja kod dužeg stajanja, sjedenja, hodaњa po ravnim i tvrdim podlogama, pojedinih sportskih aktivnosti, može isprovocirati funkcionalni disbalans koji često rezultira popuštanjem svoda stopala, odnosno deformacijom. Rana dijagnostika problema ravnog stopala je od izuzetne važnosti kako bi se pravodobno krenulo sa terapijom u cilju poboljšanja njegove funkcije. U tom procesu vrlo je važna uloga roditelja, pedijataru, odgojitelja u vrtićima te, naravno učitelja i profesora tjelesne i zdravstvene kulture u školama. Stoga bi djeca od rane dječje dobi trebala hodati bosa po prirodnim površinama kao što su pijesak, oblutci, travnate površine kako bi se očuvala normalna funkcija stopala i prevenirale različite deformacije što je danas zbog raznoraznih razloga sve rjeđe izvedivo.

## 2. VJEŽBE ZA ODRŽAVANJE PRAVILNE FUNKCIJE STOPALA

Kosinac (1995) kategorizira vježbe stopala u tri kategorije: prema načinu izvođenja, prema početnom položaju izvođenja i prema funkcionalnom učinku vježbe. Vježbe se ovisno o uvjetima mogu izvoditi na suhom, u vodi, u zatvorenim i otvorenim prostorima. Početni položaj kod izvođenja vježbi mora omogućiti vježbaču učinak primijenjenog pokreta i dobar osjećaj tijekom izvođenja vježbe. Ako se ovi čimbenici ne odaberu pravilno, početni položaj može biti štetan za onoga tko izvodi vježbu i bitno smanjiti motivaciju za vježbanje. Kod određivanja početnog položaja treba voditi računa o općem stanju zdravlja, temeljnoj bolesti ili poremećaju, situaciji, mjestu i vremenu kao i o stupnju poremećaja ili deformacije. Vježbe jačanja su u službi jačanja mišića i zglobnih sveza, njihova zajednička karakteristika je svladavanje otpora vlastitog tijela ili vanjskog opterećenja (npr. jastučić s pijeskom). Kod ovih vježbi nakon svake vježbe snage treba uslijediti vježba relaksacije (opuštanja) radi poticanja protoka krvi. Kod vježbi snage u postupku kinezite-

rapije koriste se izotonička i izometrička kontrakcija. Tijekom izotoničke kontrakcije dolazi do skraćivanja mišićnih vlakana i do povećanja obujma mišića. Kod izometričke kontrakcije mišić drži napetost, ali bez skraćivanja. S obzirom da je mišić napet tijekom cijelog trajanja kontrakcije, veća je energetska potrošnja. To posebno treba imati na umu kod rada s djecom čiji su energetske kapaciteti osjetno manji nego kod odraslih. U kineziterapiji treba koristiti i vježbe istezanja koje služe za održavanje i poboljšanje prirodne pokretljivosti zglobova. U radu s djecom kod vježbi istezanja treba biti posebno oprezan zbog zglobnih veza koje su vrlo nježne kako ne bi došlo do pretjeranog istezanja što bi moglo nanijeti nepopravljivu štetu. Vježbe opuštanja smanjuju pretjerani tonus mišića i pomažu kod nepravilne zategnutosti mišića. Prije njihova izvođenja, mišiće treba svjesno opustiti jer je sposobnost relaksacije mišića bitan preduvjet za proces oporavka (Kosinac, 1995). U radu s djecom osjećaj svjesnog opuštanja mišića može biti problem. Djeca nemaju dovoljno dobro razvijen osjećaj svjesnog opuštanja mišića pa bi ih prije samog izvođenja vježbi to trebalo naučiti kako bi proces kineziterapije bio efikasniji.

### 3. KINEZITERAPIJA STOPALA U MIROVANJU

#### Podizanje i spuštanje prednjeg dijela stopala

U položaju sjeda saviti prste i prednji dio stopala prema dolje te podizanjem prednjeg dijela stopala i prstiju vratiti stopalo u početni položaj. Pri spuštanju stopala, prsti su čvrsto zgrčeni, a podizanju **široko rašireni**.



Slika 1a i 1b. Spuštanje i podizanje prednjeg dijela stopala

#### „Gusjenica“

Vježba se može izvoditi u stojećem ili u položaju sjeda na švedskoj klupi ili stolici. Stopalo je postavljeno na podlogu. Zadatak je saviti prednji dio stopala prema dolje (napraviti mali luk stopalom). Nakon toga stopalo opružiti. Mišiće stopala treba čvrsto stisnuti i opružiti.



Slika 2a i 2b. „Gusjenica“

#### Fleksija i jačanje hvata prstiju nogu

U položaju sjeda na švedskoj klupi (stolici) ispred učenika se na pod postavi ručnik (ili elastična traka) po dužini. Na početak ručnika ili trake postaviti prste noge tako da je peta na podu neposredno ispred mjesta gdje sjedi. Zadatak je izvoditi pokrete savijanja prstiju prema dolje (‘‘gnječiti’’ ručnik ili traku) i povlačiti prema peti, istoga stopala. Najčešće greške su hvatanje ručnika prstima stopala i prenošenje prema natrag te podizanje pete s poda. Peta cijelo vrijeme treba biti u kontaktu s podlogom, a ručnik aktivacijom dubinske muskulature stopala, brzim i snažnim pokretima prema dolje i nazad povući prema sebi.



Slika 3a i 3b. Fleksija i jačanje hvata prstiju nogu

#### Povlačenje ručnika s opterećenjem

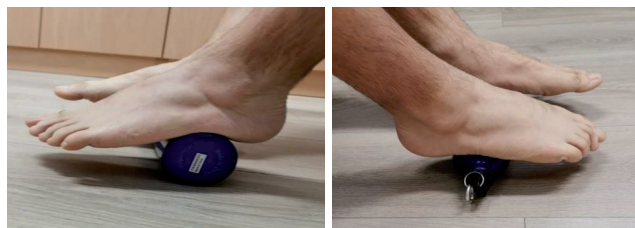
U položaju sjeda na švedskoj klupi ili stolici ispred djeteta na pod se postavi ručnik ili elastična traka po dužini. Na početak ručnika ili trake postavi se manje opterećenje („jastučić” napunjen rižom ili knjiga). Peta stopala je na podu neposredno ispred mjesta gdje sjedi. Kao i u prethodnoj vježbi, iz opisanog položaja treba izvoditi pokret fleksije (savijanja) prstiju, odnosno “gnječenje” ručnika ili trake prema dolje i povlačenja prema peti.



Slika 4. Povlačenje ručnika s opterećenjem

#### Valjanje ovalnog predmeta

U položaju sjeda (švedska klupa, stolica) ili u stajanju dijete dužinom cijelog stopala prolazi plantarnu fasciju pomoću mini rolera (ili loptice) i izvodi samomasažu donje strane stopala. Učitelji/ice ili odgajatelj/ice trebaju uputiti djecu da se ukoliko tijekom rolanja naiđu na neke osjetljivije točke (napetost dijela stopala), trebaju na njima duže zadržati izvodeći lagane kružne pokrete ili pokrete naprijed-natrag dok napetost ne popusti.



Slika 5a i 5b. Valjanje ovalnog predmeta

#### Masaža plantarne fascije

U položaju sjeda na podlozi, učenik pomoću ruku vrši samomasažu donjeg dijela stopala tako da gladi plantarnu fasciju dužinom cijelog stopala. Ukoliko naiđe na neke osjetljivije točke, može se na njoj duže zadržati laganim kružnim pokretima prstiju ili pokretima prstiju šake naprijed-natrag dok napetost ne popusti.



Slika 6. Masaža plantarne fascije prstima ruku

### Premještanje sitnih predmeta prstima nogu

Vježba se može izvoditi iz položaja sjeda i u stajanju. *Prva varijanta vježbe* izvodi se na način da djeca ili učenici u položaju sjeda na švedskoj klupi ili stolici hvataju krpice, traku, spužvice, male loptice ili bilo kakve sitne predmete s prstima i podižu ih u zrak i zadržavaju 5-10 sekundi nakon čega ih puštaju opuštanjem mišića stopala na podlogu.

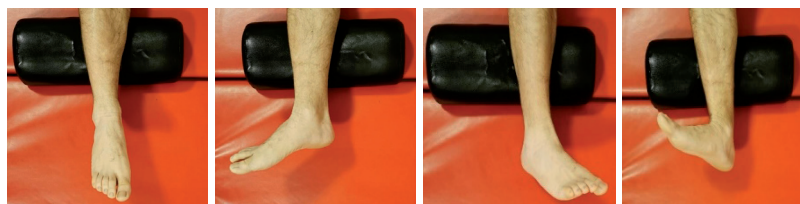


Slika 7a i 7b. Podizanje i spuštanje sitnih predmeta prstima nogu

*Druga varijanta vježbe:* nakon što djeca uhvate predmet prstima, isti nastoje ubaciti u neku plitku posudu, čašu ili manju kutiju ili površinu. Ova vježba uz kineziterapijski učinak na funkciju stopala potiče i sposobnost ravnoteže i preciznosti.

### Kruženje stopalom

Vježba se može izvoditi u ležećem ili sjedećem položaju. Vježba se izvodi opruženom nogom. Zadatak je pruženom nogom izvoditi ciklično kruženje stopalom u jednu i drugu stranu. Pokreti kruženja trebaju se izvoditi iz gležnja stopala, odnosno skočnog zgloba.



Slika 8a, 8b, 8c i 8d. Kruženje stopalom

## 4. KINEZITERAPIJA STOPALA U KRETANJU

Hodanje na prednjem dijelu stopala (na prstima) i petama

Djeca se poslože u vrstu. Ispred svakog djeteta ili učenika postavi se radi orijentacije ljepljiva traka dužine od 5 do 10 metara. Za djecu predškolske dobi dužina trake ne bi treba biti duža od 3 metra. Zadatak je dužinu trake u jednom smjeru prijeći hodanjem na prstima s maksimalno podignutim petama, a u drugom smjeru u hodanju na petama s prstima usmjerenim prema stropu, odnosno odignutima od podloge



Slika 9a i 9b. Hodanje na prstima i petama

### Hodanje na petama sa zgrčenim prstima

Djeca ili učenici se poslože u vrstu. Ispred svakog djeteta ili učenika postavi se radi orijentacije ljepljiva traka dužine od 2 do 5 metara. Za predškolsku dob djece dovoljno je 1 do 2 metra dužine. Zadatak je dužinu trake u jednom smjeru prijeći hodanjem na petama pri čemu su prsti maksimalno zgrčeni prema dolje. Kada dođu do kraja trake na liniju starta se vraćaju hodanjem normalnim koracima ili laganim trčanjem.



Slika 10a i 10b. Hodanje na petama sa zgrčenim prstima

## 5. VJEŽBE SA POMAGALIMA

### Hodanje po užetu

Vrtačka djeca ili učenici se poslože u kolonu. Ispred njih se na podlogu postavi deblje uže. Zadatak je frontalnim koracima hodati poprečno po užetu u jednom smjeru na način da su pete stopala na užetu, a prednji dio stopala na tlu. Prednji dio stopala je malo okrenut prema van. Nakon što prođu dužinu užeta hodaju ili lagano trče prema početnoj poziciji. Vježba se može izvoditi i hodanjem bočno.



Slika 11a i 11b. Hodanje po užetu

### Crtanje stopalom

Djeca sjede na podlozi u slobodnoj formaciji. Ruke su pružene iza leđa sa strane i na njih su oslonjeni. Ispred svakoga djeteta je jedna olovka (ili flomaster). Noge su zgrčene. Zadatak je obuhvatiti olovku prstima nogu te naizmjenično lijevom pa desnom nogom crtati razne likove po papiru držeći olovku prstima noge.



Slika 12. Vježba crtanja prstima nogu

### Bočno stiskanje medicinke ili lopte stopalima

Djeca sjede na podlozi u slobodnoj formaciji. Ruke su pružene iza leđa sa strane i na njih su oslonjeni. Ispred svakoga djeteta je jedna medicinska lopta. Zadatak je staviti donji svod stopala sa strane na medicinku ili loptu i potiskivati je s bočnih strana.





Slika 13a i 13b. Potiskivanje medicine stopalima

### Podizanje lopte

Djeca sjede na podlozi u slobodnoj formaciji. Ruke su pružene iza leđa sa strane i na njih su naslonjeni. Ispred svakoga djeteta je jedna medicinska lopta težine primjerene dobi djece ili neka druga. Zadatak je opruženih nogu, obuhvatiti stopalima loptu, zadržati je u zraku te spustiti na tlo.



Slika 14a i 14b. Podizanje lopte stopalima

### Podizanje laganog utega

Djeca sjede na povišenoj stolici, stopalo je u zraku. U sjedećem položaju na stolici, noge vise prema dolje. Djeca prednjim dijelom stopala podižu uteg ili vrećicu s pijeskom prema potkoljenici težine primjerene dobi.



Slika 15. Podizanje laganog utega

## 6. VJEŽBE NA SPRAVAMA

### Penjanje po švedskim ljestvama

Vrtička djeca ili učenici su postavljeni u formaciju kolone. Penjanju se i silaze po švedskim ljestvama do visine koju odredi odgajatelj/ica ili učitelj/ica. Težište je na prednjem dijelu stopala. Potrebno je kontrolirati penjanje radi moguće pomoći djeci .



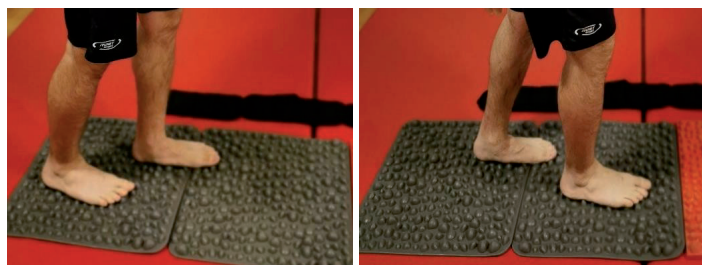
Slika 17a i 17b. Penjanje po švedskim ljestvama

### Hodanje po švedskoj klupi

Vježbač hoda bočno po švedskoj klupi. Noge su postavljane paralelno (jedna do druge). Prsti su malo izvan ruba švedske klupe i obuhvaćaju njezin rub. Učitelj/ica ili odgajateljica hodaju paralelno sa djetetom kako bi se prevenirao mogući pad jer je vježba zahtjevnija što se tiče sposobnosti ravnoteže.

### Hodanje po neravnom terenu

Učenici se rasporede slobodno po *šljunčanoj* plaži na omeđenom prostoru u stojećem položaju. Zadatak je hodati po šljunku, a ovisno o terenu u kojemu dijete boravi i po nekoj drugoj neravnoj površini. Danas također postoje i umjetne površine koje imitiraju *šljunčanu podlogu pa* se ova vježba može izvoditi i u zatvorenom.



Slika 18a i 18b. Hodanje po neravnoj površini

### Hodanje po kosini

U prostor za vježbanje se postavi niska kosina na način da se *švedska* klupa ili daska kao dio penjalice „Dario” učvrsti na prečku švedskih ljestvi ili nasloni na dio švedskog sanduka ili na strunjače kako bi se dobila kosina. Zadatak je hodati po kosini daske četveronoške tako da se prednjim dijelom stopala dotiče površina, a peta je u zraku. Početni položaj je stojeći, na ravnome. Prikazane vježbe modificirane su prema Kosinac (1995).

## 7. KINEZITERAPIJA STOPALA KROZ IGRU

### Elementarna igra Trčanje sa zadacima

Djeca trče u laganom tempu po dvorani, u ritmu glazbe. Kad se glazba zaustavi, učenici izvode zadatke koje im odredi učitelj/ica ili odgajateljica ako je riječ o djeci predškolske dobi: . hodanje na prstima, hodanje na petama, hodanje na petama sa savijenim prstima nogu prema dolje, hodanje na petama sa prstima nogu podignutim prema gore.

Zadatci se izvode naizmjenično, a izmjena zadataka se određuje trajanjem glazbe i glazbenom pauzom.

### Štafetna igra: „Hodajuće spužvice“

Učenici su podijeljeni u nekoliko kolona, ovisno o broju učenika. Ispred svake kolone na liniji starta i na udaljenosti od 3 metra nalazi se po jedan обруč. U обруču koji je udaljen od kolone nalazi se određeni broj sitno narezanih spužvica. Broj spužvica u svim обруčima mora biti jednak. Na znak učenici hodaju do обруča uzimaju prstima stopala komadić spužve i držeći je savijenim prstima nose u обруč na liniju starta. Ispuste spužvicu u обруč i odlaze na kraj kolone. Pobjeđuje ekipa koja prva prenese svoje spužvice iz jednog обруča u drugi.

### Igra kontrasta

Učenici se rasporede po dvorani, a igra se po principu igre „Dan - noć“. Kad učitelj kaže dan, učenici se podignu na prste. Kad učitelj kaže noć, učenici se oslanjaju na pete sa podignutim prednjim dijelom stopala prema potkoljenici. Između dionica podizanja na prste i na pete se dodati trčanje laganim tempom zbog potrebe relaksacije mišića stopala. Igra se također može izvoditi uz glazbenu podlogu.

### **Drži se konopa**

Učenici su podijeljeni u nekoliko kolona ovisno o broju učenika. Ispred njih na udaljenosti od 1 metra od startne linije postavljeno je deblje uže dužine do 3 metra. Zadatak je hodati na petama do užeta, dolaskom na uže hodaju po užetu bočno srednjim dijelom stopala. Prema potrebi djeca mogu prednji dio stopala povremeno postaviti na tlo radi lakšeg svladavanja vježbe, pogotovo ako je riječ o djeci predškolske dobi. Kada prođu uže vraćaju se u kolonu hodajući na prstima.

### **Poligon prepreka**

Učenici su podijeljeni u kolone. Postavljen je poligon prepreka s nizom zadataka i to: vođenje loptice rolanjem donjim dijelom stopala, hodanje po užetu bočno nogom do noge, skakanje „školice” od 5 obruča na prednjem dijelu stopala, hodanje na petama u slalomu između 4 čunjića.

Nakon posljednjeg zadatka u laganom trčanju odlaze u kolonu na početnu poziciju. Trajanje zadatka kontrolira odgajatelj ili učitelj ovisno o interesu djece i procjene njihova umora.

## **8. ZAKLJUČAK**

Cilj rada bio je prikazati sadržaje vježbanja koji se mogu koristiti u kineziterapiji stopala djece predškolske dobi i učenika rane školske dobi, ali i kod odraslih. Svakodnevni život zahtijeva napore sustava za kretanje, a mišići, kosti, ligamenti i tetive su strukture koje se najčešće ozljeđuju. Posebno je osjetljiva zona dječjeg stopala koja je u modernom načinu života malo ili nikako izložena poticajima za jačanje njegova svoda. Uloga kineziterapije u sprečavanju deformiteta i očuvanju normalne funkcije stopala zbog toga je vrlo važna posebno u dječjoj i mladenačkoj dobi. Važnu ulogu u primjeni navedenih vježbi imaju učitelji i odgajatelji koji mogu prikazane sadržaje vježbanja za jačanje i očuvanje funkcije stopala uklopiti u sate tjelesne i zdravstvene kulture i na taj način pridonijeti boljoj zdravstvenoj slici djece i učenika.

## **9. LITERATURA**

1. Kosinac, Z. (1995). *Spušteno stopalo*. Split: Cosmomedicus-studio.
2. Kosinac, Z., Prskalo, I. (2017). *Kineziološka stimulacija i postupci za pravilno držanje tijela u razvojnoj dobi djeteta*. Zagreb: Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
3. Pećina, M. i sur.. (2000). *Ortopedija*. Medicinska biblioteka. Sveučilište u Zagrebu. Naklada Ljevak.
4. Pećina, M., Obrovac, K., Pećina, H. I., Jelić, M., & Vuković-Obrovac, J. (1998). Kompjuterska dijagnostika deformacija stopala i robotska kompjuterski vođena izrada ortopedskih uložaka. Zagreb: *Hrvatski sportskomedicinski vjesnik*
5. Stibilj – Batinić, T., Živčić Marković, K., Šinkovec, B. (2011). Dijagnostika stopala „ab ovo“ svakog vježbanja? U V. Findak (Ur.) *Zbornik radova 20. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske u Poreču: „Dijagnostika u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije“*. (str. 355- 362). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez.
6. Šoša, T. (2007). *Kirurgija*. Zagreb: Ljevak.
7. Trošt, T., Ciliga, D., Petrinović-Zekan, L. (2005). Klasična i elektronska dijagnostika spuštenog stopala u Rovinju. U V. Findak (Ur.) *Zbornik radova 14. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske, u Rovinju* (str. 768-770). Zagreb: Hrvatski Kineziološki savez.

## **TERAPIJA PLESOM I POKRETOM**

**Dina Kopic<sup>1</sup>, Jurica Lovrinčević<sup>1</sup>, Krešimir Ižaković<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti, Sveučilište u Osijeku*

<sup>2</sup> *Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Sveučilište u Osijeku*

### **1. UVOD**

Kretanje je potreba svih živih bića, a uz to je i aktivnost koja se oduvijek manifestira kroz pokret (Prskalo i Sporiš, 2016). Ples je estetska kineziološka aktivnost kod koje dominira aciklički tip kretanja (Fin-dak i Prskalo, 2004). Ples je jezik koji razumiju sva ljudska bića te ga svaki pojedinac doživljava kao jedinstven način izražavanja vlastitim tijelom, a plesači su osobe koje govore svoju životnu priču kroz svoje tijelo. Odnosi se na pokrete jednog ili više dijelova tijela na određenom mjestu, položaju te može biti uz pratnju ili bez nje. Proučavajući povijest, primjećujemo da su ljudi koristili ples i kao dio tradicijskih obreda i kulture određenog naroda. Želja za pokretom te ritmičkim izražajem je urođena svim ljudima što je vidljivo već kod djece kada ona počinju istraživati svoje tijelo i što sve njime mogu (nošenje predmeta na glavi, oponašanje kucanja ruke itd.). Plesom i pokretom moguće je izraziti naše trenutno emocionalno stanje gdje svaki pojedinac ima priliku slobodno se izraziti. Služi čovjeku za opuštanje te prevladavanje barijera u komunikaciji kojima se susrećemo svakodnevno, za stvaranje socijalnog te kulturalnog identiteta (Burkhardt i Brennan, 2012).

### **2. UTJECAJ PLESA NA RAZVOJ DJECE**

Plesne aktivnosti se primjenjuje u treningu kardiovaskularne izdržljivosti, u prevenciji srčano-krvožilnih bolesti te u treningu respiracijske izdržljivosti, kod prekomjerne tjelesne težine (Škrbina, 2013). Za rad s djecom, najčešće se koristi ples jer ima pozitivan utjecaj na razvoj osjećaja za ritam, osjećaja za pokret, ljepotu izvođenja pokreta, sposobnost vizualizacije vlastitog položaja u skupini (Mikulić i sur., 2007). Vrlo je bitno da se plesni sadržaj prilagodi dobi i interesu djeteta jer to pospješuje i doprinosi boljem razvoju motoričkih sposobnosti, poput ravnoteže, brzine, koordinacije, izdržljivosti, frekvenciji pokreta, fleksibilnosti (Mikulić i sur., 2007). Također se razvijaju percepcija, zapažanje, predočavanje, mišljenje, mašta i pamćenje. Osim što ples smanjuje mogućnost za razvoj pretilosti tako i pozitivno utječe na sliku o sebi te podiže samopouzdanje kod djece i mladih (Burkhardt i Brennan, 2012).

### **3. UTJECAJ TERAPIJE PLESOM I POKRETOM**

Pozitivne promjene koje se mogu javiti kroz ples i pokret su: bolji kontakt s tijelom i emocijama, integracija i protočnost u izražavanju, osvještavanje stvarnih unutarnjih potreba i odbacivanje vanjskih potreba koje su nam nametnute, omogućavanje boljeg kontakta s okolinom, bolje upoznavanje sebe i svojih sposobnosti (Malkogeorgos i sur., 2011). Kod odraslih s poremećajima mentalnog zdravlja djeluje na koordinaciju, komunikaciju, motoričku spretnost, podiže samopouzdanje i psihičku napetost (Kiepe, 2012). Kod osoba s motoričkim smetnjama djeluje kao sredstvo izražavanja, opuštanja i stvaranja. Kod pojedinaca s poremećajima iz autističnog spektra djeluje kao neverbalni način komunikacije (Sengupta i Banerjee, 2020). Kod osoba sa sljepoćom ili slabovidnošću terapija postiže gibanje s više samopouzdanja i slobode, prepoznavanje zvukova i ritma, ali u lakšu lokalizaciju zvukova u prostoru. Terapija plesom i pokretom pokazala se kao vrlo efektivna kod pojedinaca s povišenim krvnim tlakom te kao dobar način tjelovježbe kod osoba starije životne dobi i osoba s kroničnim bolestima (Sergio Rocha, 2016). Nakon korištenja terapije kod osoba s narušenom slikom o sebi, došlo je do pozitivnih promjena. Pojedinci su počeli bolje prihvaćati sebe, dobili su veće samopouzdanje i došlo je do poboljšanja u emocionalnom i socijalnom funkcioniranju (Arandelović, 2016).

#### 4. TEHNIKE U TERAPIJI PLESOM I POKRETOM

**IMITACIJA** – Simultana tjelesna imitacija (refleksija) oblika i elemenata efforta klijentovog pokreta ima za cilj da terapeut osjeti klijentove pokrete i da zahvaljujući kinestetičkoj empatiji uskladi svoje pokrete s njegovim/njezinim obrascima pokreta te se poveže s klijentovim osjećajima (Fischman 2009, prema Martinec 2013).

**ZRCALJENJE** – Terapeut utjelovljuje specifične oblike i kvalitete pokreta koje klijent izvodi. Na taj način stvara sliku svojim tijelom i tako se povezuje s emocionalnim izričajem klijenta. Terapeut može promijeniti neke kvalitete pokreta, ali smisao pokreta ostaje isti. Na taj način stvara se terapijski odnos između klijenta i terapeuta (Tortora, 2009 prema Martinec, 2013).

**SIMBOLIZACIJA TIJELOM** – je istraživanje specifičnih postura, gesta, mimika i pokreta koji su karakteristični prilikom proživljavanja i izražavanja određene emocije (Martinec 1995, prema Martinec, 2013). Istraživanje vlastitih pokreta može pomoći u osvješćivanju nekih iskustava i analogno tome razvoj novih pokreta može potaknuti stvaranje novih psiholoških obrazaca (Merlau-Ponty, 1990; Prsatačić et al., 1991; Halsen, 1995; Wengrower, 2009 prema Martinec, 2013).

**ISTRAŽIVANJE POKRETOM** – analiza kako je određeni pokret ili niz pokreta povezan s osjećajima, asocijacijama, sjećanjima. Može se koristiti jedan pokret u mirovanju, ponavljanje pokreta ili promjenu elementata efforta (dinamika, prostor, vrijeme, težina i tijek) (Tortora 2009, prema Martinec, 2013).

**IZVORNI POKRET (authentic movement)** – je korištenje slobodnih, spontanih pokreta. Impuls za izvorni pokret nastaje iz potrebe određenih dijelova tijela, intrinzične motivacije i simbolizacije osjećaja. Baziran je na imaginaciji i improvizaciji i koristi se s ciljem kreativnog oslobođenja i samoizražavanja (Capello 2009, prema Martinec, 2013).

**TEHNIKA UZEMLJENJA (grounding)** – Riječ uzemljenje ima različita značenja. U terapiji pokretom i plesom može značiti da pojedinac spoznaje i živi ‘sada i ovdje’ (Meekums, 2002). Pojedinac koji se usredotočuje na sadašnji trenutak osvrćući se na vlastito tijelo kroz osjete i kroz disanje. Odnosno onaj koji ima aktivan odnos sa zemljom kao izvorom podrške u koji je ukorijenjen i time uravnotežen (Panhofer, 2006 prema de Tord i Bräuning, 2015).

#### 5. ZAKLJUČAK

Ples razumiju sva ljudska bića i jako je dobar medij kao terapija. Sastoji se od niza pokreta našeg tijela te je zato koristan i učinkovit u psihoterapiji. Iznimno je koristan prilikom učenja pravilnog obrasca pokretanja, ali i kao oblik tjelovježbe odnosno rekreacije. Jedan je od najboljih izbora za promicanje tjelesne aktivnosti i zdravog načina života kako kod osoba starije životne dobi tako i kod djece i osoba srednje životne dobi. Osim što je koristan kod razvoja motorike, pokretom možemo i komunicirati, izražavati emocije, ali također i vježbati pamćenje i uvježbavati samokontrolu. Da bi proveli terapiju plesom i pokretom nije nužno znati pravilno plesati, jer ples mogu biti i improvizirani pokreti. Kod psihoterapije plesom i pokretom pojedinac dobiva značenje da je bitan, jer on sam može odabrati glazbu i druga pomagala. Moguća je individualna terapija ili terapija u grupi. Svaki od tih načina zahtijeva dodatna znanja terapeuta kako bi klijentima pristupio kvalitetno. Terapija plesom i pokretom učinkovita je kod svih vrsta oštećenja, ali najbitnije je da je klijent zainteresiran i motiviran, u protivnom terapija neće imati smisla.

#### 6. LITERATURA

1. Arandelović, M. (2016). *Utjecaj terapije pokretom i plesom na kvalitetu života osoba s intelektualnim teškoćama*. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu: Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet.
2. Burkhardt J. i Brennan C. (2012). The effects of recreational dance interventions on the health and well-being of children and young people: A systematic review, *Arts & Health*, vol. 4.
3. Findak, V. i Prskalo, I. (2004). *Kineziološki leksikon za učitelje*, Petrinja: Visoka učiteljska škola.
4. Kiepe M.S. i dr. (2012). Effects of dance therapy and ballroom dances on physical and mental illnesses: A systematic review. *The Arts in Psychotherapy*. vol: 39, no.5.
5. Malkogeorgos A., Zaggelidou E., Georgescu L. (2011). The Effect of Dance Practice on Health. *Asian Journal of Exercise & Sports Science*. vol. 8, no. 1.
6. Martinec R. (2013). Dance movement therapy in the concept of expressive arts-therapy. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*. vol:49.

7. Meekums, B. (2002). *Dance Movement Therapy. A Creative Psychotherapeutic Approach*. London: SAGE Publications Ltd.
8. Mikulić, M., Prskalo, I. i Runjić, K. (2007). Hrvatska plesna tradicija i predškolska dob djeteta. *Zbornik radova 16. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske*. 455 – 459.
9. Prskalo, I. i Sporiš, G. (2016). *Kineziologija*, Zagreb: Školska knjiga
10. Sergio Rocha L i dr. (2016). Effect of dance therapy on blood pressure and exercise capacity of individuals with hypertension: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*. vol: 220.
11. Sengupta M. i Banerjee M. (2020). Effect of dance movement therapy on improving communication and body attitude of the persons with autism, an experimental approach. *Body, Movement and Dance in Psychotherapy*.
12. Škbina D. (2013). *Art terapija i kreativnost*. Zagreb, Naklada Veble d.o.o., 2013

# UTJECAJ NORDIJSKOG HODANJA NA ZDRAVLJE

Melis Mladineo Brničević<sup>1</sup>, Daša Duplančić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pravni fakultet, Sveučilište u Splitu

<sup>2</sup>Ekonomski fakultet, Sveučilište u Splitu

## 1. UVOD

Opće poznata je činjenica da bavljenje sportom pozitivno utječe na ljudsko zdravlje. Za većinu odraslih osoba a naročito starije životne dobi tjelesna aktivnost danas je izrazito smanjena gotovo u svim segmentima svakodnevnog življenja. Nažalost ljudi većinu slobodnog vremena provode u sjedenju i gledanju TV, za računalom i slično. Brojne studije takav način života povezuju s većom učestalošću mnogih kroničnih bolesti naročito metaboličkih i kardiovaskularnih te s niskom funkcijom sposobnosti organizma (Vuori, 2004). Veliki dio smanjenja funkcionalnih sposobnosti srčanožilnog i dišnog sustava kao i lokomotornog sustava tijekom starenja pripisuje se njihovom nedostatnom opterećenju u starijoj dobi (Andrijašević, 1996; Bellew, 2002). Istraživanja su pokazala da redovito bavljenje tjelesnom aktivnošću odgađa ili snižava stopu smanjenja pokazatelja funkcionalnih sposobnosti. Bavljenje tjelesnom aktivnošću umnogome omogućava održanje ili poboljšanje funkcionalnih sposobnosti, te ima svrhu prevencije ozljeda, liječenja i rehabilitacije nekih kroničnih bolesti.

Sposobnost kardiovaskularnog sustava procijenjena prema maksimalnom primitku kisika smanjuje se stopom od 8 do 10 % za svako desetljeće u tjelesno neaktivnih te tek za 4% u tjelesno aktivnih osoba. Aerobni kapacitet u visoko aktivnih osoba smanjuje se samo 1 do 2 % za svako desetljeće, što je tek desetina smanjenja kapaciteta u tjelesno neaktivnih osoba (Tschentscher i sur., 2013).

Sa vježbanjem se smanjuje povećanje tjelesne masti, odgađa se i smanjuje stopa gubitka koštane mase, a time djeluje i na očuvanje nemasne tjelesne mase koja omogućuje tjelesni rad, smanjuje se mogućnost ozljede te smanjuje incidenciju prijeloma. Aerobne tjelesne aktivnosti kao što su npr. nordijsko trčanje i step aerobik, plivanje, trčanje, vožnja biciklom, djeluju pozitivno na psihosomatski status organizma bez obzira na dob. Glavni fiziološki i metabolički učinci aerobne aktivnosti uključuju porast količine eritrocita i difosfoglicerata, povećanje protoka krvi, povećanje sadržaja mioglobina i mitohondrija u mišićnim stanicama i povećavanje enzimatske aktivnosti za aerobnu glikolizu.

Nordijsko hodanje je oblik kineziološke aktivnosti, poznato u skandinavskim državama dugi niz godina (Schwanbeck, 2014). S tim oblikom tjelesne aktivnosti utječemo na aktiviranje mišića cijeloga tijela. Uporabom štapova za nordijsko hodanje istodobno utječemo na jačanje mišića ramena, trupa i ruku. Hodanje sa štapovima prikladno je za sva godišnja doba, za sve dobne skupine te razine tjelesne sposobnosti. Rezultati istraživanja u skandinavskim državama potvrđuju, da je nordijsko hodanje 40 do 50 % učinkovitije od hodanja bez štapova.

Nordijsko hodanje je jedna od najučinkovitijih, najsigurnijih i izuzetno dostupnih tjelesnih aktivnosti. Otkucaji srca su za vrijeme nordijskog hodanja su viši za 5 – 17 otkucaja u minuti. Prilikom normalnog hodanja puls iznosi 130 otkucaja u minuti, a kod nordijskog 147 otkucaja u minuti. Znanstvenici na Cooperovom institutu zaključili su kako se kod korištenja štapova za nordijsko hodanje povećava potrošnja energije u prosjeku za 20% u usporedbi s običnim hodanjem, a može se povećati i do 46%. Važno je znati dodati, te nordijsko hodanje nije svako hodanje s štapovima. Štoviše, nepravilna upotreba štapova može napraviti više štete nego koristi

Nordijsko hodanje svoje korijene ima u Finskoj početkom 20. stoljeća kao oblik treninga za cross – country skijaše kroz ljetni period. Začetnikom se smatra Bernd Zimmermann koji je odmah prepoznao pozitivne učinke ovog oblika tjelovježbe te ga je počeo širiti dalje. Pravo širenje nordijskog hodanja započelo je 1997. kada je jedna finska tvornica sportske opreme u suradnji s vodećim istraživačima s područja medicini

ne i sportašima osmislila novi oblik štapova i time ga prilagodila za sve dobne populacije. U Hrvatskoj se nordijsko hodanje pojavilo 2002. godine te je do danas osnovano više klubova. Razvoj u Finskoj od 1997. godine bio je strelovit za izvanrednu tjelesnu aktivnost koja pogoduje unapređenju zdravlja. O utjecaju na ovakav tip unapređenja zdravlja vrlo brzo se pročulo i izvan granica Finske. Nordijsko hodanje u zadnjih nekoliko godina postaje najveći sportski rekreacijski trend u Europi s trenutno oko 6 milijuna ljudi koji aktivno prakticiraju ovaj sport. Nordijsko hodanje ima značajnu ulogu i u prevenciji ozljeda.

## 2. RASPRAVA

Nordijsko hodanje je relativno novi oblik tjelesne aktivnosti koji se danas sve češće javlja u rekreativnim programima svih dobnih skupina. Iz godine u godinu sve se više ljudi počinje baviti ovom vrstom rekreacije i na taj način održavaju tijelo u formi. Uz uporabu minimalne količine sportske opreme (potrebni su samo štapovi) obično hodanje pretvara se u izuzetno efikasan trening za cijelo tijelo, koji daje odlične rezultate u procesu vježbanja (Shim i sur., 2013). Aktivnost se odvija u prirodi i kao takva je izuzetno korisna za zdravlje.

Zbog sličnosti s normalnim hodanjem predstavlja izuzetno laku i jednostavnu kretnju koja nam je svi-ma urođena, no ipak potreban je određeni broj prijeđenih kilometara kako bi se svladala osnovna tehnika. Za razliku od normalnog hodanja, nordijsko hodanje zbog korištenja štapova uključuje ruke, ramena, prsa i leđa kroz puni opseg pokreta. Štapovi imaju ulogu produžene ruke i s time stvaramo oslonac na četiri točke, noge i ruke – štapove, čime automatski djelujemo na rasterećenje zglobova donjih ekstremiteta i lumbalni dio leđa i do 30% (Schwanbeck, 2014). Da bi ostvarilo svoju svrhu i postiglo brojne pozitivne učinke, uz poznavanje pravilne tehnike potrebno je imati i odgovarajuće štapove u nordijskom hodanju. Pri odabiru štapova primjenjuje se formula za izračunavanje visine štapova koja je: vaša visina  $\times 0,7$  = odgovarajuća visina štapova. Mnogobrojni su pozitivni učinci nordijskog hodanja. Jedan od najvažnijih je utjecaj na razvoj izdržljivosti i snage čime automatski utječemo i na pravilno držanje i posturu, te preveniramo pojavu ozljeda.

Budući da uključuje 90% mišića tijela troši se i veća količina energije (400 – 450 kcal) po satu aktivnosti za razliku od normalnog hodanja kod kojeg se troši do 300 kcal. Aktivacija kardiovaskularnog sustava je veća te se srčana frekvencija povećava za 10 – 15 % (Church i sur., 2002). Osim na funkcionalne sposobnosti nordijsko hodanje pozitivno djeluje i na sustav za kretanje. Upotrebom štapova, umanjuje se opterećenje lumbalnog dijela kralježnice i zglobova nogu. Ta karakteristika posebno je važna za ljude koji imaju problema sa zglobovima donjih ekstremiteta jer omogućuje više kretanja sa smanjenjem bolova i rizika od ozljeđivanja.

Pravilnom tehnikom hodanja jačaju se svi mišići gornjeg dijela tijela te mišići lumbalnog dijela leđa, te abdominalni mišići. Na taj način znatno umanjujemo probleme sa bolnim i napetim ramenima, leđima i vratom koji su neizbježni zbog sjedilačkog načina života. Isto tako nordijsko hodanje ublažava stres i popravlja raspoloženje. Dvadesetak minuta bavljenja aerobnom aktivnosti potiče lučenje hormona dobrog raspoloženja i ugone što utječe na svakodnevni život.

## 3. ZAKLJUČAK

Nordijsko hodanje je oblik kineziološke aktivnosti koji je u skandinavskim zemljama poznat već dobrih petnaestak godina. Ovim oblikom tjelesne aktivnosti utječemo na aktivaciju mišića cijelog tijela. Korištenjem štapova za nordijsko hodanje istovremeno utječemo na jačanje mišića ramena, ruku i trupa. Hod sa štapom pogodan je za sva godišnja doba, za sve dobne skupine i razine fizičke sposobnosti.

Rezultati istraživanja u skandinavskim zemljama potvrđuju da je nordijsko hodanje 40 do 50% učinkovitije od hodanja bez štapova. Nordijsko hodanje jedna je od najučinkovitijih, najpotpunijih, najsigurnijih i najdostupnijih tjelesnih aktivnosti. Frekvencija srca tijekom nordijskog hodanja veći su za 5 – 17 otkucaja u minuti. Kod normalnog hodanja frekvencija srca je prosječno 130 otkucaja u minuti, a kod nordijskog hodanja 147 otkucaja u minuti.



#### 4. LITERATURA

1. Andrijašević, M. (1996). *Sportska rekreacija u mjestu rada i stanovanja*. Fakultet za fizičku kulturu Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
2. Bellew, J. W. (2002). Older Adults and One-Repetition Maximum Testing: What About Injuries? *Strength & Conditioning Journal*, 24(1), 60-62.
3. Church, T. S., Earnest, C. P., & Morss, G. M. (2002). Field testing of physiological responses associated with Nordic Walking. *Research quarterly for exercise and sport*, 73(3), 296-300
4. Mikalački, M., Čokarilo, N., Katić, R. (2011) Effect of Nordic Walking on Functional Ability and Blood Pressure in Elderly Women. *Coll. Antropol.* 35 (str. 889 – 894).
5. Schwanbeck, K. (2014). *The Ultimate Nordic Pole Walking Book*. Meyer & Meyer Verlag.
6. Shim, J. M., Kwon, H. Y., Kim, H. R., Kim, B. I., & Jung, J. H. (2013). Comparison of the effects of walking with and without Nordic pole on upper extremity and lower extremity muscle activation. *Journal of physical therapy science*, 25 (12), 1553 – 1556.
7. Tschentscher, M., Niederseer, D., & Niebauer, J. (2013). Health benefits of Nordic walking: a systematic review. *American journal of preventive medicine*, 44(1), 76-84
8. Vuori I. (2004). Physical inactivity is a cause and physical activity is a remedy for major public health problems. *Kinesiology*, 2004;36:123-53.

# KRONIČNA TRAUMATSKA ENCEFALOPATIJA KOD IGRAČA AMERIČKOG NOGOMETA

Anže Fujs, Dalibor Kiseljak  
Zdravstveno veleučilište Zagreb

## 1. UVOD

Kronična traumatska encefalopatija (CTE) je neurodegenerativna bolest uzrokovana nakupljanjem fosforiliranog tau proteina (p-tau) u neurofibrilarne spletove na određenim mjestima u mozgu kao rezultat ponavljane traumatske ozljede mozga, koju su doživjeli sportaši koji se bave kontaktnim sportovima. Smatra se da je CTE rezultat ponavljajućih blagih traumatskih ozljeda mozga, kao što je potres mozga (Fesharaki-Zadeh, 2019).

Suvremeni prikazi CTE-a donijeli su više pitanja nego odgovora (Zuckerman i sur., 2018). Smith i suradnici (2019) navode da je pojam kronične traumatske encefalopatije tek nedavno ušao u javnu svijest putem medijskih izvješća, pa čak i holivudskog filma *Concussion* iz 2015. godine, ističući da su trenutni konsenzusni neuropatološki kriteriji (koji, kako navode Zuckerman i suradnici (2018), postoje od 2016. godine) priznati samo kao preliminarni, dijelom iz razloga što se ti kriteriji temelje na ograničenom broju analiziranih slučajeva. Autori zaključuju da CTE nedvojbeno obuhvaća širi raspon neuropatologija i ishoda nakon traumatske ozljede mozga različite težine te da će vrijeme pokazati je li to stanje posebna bolest ili je povezano s drugim neurodegenerativnim procesima kao što je Alzheimerova bolest.

Stanje, danas poznato kao CTE, prvi je put medicinski opisano 1928. godine kod boksača koji su opisani kao „pijani od udarca“ (*punch drunk syndrome*) - termin koji je kasnije zamijenjen s *dementia pugilistica* (DP). Kasnije je postalo evidentno da su sportaši u drugim sportovima razvili slične demencije, stoga je DP 1960-ih preimenovan u kroničnu traumatsku encefalopatiju (Castellani i Perry, 2017). Sportovi koji uključuju sudare, poput američkog nogometa, ragbija, nogometa i hokeja na ledu mogu stvoriti uvjete koji pogoduju potresu mozga. Među sportašima koji dožive ponovljene potrese mozga i subpotresne udarce u glavu, rizik od razvoja CTE-a raste s brojem godina aktivno posvećenih sportu i stupnjem izloženosti fizičkim udarcima unutar pozicije igranja. Jedan od primjera nepovoljnog učinka traume na mozak je i udaranje nogometne lopte glavom, za koje je utvrđeno da, ponavljajući se tijekom godina treniranja i natjecanja, može uzrokovati ozbiljne ozljede mozga u kasnijoj dobi (Stewart i sur., 2018).

## 2. AMERIČKI NOGOMET

Najpopularniji sport u SAD-u je američki nogomet. Sve više dobiva na popularnosti i u ostatku svijeta. Među najčešćim ozljedama igrača američkog nogometa su ruptura prednjeg križnog ligamenta, distenzija i ruptura mišića stražnje lože te potres mozga. Ozljede se javljaju i tijekom treninga i tijekom utakmica, no za vrijeme utakmica stopa ozljeda znatno se povećava. Rizik od ozljeda se može smanjiti korištenjem kvalitetne opreme te radom pod nadzorom dobro educiranih trenera (Kerr i sur., 2015). Američki nogomet je zahtjevan sport, koji igrače stavlja pod velike fizičke napore. Također je poznat kao poprilično nasilan sport, zbog čega igrači nose zaštitnu opremu koja ih štiti od ozbiljnijih trauma. U posljednjih nekoliko desetljeća pravila igre su se mijenjala te su sve prilagođenija igračima, odnosno manje nasilna, pogotovo nakon provedenih istraživanja na preminulim umirovljenim igračima američkog nogometa gdje je na mozgovima igrača *post mortem* dijagnosticirana CTE (Tharmaratnam i sur., 2018). Zbog razornih učinaka na veliki udio umirovljenih igrača američkog nogometa CTE privlači sve veću pozornost i javnosti i istraživača (VanItallie, 2019). Istraživanjem na prigodnom uzorku od 202 preminula igrača američkog nogometa iz programa donacije mozga, Mez i suradnici (2017) neuropatološki su dijagnosticirali CTE kod 177 igrača na svim razinama igranja (87%), uključujući 110 od 111 (99%) umirovljenih igrača Nacionalne nogometne lige (NFL).

### 3. BOLEST SPECIFIČNA ZA AMERIČKI NOGOMET

Za podizanje svijesti o CTE-u u američkom nogometu zaslužan je neuropatolog Bennet Omalu. On je 2002. godine izvršio obdukciju *Hall of Fame* igrača Mikea Webstera, koji je iznenada preminuo nakon godina borbe s kognitivnim i intelektualnim poteškoćama, neimaštinom, poremećajima raspoloženja, depresijom, zlorabom droga i pokušajima samoubojstva. Analizom tkiva u Websterovom mozgu, doktor Omalu je pronašao velike nakupine tau proteina, koji utječe na raspoloženje, emocije i izvršne funkcije. Time je Mike Webster postao prvi bivši igrač NFL-a s dijagnozom kronične traumatske encefalopatije (Laskas, 2009). Nagađalo se da su Websterove bolesti posljedica istrošenosti tijekom njegove igračke karijere; neki liječnici procjenjuju da je doživio „25000 automobilskih nesreća“ u više od 25 godina igranja tijekom srednje škole i koledža te na profesionalnoj razini (Brain Injury Research Institute, 2023). 2006. godine dr. Omalu je objavio drugi rad iz područja forenzičke neuropatologije temeljen na nalazima mozgovnog tkiva bivšeg NFL igrača Terryja Longa, koji je preminuo počinivši samoubojstvo. Iako je Long umro u 45. godini, dr. Omalu je otkrio da koncentracija tau proteina više odgovara mozgu 90-godišnjaka s uznapredovalom Alzheimerovom bolešću (Laskas, 2009). NFL je uglavnom ignorirao Omaluova otkrića sve dok 2009. godine CTE nije dijagnosticiran Chrisu Henryju kao prvom aktivnom igraču, ubrzo nakon njegove smrti, u dobi 26 godina (Brain Injury Research Institute, 2023).

### 4. NEUROPATOLOGIJA

CTE je tauopatija (neurodegenerativni poremećaj karakteriziran taloženjem abnormalnog tau proteina u mozgu) koja je posljedica akumulacije ponavljajuće blage traumatske ozljede mozga. Akutne blage traumatske ozljede mozga, uključujući potres mozga i subpotres, uzrokuju ozljedu aksona, mikrovaskularni poremećaj, proboj krvno-moždane barijere, neuropalu i, u nekim slučajevima, nakupljanje malih količina p-tau (McKee i sur., 2015). Fosforilirani tau (p-tau) oblici u krvi smatraju se su pouzdanim biomarkerima za potvrdu dijagnoze Alzheimerove bolesti (Kac i sur., 2022). CTE je posebna neurodegenerativna bolest koja se trenutno sa sigurnošću može dijagnosticirati samo *post mortem* neuropatološkim pregledom. Mogućnost *in vivo* dijagnostičke tehnike za CTE postaje sve realnija s napretkom u tehnologiji i medicini, a trenutno je nedostupna u dijagnostici te bolesti. Neuropatologija CTE-a se može podijeliti na makroskopsku i mikroskopsku razinu. Makroskopski neuropatološki nalazi uključuju cerebralnu atrofiju, povećane ventrikule i *cavum septum pellucidum* te depigmentaciju supstancije nigre. Makroskopski nalazi su neuobičajeni u ranom ili blagom CTE-u. U srednjem i uznapredovalom stadiju CTE-a, makroskopske promjene uključuju smanjenje mase mozga, atrofiju sive i bijele tvari te atrofiju talamusa, hipotalamusa i mamilarnih tijela. Na mikroskopskoj razini blagi oblici bolesti zahvaćaju prvenstveno neurone. U najblažim oblicima bolest je karakterizirana taloženjem p-tau proteina u neokorteksu (McKee i sur., 2015).

Prema najnovijoj klasifikaciji bolesti, slijed patološke progresije p-tau patologije moguće je podijeliti u četiri patološka stadija, karakterizirana raširenošću tauopatije (Fesharaki-Zadeh, 2019). Mozgovi s prvim stupnjem CTE-a u biti su svakodnevnici, ali mikroskopski pokazuju rijetke p-tau epicentre. U tom stupnju je tau patologija najčešće lokalizirana u dubini brazdi frontalnog, temporalnog, septalnog i parijetalnog korteksa. U slučajevima drugog stupnja CTE-a mogu se pronaći suptilne makroskopske promjene. Mikroskopski, višestruki epicentri p-tau nalaze se u dubinama frontalnog, temporalnog, septalnog i parijetalnog korteksa. Većina mozgova s trećim stupnjem CTE-a pokazuje manje makroskopske promjene u odnosu na promjene nađene mikroskopski. Obilježava ga smanjena masa mozga te blaga frontalna i temporalna atrofija. Na mikroskopskoj razini se u tom stadiju bolesti oko krvnih žila nalaze neurofibrilarni čvorovi (p-tau). Mozgovi s četvrtim stupnjem CTE-a pokazuju smanjenje mase mozga, ponekad i do 300g (zdrav mozak teži oko 1300 g). Mikroskopski postoji raširen gubitak mijelina i gubitak neurona u cerebralnom korteksu, hipokampusu i supstanciji nigri (McKee i sur., 2015). Istraživanja su pokazala značajnu pozitivnu korelaciju između patološkog stadija težine CTE-a i trajanja karijere među bivšim igračima američkog nogometa (Mez i sur., 2020).

### 5. SIMPTOMI

Simptomi CTE-a općenito se pojavljuju oko deset godina nakon što pojedinac doživi ponavljajuće blage traumatske ozljede mozga. Nejasno je zašto postoji ovo razdoblje latencije, ali vjeruje se da je rezultat širenja tau-a od žarišnih do raširenih područja (Tharmaratnam i sur., 2018). Uobičajeni simptomi CTE-a uključuju gubitak pamćenja, zbunjenost, oslabljeno rasuđivanje, probleme s kontrolom impulsa, agresiju, depresiju, suicidalnost, parkinsonizam i na kraju progresivnu demenciju. Pacijenti često imaju dva razli-

čita fenotipa, pri čemu se jedan u početku manifestira emocionalnim promjenama, a drugi s većim kognitivnim poremećajem. Velika većina pacijenata s bihevioralnim promjenama kasnije će razviti kognitivne poremećaje kako bolest napreduje. Međutim, relativno mali broj pacijenata iz kognitivne skupine ima ili će razviti bihevioralne promjene tijekom bolesti (Fesharaki-Zadeh, 2019).

Simptome je moguće podijeliti prema stupnju bolesti u kojem se osoba nalazi. U prvom stupnju većina pacijenata je asimptomatska ili pokazuju znakove depresije, blage deficite pamćenja, imaju glavobolju te se kod njih ponekad može primijetiti blaga agresija. U drugom stupnju se gubitak pamćenja nastavlja. Prisutni su i problemi s koncentracijom, ispadima ponašanja, kognitivne poteškoće te sve češći i jači simptomi depresije. U trećem se stupnju javlja progresivna demencija, više kognitivnih nedostataka, apatija i suicidalnost. Pacijenti u tom stadiju imaju impulzivne i nasilne reakcije te im gubitak pamćenja postaje sve veći. U zadnjem je stupnju bolesti velikoj većini pacijenata klinički dijagnosticirana demencija te pokazuju psihotične simptome, kao što je paranoja. Uznapredovali jezični nedostaci, parkinsonizam, hipomimija i motorički deficiti javljaju se u ovome stupnju bolesti (Fesharaki-Zadeh, 2019; Ortiz, 2017). Navedeni simptomi su smjernice i ne moraju se pojaviti kod svakog pacijenta. Budući da je svaki pojedinac drugačiji, svatko može imati različite simptome u različitim stadijima. Najvažnije je da se dijagnosticiraju i liječe pravovremeno.

## 6. PREVENCIJA

S obzirom na to da trenutno ne postoji način liječenja ove ozljede odnosno bolesti, prevencija je vrlo bitna. Sa studijama i člancima objavljenim posljednjih godina, CTE je privukao pažnju igrača, liga i sportske javnosti u cjelini. Time je NFL uspostavio različita pravila i programe. Jedan takav program je *Play Smart. Play Safe.* inicijativa. Riječ je o inicijativi za poticanje napretka u prevenciji, dijagnosticiranju i liječenju ozljeda glave, poboljšanje medicinskih protokola i daljnje poboljšanje načina na koji se ovaj sport uči i igra. Organizirana je u četiri kategorije. Zaštita igrača (1), koja provodi promjene na terenu i izvan njega kako bi se zaštitilo zdravlje i sigurnost svakog igrača u NFL-u. Napredna tehnologija (2), koja potiče nova dostignuća u inženjerstvu, biomehanici, naprednim senzorima i znanosti o materijalima, koji ublažavaju sile i bolje sprečavaju ozljede u sportu. Medicinska istraživanja (3), koja daju potporu neovisnim istraživanjima kako bi se unaprijedila prevencija, dijagnostika i liječenje ozljeda glave i ubrzalo znanstveno razumijevanje njihovog dugoročnog utjecaja. Dijeljenje najnovijih saznanja (4), čime NFL dijeli prikupljeno znanje, o ozljedama mozga te njihovim posljedicama, sa sudionicima na svim razinama američkog nogometa, iz drugih sportova i društva općenito (NFL Communications, 2017).

Iako NFL nikada neće moći u potpunosti eliminirati rizik od ozljeda u američkom nogometu, liga će nastojati učiniti igru sigurnijom za sve, od profesionalnih sportaša do mlađih sudionika. Od 2002. godine NFL je promijenio 42 pravila, kako bi zaštitio igrače (NFL Communications, 2017). Najbitnija promjena je zabrana *helmet-first* taklova i *helmet-to-helmet* kontakt (Stites, 2018).

Uz navedeno NFL je nedavno objavila novu politiku za provođenje protokola o potresu mozga na dan utakmice te ažurirala cjelokupni protokol vezan za potres mozga. Napredak u tehnologiji također pomaže kod smanjenja rizika od potresa mozga. Retrospektivna analiza Rowsona i suradnika iz 2014. godine pokazala je da postoje razlike u mogućnosti smanjenja rizika od potresa mozga između modela kaciga (novije ispunjene debljom pjenom značajno smanjuju rizik). Uslijed svih promjena koje se uvode u unapređenje prevencije i smanjenje incidencije ozljeda, ponajprije glave i mozga, smanjen je rizik od razvoja CTE, no upitno je hoće li ikada biti isključena.

## 7. ZAKLJUČAK

Američki nogomet je najpopularniji sport u SAD-u te dobiva na popularnosti i u ostatku svijeta. Među najčešćim ozljedama su ruptura prednjeg križnog ligamenta, distenzija i ruptura mišića stražnje lože te potres mozga, koji, ako se ponavlja, može uzrokovati kroničnu traumatsku encefalopatiju.

Prevenzijski i rehabilitacijski koncepti još uvijek imaju veliki prostor za napredak (što će se zasigurno ostvariti, zahvaljujući kontinuiranim istraživanjima na tom području), međutim trend je pozitivan. Zahvaljujući istraživanjima i znanstvenim radovima u posljednjih 20 godina javnost je upoznata s posljedicama ponovljenih trauma glave u američkom nogometu. Nakon što je NFL priznao korelaciju između američkog nogometa i CTE-a, istraživanja o CTE-u su se povećala. Uz sve navedeno, ova bolest još nije dobro razjašnjena. Danas se CTE smatra najgorom ozljedom/bolešću koju NFL sportaš može dobiti. Iako ima

malo ili nimalo akutnih posljedica, uzrokuje ozbiljne dugoročne zdravstvene probleme. Stoga će, kada je riječ o američkom nogometu, kronična traumatska encefalopatija u narednim godinama zasigurno biti u središtu pozornosti.

## 8. LITERATURA

1. Brain Injury Research Institute (2023). *Protect the Brain*.
2. Castellani, R. J. i Perry, G. (2017). Dementia pugilistica revisited. *Journal of Alzheimer's disease*, 60(4), 1209-1221.
3. Fesharaki-Zadeh, A. (2019). Chronic traumatic encephalopathy: a brief overview. *Frontiers in Neurology*, 10, 713.
4. Kac, P. R., Gonzalez-Ortiz, F., Simrén, J., Dewit, N., Vanmechelen, E., Zetterberg, H., ... i Karikari, T. K. (2022). Diagnostic value of serum versus plasma phospho-tau for Alzheimer's disease. *Alzheimer's Research & Therapy*, 14(1), 1-12.
5. Kerr, Z. Y., Yeargin, S., Valovich McLeod, T. C., Nittoli, V. C., Mensch, J., Dodge, T., ... i Dompier, T. P. (2015). Comprehensive Coach Education and Practice Contact Restriction Guidelines Result in Lower Injury Rates in Youth American Football. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 3(7), 2325967115594578
6. Laskas, J. M. (2009). Bennet Omalu, *Concussions, and the NFL: How One Doctor Changed Football Forever*.
7. McKee, A. C., Stein, T. D., Kiernan, P. T. i Alvarez, V. E. (2015). The neuropathology of chronic traumatic encephalopathy. *Brain Pathology*, 25(3), 350-364.
8. Mez, J., Daneshvar, D. H., Abdolmohammadi, B., Chua, A. S., Alosco, M. L., Kiernan, P. T., ... i McKee, A. C. (2020). Duration of American football play and chronic traumatic encephalopathy. *Annals of Neurology*, 87(1), 116-131.
9. Mez, J., Daneshvar, D. H., Kiernan, P. T., Abdolmohammadi, B., Alvarez, V. E., Huber, B. R., ... i McKee, A. C. (2017). Clinicopathological evaluation of chronic traumatic encephalopathy in players of American football. *Journal of American Medical Association*, 318(4), 360-370.
10. NFL Communications (2017). NFL Announces *Play Smart. Play Safe., a New Commitment to Improve Player Health and Safety*.
11. Ortiz, A. (2017). *Learn the symptoms in the four stages of CTE*. Available at <https://www.bostonglobe.com/metro/2017/09/21/symptoms-watch-for-four-stages-cte/Q1wniQOnQXH1bU8OibU3WJ/story.html>
12. Rowson, S., Duma, S. M., Greenwald, R. M., Beckwith, J. G., Chu, J. J., Guskiewicz, K. M., ... i Brolinson, P. G. (2014). Can helmet design reduce the risk of concussion in football?. *Journal of Neurosurgery*, 120(4), 919-922.
13. Smith, D. H., Johnson, V. E., Trojanowski, J. Q. i Stewart, W. (2019). Chronic traumatic encephalopathy - confusion and controversies. *Nature Reviews. Neurology*, 15(3), 179-183.
14. Stewart, W. F., Kim, N., Ifrah, C., Sliwinski, M., Zimmerman, M. E., Kim, M., ... i Lipton, M. L. (2018). Heading frequency is more strongly related to cognitive performance than unintentional head impacts in amateur soccer players. *Frontiers in Neurology*, 9, 240.
15. Stites, A. (2018). Available at <https://www.sbnation.com/2018/9/6/17773282/nfl-helmet-rule-explained-rulebook-penalty-replay>
16. Tharmaratnam, T., Iskandar, M. A., Tabobondung, T. C., Tobbia, I., Gopee-Ramanan, P. i Tabobondung, T. A. (2018). Chronic traumatic encephalopathy in professional American football players: where are we now?. *Frontiers in Neurology*, 9, 445.
17. Zuckerman, S. L., Brett, B. L., Jeckell, A., Yengo-Kahn, A. M. i Solomon, G. S. (2018). Chronic Traumatic Encephalopathy and Neurodegeneration in Contact Sports and American Football. *Journal of Alzheimer's disease*, 66(1), 37-55.

# POVEZANOST SASTAVA TIJELA S KVALITETOM HODA STARIJE AKTIVNE POPULACIJE

Jana Gregurić, Sara Aščić

Kineziološki fakultet, Sveučilište u Osijeku

## 1. UVOD

Proces starenja povezan je s nizom fizioloških i metaboličkih promjena te ga prati postupna degeneracija svih funkcionalnih i autonomnih sustava (Bednarczuk i Rutkowska, 2022). Bazalni metabolizam se od 30. do 70. godine života smanji za oko 10% te smanjenjem bazalnog metabolizma dolazi do promjena u sastavu tijela. Promjene koje tijelo proživljava tijekom starenja nalik su onima koje se događaju kao posljedica neaktivnosti. Većina tjelesnih promjena objašnjavaju se kao posljedica starenja, a zapravo bi se mogle objasniti kao atrofija uslijed neaktivnosti (Mišigoj-Duraković, 2008). Kod starijih osoba, strah od gubitka ravnoteže može uzrokovati negativne ishode kao što su smanjeno kretanje, smanjena tjelesna aktivnost te niža kvaliteta života iz čega proizlazi da je poremećaj ravnoteže jak faktor rizika za padove kod navedene populacije (Khazanin i sur., 2022).

U europskim zemljama poremećaji ravnoteže stalna su zdravstvena briga i glavni čimbenik za potencijalno smrtonosne padove kod starije populacije (Gallamini i sur., 2021). *Prevention of Falls Network for Dissemination Initiative* (ProFouND) i *EuroSafe Injury Prevention Association* 2015. godine objavili su podatke koji jasno ukazuju na ozbiljnost problema (Turner, Kisser i Rogmans, 2015). U populaciji od 100 milijuna pojedinaca zabilježeno je čak 36 000 smrtonosnih ozljeda tijekom padova, a 2,3 milijuna osoba je hospitalizirano. Studije iz Hong Konga (Chu, Chi i Chui, 2005) ukazuju da je oko 27% padova povezano s ljudima starijim od 70 godina. Brojna istraživanja (Rubenstein i Josephson, 2006; Covinsky i sur., 2001, Stalenhoef i sur., 2002; Cwikel i sur., 1998) ukazuju na porast učestalosti padova s godinama.

Khanuja i suradnici (2018) u svom istraživanju utvrdili su da su poremećaji u hodu i ravnoteži pronađeni kod 35% osoba starijih od 70 godina i kod 61% osoba starijih od 80 godina. Rezultati nam ukazuju da je potrebno redovito procjenjivati hod i ravnotežu, prvenstveno jer populacija starije životne dobi raste na svjetskoj razini.

Yamada i suradnici (2012) zaključuju da loše zdravlje te invaliditet ne moraju biti neizbježne posljedice starenja. Primarni cilj specijaliziranih programa vježbanja za osobe starije životne dobi nije unaprjeđenje motoričkih i funkcionalnih sposobnosti nego njihovo održavanje (Lepan i Leutar, 2012). Iz tog razloga, potrebno je longitudinalno pratiti kvalitetu hoda starijih osoba kako bi se na vrijeme uočila pojava pojačanog rizika od pada te na vrijeme reagiralo s modifikacijom trenažnog procesa.

Prekomjerna tjelesna masa i pretilost mogu negativno utjecati na kvalitetu hoda jer prekomjerno masno tkivo predstavlja dodatno opterećenje koje starija osoba mora „nositi“ dok hoda (Villareal i sur., 2012). Osobama s velikom tjelesnom masom, kod svakog pomaka iz ravnotežnog položaja teže je preveniranje pada. Upravo iz tog razloga cilj ovog rada jest utvrditi povezanost između sastava tijela i kvalitete hoda aktivne starije populacije.

## 2. METODE RADA

### 2.1. UZORAK ISPITANIKA

Uzorak ispitanika u ovom radu sastojao se od 35 aktivnih umirovljenica prosječne dobi  $65,40 \pm 5,68$  godina, tjelesne visine  $163,34 \pm 6,25$  cm i tjelesne mase  $71,41 \pm 11,21$  kg. Sve ispitanice aktivno su uključene u specijalizirani program vježbanja za umirovljenike koji se provodi u sklopu Sokol Centra Osijek. Specijalizirani program vježbanja za umirovljenike sastoji se od različitih vježbi kojima je cilj razvoj i odr-

žavanje propriocepcije, kinestezije, jakosti i kontrole pokreta. Navedeni parametri izuzetno su važni kod starije populacije jer se njihovim pravilnim razvojem i održavanjem mogu značajno prevenirati padovi te poboljšati kvaliteta života. Kriteriji za uvrštavanje ispitanika u ovo istraživanje su izostanak ozljeda lokomotornog sustava te izostanak akutnih i kroničnih bolesti koje bi onemogućile provođenje istraživanja. Svi ispitanici informirani su o cilju samog istraživanja te su pisanom suglasnošću dali privolu za sudjelovanje u istraživanju. Svaki ispitanik je u bilo kojem trenutku mogao odustati od sudjelovanja u istraživanju. Istraživanje je odobreno od strane Etičkog povjerenstva Kineziološkog fakulteta Osijek te je provedeno u skladu s aktualnom Helsinškom deklaracijom.

## 2.2. MJERNI INSTRUMENTI I VARIJABLE

### Bioelektrična impendancija

Za utvrđivanje sastava tijela ispitanika korištena je Tanita (model TBF 300), metodom stopalo-do-stopala (eng. Foot-to-foot). Navedeni uređaj mjeri otpor električne struje frekvencije od 50KHz i intenziteta od 500 A. Ovaj uređaj može mjeriti impedancije u rasponu od 150 do 900 ohma (Poon i Poon, 2013).

### Gyko uređaj

Gyko je 3-osni akcelerometar, žiroskop i magnetometar koji omogućava mjerenje ubrzanja do 16g i kutnih brzina do 2000<sup>o</sup>/s s akvizicijskom frekvencijom do 1000Hz. Uređaj omogućuje bežično slanje informacija prikupljenih tijekom testiranja u GykoRePower programu. Nekoliko istraživanja utvrdilo je umjerenju do jaku pouzdanost i valjanost (Jaworski i sur., 2020; Baker i sur., 2021).

### Antropometrija

Tjelesna visina, opseg lijeve potkoljenice, opseg desne potkoljenice, opseg trbuha i opseg kukova mjereni su antropometrom i centimetarskom vrpcom po protokolu koji je detaljnije objašnjen u Mišigoj-Duraković (2008).

Uzorak varijabli sa svojom oznakom (ITD), imenom testa i mjernom jedinicom prikazan je u tablici 1.

**Tablica 1.** Uzorak varijabli sa ITD-om, imenom testa i mjernom jedinicom

ITD	Ime testa	Mjerna jedinica
ALVT	Tjelesna visina	Centimetar (cm)
AVTM	Tjelesna masa	Kilogram (kg)
%PMT	Postotak potkožnog masnog tkiva	Postotak (%)
AVOPTL	Opseg lijeve potkoljenice	Centimetar (cm)
AVOPTD	Opseg desne potkoljenice	Centimetar (cm)
AVOT	Opseg trbuha	Centimetar (cm)
AVOK	Opseg kukova	Centimetar (cm)
WHR	Omjer struka i kuka	Omjer
BMI	Indeks tjelesne mase	Indeks
EA	Ukupna površina elipse	Kvadratni centimetar (cm <sup>2</sup> )
Len (D)	Ukupni put trajektorija dobiven zbrojem udaljenosti svih točaka	Centimetar (cm)
Len (ML)	Udaljenost između dvije najudaljenije točke u Medio-Lateralnoj ravnini	Centimetar (cm)
Len (AP)	Udaljenost između dvije najudaljenije točke u Anterio-Posteriojnoj ravnini	Centimetar (cm)

## 2.3. EKSPERIMENTALNI PROTOKOL

Mjerenje se provodilo u Sokol Centru u Osijeku. S obzirom na velik broj vježbača koji aktivno vježba, svi ispitanici su raspoređeni u 4 vježbačke grupe kako bi se detaljno mogao pratiti svaki ispitanik. Mjerenje su obavili sa svakom vježbačkom grupom. Prije početka istraživanja ispitanicima su predstavljani cilj i svrha istraživanja te su upoznati s testovima. Dana im je uputa da prije mjerenja nije preporučeno konzumirati velike količine hrane i pića, posebice kave i alkohola te da je poželjno prije mjerenja

isprazniti mjehur. Mjerenje se provodilo na način da su svim ispitanicima prije početka mjerenja izmjerene longitudinalna dimenzionalnost skeleta, voluminoznost tijela te procijenjena kvaliteta hoda. Definirala su se dva radna mjesta. Na prvom radnom mjestu mjerila se longitudinalna dimenzionalnost skeleta pomoću antropometra te voluminoznost tijela centimetarskom vrpcom. Također, na istom radnom mjestu mjerio se sastav tijela uređajem TANITA. Na drugom radnom mjestu procjenjivala se kvaliteta hoda na način da je svim ispitanicima izmjerena visina Gyko uređaja. Visina uređaja postavljena je u ravnini s T1-T2 torakalnim kralješkom. Tijekom postavljanja Gyko uređaja, trake za pričvršćivanje uređaja prilagođene su za svakog ispitanika. Svaki ispitanik kretao je s iste zadane točke te je na znak mjeritelja krenuo hodati. Dužina prostora previđenog za testiranje kvalitete hoda iznosila je 15 metara. Nakon što je svaki ispitanik zauzeo početnu poziciju, mjeritelj je unio visinu Gyko uređaja te namjestio vrijeme stabilizacije na 1 sekundu. Vrijeme stabilizacije posebno je namješteno kako bi se zanemario prvi korak kod kojeg je prisutan anteriorni nagib tijela koji nije reprezentantan ostalim koracima. Prikupljanje podataka zaustavljeno je neposredno prije zaustavljanja ispitanika kako bi se izuzeo zadnji korak. Na ovaj su način prikupljeni najobjektivniji parametri uobičajenog hoda. Nakon završetka mjerenja, svi ispitanici su dobili povratnu informaciju o svom hodu i sastavu tijela.

#### 2.4. METODE OBRADE PODATAKA

Tijekom testiranja koristio se Lenovo IdeaPad L340 (intel core i5 9300H procesor, 8GB RAM) kako bi se omogućilo korištenje Gyko uređaja za provođenje testiranja. Za potrebe testiranja korišten je program Tibo Statistica Enterprise (verzija 14.0.1.25). U navedenom programu Shapiro-Wilk W testom, utvrđeno je odstupanje nekoliko varijabli od normalne distribucije zbog čega se u ovom radu koristila parametrij-ska i neparametrij-ska statistika. Vrijednosti Shapiro-Wilk W testa zajedno s deskriptivnim parametrima (aritmetička sredina (AS), standardna devijacija (ST.DEV), minimalna (MIN) i maksimalna (MAX) vrijednost prikazani su u tablici 2. Pouzdanost mjerenja izračunata je Cronbach alfa koeficijentom unutarnje konzistencije koja je iznosila  $\alpha = 0,89$ . Za utvrđivanje povezanosti između parametara hoda i sastava tijela korišten je Pearsonov koeficijent korelacije za normalno distribuirane varijable, dok je Spearmanov koeficijent korelacije rangova korišten za sve varijable koje su odstupale od normalne distribucije. Rezultati povezanosti između dvije varijable bit će definirani kao mala povezanost ( $r < 0,29$ ), umjerena ( $0,30 < r < 0,49$ ), visoka ( $0,50 < r < 1$ ). Razina statističke značajnosti postavljena je na  $p < .05$ .

### 3. REZULTATI

Rezultati deskriptivne statistike i Shapiro-Wilk W testa svih ispitanika prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Deskriptivni parametri svih ispitanika

Varijable	AS	SD	MIN	MAX	p
DOB	68,40	5,68	56,00	84,00	0,25
STAŽ	2,83	1,94	1,00	7,00	0,01
ALVT	163,34	6,25	152,00	174,00	0,34
AVTM	71,41	11,21	51,00	96,80	0,53
%PMT	37,05	5,42	27,20	49,00	0,86
AVOPTL	37,99	3,09	33,00	46,50	0,33
AVOPTD	38,11	3,02	33,50	47,00	0,10
AVOT	91,27	10,19	72,00	110,50	0,64
AVOK	103,77	8,01	87,00	126,00	0,32
WHR	0,88	0,05	0,78	1,02	0,89
BMI	25,73	3,65	21,01	34,34	0,32
EA	281,61	137,76	114,45	666,62	0,00
Len (D)	346,87	71,38	258,11	525,82	0,00
Len (ML)	204,28	50,06	119,36	361,89	0,01
Len(AP)	236,29	55,79	154,83	372,24	0,14

Legenda: AS – aritmetička sredina, SD – standardna devijacija, MIN – minimalna vrijednost, MAX – maksimalna vrijednost, p – vrijednost Shapiro-Wilk W testa



Spearmanovim koeficijentom korelacije rangova nije utvrđena statistički značajna povezanost niti jednog parametra sastava tijela sa ukupnom EA, Len (D) i Len (ML). Moguće objašnjenje izostanka statistički značajne povezanosti je to što ispitanici nemaju velika medio-lateralna kretanja tijekom hoda. Rezultati Spearmanovog koeficijenta korelacije rangova prikazani su u tablici 3.

**Tablica 3.** Rezultati Spearmanovog koeficijenta korelacije rangova

Varijable	Spearmanov koeficijent korelacije					
	EA	p	Len (D)	p	Len (ML)	p
ALVT	0,25	0,15	-0,08	0,64	0,16	0,35
AVTM	0,11	0,54	-0,25	0,15	0,1	0,58
%PMT	0,12	0,49	-0,2	0,25	0,12	0,5
AVOPTL	-0,05	0,8	-0,14	0,43	0,1	0,57
AVOPTD	0,07	0,7	-0,09	0,59	0,18	0,3
AVOT	0,2	0,25	-0,13	0,46	0,15	0,38
AVOK	0,24	0,16	-0,19	0,28	0,13	0,45
WHR	-0,02	0,91	-0,12	0,48	-0,02	0,92
BMI	0,01	0,94	-0,16	0,35	0,05	0,79

Rezultati normalno distribuiranih varijabli kod kojih se koristio Pearsonov koeficijent povezanosti, prikazani su u tablici 4. Pearsonovim koeficijentom korelacije utvrđena je statistički značajna mala negativna povezanost između pojedinih parametara sastava tijela s Len (AP). Najvažniji parametar je negativna povezanost između postotka potkožnog masnog tkiva i anterio-posteriornim kretanjem tijekom hoda jer je taj parametar sastavni dio tjelesne mase, a samim time i indeksa tjelesne mase. Moguće objašnjenje povezanosti je da povećan postotak potkožnog masnog tkiva osobi otežava posturalnu kontrolu tijekom hoda u sagitalnoj ravnini što može biti izrazito opasno.

**Tablica 4.** Rezultati Pearsonovog koeficijenta korelacije

Varijable	Pearsonov koeficijent korelacije	
	Len (AP)	p
ALVT	-0,12	0,48
AVTM	-0,36	0,03
%PMT	-0,35	0,04
AVOPTL	-0,33	0,04
AVOPTD	-0,33	0,61
AVOT	-0,27	0,07
AVOK	-0,31	0,12
WHR	-0,09	0,05
BMI	-0,35	0,06

#### 4. RASPRAVA

Rezultati ovog istraživanja pokazuju da postoji statistički značajna negativna povezanost između postotka potkožnog masnog tkiva s anterio-posteriornim kretanjem tijekom hoda. Slične rezultate su dobili Pagnotti i suradnici (2020) koji su utvrdili da stupanj pretilosti pozitivno korelira s posturalnom nestabilnošću. Slične rezultate dobili su Duril i suradnici (2013). U svojim su istraživanjima uspoređivali pretile osobe starije životne dobi s normalno uhranjenim osobama. Iako su ispitanici ovog istraživanja aktivne osobe kod kojih je manji udio pretilih, i dalje je vidljiva statistički značajna povezanost s nestabilnošću prilikom hoda. Statistički značajna povezanost prisutna je i kod indeksa tjelesne mase te tjelesne mase, ali ti rezultati su povezani s povećanim postotkom potkožnog masnog tkiva. Tjelesna masa sama po sebi nije

loša, čak su i normativne vrijednosti indeksa tjelesne mase za stariju populaciju (23-29,9) više u odnosu na mladu populaciju (18,5-24,9) (Winter i sur., 2014). Iako je preporučena granica pomjerena kod starije životne dobi, treba uzeti u obzir da povećan indeks tjelesne mase ima visoku povezanost sa smrtnošću kod osoba starije životne dobi (Bhaskaran i sur., 2018). Moguće objašnjenje u nepovezanosti kvalitete hoda s ostalim ravnotežnim parametrima je u tome što je uzorak u ovom istraživanju činila samo aktivna starija populacija koja uz sustavno vježbanje ima veću mišićnu masu te bolju motoričku kontrolu. Preporuke za buduća istraživanja su usporediti aktivnu stariju populaciju s neaktivnom kako bi se moglo utvrditi koliko sama aktivnost uspijeva smanjiti rizik od pada kod osoba s prekomjernom tjelesnom masom.

## 5. ZAKLJUČAK

Rezultati ovog istraživanja pokazuju malu statistički značajnu negativnu povezanost između postotka potkožnog masnog tkiva i anterio-posteriorne stabilnosti tijekom hoda kod aktivne starije populacije. Uzevši u obzir povezanost padova sa smrtnosti, izuzetno je važno kontrolirati sve parametre koji povećavaju rizik od padova. Ovim istraživanjem se pokazalo da i kod aktivne starije populacije koja vježba u prilagođenim programima vježbanja, postoji statistički značajna povezanost posturalne nestabilnosti tijekom hoda s postotkom potkožnog masnog tkiva. Takve informacije su izuzetno važne za sve trenere koji rade programe vježbanja sa starijom populacijom jer bi osobe s povećanim postotkom potkožnog masnog tkiva trebale uz treninge imati i nutricionističko savjetovanje kako bi se napravilo sve da se spriječi pad starije osobe, a samim time i produži njen život.

## 6. LITERATURA

Baker, N., Gough, C., & Gordon, S. J. (2021). Inertial Sensor Reliability and Validity for Static and Dynamic Balance in Healthy Adults: A Systematic Review. *Sensors* (Basel, Switzerland), 21(15), 5167.

1. Bednarczuk, G., & Rutkowska, I. (2022). Factors of balance determining the risk of falls in physically active women aged over 50 years. *PeerJ*, 10, e12952.
2. Bhaskaran, K., Dos-Santos-Silva, I., Leon, D. A., Douglas, I. J., & Smeeth, L. (2018). Association of BMI with overall and cause-specific mortality: a population-based cohort study of 3·6 million adults in the UK. *The lancet. Diabetes & endocrinology*, 6(12), 944–953
3. Chu, L. W., Chi, I., & Chiu, A. Y. (2005). Incidence and predictors of falls in the chinese elderly. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, 34(1), 60–72.
4. Covinsky, K. E., Kahana, E., Kahana, B., Kercher, K., Schumacher, J. G., & Justice, A. C. (2001). History and mobility exam index to identify community-dwelling elderly persons at risk of falling. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 56(4), M253–M259.
5. Cwikel, J. G., Fried, A. V., Biderman, A., & Galinsky, D. (1998). Validation of a fall-risk screening test, the Elderly Fall Screening Test (EFST), for community-dwelling elderly. *Disability and rehabilitation*, 20(5), 161–167.
6. Dutil, M., Handrigan, G. A., Corbeil, P., Cantin, V., Simoneau, M., Teasdale, N., & Hue, O. (2013). The impact of obesity on balance control in community-dwelling older women. *Age (Dordrecht, Netherlands)*, 35(3), 883–890.
7. Gallamini, M., Piastra, G., Lucarini, S., Porzio, D., Ronchi, M., Pirino, A., Scoppa, F., Masiero, S., & Tognolo, L. (2021). Revisiting the Instrumented Romberg Test: Can Today's Technology Offer a Risk-of-Fall Screening Device for Senior Citizens? An Experience-Based Approach. *Life* (Basel, Switzerland), 11(2), 161.
8. Jaworski, J., Ambroży, T., Lech, G., Spieszny, M., Bujas, P., Żak, M., & Chwała, W. (2020). Absolute and relative reliability of several measures of static postural stability calculated using a GYKO inertial sensor system. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 22(2), 94–99.
9. Khanuja, K., Joki, J., Bachmann, G., & Cuccurullo, S. (2018). Gait and balance in the aging population: Fall prevention using innovation and technology. *Maturitas*, 110, 51–56.
10. Khazanin, H., Daneshmandi, H., & Fakoor Rashid, H. (2022). Effect of Selected Fall-proof Exercises on Fear of Falling and Quality of Life in the Elderly. *Iranian Journal of Ageing*, 16(4), 564-577.
11. Lepad, Ž., & Leutar, Z. (2012). Važnost tjelesne aktivnosti u starijoj životnoj dobi. *Socijalna ekologija: časopis za ekološku misao i sociologijska istraživanja okoline*, 21(2), 203-224.
12. Mišigoj-Duraković, M. (2008). *Kinantropologija-biološki aspekti tjelesnog vježbanja*.
13. Pagnotti, G. M., Haider, A., Yang, A., Cottell, K. E., Tuppo, C. M., Tong, K. Y., Pryor, A. D., Rubin, C. T., & Chan, M. E. (2020). Postural Stability in Obese Preoperative Bariatric Patients Using Static and Dynamic Evaluation. *Obesity facts*, 13(5), 499–513.

14. Poon, P., & Poon, D. (2013). Correction Factor on The Interpretation of The Tanita Body Composition Analyzer Goal Setter TBF-300. *Canadian Journal of Diabetes*, 37, S281.
15. Rubenstein, L. Z., & Josephson, K. R. (2006). Falls and their prevention in elderly people: what does the evidence show? *The Medical clinics of North America*, 90(5), 807–824.
16. Stalenhoef, P. A., Diederiks, J. P., Knottnerus, J. A., Kester, A. D., & Crebolder, H. F. (2002). A risk model for the prediction of recurrent falls in community-dwelling elderly: a prospective cohort study. *Journal of clinical epidemiology*, 55(11), 1088–1094.
17. Turner, S., Kisser, R. i Rogmans, W. (2015). Falls among older adults in the EU-28: Key facts from the available statistics. European Association for Injury Prevention and Safety Promotion. EuroSafe: Amsterdam
18. Villareal, D. T., Apovian, C. M., Kushner, R. F., Klein, S., American Society for Nutrition, & NAASO, The Obesity Society (2005). Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. *Obesity research*, 13(11), 1849–1863.
19. Winter, J. E., MacInnis, R. J., Wattanapenpaiboon, N., & Nowson, C. A. (2014). BMI and all-cause mortality in older adults: a meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition*, 99(4), 875–890.
20. Yamada, M., Arai, H., Sonoda, T., & Aoyama, T. (2012). Community-based exercise program is cost-effective by preventing care and disability in Japanese frail older adults. *Journal of the American Medical Directors Association*, 13(6), 507–511.

# KREATIN I GUANIDINOOCETENA KISELINA KAO BIOKEMIJSKI MARKERI UMORA U SPORTU

Valdemar Štajer

Fakultet sporta i fizičkog vaspitanja, Univerzitet u Novom Sadu

## 1. UVOD

Kondicijski treneri su osobe koje odlučuju *kako, zašto i što* treba provjeravati od parametara općih (zdravstvenih) i specifičnih fizika forme njihovih sportaša. U procesu treninga, ključno je da svakodnevno točno i precizno kvantificira opterećenje treninga, a sve u svrhu: 1. izbjegavanja nefunkcionalnog zamora; 2. sprječavanja ulaska u sindrom pretreniranosti; 3. praćenje indikatora za uspješan povratak sportaša na sportsko borilište nakon ozljede; 4. spremnost samih sportaša za veliko natjecanje i njihovu selekciju; 5. unaprjeđenje komunikacije između trenera i sportaša (Foster, 2017).

Sport kao multidisciplinarno znanstveno područje pruža mogućnost da se nova znanja i metode implementiraju u svakodnevnu praksu praćenja i kontrole trenažnog opterećenja. Objavljeno je relativno veliki broj istraživanja koja pokazuju i potvrđuju da tjelesno vežbanje kao egzogeni faktor-stresor remeti homeostazu organizma, zbog čega je organizmu potrebno da uloži dodatne napore kako bi se adaptirao (Abernethy, 2012). U slučaju da stresogeni faktori pretjerano intenzivno deluju na organizam, dolazi do iscrpljenosti i pojave umora (Grujic, 2004). Komunikacija između stanica unutar organizma se postiže oslobađanjem biokemijskih *glasnika*, specifičnih jedinjenja čijim se kvantificiranjem mogu dobiti značajne informacije o unutrašnjem stanju i statusu organizma (Mooren i Klaus, 2005; Kibble i Helsey, 2013).

Upravo zato biokemijski, hormonalni i imunološki markeri kao indikatori unutrašnjeg opterećenja u kontroli trenažnog procesa, a pored drugih fizioloških parametara su najčešće korišćeni u praćenju, utvrđivanju stanja zamora organizma prije, tijekom i nakon iscrpljujućeg vježbanja (Kraemer i Ratamess, 2005). Kada se organizam nađe u stanju zamora, uočava se i nedostatak metaboličke (stanične) energije za proces adaptacije (Abernethy, 2012). Primjena biokemijskih markera stanične energetike je relativno novijeg datuma u području sporta, a najčešće korišćeni markeri su feritin, kortizol, laktati i kreatin kinaza (CK) (Lee i sur., 2017). Markeri poput kreatina (Cr) i guanidinoacetene kiseline (GAA) nisu toliko učestali u praksi praćenja opterećenja sportaša.

Cilj ovog rada je približiti i ukazati da praćenjem Cr i GAA kao inovativnih biokemijskih markera umora kod sportaša, a utemeljenost stoji u vidu činjenice da Cr igra glavnu ulogu tijekom aktivnosti u kojima su potrebni kratki naleti intenzivne energije. Isto tako cilj je ukazati na nedostatke i izazove koje treba riješiti prije korištenja istih u rutinskoj praksi kondicijskih trenera.

## 2. BIOENERGETSKE OSNOVE Cr I GAA

Od njegovog otkrića 1823 godine do danas, na temu Cr objavljeno je preko 60 000 znanstvenih i stručnih radova. GAA kao prekursor Cr, iako otkrivena početkom 20. stoljeća, a kao terapijsko sredstvo se koristi od 1951 godine, nije privukla posebnu pažnju sve do posljednjeg stoljeća kad se primjećuje zanimanje za njenu ulogu u staničnoj energetici, a zbog svog izuzetnog efekta na oporavak i ponovne dostupnosti/resinteze kreatina (Šeper, 2021).

Organizam se opskrbljuje Cr putem prehrane ili putem endogene sinteze. Prva reakcija u endogenoj sintezi Cr je sama biosinteza GAA. GAA predstavlja jednu od biosintetskih proizvoda u metabolizmu ornitina. Uz prisustvo enzima L-arginin-glicin transferaze (AGAT) arginin i glicin prelaze u GAA i L-ornitin (EFSA, 2016; Wyss i Kaddurah-Daouk, 2000). Primarno mjesto biosinteze GAA je u tkivima bubrega i gušterače, a unutar stanica biosinteza se odvija u mitohondrijima i manjim dijelom u citoplazmi stanica

(Curt i sur., 2015; Wyss i Kaddurah-Daouk, 2000). Kod ljudi, sinteza GAA se odvija u bubrezima, a čini je oko 20% od ukupne produkcije GAA u organizmu (Edison i sur., 2007; Ostojić, 2016b).

Dugoročna suplementacija kreatin monohidratom (CrM) pokazala je na povratnu direktnu negativnu spregu između dostupne koncentracije kreatina u tkivima i endogene sinteze GAA (Derave i sur., 2004; Edison i sur., 2007). Organizam izložen faktorima stresa npr. tjelesnom vježbanju i po život opasnim situacijama, inhibira sintezu /aktivnost AGAT enzima tako što čuva esencijalne aminokiseline arginin i metionin za druge metaboličke radnje.

Promjene u prehrani i koncentracija pojedinih hormona (hormona rasta, tireoidnih hormona) mogu direktno ukazati na njihov potencijalni utjecaj na razinu i koncentraciju AGAT enzima i samim time na ponovnu produkciju GAA (Curt i sur., 2015; Wyss i Kaddurah-Daouk, 2000). Rezultati nekoliko istraživanja ističu nekoliko mogućih puteva transporta GAA u stanice mišića i mozga preko: a) kreatinskog transportera (SLC6A8 ili CT1); b) taurinskog transportera (SLC6A6 ili TauT); c) transportera za gama aminobutirnu kiselinu (SLC6A13); d) pasivnom difuzijom (Braissant 2012; Curt i sur., 2015; Ostojić 2017). Dokazano je da GAA pojačano djeluje na lučenje inzulina što pozitivno utječe na transport GAA preko TauT transportera (Alsever i sur., 1970; Kraemer i Ratamess, 2005). Druga reakcija u metabolizmu Cr predstavlja metilaciju GAA uz utjecaj S-adenozinmetionina (SAM) kao donora metil grupe i enzima guanidinoacetne-N-metiltransferaze (GAMT) pri čemu nastaje Cr i S-adenozin-L-homocistein (tHcy) (Wyss i Kaddurah-Daouk, 2000). GAMT enzim nije reguliran od strane razine Cr u cirkulaciji kao AGAT enzim u prvoj reakciji sinteze kreatina (EFSA, 2016).

Opće je prihvaćeno da je kreatin nužan metabolit za pravilno funkcioniranje stanica i tijela (Wallimann, Harris, 2016), a njegova dostupnost i depoi se najviše nalaze u skeletnim mišićima (98%), od čega se 40% nalazi u slobodnom obliku a ostalih 60% u fosforiliziranom obliku (Hoffman i Stout, 2008). U svom fosfokreatinskom (PCr) obliku kreatin je uključen u brzu resintezu adenzin-trifosfata (ATP-a) tijekom mišićne kontrakcije (Pinto i sur., 2016), a u velikoj mjeri su kontrolirane zakonom o djelovanju mase, koji govori da pravac kemijske reakcije ovisi o koncentraciji reaktanata ili produkata (ili oba) u rastvoru (Herda i Cramer, 2016). Nakon tjelesne aktivnosti odnos Cr/PCr se mijenja u korist slobodnog Cr. Povišena koncentracija slobodnog Cr stimulira proizvodnju PCr iz mišićnih mitohondrija oksidativnim putem u mirovanju, pri niskim intenzitetima i tijekom oporavka od tjelesne aktivnosti (Wyss i Kaddurah-Daouk, 2000). Tim mehanizmom organizam smanjuje koncentraciju slobodnog Cr i ne dozvoljava da dođe do spontane ne-enzimske degradacije Cr u novi metabolički oblik kreatinin, energetski inaktivni finalni proizvod metabolizma kreatina.

Kan i suradnici (2004) su istakli teorijski model da GAA može zamijeniti Cr kao transportni nosač visokoenergetske fosfatne grupe u sistemu sinteze i resinteze ATP uz pomoć CK-e kod ljudi i životinja sa poremećajima u metabolizmu sinteze kreatina. Kreatin se pokazao kao važan faktor i u drugim metaboličkim funkcijama u organizmu, pa tako ima važno mjesto u antioksidativnim procesima i pravilnoj funkciji mitohondrija. Regulira razinu kalcija i vanstaničnu koncentraciju neurotransmitera glutamata (Wallimann i Harris, 2016). Zapažene su smanjenje mogućnosti ozljede i poboljšanje termoregulacije kada je povećana unutar mišićna količina kreatina. Poznato je i da ima efekta i u rehabilitaciji, a djeluje i neuroprotektivno (Kreider i sur., 2017).

### 3. Cr I GAA TIJEKOM TJELESNOG VJEŽBANJA

Direktna usmjerenost znanstvenika da proučavaju promjene u koncentraciji Cr i GAA prije, za vrijeme i nakon tjelesne aktivnosti ili vježbanja pronalazi se u studijama koje su primarno za cilj imale objašnjavanje nekih drugih problema tijekom samih aktivnosti i vježbanja. Tako Greenhaff i suradnici (1994) tijekom proučavanja metaboličkog odgovora mišićnih vlakana tipa I i II tijekom 30 sekundnih sprintova na pokretnoj traci zabilježili su da kod oba tipa vlakana (I-83,09% i II - 96,3%) dolazi do statistički značajnog pada koncentracija PCr. Uz drastičniji pad koncentracije PCr u vlaknima tipa II nasuprot vlakana tipa I, a pritom uočene početne vrijednosti u vlaknima tipa II su bile veće. Glavni cilj ovog eksperimenta bio je kvantificirati doprinos PCr-a i glikogena u resintezi ATP-a tijekom kratkotrajne maksimalne vježbe u različitim vrstama mišićnih vlakana. Kod istraživanja koje su Chen i suradnici (2003) proveli je primarno proučavalo učinak intenziteta vježbanja na signalizaciju adenzin-monofosfat protein kinaze (AMPKA) skeletnih mišića kod osam muškaraca koji su vozili bicikl 20 minuta pri tri različita intenziteta od maksimalne potrošnje kisika niskom ( $40 \pm 2\%$  VO<sub>2</sub>max), srednjem ( $59 \pm 1\%$  VO<sub>2</sub>max), i visokom ( $79 \pm 1\%$  VO<sub>2</sub>max). Rezultati su pokazali da opterećenja srednjeg intenziteta od oko 60% maksimalnih vrijednosti dovode do

statistički značajno povišenih vrijednosti Cr u slobodnom obliku, dok su vrijednosti fosforaliziranog kreatina PCr smanjene. Iz kliničkih istraživanja i prakse poznato je da čak i blagi porast u koncentraciji tHcy iznad normalnih vrijednosti može povećati rizik od kardiovaskularnih bolesti za 60% odnosno 80% (Stead i sur., 2001). Na osnovu ovakvih prethodnih kliničkih istraživanja Sotgia i suradnici (2007) pokazali su da nema statistički značajnih promjena u koncentraciji tHcy-a kod sportaša i sedentarnih osoba prilikom progresivnog maksimalnog testa opterećenja na biciklu ergometru. Njihovo istraživanje je među prvima pokazalo promjene koncentracije GAA u krvi kod obje grupe ispitanika. Tada je zabilježen pad vrijednosti GAA prosječno za 16,1% kod obje grupe, a vrijednosti razine Cr u krvi bile su uvelike različite sa trendom porasta vrijednosti za 3% nakon samog test protokola.

Štajer i suradnici (2016) su potvrdili da nakon svakog kratkog i maksimalno intenzivnog protokola kardiorespiratorne i mišićne forme dolazi do statistički značajnih promjena u koncentraciji GAA, Cr u krvi. Kao odgovor na oba protokola vježbanja, kod oba spola i na cjelokupnom uzorku statistički je značajno zabilježen pad koncentracije GAA. Točnije trčanje do maksimalnog voljnog otkaza izazvalo je veći pad GAA u krvi odmah poslije aktivnosti u usporedbi sa testiranjem snažne izdržljivosti gornjih ekstremiteta potiskom sa ravne klupe na cjelokupnom uzorku (20,3% vs. 11,2%) i prema spolu (muškarci: 22,0% vs. 11,0%; žene: 17,2% vs. 8,0%). Koncentracija rasta Cr u oba protokol sugerira da dolazi do rapidnog trošenja GAA u procesu sinteze Cr, a zatim i do spontanog prelaska Cr u Crn. Statistička značajnost nije uvijek pratila postotni rast vrijednosti Cr u test protokolima. Al Fazazi i suradnici (2018) kroz sličan protokol-testa potiskom sa ravne klupe u više uzastopnih serija sa vanjskim opterećenjem od 30% od tjelesne mase kod muških ispitanika su pokazali da dolazi do pada vrijednosti GAA u serumu (za  $9,6 \pm 7,3\%$ ), praćenog porastom vrijednosti koncentracije Cr (za  $5,0 \pm 2,5\%$ ) odmah nakon test protokola koncentracije su ostale značajno smanjene i nakon 15 i 60 minuta praćenja nakon vježbanja za 9,9 odnosno 5,1% za GAA. Međutim, koncentracije GAA poslije 24 sata nakon eksperimentalnog protokola vratile su se na početne vrijednosti, što sugerira na uspostavu homeostaze GAA za sljedeći protokol vježbanja sljedećeg dana.

Statistički značajna povezanost između promjena koncentracije GAA, Cr u serumu sa tradicionalnim biomarkerima zamora interleukinom 6 (IL6), kortizol (Cor), laktati (Lac), kreatin kinaza (CK), je ispitana tijekom eksperimentalnog protokola u kojem su ispitanici (aktivni sportaši) trčali do maksimalnog voljnog otkaza na pokretnoj traci, pri konstantnoj individualnoj brzina trčanja na anaerobnom pragu (Štajer i sur., 2018). Serumski GAA i kreatin slabo koreliraju sa odgovorima u krvi izazvanim treningom na anaerobnom pragu i mišićne specifične kreatin kinaze i nivoa interleukina-6, ili sa ocjenjenim percipiranim opterećenjem. Neznačajan negativan trend ( $r = -0,68$ ) je pronađen između serumskog GAA i kreatin kinaze, što ukazuje na moguću inverznu vezu niske do umjerene vrijednosti između ove dvije promjenjive varijable. Rezultati pokazuju ograničenu primjenljivost serumskih indikatora metabolizma kreatina kao biomarkera u trčanjima maksimalnim vrijednostima kod aktivnih muškaraca. Međutim, identificirane su značajne pozitivne korelacije između GAA i Cr, i stres hormona kortizola. Povećanje GAA je praćeno povećanjem razine kortizola u serumu, što ukazuje na vezu između dostupnosti GAA-Cr i kortizola. Pošto kortizol djeluje kao modulator uzimanje aminokiselina u visokoenergetskim tkivima (Christiansen i sur., 2007), oslobođanje kortizola izazvano vježbama može inhibirati unos GAA i Cr u skeletni mišić.

#### 4. OTVORENO PITANJE I IZAZOVI PRIMJENE Cr I GAA KAO MARKERA ZAMORA

Dobar dio istraživanja u kojima se kvantificirala koncentracija Cr i GAA tijekom različitih protokola tjelesnog vježbanja u osnovi ne obuhvaća populaciju sportaša i njenih pod grupa. Zato je potrebno jasno i precizno postaviti uključujuće i isključujuće kriterije kojima bi točno definirali rang sportaša prilikom uključivanja u buduće studije. Velika različitost u metodologiji vremena kad se prikupljaju uzorci i samo dizajniranje eksperimentalnih protokola predstavlja otvoreno pitanje utvrđivanja zlatnog standarda za različite sportove. Spolne razlike sportaša, a imajući na umu da na primjer AGAT enzim koji je sudjeluje u sintezi GAA je stimuliran testosteronom, dok je glavni transporter GAA (SLC6AB) smanjen estrogenom (Curt i sur., 2013.), impliciraju na moguću razliku vezanu uz spol u odgovoru serumskog GAA tijekom različitih trenajnih protokola. Izazov svakako predstavlja i činjenica da dosadašnja istraživanja pokazuju relativno slabu korelacijsku vezu sa standardnim markerima umora, poput interleukin 6, laktata i kreatin kinaze. To može biti rezultat procijenjenih zasebnih domena fiziologije vježbanja (npr. bioenergetika u odnosu na mišićna oštećenja i upale) i/ili vremenski osjetljive varijacije u specifičnim odgovorima na i vježbanje, pri čemu serumski Cr i GAA možda odmah reagira na vježbanje, dok su drugi bio markeri karakterizirani relativno sporim otpuštanjem iz ciljnih stanica. S druge strane, dokazana je umjerena do jaka pozitivna korelacija između promjena u serumskim razinama kortizola i GAA tijekom vježbanja ( $r = 0,79$ ) (Štajer i

sur., 2018), što ukazuje na vezu između hormona stresa i narušene bioenergetike. Potrebne su daljnje studije kako bi se procijenio mogući utjecaj cirkulirajućeg kortizola na ekspresiju i aktivnost SLC6A8, zajedno s potencijalnim utjecajem GAA na sintezu kortizola u kori nadbubrežne žlijezde (Stajer i sur., 2019).

## 5. ZAKLJUČAK

Cr i GAA su važni intermedijatori u staničnoj bioenergetici, a široka i rasprostranjena lepeza metaboličkih funkcija u koje se oni uključuju čini ih vrlo vjerojatno pouzdanim biokemijskim markerima zamora prije, tijekom i nakon tjelesnog vježbanja. Kreatinski metabolizam je i dalje nedovoljno istražen i daljnja fundamentalna istraživanja su neophodna kako bi se potvrdila povezanost Cr i GAA i umora.

## 6. LITERATURA

1. Abernethy, B. (2012). Biofiziološke Osnove Ljudskog Pokreta. Beograd: Data Status.
2. Al Fazazi, S., Stajer, V., Drid, P., Maksimovic, N., Milosevic, Z., i Ostojic, S. M. (2019). 24- hour dynamics for serum biomarkers of creatine metabolism after an acute session of exhaustive resistance exercise in active men. *Science & Sports*, 34(3), 181-185.
3. Alsever, R. N., Georg, R. H., i Sussman, K. E. (1970). Stimulation of insulin secretion by guanidinoacetic acid and other guanidine derivatives. *Endocrinology*, 86(2), 332–336.
4. Braissant, O. (2012). Creatine and guanidinoacetate transport at blood-brain and blood- cerebrospinal fluid barriers. *Journal of inherited metabolic disease*, 35(4), 655-664.
5. Chen, Z. P., Stephens, T. J., Murthy, S., Canny, B. J., Hargreaves, M., Witters, L. A., ... i McConell, G. K. (2003). Effect of exercise intensity on skeletal muscle AMPK signaling in humans. *Diabetes*, 52(9), 2205-2212.
6. Christiansen, J. J., Djurhuus, C. B., Gravholt, C. H., Iversen, P., Christiansen, J. S., Schmitz, O., ... i Møller, N. (2007). Effects of cortisol on carbohydrate, lipid, and protein metabolism: studies of acute cortisol withdrawal in adrenocortical failure. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(9), 3553-3559.
7. Curt, M. J. C., Cheillan, D., Briand, G., Salomons, G. S., Mention-Mulliez, K., Dobbelaere, D., ... i Valayannopoulos, V. (2013). Creatine and guanidinoacetate reference values in a French population. *Molecular genetics and metabolism*, 110(3), 263-267.
8. Curt, M. J. C., Voicu, P. M., Fontaine, M., Dessein, A. F., Porchet, N., Mention-Mulliez, K., ... i Vamecq, J. (2015). Creatine biosynthesis and transport in health and disease. *Biochimie*, 119, 146-165.
9. Derave, W., Marescau, B., Eede, E. V., Eijnde, B. O., De Deyn, P. P., i Hespel, P. (2004). Plasma guanidino compounds are altered by oral creatine supplementation in healthy humans. *Journal of Applied Physiology*, 97(3), 852-857.
10. Edison, E. E., Brosnan, M. E., Meyer, C., i Brosnan, J. T. (2007). Creatine synthesis: production of guanidinoacetate by the rat and human kidney in vivo. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 293(6), F1799-F1804.
11. EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). (2016). Safety and efficacy of guanidinoacetic acid for chickens for fattening, breeder hens and roosters, and pigs. *EFSA Journal*, 14(2), 4394.
12. Greenhaff, P. L., Nevill, M. E., Soderlund, K., Bodin, K., Boobis, L. H., Williams, C., i Hultman, E. (1994). The metabolic responses of human type I and II muscle fibres during maximal treadmill sprinting. *The Journal of physiology*, 478(1), 149-155.
13. Grujic, N. (2004). *Fiziologija sporta*. Novi Sad: Futura.
14. Herda, J. T., i Cramer, T. J. (2016). Bioenergetics of Exercise and Training. U G. G. Haff i N. T. Triplett (urednici), *Essentials of strength training and conditioning 4<sup>th</sup> edition* (str. 43–63). Champaign, IL: Human Kinetics: National Strength and Conditioning Association.
15. Hoffman, J. R., i Stout, J. R. (2008). Performance Enhancing Substances. U T. R. Baechle, i R. W. Earle (urednici), *Essentials of strength training and conditioning 3<sup>rd</sup> edition* (str. 179- 200). Champaign, IL: Human Kinetics: National Strength and Conditioning Association.
16. Kan, H. E., Jan Renema, W. K., Isbrandt, D., i Heerschap, A. (2004). Phosphorylated guanidinoacetate partly compensates for the lack of phosphocreatine in skeletal muscle of mice lacking guanidinoacetate methyltransferase. *The Journal of physiology*, 560(1), 219- 229.

17. Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada L. A., Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 1-18.
18. Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017). Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 31(10), 2920.
19. Mooren, F., i Klaus, V. (2005). Molecular and cellular exercise physiology. Champaign, IL: *Human Kinetics*.
20. Ostojic, S. M. (2016b). Exercise-induced mitochondrial dysfunction: a myth or reality?. *Clinical Science*, 130(16), 1407-1416.
21. Ostojic, S. M., Ostojic, J., Drid, P., Vranes, M., i Jovanov, P. (2017). Dietary guanidinoacetic acid increases brain creatine levels in healthy men. *Nutrition*, 33, 149-156.
22. Pinto, C. L., Botelho, P. B., Carneiro, J. A., Mota, J. F. (2016). Impact of creatine supplementation in combination with resistance training on lean mass in the elderly. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 7(4), 413-421.
23. Stajer, V., Trivic, T., Drid, P., Vranes, M., i Ostojic, S. M. (2016). A single session of exhaustive exercise markedly decreases circulating levels of guanidinoacetic acid in healthy men and women. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(10), 1100-1103.
24. Stajer, V., Vranes, M., i Ostojic, S. M. (2018). Correlation between biomarkers of creatine metabolism and serum indicators of peripheral muscle fatigue during exhaustive exercise in active men. *Research in Sports Medicine*, 23(5), 1-8.
25. Sotgia, S., Carru, C., Caria, M. A., Tadolini, B., Deiana, L., i Zinellu, A. (2007). Acute variations in homocysteine levels are related to creatine changes induced by physical activity. *Clinical Nutrition*, 26(4), 444-449.
26. Stead, L. M., Au, K. P., Jacobs, R. L., Brosnan, M. E., i Brosnan, J. T. (2001). Methylation demand and homocysteine metabolism: effects of dietary provision of creatine and guanidinoacetate. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 281(5), E1095-E1100.
27. Šeper, V., Korovljević, D., Todorović, N., Štajer, V., Ostojic, J., Nešić, N., Ostojic, S. M. (2021). Guanidinoacetate-Creatine Supplementation Improves Functional Performance and Muscle and Brain Bioenergetics in the Elderly: A Pilot Study. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 1- 4.
28. Kibble, J. D., & Helsey, C. R. (2013). *Medicinska fiziologija : klinički kontekst*. Beograd: Data Status.
29. Kraemer, W. J., i Ratamess, N. A. (2005). Hormonal Responses and Adaptations to Resistance Exercise and Training. *Sports Med*, 35(4), 339-361.
30. Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A., & De Koning, J. J. (2017). Monitoring training loads: The past, the present, and the future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, 2-8.
31. Wallimann, T., Harris, R. (2016). Creatine: a miserable life without it. *Amino Acids*, 48, 1739.
32. Wyss, M., i Kaddurah-Daouk, R. (2000). Creatine and Creatinine Metabolism. *Physiological Reviews*, 80(3), 1107-1213.





