

УНИВЕРЗИТЕТ „СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“ - СКОПЈЕ
МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ
УНИВЕРЗИТЕТСКА КЛИНИКА ЗА НЕВРОХИРУРГИЈА

Миленко Костов

МОРФОМЕТРИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА АНЕВРИЗМИТЕ КАКО
ПРЕДИКТОРНИ ФАКТОРИ ЗА НИВНА РУПТУРА
докторска дисертација

Ментор:
проф. д-р Добрила Тосовска-Лазарова

Скопје, 2017

Благодарност:

- до мојот ментор, проф. д-р Добрила Тосовска-Лазарова, би сакал да ја изразам мојата најдлабока благодарност за водењето, давањето насоки, стручни совети и надзор при изработка на оваа докторска дисертација кои за мене беа од големо значење;

- до колегите од Клиниката за неврохирургија кои со своите стручни совети, сугестии и поддршка ми помогнаа во изработката на оваа докторска дисертација, особено до проф. д-р Александар Чапароски, на неговата несебична помош и поддршка при изработка на оваа докторска дисертација;

- исто така би сакал да му се заблагодарам на д-р Аце Додевски, кој секогаш ми излегуваше во пресрет и наоѓаше време за сите мои прашања и целосно и несебично се вложи во изработката на оваа студија со своите стручни совети, знаење и поддршка. Без него оваа студија немаше да биде реализирана.

На моето семејство

СОДРЖИНА

ИЗВАДОК.....	1
ABSTRACT.....	3
1. ВОВЕД	5
1.1. Историски податоци	6
1.2. Епидемиолошки карактеристики	7
1.3. Причини за настанување на аневризми	9
1.4. Класификација на аневризмите	10
1.4.1. Класификација на аневризмите според големината	10
1.4.2. Класификација на аневризмите според потеклото и формата	10
1.4.3. Класификација на аневризмите според локализацијата	12
1.5. Фактори на ризик за настанување на аневризмите	14
1.6. Фактори на ризик за руптура на аневризмите	15
1.7. Видови крварење на аневризмите	18
1.8. Клинички симптоми на аневризмите	19
1.9. Методи за дијагноза на аневризми	22
1.10. Третман на аневризмите	24
1.10.1. Опсервација на аневризмите	24
1.10.2. Хируршки третман	24
1.10.2.1. Предоперативен третман	25
1.10.2.2. Краниотомија	25
1.10.2.3. Васкуларна контрола	25
1.10.2.4. Хируршко клипсирање	25

1.10.3. Ендоваскуларен третман	26
2. МОТИВ ЗА ИЗРАБОТКА НА СТУДИЈАТА	29
3. ЦЕЛИ НА СТУДИЈАТА	30
4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ	31
4. 1. МАТЕРИЈАЛ	31
4. 2. МЕТОДИ	31
4. 3. СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА	35
5. РЕЗУЛТАТИ	36
5. 1. Дистрибуција на испитаници според пол	36
5. 2. Дистрибуција на испитаници според возраст	37
5. 3. Дистрибуција на испитаниците според локализација на аневризмите	39
5. 4. Дистрибуција на испитаниците според бројот на аневризмите	40
5. 5. Дистрибуција на испитаниците според формата на аневризмите	43
5. 6. Дистрибуција на испитаниците според дијаметарот на аневризмите	45
5. 7. Дистрибуција на испитаниците според вратот на аневризмите	48
5. 8. Дистрибуција на испитаниците според висината на аневризмите	49
5. 9. Дистрибуција на испитаниците според аголот на аневризмите	51
5. 10. Дистрибуција на испитаниците според аголот на инклинација на интракранијалните аневризми	52
5. 11. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на AR	54
5. 12. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на OR	55
5. 13. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на SR	57
5. 14. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на BNF	58

5. 15. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на HW	60
6. ДИСКУСИЈА	66
6.1. Дијаметар на аневризмата	66
6.2. Врат на аневризмата	70
6.3. Висина на аневризмата	70
6.4. Локализација на аневризмите	71
6.5. Агол на аневризмата и агол на инклинација	72
6.6. AR - aspect ratio	73
6.7. SR - size ratio	76
6.8. BNF - bottlneck factor	78
7. ЗАКЛУЧОЦИ	79
8. СПИСОК НА СКРАТЕНИЦИ	81
9. ЛИТЕРАТУРА	82

МОРФОМЕТРИСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА АНЕВРИЗМИТЕ КАКО ПРЕДИКТОРНИ ФАКТОРИ ЗА НИВНА РУПТУРА

Миленко Костов, Универзитетска клиника за неврохирургија - Скопје, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ Скопје, Р Македонија.

ИЗВАДОК

Интракранијалните аневризми претставуваат абнормално проширување на мозочните крвни садови. Инциденцата на интракранијалните аневризми кај возрасната популација изнесува од 2 до 6 %. Доколку аневризмите се остават нетретирани, тие ќе растат, што ќе доведе до руптура на аневризмата и појава на крварење во мозочниот паренхим, субдурално крварење или субарахноидална хеморагија. Овие состојби се карактеризираат со висока стапка на mortalitet и инвалидитет. Значењето на аневризмите се базира на фактот дека тие зафаќаат значаен дел од популацијата и при нивниот раст можат да руптурираат и да доведат до субарахноидална хеморагија, што претставува животозагрозувачка состојба. Имајќи ги предвид овие факти, се наметнува потребата од добро познавање на сите аспекти на интракранијалните аневризми.

Цел на студијата. Да се утврдат морфометриските карактеристики на аневризмите во однос на локализацијата, формата, димензиите на аневризмите и да се одредат геометриските индекси на аневризмите. Врз основа на овие параметри ќе се одреди ризикот за руптура на аневризмите и ќе се одреди најдобриот тераписки модалитет за третман на аневризмите.

Материјал и методи. Со студијата ќе биде опфатен репрезентативен примерок од 107 пациенти од двата пола на возраст над 18 години. Испитаниците се поделени во две групи. Испитуваната група ја сочинуваат 74 пациенти со руптурирана аневризма на мозочните крвни садови. Контролната група ја сочинуваат 33 пациенти што имаат неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови.

Резултати. Во оваа серија кај испитуваната и контролната група доминираат аневризмите на предната мозочна циркулација кои се среќаваат кај 87,84 %, односно кај 84,85 % од пациентите. Аневризмите на задната мозочна циркулација се среќаваат кај 12,16 % од пациентите од испитуваната група, односно кај 15,15 % од пациентите од контролната група. Присуство на една аневризма е дијагностицирано кај 75,57 % од пациентите кај испитуваната група,

додека кај контролната група една аневризма се јавува кај 81,82 % од пациентите. Мултипли аневризми се јавуваат кај 24,32 %, односно 18,18 % од пациентите кај испитуваната и контролната група. Аневризмите според формата се поделени во три групи, притоа доминантна форма се сакуларните аневризми кои се јавуваат кај 87,84 % од пациентите кај испитуваната група, односно кај 81,82 % од пациентите кај контролната група.

Средната вредност на дијаметарот на руптурираните интракранијални аневризми изнесува $7,04 \pm 3,06$ mm, додека кај неруптурираните аневризми изнесува $4,02 \pm 1,10$ mm. Средната вредност на ширината на вратот на руптурираните интракранијални аневризми изнесува $3,32 \pm 0,91$ mm наспроти $2,66 - 0,63$ mm кај неруптурираните аневризми. Средната вредност на висината кај руптурираните интракранијални аневризми изнесува $6,37 \pm 1,27$ mm наспроти $4,2 \pm 1,06$ mm кај неруптурираните аневризми. Средната вредност на AR изнесува $1,99 \pm 0,38$ кај руптурираните аневризми, додека кај неруптурираните аневризми изнесува $1,58 \pm 0,23$. Кај 81,08 % пациенти со руптурирана аневризма, вредноста на AR е поголема од 1,8. Средната регистрирана вредност на OR кај руптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува $1,47 \pm 0,53$ наспроти $0,87 \pm 0,27$ кај неруптурираните аневризми. Средната вредност на SR кај руптурираните интракранијални аневризми изнесува $2,59 \pm 0,99$, додека кај неруптурираните аневризми изнесува $1,36 \pm 0,31$. Кај 53 (71,62 %) пациенти е утврдена вредност на SR поголема од 2,05. Средната регистрирана вредност на BNF на руптурираните интракранијални аневризми изнесува $2,13 \pm 0,71$ наспроти $1,51 \pm 0,24$ кај контролната група со неруптурирани аневризми.

Заклучок. Познавањето на морфометриските карактеристики на интракранијалните аневризми е неопходно бидејќи врз основа на нив може да се утврди ризикот за руптура на аневризмите и да се спроведе елективен третман на неруптурираните аневризми. Фактори што го зголемуваат ризикот за руптура на аневризмите се: возраста на пациентите, дијаметарот на аневризмата, висината на аневризмите и геометриските индекси како AR, OR и SR. Морфометриските карактеристики на аневризмите се значајни и за планирање и спроведување на интервентните процедури на неврохирургијата.

Клучни зборови: аневризми, морфометриски карактеристики, дијагноза, третман, фактори на ризик за руптура

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF ANEURYSMS AS PREDICTORS OF ANEURYSM RUPTURE

Kostov Milenko, University Clinic for Neurosurgery, "Ss. Cyril and Methodius" University, Skopje, R. Macedonia

ABSTRACT

Intracranial aneurysms represent an abnormal expansion of the brain vessels. The incidence of intracranial aneurysms in the adult population is between 2 to 6%. If the aneurysms are left untreated, they will grow, which will lead to rupture of the aneurysm and bleeding in the brain parenchyma, subdural bleeding or subarachnoid haemorrhage. These conditions are characterized by a high rate of mortality and disability. The significance of aneurysms is based on the fact that they occupy a significant part of the population and, if they grow, that will lead to rupture of the aneurysm and subarachnoid haemorrhage, which is a life-threatening condition. If we take these facts into consideration, it is obvious that there is a need for excellent knowledge of all aspects of intracranial aneurysms.

Aim of the study: The aim of this study was to investigate the morphometric characteristics of the aneurysms in terms of localization, shape of aneurysms, dimensions of the aneurysms, and to determine the geometric indexes of aneurysms. Based on these parameters, we will be able to determine the risk for rupture of aneurysms and choose the best therapeutic modality for the treatment of aneurysms.

Material and Methods: The study included a representative sample of 107 patients of both sexes over the age of 18 years. The patients were divided into two groups. The study group consisted of 74 patients with ruptured aneurysm of the brain vessels. The control group consisted of 33 patients with unruptured aneurysm of the brain vessels.

Results: In both the examined and the control group of patients aneurysms of the anterior brain circulation were predominantly present; they were found in 87.84% of patients in the examined group and in 84.85% of patients in the control group. Aneurysms of the posterior brain circulation were found in 12.16% of patients in the examined group and in 15.15% of patients in the control group. The presence of one aneurysm was diagnosed in 75.57% of patients in the examined group, while in the control group one aneurysm occurred in 81.82% of patients. Multiple aneurysms occurred in 24.32% of patients in the examined group and in 18.18% of patients in the control group. According to the form aneurysms were divided into three groups; sacral aneurysms were predominant and they occurred in 87.84% of patients in the examined group, and in 81.82% of patients in the control group.

The mean diameter of the ruptured intracranial aneurysms was 7.04 ± 3.06 mm, while in the unruptured aneurysms 4.02 ± 1.10 mm. The mean neck width of ruptured intracranial aneurysms was 3.32 ± 0.91 mm vs. 2.66 ± 0.63 mm in the group with unruptured aneurysms. The mean value of height in ruptured intracranial aneurysms was 6.37 ± 1.27 mm vs. 4.2 ± 1.06 mm in unruptured aneurysms. The mean AR value was 1.99 ± 0.38 in ruptured aneurysms, while 1.58 ± 0.23 in unruptured aneurysms. In 81.08% of patients with ruptured aneurysm, the AR value was greater than 1.8. The mean registered value of OR in ruptured intracranial aneurysms in this series was 1.47 ± 0.53 vs. 0.87 ± 0.27 in unruptured aneurysms. The mean SR in ruptured intracranial aneurysms was 2.59 ± 0.99 , while in unruptured aneurysms 1.36 ± 0.31 . In 71.62% of patients, the SR value was greater than 2.05. The mean registered value of BNF of ruptured intracranial aneurysms was 2.13 ± 0.71 vs. 1.51 ± 0.24 in the control group with unruptured aneurysms.

Conclusion: Through knowledge of the morphometric characteristics of intracranial aneurysms is necessary, because on the basis of the morphometric characteristics of the aneurysms we can determine the risk of aneurysm rupture and to carry out elective treatment of unruptured aneurysms. Factors that increase the risk of rupture of aneurysms include: age of patients, diameter of aneurysm, height of aneurysms and geometric indices such as AR, OR and SR. The morphometric characteristics of the aneurysms are very important in planning and implementation of the interventional procedures in neurosurgery.

Keywords: aneurysms, morphometric features, diagnosis, treatment, risk factors for rupture

1. ВОВЕД

Мозокот е богато васкуларизиран орган. На мозокот отпаѓа само 2 % од вкупната телесна тежина, но тој добива една петтина од срцевиот минутен волумен. Мозочната циркулација е обезбедена од систем на крвни садови означен како Вилисов круг. Вилисовиот круг претставува мрежа од артерии што формираат една прстенеста структура на базата од мозокот. Вилисовиот круг го формираат парните внатрешни каротидни артерии со нивните гранки и `рбетните артерии со базиларната артерија и нивните гранки. Од внатрешната каротидна артерија се одделуваат како бочни гранки предната и средната мозочна артерија. Левата и десната предна мозочна артерија помеѓу себе се поврзани со предната комуникантна артерија. Овие крвни садови го градат предниот дел од Вилисовиот круг или ја сочинуваат предната мозочна циркулација. Левата и десната `рбетна артерија се соединуваат и ја даваат базиларната артерија. Како завршна гранка од базиларната артерија се одвојува задната церебрална артерија. Вертебробазиларниот систем со гранките го сочинува задниот дел од Вилисовиот круг или задната мозочна циркулација. Предната и задната мозочна циркулација меѓусебно се поврзани преку задната комуникантна артерија која се протега меѓу внатрешната каротидна артерија и задната церебрална артерија. Ваквиот распоред на крвните садови формира една функционална целина која обезбедува васкуларизација на мозокот [1, 2, 3].

Мозочните крвни садови можат да бидат зафатени со различни патолошки процеси, но посебно внимание привлекуваат аневризмите на мозочните крвни садови. Аневризмите претставуваат абнормално проширување на мозочните крвни садови [4, 5, 6, 7, 8]. Аневризмите настануваат како резултат на слабост на сидот, односно дефект на некој од слоевите на мозочните крвни садови [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Доколку аневризмите се остават нетретирани, тие ќе растат, што ќе доведе до нивна руптура и појава на крварење во мозочниот паренхим, субдурално крварење или многу почесто појава на субарахноидална хеморагија (САХ). САХ претставува катастрофален настан со стапка на морталитет од 25 % до 50 %. Траен инвалидитет се јавува кај 50 % од преживеаните, а само една третина од пациентите што доживеале САХ имаат позитивен исход [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

На аневризмите се разликуваат следните делови: врат на аневризмата, тело на аневризмата и дно или фундус на аневризмата [1, 2, 3]. Вратот и телото на аневризмата најчесто претставуваат продолжеток на самата носечка артерија на аневризмата. Пределот на фундусот на аневризмата е претставен со дефект на

средниот слој, фрагментирано изменета внатрешна еластична ламина и со фиброзни промени на надворешниот слој, односно адвентицијата [1, 2, 3].

1. 1. Историски податоци

Првите описи на аневризмите датираат од времето на Galen [7]. Во 1761 година Morgagni од Падова опишал аневризма на мозочните крвни садови при аутопсија [9, 10]. Во 1765 година, Francesco Biumi од Милано дава детален опис на руптурирана аневризма на внатрешната каротидна артерија при аутопсија и ги објаснил причините за смртта на пациентот [9, 10]. Во 1813 година, Blackall дава приказ на клиничката слика и аутопсискиот наод кај млада жена со руптурирана аневризма на мозочните крвни садови [9]. Во 1875 година, Hutchinson опишал аневризма на внатрешната каротидна артерија со парализа на третиот и шестиот кранијален нерв и како метод за третман предложил лигатура на артеријата [10]. Jean Luis Petit прв соопштува дека мозокот може да функционира откако ќе се исклучи од циркулација еден крвен сад. John Abernathy прв направил лигатура на каротидната артерија поради повреда на артеријата. Во 1808 год. Cooper прв направил лигатура на каротидната артерија поради аневризма. Техниките за проксимална артериска лигатура дополнително се усовршени од него и широко применувани во деветнаесеттиот век [11]. Подоцна, директното хируршко клипсирање ги заменува техниките на проксимална лигатура. Воведувањето на церебралната ангиографија од страна на Egas Moniz во 1927 година е значајно поради предоперативната дијагноза на аневризмите и планирање на хируршкиот третман [9, 10, 11]. Во 1936 година, за првпат е направена каротидна ангиографија од страна на Loman и Mayeron. Во 1931 година, Norman Dott ја направил првата планирана хируршка интервенција на аневризма на бифуркацијата на каротидната артерија. Тој ја обвиткал аневризмата со мускул, што довело до прекин на крварењето, пациентот одлично закрепнал и немал дополнителни крварења. На 23 март 1937 година, започнува нова ера во неврохирургијата, кога Walter Dandy прв направил клипсирање на вратот на аневризмата со сребрена клипса [11]. Во 1960 година, Jacobson го воведува оперативниот микроскоп што доведе до голем напредок на полето на микроневрохирургијата. Техниките за третман на аневризмите на предната и задната мозочна циркулација на полето на микроневрохирургијата биле детално разработени од страна на Yasargil и Drake [1]. Во 1972 година, воведувањето на компјутеризираната томографска ангиографија од страна на Hounsfield доведе до револуционерен напредок на полето на дијагностиката на интракранијалната

патологија. Ново поглавје во третманот на интракранијалните аневризми претставува воведувањето на ендоваскуларниот третман на аневризмите. Во 1939 година за првпат е направен ендоваскуларен третман на гигантска аневризма на внатрешната каротидна артерија. Во седумдесеттите години на дваесеттиот век, Serbinenko, кој се смета за основоположник на современиот ендоваскуларен третман, развил серија од катетри и балони кои биле специјално дизајнирани за оклузија на интракранијалните васкуларни лезии [7]. Во осумдесеттите и деведесеттите години на дваесеттиот век, Guglielmi развива комбиниран концепт на електротромбоза и ендоваскуларен пристап за третман на аневризмите [9, 10, 11, 12, 13].

1. 2. Епидемиолошки карактеристики

Според достапните податоци од литературата, инциденцата на интракранијалните аневризми покажува големи варијации кај возрастната популација. Според повеќе студии, инциденцата на интракранијалните аневризми изнесува од 2 до 6 % [4, 5, 6, 7, 8]. Инциденцата на интракранијалните аневризми во анатомските студии изнесува од 0,4 до 3,6 % [6]. При ангиографски испитувања, инциденцата на интракранијалните аневризми изнесува од 3,7 до 6,0 % [6]. Се смета дека анатомските студии ја намалуваат инциденцата на интракранијалните аневризми, додека ангиографските студии покажуваат поголема инциденца поради селективниот бијас. Li и соработниците, во студија спроведена во Кина кај популација на возраст од 35 до 75 години со МР ангиографија, утврдиле дека интракранијалните аневризми се јавуваат кај 7 % од популацијата. Кај европската популација, околу 1,8 % од испитаниците имаат интракранијални аневризми [2, 3].

Според Retarekar се проценува дека преваленцата на интракранијалните аневризми во општата популација варира од 0,2 до 9,9 % [3]. Во студијата спроведена од Winn и соработниците, преваленцата на интракранијалните аневризми изнесувала 0,65 % [14].

Интракранијалните аневризми почесто се јавуваат кај жените во споредба со мажите. Според одредени истражувања, соодносот жени наспроти мажи изнесува 2 спрема 1 [4, 5, 6, 7]. Според Brown и соработниците, неруптурирани интракранијални аневризми почесто се јавуваат кај жените во споредба со мажите и соодносот жени спрема мажи изнесува 3 спрема 1 [8]. Според Winn и

соработниците, 67 % од аневризмите се јавуваат кај женската популација, додека 33 % се јавуваат кај мажите [14].

Аневризмите почесто се јавуваат кај повозрасната популација, присуството на интракранијални аневризми кај децата е ретка појава. Инциденцата на интракранијалните аневризми во детската возраст претставува сè уште отворено прашање за кое се дебатира. Според Gemmete и соработниците, од 0,5 до 4,6 % од сите интракранијални аневризми се јавуваат кај пациенти помлади од 18 години [15]. Во студијата на Locksley и соработниците 0,6 % од руптурираните аневризми се јавуваат кај пациенти помлади од 18 години [16]. Доколку аневризмите се појават во детска возраст, тие почесто се локализирани во подрачјето на задната мозочна циркулација, односно кај 40 до 45 %. Аневризмите во детска возраст почесто се јавуваат кај машките деца и соодносот машки/женски деца изнесува 2 спрема 1 во корист на машките деца [15, 16].

Најголем дел од аневризмите се спорадични, само 10 % од пациентите имаат позитивна фамилијарна историја за аневризми [4]. Кај 30 % од пациентите што имаат аневризма се регистрираат мултипни аневризми [5]. Мултипни аневризми се јавуваат кај 14,57 % од испитаниците според Zhao, додека според Orz и соработниците мултипни аневризми се среќаваат кај 21 % од испитаниците [17, 18]. Juvela и соработниците во нивната студија утврдиле дека 23 % од пациентите имале мултипни аневризми [19].

Иако инциденцата на аневризми е слична во светски рамки сепак кога се анализира стапката на руптура на аневризмите се забележуваат географски, полови и возрасни разлики. Инциденцата на САХ предизвикана од руптурирана интракранијална аневризма изнесува 7 до 10 случаи на 100 000 жители годишно во повеќе региони во светот [20]. Во Централна и Јужна Америка и во Индија инциденцата на САХ е помала и изнесува 4 случаи на 100 000 жители годишно [20]. Според достапната литература, најниска стапка на САХ од 2,2 случаи на 100 000 жители е забележана во Кина. Во западните цивилизации инциденцата на САХ изнесува 6 до 8 случаи на 100 000 жители. Во Финска и Јапонија се забележува повисока инциденца на САХ во споредба со другите региони во светот. Според De Rooij, инциденцата на САХ во Финска изнесува 19,7 % на 100 000 жители, додека во Јапонија изнесува 22,7 % на 100 000 жители годишно [21]. Слични податоци во својата студија изнесуваат и Sendvei со соработниците, според кои инциденцата на САХ во Финска изнесува 20 % на 100 000 жители годишно, а во Јапонија 23 % на 100 000 жители годишно. Причините за овие разлики во инциденцата на САХ

засега остануваат непознати, иако се смета дека одредени фактори од средината придонесуваат за повисоката инциденца [20, 21].

1. 3. Причини за настанување на аневризми

Општоприфатен став е дека интракранијалните аневризми се стекнати лезии, сепак механизмот и начинот на кој се формираат аневризмите и понатаму останува непознат. Сидот на мозочните крвни садови е подложен на структурни промени во текот на целиот живот бидејќи е во постојана интеракција со механичките сили и компонентите на крвта. Аневризмите настануваат како резултат на дефекти во сидот на мозочните крвни садови [2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 13].

Кога зборуваме за механизмот на формирање на аневризмите, неопходно е да ја познаваме хистолошката градба на мозочните крвни садови. Хистолошката градба на мозочните крвни садови се разликува од хистолошката градба на артериите што ги снабдуваат со крв другите органи. Сидот на мозочните крвни садови е составен од три слоја: внатрешен слој или *tunica intima*, среден слој или *tunica media* и надворешен слој или *tunica adventitia*. Сидот на мозочните крвни садови се разликува од сидот на екстракранијалните артерии во тоа што кај интракранијалните артерии недостасува надворешна еластична ламина која кај екстракранијалните крвни садови се наоѓа помеѓу средниот и надворешниот слој. Дополнително мозочните артерии содржат помалку мазни мускулни влакна во средишната обвивка и внатрешната еластична ламина. Кој слој игра најзначајна улога при формирање на аневризмите, сè уште претставува предмет на дебата. Според повеќе истражувања, нарушувањето на интегритетот на внатрешната еластична ламина претставува основен услов за развој на аневризми на мозочните крвни садови. Внатрешната еластична ламина претставува важен слој на артерискиот сид затоа што обезбедува цврстина и еластичност на мозочните крвни садови. Затоа нарушувањата во градбата на овој слој ќе доведат до формирање на аневризми [7]. Дегенерацијата на овој слој претставува постојан наод кај сакуларните аневризми [7, 22]. Според Rowe и соработниците, пределот околу бифуркацијата на мозочните крвни садови заслужува посебно внимание поради неговата ранливост за формирање на аневризми [23]. Во регионот на бифуркацијата, мозочните крвни садови имаат атипична структура на сидот на крвниот сад со дисконтинуитет на мускулните влакна со преминација на колагените влакна споредбено со еластичните влакна. Во прилог на ова треба да се напомене дека неуниформната структура на сидот може да доведе до развој на аневризми. Според одредени истражувања, нарушувањето на мозочната

циркулација, односно нарушената хемодинамика и хипертензија доведуваат до зголемен хемодинамски стрес на мозочните крвни садови. Долготрајното дејство на овие фактори доведува до ремоделирање на сидот на крвните садови. Нарушувањето на структурата на крвните садови доведува до појава на аневризми [7, 22, 23].

1. 4. Класификација на аневризмите

Интракранијалните аневризми се класифицирани според различни карактеристики како етиологија, големина, форма, локализација итн.

1. 4. 1. Класификација на аневризмите според големината

Според големината, интракранијалните аневризми се поделени во следниве групи: мали аневризми со дијаметар на аневризмата до 5 mm, средни аневризми со дијаметар на аневризмата од 5 до 15 mm, големи аневризми со дијаметар на аневризмата од 15 до 25 mm и гигантски аневризми, каде што дијаметарот на аневризмата е поголем од 25 mm [3, 8, 10, 13, 19, 20].

1. 4. 2. Класификација на аневризмите според потеклото и формата

Според потеклото и формата аневризмите на мозочните крвни садови се делат на сакуларни, фузиформни, дисекантни, микотични и трауматски аневризми.

Сакуларните аневризми се карактеристични за предната мозочна циркулација. На сакуларните аневризми отпаѓаат околу 90 % од сите аневризми и затоа хируршки се најзначајни. Сакуларните аневризми настануваат како резултат на дефекти на мускулатурата во сидот на мозочните крвни садови [24].

Фузиформните аневризми се ретки и на нив отпаѓаат 3 до 13 % од сите интракранијални аневризми [25, 26, 27, 28]. Терминот фузиформни аневризми е морфолошки термин кој не го отсликува потеклото и клиничките карактеристики на лезијата [25]. Фузиформните аневризми почесто се јавуваат на задната мозочна циркулација, на предната мозочна циркулација се ретки и најчесто се среќаваат кај средната мозочна артерија и внатрешната каротидна артерија [25, 26]. Фузиформните аневризми почесто се јавуваат кај лица од постара животна доба [26, 27]. Тие најчесто се развиваат на ектатични, извиткани крвни садови и може да достигнат дијаметар до неколку сантиметри [25]. Фузиформните аневризми се делат на два типа: едноставни, каде што од аневризмата не

излегуваат бочни гранки на крвниот сад и сложени, каде што од аневризмата излегуваат бочни гранки на крвниот сад [28].

Дисекантните аневризми најчесто настануваат како резултат на трауматско раскинување на сидот на крвниот сад и доведуваат до појава на т.н. лажен лумен преку кој циркулира крвта [29, 30, 31, 32]. Дисекантните аневризми најчесто ги зафаќаат крвните садови на вертебробазиларниот систем, додека на крвните садови од предната мозочна циркулација се многу поретки [29, 30]. Дисекантните аневризми почесто се јавуваат кај младата популација [31, 32].

Микотичните или инфективни аневризми настануваат поради директна инвазија и деструкција на сидот на крвните садови. На микотичните аневризми отпаѓаат од 0,7 до 5,4 % од интракранијалните аневризми [33]. Микотичните аневризми кога ќе руптурираат се карактеризираат со стапка на mortalитет од 80 % [34]. Според Lang, стапката на mortalитет на неруптурираните микотични аневризми изнесува 30 % [35]. Денес со воведување на антибиотската терапија, стапката на mortalитет на руптурираните микотичните аневризми изнесува од 12 до 32 % [36]. Микотичните аневризми најчесто се јавуваат во склоп на ендокардитис, менингитис и тромбофлебитис. Се претпоставува дека бактеријата од септичниот емболус преку механизмот на васа васорум доаѓа до адвентицијата и предизвикува инфламација. Артериските пулсации доведуваат до проширување на ослабнатиот сид на артеријата и формирање на аневризма [36]. Микотичните аневризми најчесто се фузиформни и ектатични, без сакуларни карактеристики и почесто се јавуваат на крвните садови од предната мозочна циркулација [35, 36]. Типични микроорганизми што доведуваат до појава на микотични аневризми се *Streptococcus viridans*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus fumigatus* и *Aspergillus flavus* [33, 34, 35, 36].

Трауматските аневризми настануваат при затворени или пенетрантни повреди на мозокот [37]. Во 1829 година, Smith го дава првиот приказ на трауматска аневризма докажана со аутопсија по повреда на главата. Според Miley и соработниците, на трауматските аневризми отпаѓаат помалку од 1 % од сите аневризми [38]. Трауматските аневризми почесто се јавуваат кај детската популација [39]. Овие аневризми најчесто настануваат како резултат на спортски повреди, сообраќајни несреќи или физички напад [37, 39, 40]. Механизмот на настанување на аневризмата е директна повреда на сидот на крвниот сад или истегнување на крвниот сад под влијание на силите што дејствуваат при повредата [37]. Трауматските аневризми почесто се наоѓаат на подрачјето на

предната мозочна циркулација [38]. Според големината, трауматските аневризми варираат од 2 до 15 mm. Според хистолошките промени може да се поделат во три групи, и тоа: вистински, лажни или псевдоаневризми и мешани, односно комбинација од првите два типа [24]. Кај вистинските или правите трауматски аневризми внатрешниот, средниот слој и внатрешната еластична ламина се нарушени, додека интегритетот на адвентицијата е сочуван. Кај лажните аневризми е нарушен интегритетот на сите слоеви, вклучително и на адвентицијата [24]. Бидејќи трауматските аневризми се фракилни и подложни на руптура, раната дијагноза и третман се од есенцијално значење [39]. Стапката на руптура на трауматските аневризми изнесува 19 %, додека стапката на морталитет изнесува од 32 до 54 % [40]. Трауматските аневризми најчесто се јавуваат 2 до 8 недели по повредата, но во литературата се опишани случаи кога поминуваат и години пред да се манифестираат [40].

1. 4. 3. Класификација на аневризмите според локализацијата

Според локализацијата околу 85 до 90 % од аневризмите се јавуваат на предната мозочна циркулација [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 19, 24, 41].

Аневризмите на внатрешната каротидна артерија сочинуваат од 30 до 35 % од сите интракранијални аневризми. Аневризмите на внатрешната каротидна артерија може да ги зафатат сите сегменти на артеријата, но за нас од посебен интерес се аневризмите што се појавуваат на кавернозниот и супраклиноидниот сегмент на артеријата. На кавернозниот сегмент се локализирани 3 до 5 % од сите интракранијални аневризми. Аневризмите на супраклиноидниот сегмент сочинуваат една третина од сите интракранијални аневризми [24].

Кај 30 до 35 % од случаите, аневризмите се локализирани на комплексот на предната мозочна и предната комуникантна артерија [27]. Според Figueiredo и соработниците, на аневризмите на предната комуникантна артерија отпаѓаат 39 % од вкупниот број аневризми [43]. Според Коо и соработниците, на предната комуникантна артерија отпаѓаат од 25 до 38 % од сите интракранијални аневризми [44]. Овие аневризми можат да се поделат во пет групи: аневризми на А1-сегментот од предната мозочна артерија или проксимални аневризми, аневризми на предната комуникантна артерија, аневризми на А2-сегментот или проксимални перикалозални аневризми, аневризми на А3 сегментот или класични перикалозални аневризми и аневризми на А4 и А5-сегментот или дистални аневризми. Аневризмите на А1-сегментот се ретки и на нив отпаѓаат 1,6 % од сите

интракранијални аневризми. Аневризмите на предната комуникантна артерија се најчести и на нив отпаѓа една третина од сите интракранијални аневризми. Аневризмите што се локализирани на А2 до А5-сегментот се ретки и на нив отпаѓаат од 2 до 4,8 % од сите интракранијални аневризми [24, 27, 43, 43, 44].

Застапеноста на аневризмите на средната мозочна артерија варира кај различни популации. Кај белата раса, аневризмите на средната мозочна артерија се застапени кај околу 20 % од случаите [1, 2, 17]. Исклучок претставува Финска, каде што аневризмите на средната мозочна артерија се најчести и на нив отпаѓаат околу 43 % од вкупниот број аневризми [45, 46, 47]. Според Morita и соработниците, во Јапонија на аневризмите на средната мозочна артерија отпаѓаат околу 36,2 % [46]. Аневризмите на средната мозочна артерија може да се поделат во три групи: проксимални, на бифуркацијата и дистални аневризми. Проксималните аневризми се локализирани на М1-сегментот од средната мозочна артерија. Аневризмите на бифуркацијата на средната мозочна артерија се локализирани на самата бифуркација, односно спојот на М1 и М2-сегментот. Дисталните аневризми се локализирани по бифуркацијата на средната мозочна артерија, односно М2-сегментот. Според Yasargil, проксималните аневризми се среќаваат кај 12 %, аневризмите на бифуркацијата кај 83 %, додека дисталните аневризми кај 5 % [1]. Според Elsharkawy, проксималните аневризми на средната мозочна артерија се застапени кај 31 % од случаите, на бифуркацијата кај 63 % од случаите, додека дисталните аневризми се среќаваат кај 6 % од случаите [47].

Во пределот на задната мозочна циркулација се јавуваат околу 10 до 15 % од сите интракранијални аневризми. Аневризмите на базиларниот апекс се најчести и тие сочинуваат 50 до 80 % од аневризмите на задната мозочна циркулација, или околу 5 % од сите интракранијални аневризми. Аневризмите на стеблото на базиларната артерија сочинуваат помалку од 1 % од сите интракранијални аневризми или околу 8 % од аневризмите на задната мозочна циркулација. Аневризмите на задната мозочна артерија сочинуваат 1 % од сите интракранијални аневризми. Тие најчесто се лоцирани на Р1 и Р2-сегментот од задната мозочна артерија. Аневризмите на предната долна церебеларна артерија се ретки и сочинуваат околу 1 % од сите интракранијални аневризми. Аневризмите на горната церебеларна артерија се ретки и најчесто настануваат помеѓу излезот на горната церебеларна артерија и задната мозочна артерија. Аневризмите на лобната артерија сочинуваат околу 33 % од аневризмите на задната мозочна циркулација. Според Lehto и соработниците 2,8 % од сите

интракранијални аневризми се локализирани на `рбетната артерија, а нивната преваленца варира од 2 до 3,5 % кај руптурираните аневризми. Тие се локализирани на самото стебло на `рбетната артерија или пред и по издвојувањето на PICA [1, 13, 17, 24, 46, 48].

1. 5. Фактори на ризик за настанување на аневризмите

Во литературата се наведени голем број фактори на ризик за развој на интракранијалните аневризми, кои може да се поделат како наследни и стекнати.

Вродени фактори на ризик за настанување на аневризмите се одредени генетски заболувања. Класичен пример претставува автосомно доминантната полицистична болест на бубрезите, Ehlers-Danlos syndrome, неврофиброматоза, дефицит на A1 анти трипсин, херeditарна хеморагична телеангијектазија. Кај 10 до 15 % од пациентите со автосомно доминантна полицистична болест на бубрезите се јавуваат интракранијални аневризми [2, 3, 5, 6, 8, 10, 19, 20, 41, 47, 49, 50, 51, 52, 53].

Стеknати фактори на ризик за развој на аневризмите се: возраст, хипертензија, хиперхолестеринемија, пушење, консумирање на алкохол, дефицит на естроген, стеноза на каротидните артерии, употреба на дроги, посебно кокаин [10, 19, 20, 41, 47, 49, 50, 51, 52, 53].

Позитивната фамилијарна историја има одредена улога во појавата, растот и руптурата на аневризмите. Позитивната фамилијарна историја за присуство на интракранијалните аневризми се дефинира како состојба каде што два или повеќе члена на семејството, кои се роднини од прво или второ колено, имаат аневризма. Фамилијарната појава на интракранијалните аневризми сугерира дека постојат одредени генетски компоненти или генетски дефинирани дефекти во сидот на крвните садови кои доведуваат до појава на интракранијални аневризми. Кај 6 до 20 % од пациентите со субарахноидална хеморагија се открива позитивна фамилијарна историја за интракранијални аневризми. Неколку студии покажуваат дека лицата со позитивна фамилијарна историја за интракранијални аневризми многу почесто имаат мултипли аневризми и овие аневризми имаат поголема склоност за руптура и при помали димензии [4, 5, 6, 7, 49, 50, 51, 52].

Растот и руптурата на аневризмите се објаснуваат механички и патохистолошки врз база на структурата на сидот, хемодинамиката и екстратуралните фактори. Аксијалниот проток заедно со константниот пулсирачки

млаз го слабеат сидот на крвниот сад, особено на местата на бифуркација, со што доведуваат до раст и руптура на аневризмата.

1. 6. Фактори на ризик за руптура на аневризмите

Доколку се земе предвид високата стапка на смртност при руптура на аневризмите, одредувањето на веројатноста за руптура на аневризмите претставува еден од клучните фактори при третман на аневризмите. Неколку големи студии покажаа дека годишната стапка на руптура на аневризмите се движи од 1,46 до 1,9 % [19, 41]. Според интернационалната студија за неруптурирани интракранијални аневризми, кај пациентите со дијаметар на аневризмата помал од 10 mm, кои немаат претходна историја за САХ, ризикот за руптура на аневризмата изнесува 0,05 % на годишно ниво. Според оваа студија, кај пациентите со дијаметар на аневризмата поголем од 10 mm ризикот за руптура на аневризмата изнесува 1 % [54]. Според овие сознанија, ризикот за руптура на аневризмите е многу помал отколку што се мислело во минатото. Овој став ги менува и препораките за третман на аневризмите бидејќи ризиците што ги носи самата интервенција го надминуваат ризикот од руптура на аневризмата.

Истражувањата спроведени во неколку студии покажаа дека врз ризикот за руптура на аневризмите влијаат повеќе фактори како: големина на аневризмата, возраст на пациентот, локализација на аневризмата, позитивна фамилијарна историја, претходна историја на САХ, хипертензија, пушење и консумирање алкохол [49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56].

Големината на аневризмата е еден од најзначајните фактори што влијае врз ризикот за руптура на аневризмата. Општоприфатен став е дека ризикот за руптура на аневризмата се зголемува правопрпорционално со напречниот пресек на аневризмата [49]. Од достапните податоци во литературата може да се утврди дека поголемите аневризми имаат поголем ризик за руптура. Иако поголемите аневризми имаат поголем ризик за руптура, малите аневризми не треба да бидат занемарени. Повеќе студии сугерираат дека аневризмите поголеми од 10 mm имаат поголем ризик за руптура [50]. Според студијата на ISUIA, аневризмите со дијаметар помал од 7 mm имаат стапка за руптура од 0 до 2,5 %. Стапката за руптура на аневризмите од 7 до 12 mm изнесува 2,6 до 14,5 %. Кај аневризмите со дијаметар од 12 до 24 mm стапката за руптура на аневризмите се движи од 14,5 до 18,4 % и 40 до 50 % за аневризмите со дијаметар поголем од 25 mm [54].

Пушењето, исто така се наведува како еден од факторите на ризик што ја зголемува инциденцата за руптура на аневризмите. Активните пушачи и пациентите со историја за користење цигари имаат поголем ризик за руптура на аневризмите во споредба со пациентите што не пушат [19]. Ризикот за руптура на аневризмата кај поранешните пушачи изнесува 2,7 % споредбено со ризикот за руптура на аневризма кај активни пушачи кој изнесува 6,1 % [49]. Според Isaksen, Ohkuma, Broderick и соработниците пушењето цигари е најзначаен ризик-фактор за руптура на аневризмите [51, 52, 53, 55]. Механизмот за тоа на кај начин влијаат цигарите врз зголемување на ризикот за руптура на аневризмите, сè уште не е разјаснет. Се смета дека пушењето цигари доведува до транзиторна хипертензија што доведува до руптура на аневризмата. Според други сознанија, долготрајното пушење доведува до ослободување на протеолитички ензими кои го ослабнуваат сидот на мозочните крвни садови, што доведува до формирање и руптура на аневризмите [51, 52, 53, 55].

Хипертензијата како фактор на ризик за руптура на аневризмите. Хронично зголемениот систолен крвен притисок претставува силен фактор за руптура на аневризмата [19, 20]. Во студијата спроведена од Sandvei и соработниците во Норвешка, умереното покачување на систолниот крвен притисок од 130 до 139 mm Hg и тешкото покачување на систолниот крвен притисок повисоко од 170 mm Hg е асоциран со зголемен ризик за руптура на аневризмите [20]. Хипертензијата како значаен фактор на ризик за руптура на аневризмите се наведува и во студиите спроведени од Kubota, Isaksen, Broderick и соработниците. Дневните варијации на крвниот притисок се поврзани со зголемен ризик за руптура на аневризмата [52, 53, 55].

Алкохолот како фактор на ризик за руптура на аневризмите. Консумирањето алкохол како фактор на ризик за руптура, се наведува во истражувањето спроведено од Ohkuma, Isaksen, Broderick и соработниците. Механизмот за тоа на кој начин консумирањето алкохол доведува до руптура на аневризмите, не е целосно разјаснет. Според одредени истражувања, консумирањето алкохол доведува до хипертензија која го зголемува ризикот за руптура на аневризмите. Сепак, анализа на влијанието на алкохолот како ризик-фактор за руптура на аневризмите е тешко да се спроведе, бидејќи не можеме да бидеме сигурни дека се точни податоците што ги добиваме од пациентите [51, 52, 52, 55].

Кокаинот како фактор на ризик за настанување и руптура на аневризмите се наведува во повеќе студии. Според Broderick, Zacharia и соработниците

употребата на кокаин доведува до турбуленции на крвта и транзиторните хипертензии кои водат до руптура на аневризмите. Меѓу корисниците на кокаин, аневризми биле пронајдени кај значително помлади пациенти и кај мозочните крвни садови со помал дијаметар [49, 53].

Локализацијата на аневризмите како фактор на ризик за руптура. Локализацијата на аневризмите игра значајна улога при одредување на ризикот за руптура на аневризмите [19, 20, 24, 41, 50, 55, 56]. Аневризмите што се локализирани во задната мозочна циркулација имаат поголем ризик за руптура во споредба со аневризмите локализирани во предната мозочна циркулација. Според Forget и соработниците, најчесто руптурираат аневризмите на предната комуникантна артерија кај 29 % од испитаниците, потоа аневризмите на задната комуникантна артерија кај 19,6 % од испитаниците, на базиларната артерија кај 14,7 % од испитаниците и на средната мозочна артерија кај 11,8 % од испитаниците [56]. Вредно е да се напомене дека постои латерализација при руптура на аневризмите. Така, соодносот на руптурирани аневризми кај предната мозочна артерија лево наспроти десно изнесува 1,24. Соодносот десно наспроти лево руптурирани аневризми кај средната мозочна артерија изнесува 1,40 односно 1,55 за задната комуникантна артерија. Кај аневризмите локализирани на бифуркацијата на заедничката каротидна артерија, латерализацијата е во корист на левата страна и изнесува 0,76 [50].

Морфометриските индекси како фактор на ризик за руптура. Неколку студии се фокусираат на анализа на одредени геометриски индекси на аневризмите и ризикот за руптура. Важно е да се напомене дека хемодинамиката во аневризмата е силно зависна од геометриските карактеристики на анеуризмалното кесе и хранителната артерија. Параметрите што ги опишуваат геометриските карактеристики на аневризмата, даваат добар приказ на хемодинамиката на аневризмата и на тој начин може да се предвиди ризикот за руптура на аневризмата. Денес, голем број студии се фокусираат на анализа на геометриските параметри на аневризмите од кои најзначајни се: ширина на вратот на аневризмата, максималниот дијаметар и висина на аневризмата; аголот на аневризмата; аголот на инклинација на аневризмата. Значајни како и индексите што се добиени од овие параметри и тоа: OR (ostium ratio), AR (aspect ratios, SR (size ratio) и DR кој претставува сооднос помеѓу дијаметарот на аневризмата и OR [57, 58, 59, 60, 61, 62, 63].

Според Ryu и соработниците соодносот помеѓу вратот и висината на аневризмата и соодносот помеѓу волуменот и вратот на аневризмата претставуваат најзначајни геометриски индекси кои укажуваат на ризикот за руптура на аневризмата [64].

Неколку студии се фокусираат на аголот на аневризмата како сигнификантен параметар кој укажува на ризикот за руптура на аневризмата. Кај 80 % од сите руптурирани аневризми, вредноста на аголот на аневризмата е поголема од 112° , додека кај 81,8 % од сите неруптурирани аневризми, вредноста на аголот на аневризмата е помала од 112° . Според Lin и соработниците руптурираните аневризми се асоцирани со поголем агол на аневризмата во споредба со неруптурираните аневризми [57, 59].

Според Dhar и соработниците size ratio претставува значаен и сигнификантен параметар за проценка на ризикот за руптура на аневризмата. Кај 77 % од руптурираните аневризми вредноста на овој индекс е поголема од 2,05, додека кај 83,% од неруптурираните аневризми вредноста на овој индекс е помала од 2,05. Истражувањето на Lin е во согласност со истражувањето на Dhar, според кој руптурираните аневризми се поврзани со повисока вредност на size ratio [57].

Според Lin и соработниците вредноста на aspect ratio е поголема кај руптурираните аневризми во споредба со неруптурираните аневризми. Кај 80 % од руптурираните аневризми вредноста на aspect ratio е поголема од 1,6 додека кај 90% од неруптурираните аневризми вредноста на овој индекс е помала од 1,6 [59].

Поврзаноста на индексот на телесна маса и ризикот за руптура на аневризмата останува несигурен. Според одредени студии, како на Zacharia и соработниците нискиот индекс на телесна маса е поврзан со зголемен ризик за руптура на аневризмата и појава на САХ. Спротивно на тврдењето на Zacharia, според Isaksen и соработниците индексот на телесната маса нема влијание врз ризикот за руптура на аневризмите и појава на САХ [49, 51].

1. 7. Видови крварење на аневризмите

Може да се јават три вида крварење на аневризмата: фисура на аневризмата, руптура на аневризмата и експлозија на аневризмата.

Фисура на аневризмата е бенигна форма на крварење која се карактеризира со главоболка што поминува за неколку часа. При лумбална пункција се добива бистар или лесно хеморагичен ликвор. Крварењето многу тешко се забележува на сликите со КТ.

Руптурата на аневризмата се карактеризира со разорување на сидот на аневризмата и излевање на крв во субарахноидалниот простор, а понекогаш и во субдуралниот простор. Крвта може да продре во мозочните комори и мозочниот паренхим. На местото на расцепот се формира коагулум кој создава бариера што спречува понатамошно крварење.

Експлозијата на аневризмата се карактеризира со распад на телото на аневризмата што доведува до масивно крварење. Крвта продира во мозочниот паренхим и коморите. Кај најголем дел од случаите доаѓа до смртен исход [1, 24].

1. 8. Клинички симптоми на аневризмите

Клиничката слика на интракранијалните аневризми може да се подели во две основни категории: неруптурирани и руптурирани аневризми [1, 2, 3, 4, 5, 6,].

Најголем дел од интракранијалните аневризми се асимптоматски и остануваат неоткриени сè додека не настане руптура на аневризмата [2, 65, 66]. Клиничките симптоми на неруптурирана аневризма се многу суптилни. Само 10 до 15 % од пациентите со неруптурирана интракранијална аневризма имаат клинички манифестации, додека преостанатиот дел се идентификуваат како случаен наод при спроведување на испитувања поради други клинички состојби [6]. Кога е присутна аневризмата, симптомите се должат на мас-ефектот од аневризмата или од минималното истекување на крв кое ги иритира мозочните обвивки. Ова истекување на крв не е доволно да се означи како хеморагија. Кај 51 % од пациентите со неруптурирана аневризма нема никакви симптоми, кај 17 % од пациентите со неруптурирана аневризма присутни се акутни симптоми, додека кај 32 % од пациентите со неруптурирана аневризма присутна е хронична симптоматологија [4, 65]. Акутни симптоми на неруптурирана аневризма се главоболка, транзиторни исхемични атаки, епилептични напади и невропатија. Хронични симптоми на неруптурирана аневризма се главоболка, визуелни дефекти, слабост, болка на лицето и други. Овие симптоми се предупредување за опасност од руптура на аневризмата и појава на субарахноидална хеморагија [1, 4, 6, 7]. Неруптурираната симптоматска аневризма на задната комуникантна артерија се манифестира со парализа на третиот кранијален нерв кај 87 %, 25

главоболка кај 85 % и болка во пределот на орбитите кај 59 % од пациентите. Кај пациенти со симптоматска неруптурирана аневризма на офталмичната артерија се јавува главоболка кај 61 %, орбитална болка кај 32 %, нарушување на видот кај 29 %, парализа на третиот кранијален нерв кај 19 %, парализа на четвртиот кранијален нерв кај 10 %, тригеминална невралгија кај 13 % и слабост кај 13 % [66]. Аневризми на внатрешната каротидна артерија во пределот на кавернозниот синус се јавува пареза на четвртиот, петиот и шестиот кранијален нерв кај 61 %, ретробулбарна болка кај 23 % и тригеминална болка кај 10 % од пациентите [65].

САХ останува најчест знак за клиничка презентација на руптура на аневризмите. Карактеристични симптоми кај пациентите со руптурирана аневризма и појава на САХ се: главоболка која пациентот ја опишува како најлошата главоболка во неговиот живот. Покрај главоболката кај пациентот се јавуваат и други симптоми што настануваат како резултат на крвните продукти во просторот помеѓу пајажинестата и внатрешната мозочна обвивка, кои создаваат една комплексна клиничка слика. Почетокот на главоболката може но не мора да биде придружен со гадење, повраќање, нарушување на свеста, фокален невролошки дефицит, вкочанетост на вратот и епилептични напади [10, 19, 20, 41, 54, 65, 66].

Вкочанетоста на вратот, заедно со главоболката и фотофобијата се типични знаци за надразнетост на менингиите од крвните продукти. Крвните продукти во субарахноидалниот простор доведуваат до формирање на крвни згрутчувања во арахноидните гранулации што доведува до нарушена ресорпција на цереброспиналната течност и појава на хидроцефалус. Зголемувањето на интракранијалниот притисок е животозагрозувачка ситуација која води до церебрална хернијација, намалување на крвниот проток и појава на мозочни инфаркти. Мозочните инфаркти можат да бидат предизвикани и од локализиран или генерализиран вазоспазам на крвните садови од Вилисовиот круг. Дополнително, вазоспазмот може да се манифестира и со фокален невролошки дефицит. Повраќањето претставува чест но неспецифичен симптом кој се јавува кај 50 % од пациентите. Нарушување на свеста од различен степен со различно времетраење е присутно кај две третини од пациентите. Епилептични напади се јавуваат кај 6 до 7,3 % од пациентите. Кога се присутни, епилептичните напади претставуваат значаен симптом за САХ предизвикан поради руптура на аневризма [55, 56].

Руптурата на аневризмите во субдуралниот простор се манифестира со појава на субдурален хематом, се среќава кај 0,5 до 7,9 % од пациентите. Акутниот субдурален хематом предизвикан од руптура на аневризма, за првпат е опишан од страна на Hasse и соработниците во 1855 година. Иако субдуралниот хематом може да настане при руптура на аневризма на кој било крвен сад, неговата појава најчесто е поврзана со руптура на аневризмата на внатрешната каротидна артерија или задната комуникантна артерија. Овие пациенти најчесто се коматозни и дијагнозата е многу потешка бидејќи од нив не може да се добие анамнеза и се карактеризираат со многу полоша клиничка слика и исход [67, 68, 69, 70].

Руптурата на аневризмата може да доведе до крварење во мозочниот паренхим што се манифестира со невролошки симптоми. Овие симптоми зависат од локализацијата на аневризмата и можна е појава на дисфазија, сензорни или моторни симптоми [24, 65].

Руптурираните аневризми на АComA најчесто се презентираат со клиничка слика со главоболка, која се карактеризира со ненадеен почеток и тежина. Аневризмите на АComA најчесто руптурираат кога имаат помали димензии, затоа многу ретко се јавуваат симптоми поради мас-ефектот. Големи или гигантски аневризми на АComA се презентираат со симптоми на мас-ефект. Притисокот врз оптичкиот апарат може да доведе до визуелни дефекти, притисокот врз хипоталамусот доведува до ендокрина дисфункција, опструкција на отворот на Монро доведува до хидроцефалус, притисокот врз фронталниот лобус доведува до когнитивни нарушувања, губење на меморијата, епилептични напади [42, 43, 44].

Аневризмите на средната мозочна артерија се манифестираат со главоболка, нарушена состојба на свеста, хомонимна хемианопсија, хемиплегија и кортикална сензорна загуба особено на горните екстремитети. Глобална афазија често се среќава кај пациентите со руптурирана аневризма на средната мозочна артерија. Епилептичните напади многу почесто се асоцирани со аневризми на средната мозочна артерија отколку кај другите интракранијални аневризми [2, 24, 45, 47].

Аневризмите на вертебробазиларниот систем се манифестираат со симптоматологија на мозочното стебло и имаат значително полоша прогноза во споредба со аневризмите на предната мозочна циркулација. Тие може да се манифестираат со симптоми на мас-ефект, лезијата на третиот кранијален нерв

укажува на аневризма на спојот на базиларната артерија и горната церебеларна артерија. Лезијата на шестиот кранијален нерв укажува на аневризма на предната долна церебеларна артерија. Неруптурираните аневризми на базиларната артерија се манифестираат со мас-ефект и пареза на кранијалните нерви. Руптурираните аневризми имаат полоша клиничка слика и прогноза за разлика од аневризмите на предната мозочна циркулација. Стапката на преживување изнесува 32 % во првите 48 часа по руптурата, односно 11 % по 30 дена и покрај третманот. Опструктивниот хидроцефалус е многу честа појава по руптурирана аневризма на базиларната артерија. Руптурираните аневризми на PCA најчесто се манифестираат со субарахноидална хеморагија, визуелни дефекти и дисфункција на третиот кранијален нерв. Руптурираните аневризми на AICA се манифестираат со субарахноидална хеморагија, компресија на мозочното стебло и нарушување на слухот поради компресија на осмиот кранијален нерв [13, 24, 48, 71, 72, 73].

1. 9. Методи за дијагноза на аневризми

Денес на располагање имаме три методи за дијагностика на аневризмите: дигитална суптракциона ангиографија (ДСА), компјутеризирана томографска ангиографија (КТА) и магнетна резонантна ангиографија (МРА) [4, 5, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81].

ДСА според методот на Селдингер се смета како златен стандард во дијагностиката и евалуацијата на аневризмите бидејќи се карактеризира со најголема резолуција [4, 6, 75, 79]. Според Парке и соработниците, ДСА се карактеризира со сензитивност од 98 %, специфичност од 100 %, позитивна предиктивна вредност од 98 % и негативна предиктивна вредност од 96 % [75]. Сепак, ДСА е инвазивен метод кој е асоциран со одредени ризици како алергиска реакција на контрастниот материјал, нефротоксичност, хеморагија, инфекции и васкуларни повреди вклучувајќи дисекција, оклузија и артериовенски фистули [4, 6, 75, 79]. Транзитoren невролошки дефицит се јавува кај 2 до 4 % од пациентите според Keedy, според Vega кај 1 % од пациентите. Постојан невролошки дефицит се среќава кај помалку од 1 % од пациентите според Keedy, односно кај 0,5 % според Vega [4, 6].

Денес големо внимание се посветува на раната дијагноза и третман на интракранијалните аневризми, при што акцентот е ставен на употреба на неинвазивните техники како, КТА и МРА [74, 75, 76].

Денес сè повеќе се користи КТА за дијагностика и евалуација на пациентите со аневризми и интракранијална хеморагија. КТА претставува брз и неинвазивен метод кој се карактеризира со висока сензитивност и специфичност при дијагнозата на интракранијалните аневризми [74, 75]. Големината на аневризмата претставува значаен фактор при откривање на аневризмите. Според White и соработниците, КТА има сензитивност од 96 % за аневризмите поголеми од 3 mm, наспроти 61 % за аневризмите помали од 3 mm [74]. Според Karamessini и соработниците, сензитивноста на КТА при детекција на интракранијалните аневризми изнесува 88,7 %, специфичноста е 100 %, позитивната предиктивна вредност изнесува 100 %, негативната предиктивна вредност изнесува 92,3 % и се карактеризира со точност од 92,3 % [76]. Според Komotar и соработниците, КТА се карактеризира со сензитивност од 76 до 98 % и специфичност од 85 до 100 % при детекција на интракранијалните аневризми поголеми од 3 mm [77]. Аневризмите поголеми од 3 mm сочинуваат 79 % од истите аневризми и се карактеризираат со сензитивност од 93,3 до 100 %. Аневризмите помали од 3 mm сочинуваат 21 % од сите аневризми и се карактеризираат со сензитивност од 66,7 %. Аневризмите што се помали од 3 mm и можат да ја избегнат резолуцијата или да бидат промашени поради блиските соодноси со коските [77, 78]. КТА обезбедува корисни информации за комплексните аневризми и многу често ја надополнува конвенционалната ДСА преку подобро дефинирање на односите на аневризмите со крвните садови и базата на черепот и подобро прикажување на тромбозирани делови на аневризмите. Овој метод, сепак, има и одредени ограничувања, вклучувајќи и намалена сензитивност за детекција на аневризми кои се помали од 3 mm, каде што сензитивноста се движи од 40 до 91 %, според Ajiboуе и соработниците [6, 77, 79, 81].

МРА е идеален скрининг-метод за детекција на интракранијалните аневризми бидејќи процедурата е неинвазивна и нема употреба на јонизирачко зрачење [80]. Според Окаџага и соработниците, МРА покажува сензитивност од 68 до 89 % во детекција на аневризмите кои се поголеми од 3 mm. Кај аневризмите помали од 3 mm сензитивноста изнесува од 38 до 55 % [80]. Според White и соработниците, МРА има сензитивност од 94 % за аневризмите поголеми од 3 mm, додека за аневризмите помали од 3 mm сензитивноста опаѓа и изнесува 38 % [74]. Предноста на МРА како метод е тоа што не бара употреба на контрастен материјал и нема јонизирачко зрачење. Затоа МРА се користи како скрининг-метод за дијагностика на аневризмите кај пациентите што покажуваат алергиска реакција кон контрастниот материјал. Како недостаток на МРА се наведува честата

појава на артефакти и субоптимална визуализација на помалите крвни садови во однос на КТА. Но, и покрај овие ограничувања, со употребата на магнетно поле од 3Т и 7Т се зголемува квалитетот на сликите, што неминовно ќе доведе до поголема употреба на овој метод [6, 74, 80, 81].

Неинвазивните методи како КТА и МРА се високо сензитивни при детекција на интракранијалните аневризми кои имаат слични дијагностички перформанси при откривање на интракранијалните аневризми со точност околу 90 % [74].

1. 10. Третман на аневризмите

Кога веќе е поставена дијагноза за аневризма, треба да се одбере најдобрата опција за нејзин третман. Постојат три опции за третман на аневризмите: опсервација, хируршки третман со краниотомија и клипсирање на аневризмата или ендоваскуларен третман на аневризмата [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 24, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 81, 82, 83].

1. 10. 1. Опсервација на аневризмите

Неруптурираните аневризми кои се случајно откриени при преглед, се предмет на опсервација или се третираат елективно зависно од пациентот, големината и состојбата на аневризмата. При опсервација, кај пациентот се спроведуваат рутински контроли на неколку месеци и се следи состојбата на аневризмата [24].

1. 10. 2. Хируршки третман

Хируршкиот третман на аневризмите и понатаму останува прва опција, иако некои студии го доведуваат во прашање исходот [77]. Хируршките интервенции имаат подолга историја во третманот на аневризмите и повеќе податоци за исходот. Една метаанализа што ги анализираше ризиците од хируршките интервенции покажала дека кај 2460 пациенти со 2568 аневризми стапката на смртност е 2,6 %, додека стапката на постојан морбидитет изнесува 10,9 % [54]. Во однос на времето кога се изведува хируршката интервенција, хируршкиот третман на аневризмите е поделен на ран, интермедијарен и доцен третман. Доколку хируршката интервенција се изведува првите три дена по руптура на аневризмата, станува збор за ран хируршки третман. Кога хируршката интервенција се изведува од 4 до 7 ден по руптура на аневризмата, имаме интермедијарен хируршки третман. Кај доцниот хируршки третман интервенцијата

се изведува од 7 до 14 ден по крварењето. Денес на располагање ни стојат повеќе оперативни техники. Лигатурата на АСС претставува најстара хируршка опција за третман на интракранијалните аневризми. Оклузија на носечката артерија е постапка со која се исклучува циркулацијата на крв низ аневризмата и се создава тромб. Микрохируршкото клипсирање на аневризмата претставува златен стандард во третманот на интракранијалните аневризми. Кај оваа постапка со пласирање на клипса на вратот од аневризмата се обезбедува комплетно исклучување на аневризмата од мозочната циркулација. Кај аневризмите кои не може да се исклучат од циркулацијата со клипсирање, тоа може да се направи со обложување на аневризмата или *врапинг* (wrapping) каде што аневризмата се обложува со мускул или со други материи [1, 24, 77].

1. 10. 2. 1. Предоперативен третман

Предоперативно кај пациентите се аплицираат барбитурати. Протективниот ефект на барбитуратите е повеќекратно докажан преку намалување на интракранијалниот притисок, намалување на церебралниот крвен волумен и депримирање на церебралниот метаболизам [1, 24, 77].

1. 10. 2. 2. Краниотомија

Постојат повеќе хируршки пристапни техники при клипсирање на аневризмите. Денес најчесто се користат птерионална или фронтотемпорална краниотомија, суптемпорална краниотомија, субокципитална краниектомија и фронтална парасагитална краниотомија [1, 24, 77].

1. 10. 2. 3. Васкуларна контрола

Васкуларната контрола претставува императив бидејќи овозможува работа во сигурни услови. Целта е без оштетување на малите крвни садови да се дојде до вратот на аневризмата. Евентуалното жртвување на малите перфоратори што излегуваат од кој било сегмент на комплексот може да има катастрофални последици. Раната евакуација на евентуално присутни хематоми може да овозможи дополнителен простор за работа [1, 24, 77].

1. 10. 2. 4. Хируршко клипсирање

Целта на интервенцијата е да се исклучи аневризмата од крвната циркулација. Еден од најголемите проблеми претставуваат малите перфоратори кои често се инкорпорирани во вратот на аневризмата. Големината и формата на

клипсата зависат од големината и ориентацијата на аневризмата. Времени клипси се користат со цел да се намали притисокот во аневризмата. По клипсирањето, какво и да било искривување или виткање на крвниот сад е неприфатливо. Фенестрираните клипси се користат кај фиброзирали или калцифицирани аневризми, поради поголемиот притисок на краците на аневризмата. Резидуата од вратот на аневризмата може да се исклучи од циркулацијата со пласирање на дополнителна клипса. Алтернативи на клипсирањето на вратот на аневризмите се *trapping parent occlusion* или *wrapping* на аневризмата [1, 24, 77].

1. 10. 3. Ендоваскуларен третман

Ендоваскуларниот третман на аневризмите претставува нова тераписка опција за третман на аневризмите која брзо се развива поради напредување на техниките за визуализација и развој на нови материјали за оклузија на аневризмите [82]. Ендоваскуларниот третман на аневризмите е атрактивен поради фактот што е ефикасен метод кој обезбедува еквивалентни резултати, како и микроневрохируршкиот третман [82]. Притоа треба да се има предвид фактот дека ендоваскуларниот третман е помалку инвазивен споредено со микроневрохирургијата, што доведува до намалување на деновите за хоспитализација и побрзо опоравување на пациентот [7]. Ендоваскуларниот третман на аневризмите значително еволуираше од воведувањето на коили за емболизација од почетокот на деведесеттите години на дваесеттиот век. Ендоваскуларниот третман на аневризмите продолжува да се развива со воведување на нови коили за емболизација, интракранијални стентови и биоактивни материји. Во почетокот, ендоваскуларниот третман се користеше за третман на аневризми кои се локализирани на хируршки достапна локација или со неповолна конфигурација. Во текот на последните две децении, драстично се зголеми бројот на аневризми што се третирани ендоваскуларно. Иако ендоваскуларниот третман на аневризмите доживеа голем напредок, сепак одреден процент на аневризми не се погодни за ендоваскуларен третман, и кај нив како прва опција за избор останува хируршкиот третман. Треба да се напомене дека аневризмите што се најпогодни за ендоваскуларен третман се и најдобри за хируршко клипсирање [81, 82, 83, 84].

Техниките за ендоваскуларниот третман на аневризмите може да се поделат во две групи: оклузија на артеријата и исклучување на аневризмата од циркулацијата и оклузија на аневризмата со зачувување на артериската циркулација [7, 12, 48, 83, 84]. Денес, повеќе се развиваат реконструктивните

техниките каде што се врши оклузија на аневризмата и притоа се зачувува крвниот сад и циркулација. Најчесто применувана реконструктивна техника е оклузија на аневризмата со коили од платина. На располагање ни стојат коили со различна големина, форма и цврстина кои се наменети за различни морфолошки типови на аневризми. Иницијалниот коил што се внесува треба да има комплексна форма и цврстина за да обезбеди стабилност на дополнителните коили што треба да се внесат и да ги држи внатре во аневризмата. Првиот коил треба да биде со сличен или нешто помал дијаметар од дијаметарот на аневризмата, на пример, кај аневризма со дијаметар од 7,3 mm првиот коил треба да биде со дијаметар од 7 mm. Наредните коили што се внесуваат да ја исполнат аневризмата треба да се помали, помек и со комплексна форма, со цел да стимулираат тромбоза и исклучување на аневризмата од циркулацијата. Во поголем дел од студиите се наведува дека комплетна оклузија на аневризмата се постигнува кај 80 до 90 % од пациентите. Контролните прегледи по ендоваскуларниот третман укажуваат дека кај аневризмите со широк врат во пределот на вратот остануваат мали неоклудирани делови и реканализација кај гигантските аневризми. Овие состојби бараат повторна интервенција и исклучување на аневризмата од циркулација [6, 7, 12, 82, 83]. По ендоваскуларниот третман стапката на морбидитет изнесува 3,7 до 4 %, стапката на морталитет изнесува 1 до 1,1 %, додека повторно крварење може да се појави кај 2,6 % од пациентите [82].

За коилирање се погодни аневризмите со тесен врат. Аневризмите со широк врат, аневризмите каде што соодносот помеѓу висината и вратот на аневризмата е поголем од 2 или аневризмите каде што вратот има поголема вредност од 4 mm не се погодни за ендоваскуларен третман бидејќи постои опасност од испаѓање на коилите и оклузија на артеријата [7]. За да се спречат ваквите појави, развиени се дополнителни материјали како стентови, балон, течни полимеризирачки материји и употреба на флоудивертери. Коилирањето асистирано со балон се употребува за третман на аневризми со широк врат. Предноста на ова коилирање е што од циркулација се исклучуваат аневризмите со широк врат и нема потреба од дополнителна антиагрегациска терапија што е од особено значење за спречување на хеморагични компликации при руптура на аневризмата [7, 12, 82, 83, 84]. Коилирање асистирано со стент е техника што се користи за третман на аневризми со широк врат. Стентовите се внесуваат со цел да се покрие вратот на аневризмата и да се обезбеди структурна поддршка на коилите да останат внатре во аневризмата. Покрај тоа, стентовите обезбедуваат хемодинамски ефект преку насочување на циркулацијата кон нормалниот лумен на крвниот сад. Употребата

на стентови може да доведе до оклузија на малите крвни садови како перфорантните или оклузија на самиот лумен на артеријата во која е сместен стентот [7, 12, 82, 83, 84]. Флоудивертерите имаат помала порозност од стентовите и затоа овозможуваат циркулација само низ луменот на крвниот сад водејќи до стаза и тромбоза на прекриената аневризма. Притоа порозноста на флоудивертерите не ја нарушува циркулацијата на малите крвни садови како перфораторите. При употреба на флоудивертери неопходна е примена на двојна антиагрегациска терапија [7, 12, 31, 82, 83, 84].

Ендоваскуларните интервенции претставуваат алтернативна опција за третман на аневризмите, но сепак можни се компликации за време на процедурата [82, 83, 84].

Контраиндикации за ендоваскуларен третман на аневризмите претставуваат интрацеребралните хематоми кои бараат хируршка евакуација, присуство на значајна гранка што излегува од телото на аневризмата или проксимална извитканост на крвниот сад што го отежнува пристапот до аневризмата [82, 83, 84].

2. МОТИВ ЗА ИЗРАБОТКА НА СТУДИЈАТА

Аневризмите и ризиците што ги предизвикуваат, дијагнозата и третманот се контроверзни теми и во 21 век. Големiot број дилеми во поглед на дијагнозата, комплексниот третман и исходот на аневризмите беа фактори што мене ми дадоа поттик и мотив за изработка на оваа студија.

Интракранијалните аневризми имаат огромно јавно здравствено значење, доколку се земат предвид директните и индиректните трошоци што ги предизвикуваат. Општествениот товар што го предизвикуваат аневризмите, од хуман и економски аспект, е исклучително висок. Аневризмите не претставуваат само медицински проблем, туку и економски, фамилијарен и социјален проблем со кој се соочува сè голем дел од популацијата.

Напредокот на полето на методите за визуализација на аневризмите и поголем пристап до методите за нивно рано откривање, доведе до драматични промени на полето на дијагностиката, планирање на третманот и исходот кај интракранијалните аневризми. Големiot дијапазон на интервентни процедури во хирургијата и радиологијата, налагаат детално познавање на карактеристиките на аневризмите.

Голем број студии од областа на неврохирургијата, во согласност со светските истражувања, ги опишуваат морфометриските и клиничките карактеристики на аневризмите, ги анализираат различните опции за третман на аневризмите, даваат детален приказ на компликациите предизвикани поради третман на аневризмите или поради нивно нетретирање. Имајќи го предвид фактот дека во Р Македонија постои недостиг на податоци за овие карактеристики на аневризмите кај нашата популација, се наметнува потребата од истражувања со кои ќе се добијат нови, релевантни податоци за оваа проблематика.

Од наведеното, јасно произлегува и мотивот за мојот ангажман во истражување на интракранијалните аневризми. Оваа студија ќе обезбеди споредување на нашите сознанија на полето на аневризмите со податоците објавени во светската литература.

3. ЦЕЛИ НА СТУДИЈАТА

ХИПОТЕЗА

Претпоставка на ова истражување е дека врз основа на морфометриските карактеристики на аневризмите може да се утврди предикциски модел за руптура на аневризмите. Врз основа на тие податоци ќе се овозможи да се избере соодветен тераписки модалитет за елективен третман на аневризмите.

ЦЕЛИ

А. Да се утврдат морфометриските карактеристики на интракранијалните аневризми во однос на:

1. локализација на аневризмите и нивниот број;
2. одредување на димензиите на аневризмите како, ширина на вратот на аневризмата, максималниот дијаметар и висината на аневризмата, аголот на инклинација на аневризмата и аголот на аневризмата;
3. одредување на геометриските индекси на аневризмата како: ostium ratio (OR), aspect ratio (AR), size ratio (SR); bottl-neck factor (BNF), height-width ratio (HW);
4. одредување на формата на аневризмите.

Б. Врз основа на добиените морфометриски податоци на аневризмите ќе се одреди ризикот за руптура на аневризмите во однос на:

1. локализацијата на аневризмите;
2. формата на аневризмите;
3. димензиите на аневризмите;
4. утврдувањето како одредените геометриски индекси влијаат врз ризикот за руптура на аневризмите.

4. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ

За реализирањето на поставените цели на оваа студија, добиено е одобрение од Етичкиот комитет за истражување на луѓе при Медицинскиот факултет во Скопје. Оваа студија ќе се спроведе на Универзитетската клиника за неврохирургија во Скопје.

4. 1. МАТЕРИЈАЛ

Студијата е составена од испитувана и контролна група.

Како испитувана група во оваа студија се вклучени пациенти со руптурирана интракранијална аневризма кои се испитувани и болнички лекувани на Универзитетската клиника за неврохирургија од Скопје. За потребите на оваа студија се анализирани 74 пациенти од двата пола, постари од 18 години.

Како контролна група во оваа студија се вклучени 33 пациенти постари од 18 години со неруптурирана интракранијална аневризма, кои поради различни причини се јавиле за амбулантски преглед на Универзитетската клиника за неврохирургија.

Инклузивни критериуми:

Во оваа студија се вклучени пациенти постари од 18 години од двата пола и кои дале согласност да учествуваат во студијата. Сите пациенти се примени со клиничка работна дијагноза за присуство на интракранијална аневризма. Дефинитивна дијагноза за постоење на интракранијалните аневризми е потврдена со употреба на КТА или ДСА.

Ексклузивни критериуми:

Пациентите што претходно имале хируршки или ендоваскуларен третман на интракранијални аневризми, не се вклучени во оваа студија.

4. 2. МЕТОДИ

За реализирање на целите на оваа студија кај сите пациенти се реализирани следните дијагностички постапки:

- **Клинички преглед на пациентите** – кај сите пациенти во оваа студија е одреден степенот на свесност со Glasgow Coma Scale (GCS); WFNS-скалата и Hunt и Hess- скалата.

- **Податоци од медицинската историја на пациентите** – преку медицинската документација на пациентите, добиени се податоци за нивните навики како, употреба на алкохол и цигари, состојба на крвниот притисок и негова регулација.

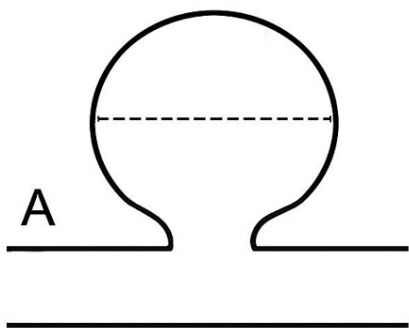
- **Мултидетекторска компјутеризирана томографска ангиографија** на мозочните крвни садови или дигитална суптракциона ангиографија на мозочните крвни садови.

Кај сите пациенти, врз основа на реализираните клинички и дијагностички иследувања, дијагностицирана е аневризма на мозочните крвни садови.

Откако е верифицирано дека пациентот има аневризма со помош на софтвер, направена е реконструкција на КТА-прегледот и одредени се различните морфометриски карактеристики на аневризмите. Добиените вредности за различните морфометриски карактеристики на аневризмите се изразени во mm или во степени ($^{\circ}$).

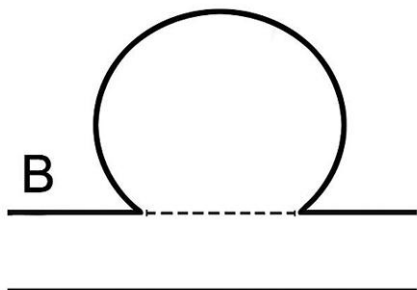
За потребите на оваа студија се анализирани следните морфометриски параметри на аневризмите:

- дијаметар на аневризмата кој е дефиниран како најголем дијаметар при напречен пресек на аневризмата (слика 1);



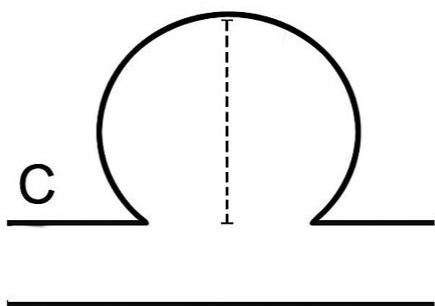
Слика 1. Шематски приказ на дијаметарот на аневризмата

- дијаметар на вратот на аневризмата (слика 2)



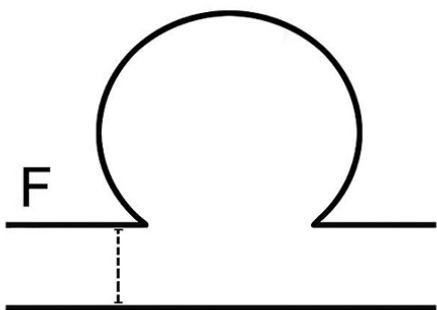
Слика 2. Шематски приказ на вратот на аневризмата

- висината на аневризмата е дефинирана како најголемо растојание од средината на вратот на аневризмата до дното на аневризмата;



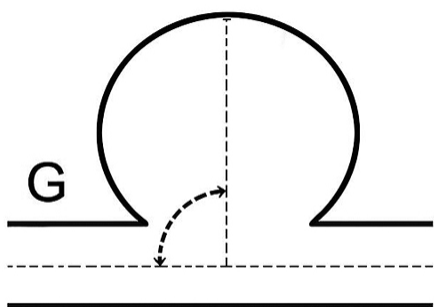
Слика 3. Шематски приказ на висината на аневризмата

- дијаметар на носечкиот крвен сад на аневризмата;



Слика 4. Шематски приказ на дијаметарот на носечкиот крвен сад

- аголот на инклинација на аневризмата или *flow angle* е дефиниран како агол што го формираат оските на максималната висина на аневризмата и носечкиот крвен сад;



Слика 5. Шематски приказ на аголот на инклинација на аневризмата

- аголот на аневризмата е дефиниран како агол што се формира помеѓу вратот на аневризмата и висината на аневризмата.

Од добиените вредности на морфометриските карактеристики на аневризмите се пресметани следните геометриски параметри:

OR (ostium ratio) претставува сооднос помеѓу ширината на вратот на аневризмата и дијаметарот на носечкиот крвен сад на ниво на одвојување на аневризмата;

AR (aspect ratio) претставува сооднос помеѓу максималната висина на аневризмата и просечната ширина на вратот на аневризмата;

SR (size ratio) претставува сооднос помеѓу максималната висина на аневризмата и средната вредност на дијаметарот на носечкиот крвен сад;

BNF (bottleneck factor) претставува сооднос помеѓу максималната ширина на аневризмата и дијаметарот на вратот на аневризмата;

HW (height-width ratio) претставува сооднос помеѓу максималната висина и максималната ширина на аневризмата.

4. 3. СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА

За статистичката обработка на податоците добиени во текот на истражувањето, ќе биде направена база во статистичкиот програм SPSS for Windows 13,0. Во текот на компјутерската анализа ќе се користат следниве статистички методологии:

- дистрибуција на фреквенции (апсолутна и релативна застапеност) за прикажување на категориските белези, односно параметри;

- дескриптивни методи (мерки на централна тенденција-просек, медијана, минимални, максимални вредности, и перцентилен) и (мерки на отстапување - стандардна девијација, стандардна грешка), за прикажување на квантитативните белези, односно параметри;

- за тестирање на значајноста на разликите меѓу анализираните параметри ќе се користат, во зависност од карактерот на податоците, односно нивната дистрибуција, непараметарски (Chi-square test, Fisher exact test, Mann-Whitney U test, Kruskal-Wallis ANOVA) и параметарски тестови (t-test for independent samples, Analysis of Variance, ANOVA-MANOVA Factorial analysis);

- за ниво на сигнификантност, односно значајност ќе се зема вредноста на $p < 0,05$, а за високо сигнификантна вредноста на $p < 0,01$.

5. РЕЗУЛТАТИ

Во студијата се прикажани резултатите добиени од истражувањето спроведено на 107 пациенти. Истите беа поделени во две групи. Испитуваната група се состои од 74 пациенти со руптурирана аневризма на мозочните крвни садови. Контролната група се состои од 33 пациенти со неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови.

5. 1. Дистрибуција на испитаниците според пол

Половата структура на пациентите од испитуваната група се состои од 45 (60,81 %) испитаници од женски пол и 29 (39,19 %) испитаници се од машки пол. Контролната група се состои од 33 пациенти со неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови, од кои 20 (60,61 %) се од женски пол, а 13 (39,39 %) се од машки пол. Во табелата 1 и на сликата 6 е прикажана дистрибуција на испитаниците според пол.

Статистичката анализа како несигнификантна ја потврди разликата во дистрибуцијата на машки и женски пациенти помеѓу испитуваната и контролна група.

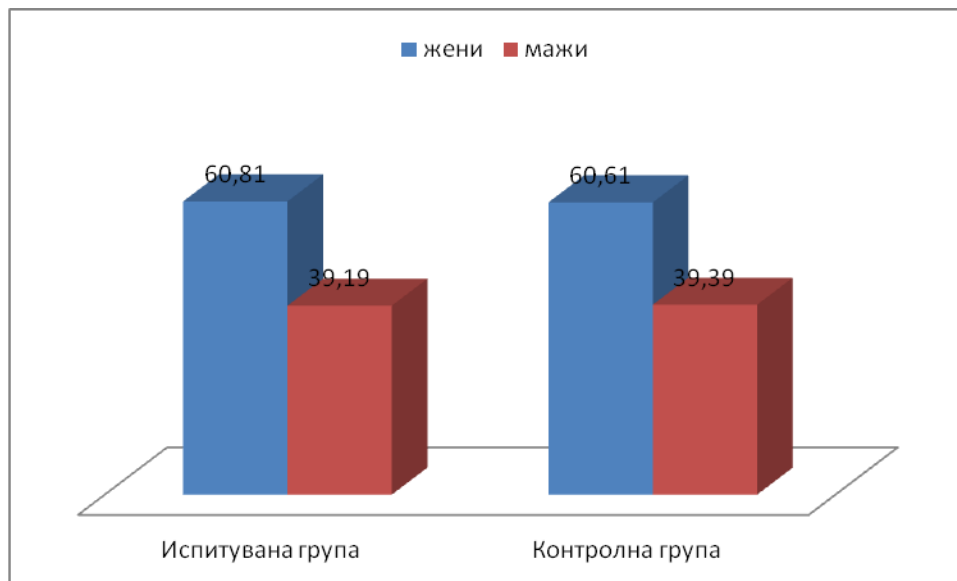
Табела 1. Дистрибуција на испитаниците според пол

Дистрибуција на испитаниците според пол	ИГ	КГ	p value
	N (%)	N (%)	0.98
Жени	45 (60,81)	20 (60,61)	
Маж	29 (39,19)	13 (39,39)	
Вкупно	74 (100)	33 (100)	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Chi-square test)

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 6. Дистрибуција на испитаниците според пол

5. 2. Дистрибуција на испитаниците според возраст

Просечната возраст на пациентите од испитуваната група изнесува $57,17 \pm 8,48$ години. Најмладиот пациент со руптурирана аневризма е на возраст од 44 години. Возраста на најстариот пациент со руптурирана аневризма на мозочните садови изнесува 73 години. Просечната возраст на пациентите од контролната група изнесува $48,84 \pm 7,39$ години. Најмладиот пациент со руптурирана аневризма е на возраст од 36 години. Возраста на најстариот пациент со неруптурирана аневризма на мозочните садови изнесува 65 години. Во табелата 2 и на сликата 7 е прикажана дистрибуција на испитаниците според возраста.

Испитаниците со руптурирани и неруптурирани аневризми на мозочни крвни садови имаа статистички сигнификантно различна просечна возраст ($p=0.000004$); пациентите со руптурирана аневризма на мозочни крвни садови беа значајно постари.

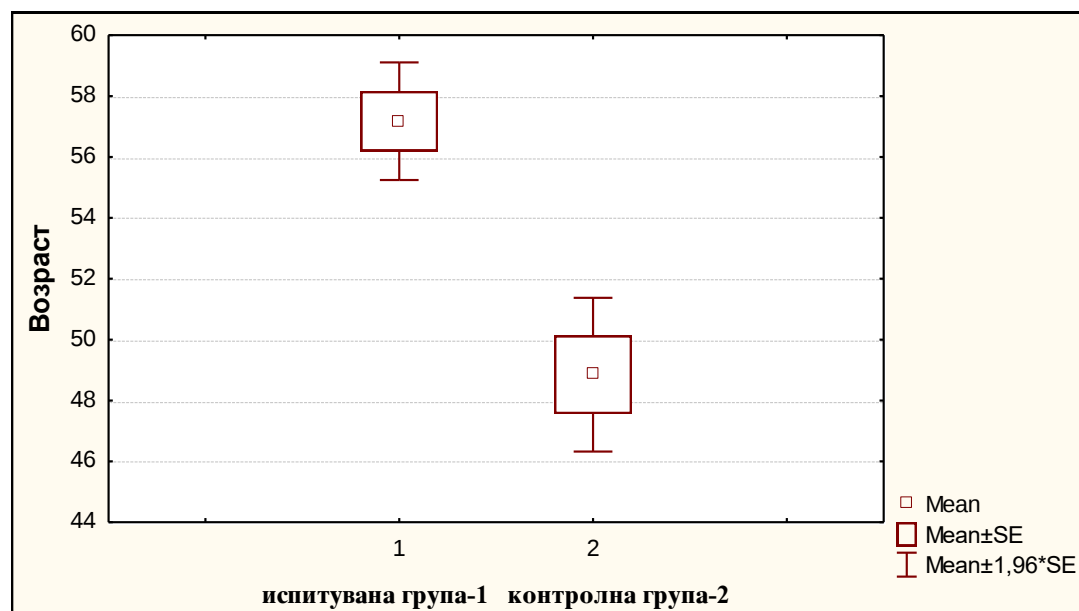
Табела 2. Возраст-мерки на централната тенденција

Варијабла	<i>Дескриптивна статистика</i> <i>возраст</i>		p value
	Min - Max	Mean - SD	
ИГ	44 - 73	57,17±8,48	p=0.000004**
КГ	36 - 65	48,84±7,39	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Student t-test) **p<0.01

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови

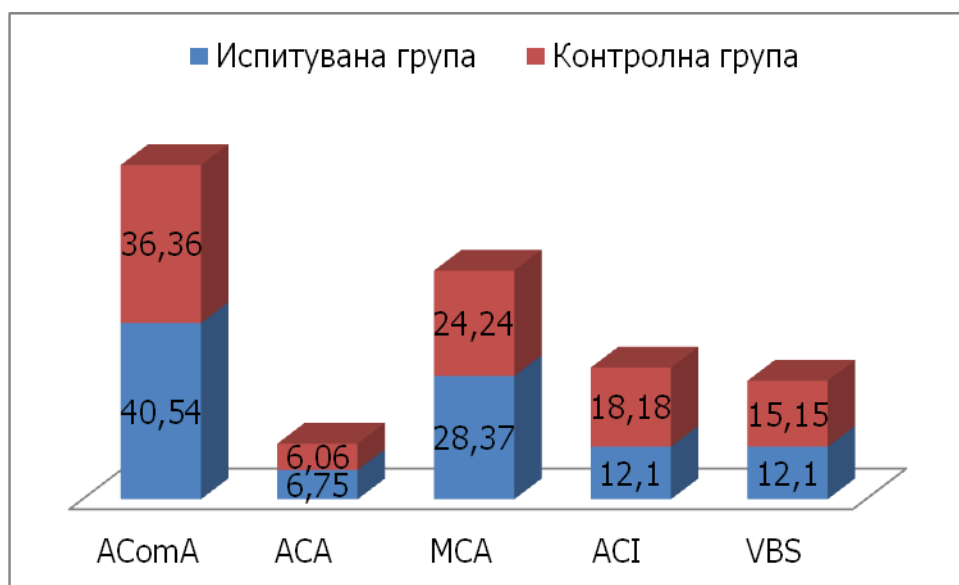


Слика 7. Возраст-мерки на централната тенденција

5. 3. Дистрибуција на испитаниците според локализација на аневризмите

Во оваа студија е одредена локализацијата на аневризмите на мозочните крвни садови. Кај испитуваната група со руптурирана аневризма кај 65 (87,84 %) пациенти е регистрирана аневризма на предната мозочна циркулација. Кај 30 (40,54 %) пациенти се јавува аневризма на AComA. Кај 5 (6,76 %) пациенти е дијагностицирана аневризма на ACA. Кај 21(28,38 %) пациенти се јавува аневризма на MCA. Кај 9 (12,16 %) пациенти е регистрирана руптурирана аневризма на ACI. Аневризмите на задната мозочна циркулација, односно вертебробазиларниот слив се регистрирани кај 9 (12,16 %) пациенти.

Кај контролната група испитаници со неруптурирана аневризма, кај 28 (84,85 %) пациенти е регистрирана аневризма на предната мозочна циркулација. Кај 12 (36,36 %) пациенти е дијагностицирана аневризма на AComA. Кај 2 (6,06 %) пациенти е дијагностицирана аневризма на ACA. Кај 8 (24,24 %) пациенти се јавува аневризма на MCA. Кај 6 (18,18 %) пациенти е регистрирана неруптурирана аневризма на ACI. Аневризмите на задната мозочна циркулација се регистрирани кај 5 (15,15 %) пациенти. Во табелата 3 и на сликата 8 е прикажана дистрибуцијата на испитаниците според локација на аневризмите. Разликата во дистрибуцијата на испитаници со локализација на аневризмата меѓу испитуваната и контролна група беше статистички несигнификантна ($p=0.9$).



Слика 8. Дистрибуција на испитаниците според локализацијата на аневризмите

Табела 3. Дистрибуција на испитаниците според локализација на аневризмите

Дистрибуција на испитаници според локализацијата на аневризмите	ИГ	КГ	p value
	N (%)	N (%)	
АСОМА	30 (40,54)	12 (36,36)	p=0.9
АСА	5 (6,76)	2 (6,06)	
МСА	21 (28,38)	8 (24,24)	
АСИ	9 (12,16)	6 (18,18)	
VBS	9 (12,16)	5 (15,15)	
Вкупно	74 (100)	33 (100)	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Fisher exact test)

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови

5. 4. Дистрибуција на испитаниците според бројот на аневризмите

Во оваа студија, кај испитуваната група вкупно се регистрирани 102 интракранијални аневризми. Кај испитуваната група, една интракранијална аневризма е дијагностицирана кај 56 (75,68 %) пациенти. Две или повеќе интракранијални аневризми се забележани кај 18 (24,32 %) пациенти. Две интракранијални аневризми се дијагностицирани кај 10 (13,51 %) пациенти. Кај 6 (8,10 %) пациенти се дијагностицирани три интракранијални аневризми, додека кај 2 (2,70 %) пациенти е дијагностицирано присуство на четири интракранијални аневризми.

Кај контролната група се регистрирани вкупно 40 интракранијални аневризми. Присуство на една интракранијална аневризма е дијагностицирано кај 27 (81,82 %) пациенти. Кај 6 (18,18 %) пациенти е утврдено присуство на две или повеќе интракранијални аневризми. Две интракранијални аневризми се дијагностицирани кај 5 (15,15 %) пациенти. Кај 1 (3,03 %) пациент се

дијагностицирани три интракранијални аневризми. Кај контролната група не е дијагностицирано присуство на четири интракранијални аневризми.

Бројот на аневризми беше статистички несигнификантно различен меѓу двете групи испитаници ($p=0.48$). Незначајно поголем број на аневризми беше регистриран во групата со руптурирана аневризма на мозочни крвни садови.

Во табелата 4 и на сликите 9, 10 и 11 е прикажана дистрибуцијата на испитаниците според бројот на аневризмите.

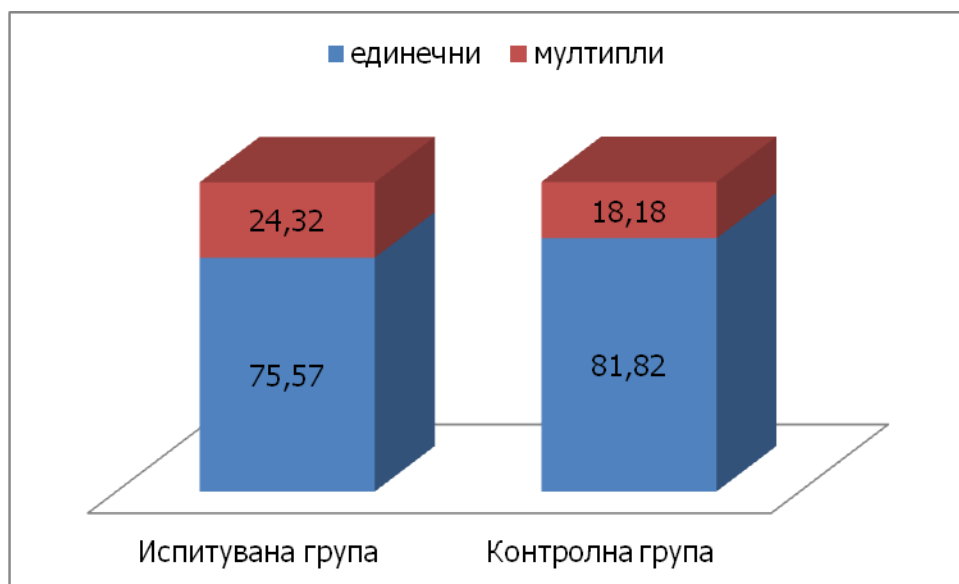
Табела 4. Дистрибуција на испитаниците според бројот на аневризмите

Дистрибуција на испитаниците според бројот на аневризмите	ИГ	КГ	p value
	N (%)	N (%)	
<i>Единечни</i>	56 (75,68)	27 (81,82)	p=0.48
<i>Мултипли</i>	18 (24,32)	6 (18,18)	
<i>Вкупно</i>	74 (100)	33 (100)	

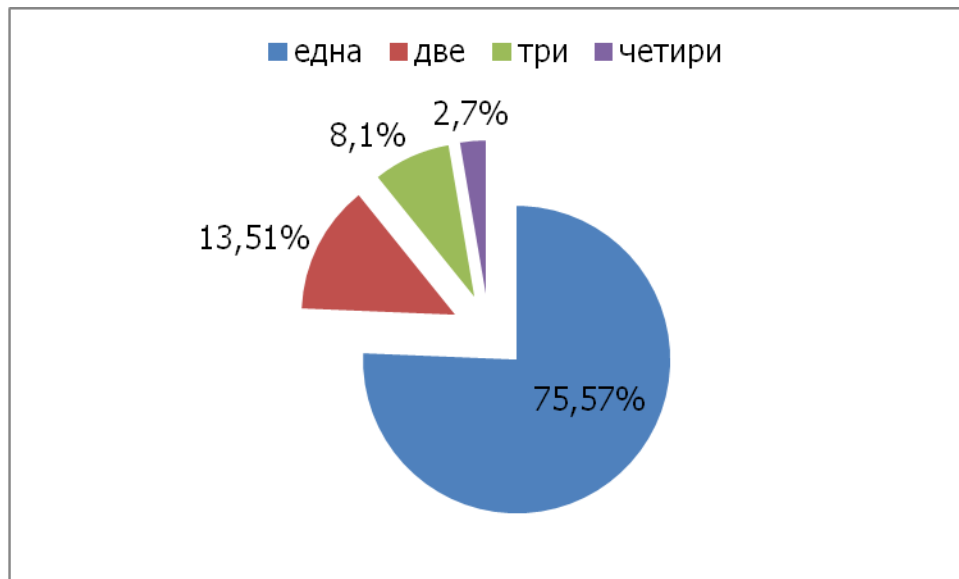
ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови

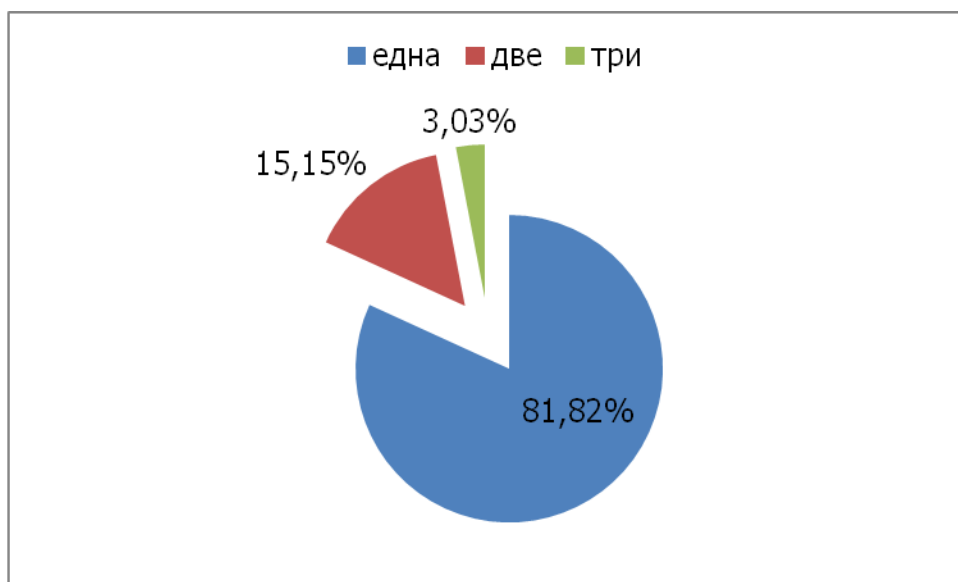
p (Chi-square test)



Слика 9. Дистрибуција на испитаниците според бројот на аневризмите



Слика 10. Дистрибуција на испитаниците со според бројот на аневризмите кај испитуваната група



Слика 11. Дистрибуција на испитаниците со според бројот на аневризмите кај контролната група

5. 5. Дистрибуција на испитаниците според формата на аневризмите

Во оваа студија аневризмите според формата се поделени во три групи: сакуларни, фузиформни и сложени или мултилокуларни аневризми.

Кај испитуваната група најчесто се среќаваат сакуларните аневризми кои се дијагностицирани кај 65 (87,84 %) пациенти. Фузиформните аневризми се дијагностицирани кај 6 (8,11 %) пациенти. Во испитуваната група најретко се застапени сложените интракранијални аневризми кои се дијагностицирани кај 3 (4,05 %) пациенти.

Кај контролната група според формата доминираат сакуларните аневризми кои се дијагностицирани кај 27 (81,82 %) пациенти. Фузиформните аневризми се дијагностицирани кај 4 (12,12 %) пациенти. Кај контролната група најретко се застапени сложените интракранијални аневризми кои се дијагностицирани кај 2 (6,06 %) пациенти.

Во табелата 5 и сликата 12 е прикажана дистрибуцијата на испитаниците според формата на аневризмите.

Статистички не беше потврдена сигнификантна разлика во формата на аневризмите, во зависност од нивниот статус на руптурирана или неруптурирана аневризма на мозочен крвен сад ($p=0.58$).

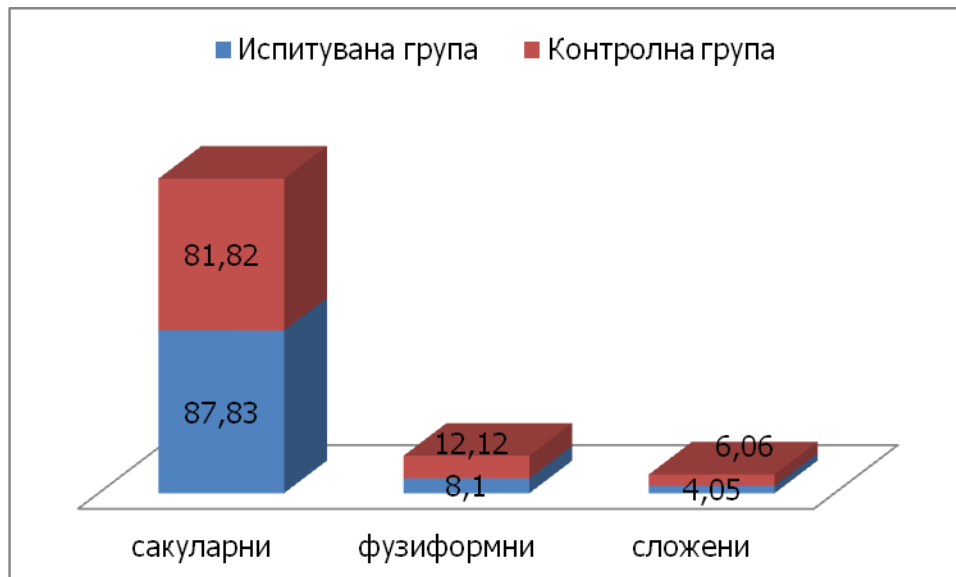
Табела 5. Дистрибуција на испитаниците според формата на аневризмите

Дистрибуција на испитаниците според формата на аневризмите	ИГ	КГ	p value
	N (%)	N (%)	
<i>Сакуларни</i>	65 (87,84)	27 (81,82)	p=0.58
<i>Фузиформни</i>	6 (8,11)	4 (12,12)	
<i>Сложени</i>	3 (4,05)	2 (6,06)	
<i>Вкупно</i>	74 (100)	33 (100)	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Fisher exact test)

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 12. Дистрибуција на испитаниците според формата на аневризмите

5. 6. Дистрибуција на испитаниците според дијаметарот на интракранијалните аневризми

Кај испитуваната група минималната вредност на дијаметарот на интракранијалните аневризми изнесува 2,1 mm. Максималната вредност на дијаметарот на интракранијалните аневризми изнесува 15,7 mm. Просечната вредност на дијаметарот на интракранијалните аневризми изнесува $7,04 \text{ mm} \pm 3,06 \text{ mm}$.

Кај контролната група, минималната вредност на дијаметарот на интракранијалните аневризми изнесува 1,9 mm. Максималната вредност на дијаметарот на интракранијалните аневризми изнесува 6,2 mm. Просечната вредност на дијаметарот на интракранијалните аневризми изнесува $4,02 \text{ mm} \pm 1,10 \text{ mm}$.

Во табелата 6 и на сликата 13 е прикажана дистрибуција на испитаниците според дијаметарот на интракранијални аневризми.

Разликата во просечниот дијаметар на руптурирани и неруптурирани аневризми на мозочен крвен сад од 3.02 и статистички се потврди како сигнификантна ($p < 0.001$).

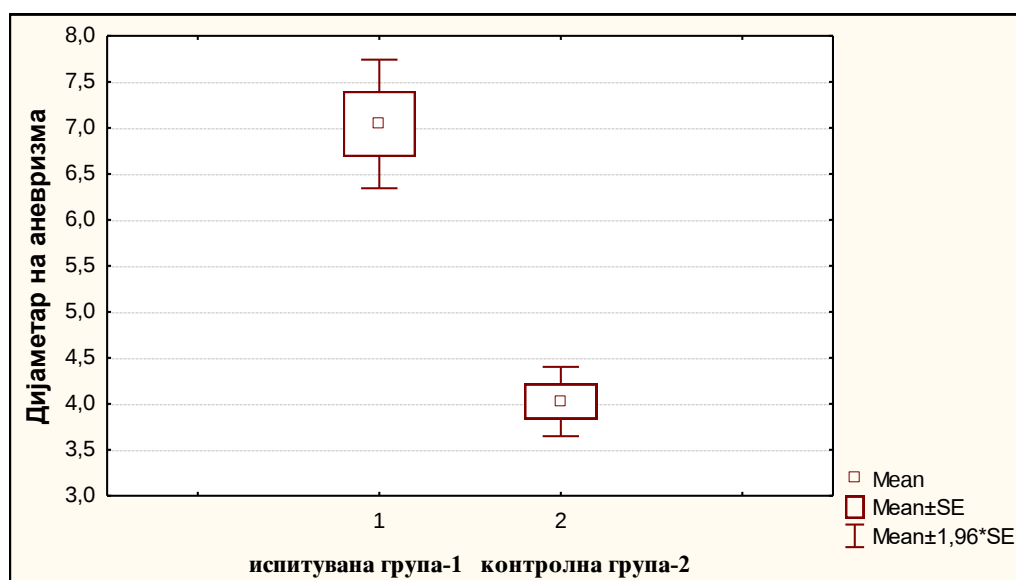
Табела 6. Дистрибуција на испитаниците според дијаметарот на аневризмите

Варијабла	Дескриптивна статистика дијаметарот на аневризмите		p value
	<i>Min - Max</i>	<i>Mean $\pm$ SD</i>	
ИГ	2,1 -15,7	$7,04 \pm 3,06$	$p < 0.001$
КГ	1,9- 6,2	$4,02 \pm 1,10$	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Student t-test)

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 13. Дистрибуција на испитаниците според дијаметарот на аневризмите

Во оваа студија според дијаметарот интракранијалните аневризми се поделени во три групи: мали аневризми со дијаметар на аневризмата до 5 mm, средни аневризми со дијаметар на аневризмата од 5 до 12 mm и големи аневризми со дијаметар на аневризмата поголем од 12 mm.

Во испитуваната група со руптурирана аневризма според дијаметарот, најчесто се застапени средните аневризми со дијаметар од 5 до 12 mm кои се среќаваат кај 45 (60,81 %) пациенти. Најретко се застапени големите аневризми кои имаат дијаметар поголем од 12 mm и се среќаваат кај 8 (10,81 %) пациенти. Малите аневризми се среќаваат кај 21 (28,37 %) пациент.

Кај контролната група со неруптурирана аневризма според дијаметарот, најчесто се застапени малите аневризми со дијаметар до 5 кои се среќаваат кај 26 (78,78 %) пациенти. Средните аневризми кои имаат дијаметар поголем од 5 mm до 12 mm и се среќаваат кај 7 (21,21 %) пациенти. Кај контролната група не се среќаваат големи аневризми со дијаметар поголем од 12 mm.

Во табелата 7 и на сликата 14 е прикажана дистрибуција на испитаниците според големината на аневризмата.

Статистички сигнификантна беше разликата меѓу испитуваната и контролна група, и во однос на анализирање на дијаметарот на аневризмите како мали, средни и големи ($p < 0.001$).

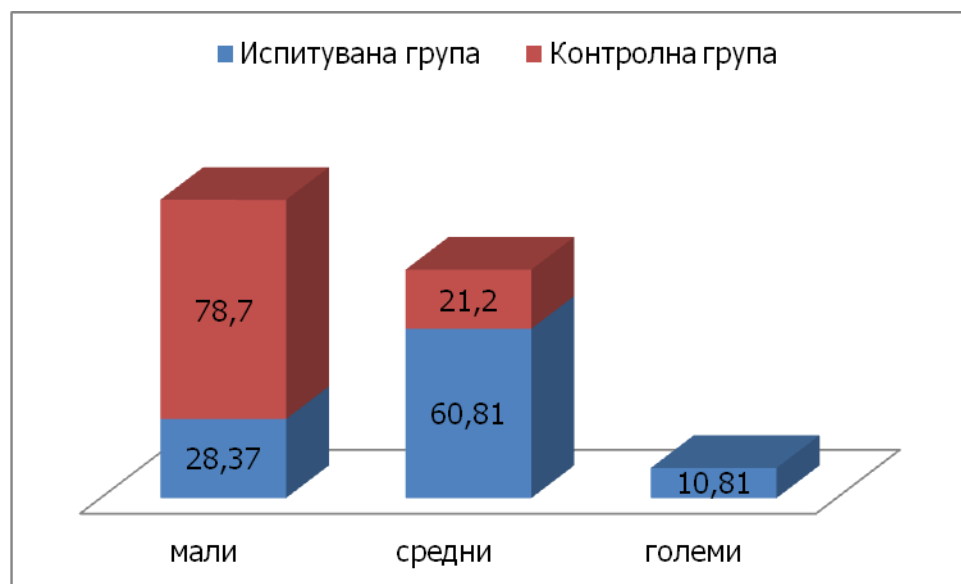
Табела 7. Дистрибуција на испитаниците според дијаметарот на аневризмите

Дистрибуција на испитаниците според големина на аневризмата	ИГ	КГ	p value
	N (%)	N (%)	
Мали	21 (28,37)	26 (78,78)	p<0.001
Средни	45 (60,81)	7 (21,21)	
Големи	8 (10,81)	0 (0)	
Вкупно	74 (100)	33 (100)	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Fisher exact test)

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 14 . Дистрибуција на испитаниците според дијаметарот на аневризмите

5. 7. Дистрибуција на испитаниците според ширината на вратот на интракранијалните аневризми

Кај испитуваната група минималната вредност на ширината на вратот на руптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува 1,9 mm. Максималната вредност на ширината на вратот на руптурираните интракранијални аневризми изнесува 6,7 mm. Средната вредност на ширината на вратот на руптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува $3,32 \text{ mm} \pm 0,91 \text{ mm}$.

Кај контролната група, минималната вредност на ширината на вратот кај неруптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува 1,4 mm. Максималната вредност на ширината на вратот кај неруптурираните интракранијални аневризми изнесува 3,8 mm. Средната вредност на ширината на вратот кај неруптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува $2,66 \text{ mm} \pm 0,63 \text{ mm}$. Во табелата 8 и на сликата 15 е прикажана дистрибуција на испитаниците според ширината на вратот на аневризмата.

За $p=0.00025$, и статистички се потврди сигнификантна разлика во просечната ширина на вратот на аневризмите, меѓу групата со руптурирани и неруптурирани интракранијални аневризми.

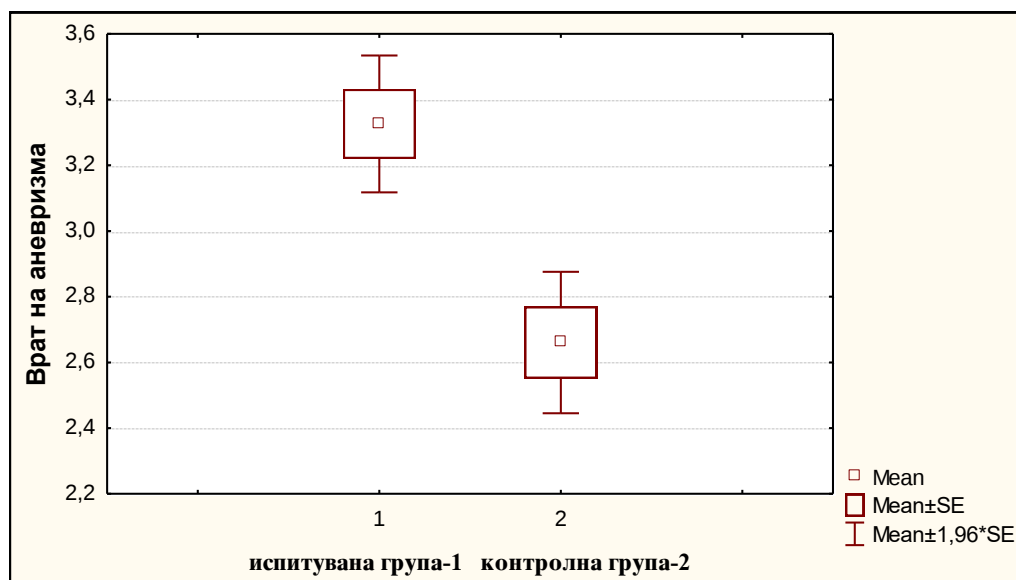
Табела 8. Дистрибуција на испитаниците според ширината на вратот на аневризмите

Варијабла	Дескриптивна статистика врат на аневризма (mm)		p value
	Min - Max	Mean $\pm$ SD	
ИГ	1,9 - 6,7	3,32 - 0,91	p=0.00025**
КГ	1,4 - 3,8	2,66 - 0,63	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Student t-test) **p<0.01

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 15. Дистрибуција на испитаниците според ширината на вратот на аневризмите

5. 8. Дистрибуција на испитаници според висината на аневризмите

Кај испитуваната група минималната вредност на висината на интракранијалните аневризми изнесува 3,4 mm. Максималната регистрирана вредност на висината кај интракранијалните аневризми во оваа студија изнесува 9,2 mm. Средната вредност на висината кај интракранијалните аневризми изнесува $6,37 \text{ mm} \pm 1,27 \text{ mm}$.

Кај контролната група, минималната вредност на висината на интракранијалните аневризми изнесува 2,2 mm. Максималната регистрирана вредност на висината кај интракранијалните аневризми во оваа студија изнесува 6,0 mm. Средната вредност на висината кај интракранијалните аневризми изнесува $4,2 \text{ mm} \pm 1,06 \text{ mm}$.

Во табелата 9 и на сликата 16 е прикажана дистрибуција на испитаниците според висината на руптурираните интракранијални аневризми.

Поголемата просечна висина на аневризмите од 2.17 во испитуваната група, и статистички се потврди како сигнификантна ($p < 0.001$).

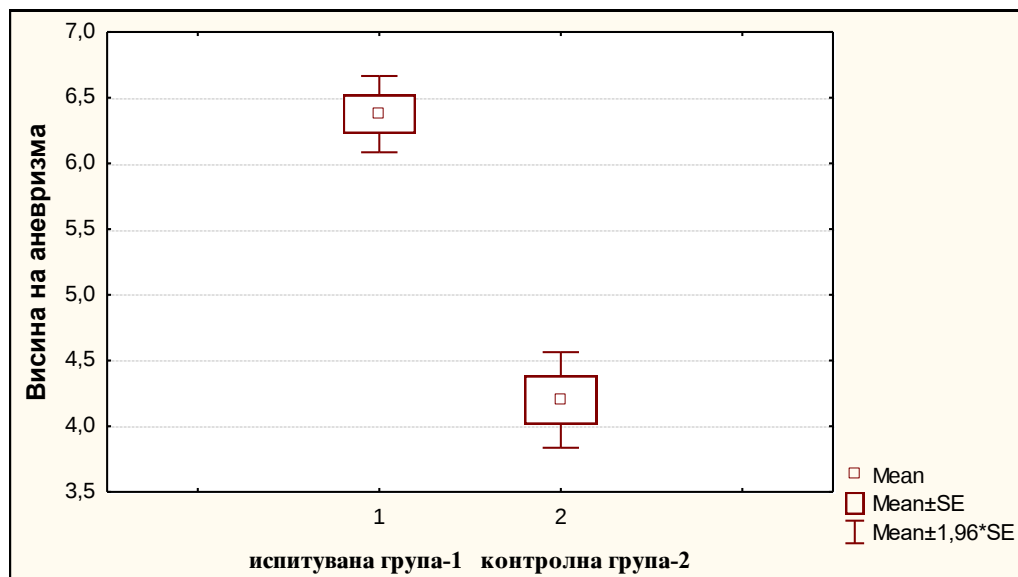
Табела 9. Дистрибуција на испитаниците според висината на аневризмите

Варијабла	Дескриптивна статистика висина на аневризма (mm)		p value
	Min - Max	Mean $\pm$ SD	p<0.001
ИГ	3,4 -9,2	6,37 $\pm$ 1,27	
КГ	2,2 -6,0	4,2 $\pm$ 1,06	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Student t-test) **p<0.01

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 16. Дистрибуција на испитаниците според висината на аневризмите

5. 9. Дистрибуција на испитаници според аголот на аневризмите

Кај испитуваната група, минималната регистрирана вредност на аголот на интракранијалните аневризми во оваа студија изнесува 84° . Максималната вредност на аголот на интракранијалните аневризми изнесува 109° . Во оваа студија средната вредност на аголот на интракранијалните аневризми изнесува $95,93 \pm 6,06^{\circ}$.

Кај контролната група, минималната регистрирана вредност на аголот на интракранијалните аневризми во оваа студија изнесува 78° . Максималната вредност на аголот на интракранијалните аневризми изнесува 108° . Во оваа студија средната вредност на аголот на интракранијалните аневризми изнесува $90,96 \pm 6,55^{\circ}$.

Во табелата 10 и на сликата 17 е прикажана дистрибуција на испитаниците според аголот на интракранијални аневризми.

Аголот на руптурираните и неруптурираните интракранијални аневризми беше во просек статистички сигнификантно различен ($p=0.0002$), и истиот беше просечно поголем во испитуваната група.

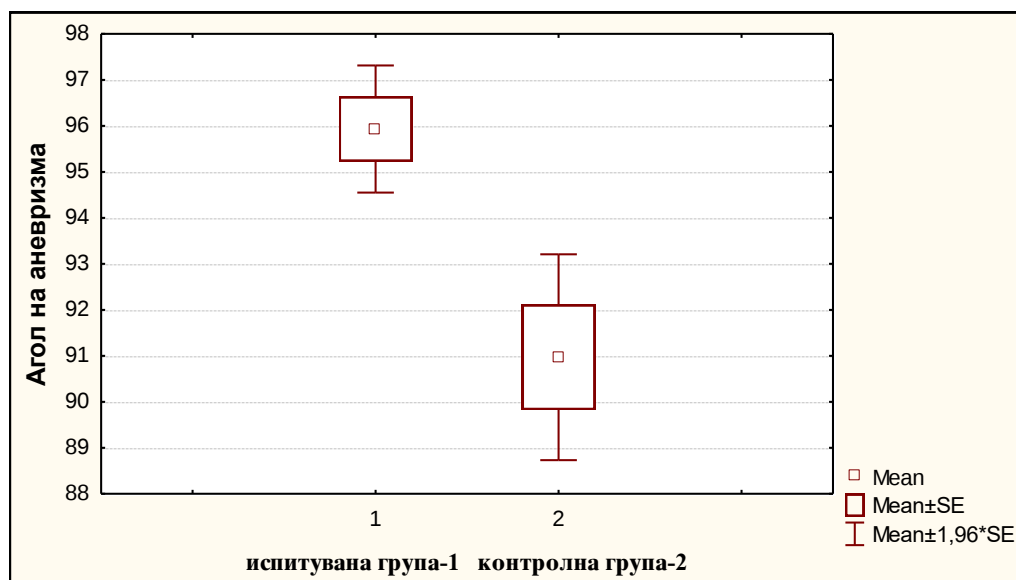
Табела 10. Дистрибуција на испитаниците според аголот на аневризмите

Варијабла	Дескриптивна статистика агол на аневризма ($^{\circ}$)		p value
	Min -Max	Mean $\pm$ SD	
ИГ	84 - 109	$95,93 \pm 6,06$	$p=0.0002^{**}$
КГ	78 - 108	$90,96 \pm 6,55$	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Student t-test) $^{**}p<0.01$



Слика 17. Дистрибуција на испитаниците според аголот на аневризмите

5. 10. Дистрибуција на испитаниците според аголот на инклинација на интракранијалните аневризми

Во оваа студија кај испитуваната група е утврдено дека минималната вредност на аголот на инклинација на руптурираните интракранијални аневризми изнесува 68° . Максималната регистрирана вредност на аголот на инклинација изнесува 162° . Во оваа студија, средната вредност на аголот на инклинација на интракранијалните аневризми изнесува $119,14 \pm 21,22^\circ$.

Кај контролната група во оваа студија е утврдено дека минималната вредност на аголот на инклинација на руптурираните интракранијални аневризми изнесува 85° . Максималната регистрирана вредност на аголот на инклинација изнесува 135° . Во оваа студија, средната вредност на аголот на инклинација на интракранијалните аневризми изнесува $101,6 \pm 11,7^\circ$.

Во табелата 11 и на сликата 18 е прикажана дистрибуција на испитаниците според аголот на инклинација на интракранијални аневризми.

Меѓу испитуваната и контролна група, беше добиена разлика во просечниот агол на инклинација од 17.54° , која се потврди како статистички сигнификантна ($p=0.000022$).

Табела 11. Дистрибуција на испитаниците според аголот на инклинација на интракранијалните аневризми

Варијабла	Дескриптивна статистика агол на инклинација на аневризма (°)		p value
	Min - Max	Mean ± SD	
ИГ	68 – 162	119,14 ± 21,22	p=0.000022**
КГ	85 -135	101,6 ± 11,7	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Student t-test) **p<0.01

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 18. Дистрибуција на испитаниците според аголот на инклинација на интракранијалните аневризми

5. 11. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на AR

Кај испитуваната група, минималната регистрирана вредност на AR изнесува 1,03. Максималната регистрирана вредност на AR изнесува 3,26. Средната вредност на AR во оваа серија изнесува $1,99 \pm 0,38$. Кај 60 (81,08 %) пациенти е утврдена вредност на AR поголема од 1,8, додека кај 14 (18,92 %) пациенти е регистрирана вредност на AR е помала од 1,8.

Кај контролната група, минималната регистрирана вредност на AR изнесува 1,03. Максималната регистрирана вредност на AR изнесува 2,0. Средната вредност на AR во оваа серија изнесува $1,58 \pm 0,23$. Кај 25 (75,76 %) пациенти вредноста на AR е помала од 1,8, додека кај 8 (24,24 %) пациенти е регистрирана вредност на AR е поголема од 1,8.

Во табелата 12 и на сликата 19 е прикажана дистрибуција на испитаниците според вредноста на AR. Просечната вредност на параметарот AR на аневризмите статистички сигнификантно се разликуваше меѓу руптурираните и неруптурираните интракранијални аневризми ($p < 0.001$). Руптурираните интракранијални аневризми имаа значајно поголем AR во споредба со неруптурираните аневризми.

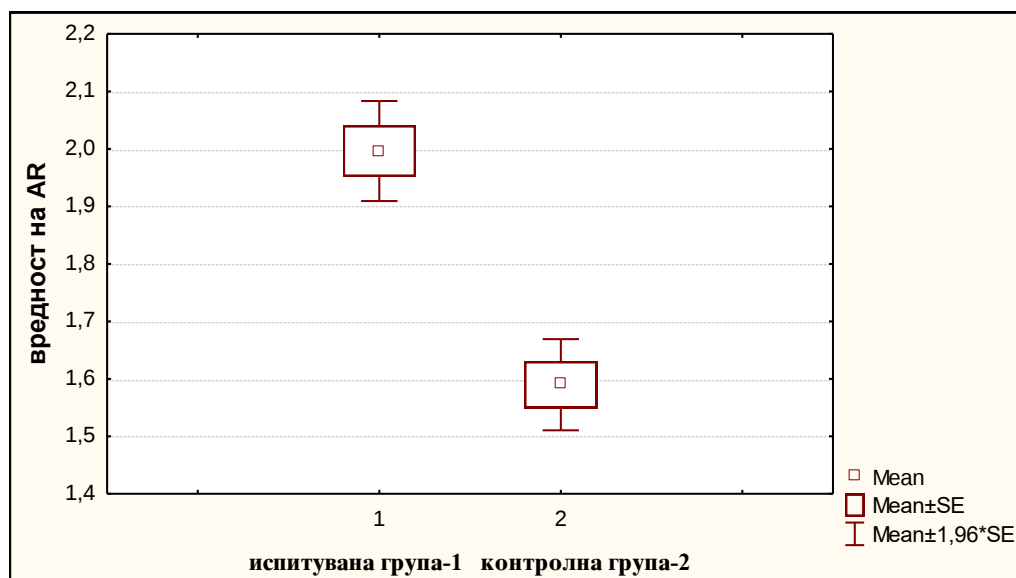
Табела 12. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на AR на аневризмите

Варијабла	Дескриптивна статистика		p value
	AR на аневризма		
	Min - Max	Mean ± SD	p<0.001
ИГ	1,03 - 3,26	1,99 ± 0,38	
КГ	1,03 – 2,0	1,58 ± 0,23	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Student t-test) **p<0.01

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 19. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на AR на аневризмите

5. 12. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на OR

Кај испитуваната група, минималната регистрирана вредност на OR кај руптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува 0,46. Максималната регистрирана вредност на OR во испитуваната серија изнесува 4,0. Средната регистрирана вредност на OR кај руптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува $1,47 \pm 0,53$.

Кај контролната група, минималната регистрирана вредност на OR кај неруптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува 0,63. Максималната регистрирана вредност на OR кај контролната група изнесува 1,84. Средната регистрирана вредност на OR кај неруптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува $0,87 \pm 0,27$.

Во табелата 13 и на сликата 20 е прикажана дистрибуција на испитаниците според вредноста на OR кај интракранијални аневризми.

Просечната вредност на параметарот OR на аневризмите, статистички сигнификантно се разликуваше меѓу руптурираните и неруптурираните интракранијални аневризми ($p < 0.001$). Руптурираните интракранијални аневризми имаа значајно поголем OR во споредба со неруптурираните аневризми.

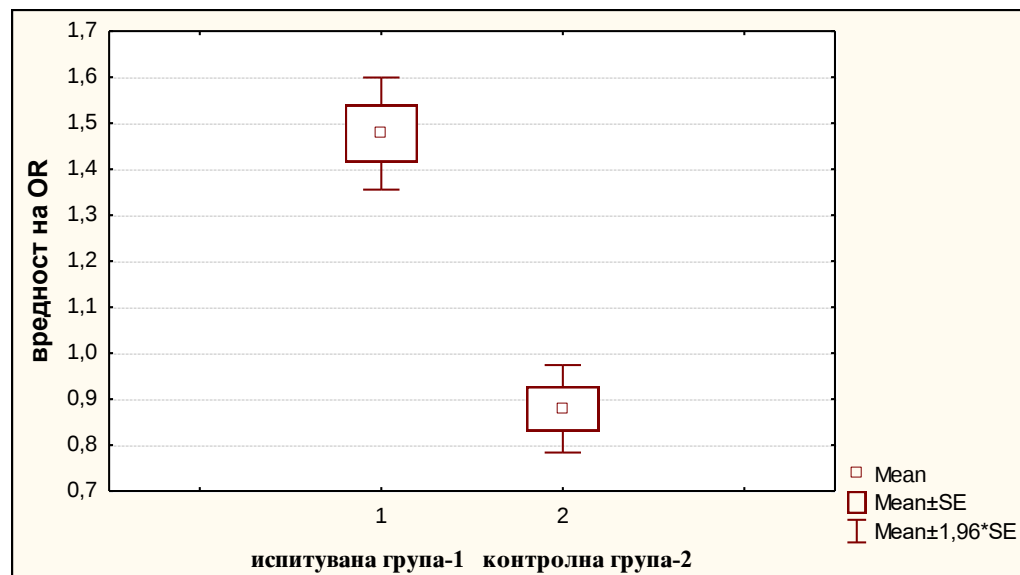
Табела 13. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на OR на аневризмите

Варијабла	Дескриптивна статистика		p value
	OR на аневризмата		
	Min - Max	Mean ± SD	p<0.001
ИГ	0,46 – 4,0	1,47 ± 0,53	
КГ	0,63 – 1,84	0,87 ± 0,27	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Student t-test) **p<0.01

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 20. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на OR на аневризмите

5. 13. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на SR

Кај испитуваната група во оваа студија, минималната вредност на SR кај интракранијалните аневризми изнесува 1,43. Максималната вредност на SR кај интракранијалните аневризми изнесува 6,63. Средната вредност на SR кај руптурираните интракранијални аневризми изнесува $2,59 \pm 0,99$. Гранична вредност на SR во оваа студија изнесува 2,05. Кај 53 (71,62 %) пациенти е утврдена вредност на SR поголема од 2,05, додека кај 21 (28,38 %) пациент е регистрирана вредност на SR е помала од 2,05.

Во оваа студија кај контролната група, минималната вредност на SR кај интракранијалните аневризми изнесува 0,96. Максималната вредност на SR кај интракранијалните аневризми изнесува 2,26. Средната вредност на SR кај неруптурираните интракранијални аневризми изнесува $1,36 \pm 0,31$. Кај 32 (96,97 %) пациенти е утврдена вредност на SR помала од 2,05, додека кај 1 (3,03 %) пациент е регистрирана вредност на SR е поголема од 2,05.

Во табелата 14 и на сликата 21 е прикажана дистрибуцијата на испитаниците според вредноста на SR кај интракранијални аневризми.

Просечната вредност на параметарот SR на аневризмите, статистички сигнификантно се разликуваше помеѓу руптурираните и неруптурираните интракранијални аневризми ($p < 0.001$). Руптурираните интракранијални аневризми имаа значајно поголем SR компарирано со неруптурираните аневризми.

Табела 14. Дистрибуција на испитаниците според SR на аневризмите

Варијабла	Дескриптивна статистика		p value
	SR на аневризмата		
	Min - Max	Mean ± SD	p<0.001
ИГ	1,43 – 6,63	2,59 ± 0,99	
КГ	0,96 – 2,26	1,36 ± 0,31	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Student t-test) **p<0.01

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 21. Дистрибуција на испитаниците според SR на аневризмите

5. 14. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на BNF

Во испитуваната серија кај испитуваната група, минималната регистрирана вредност на BNF, кај руптурираните интракранијални аневризми изнесува 0,74. Максималната регистрирана вредност на BNF во испитуваната серија изнесува 3,88. Средната регистрирана вредност на BNF кај руптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува $2,13 \pm 0,71$.

Во испитуваната серија кај контролната група, минималната регистрирана вредност на BNF, кај неруптурираните интракранијални аневризми изнесува 1,07. Максималната регистрирана вредност на BNF во испитуваната серија изнесува 2,06. Средната регистрирана вредност на BNF кај неруптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува $1,51 \pm 0,24$.

Во табелата 15 и на сликата 22 е прикажана дистрибуција на испитаниците според вредноста на BNF кај интракранијални аневризми.

Просечната вредност на параметарот BNF на аневризмите, статистички сигнификантно се разликуваше помеѓу руптурираните и неруптурираните интракранијални аневризми ($p < 0.001$). Руптурираните интракранијални аневризми имаа значајно поголем BNF во споредба со неруптурираните аневризми.

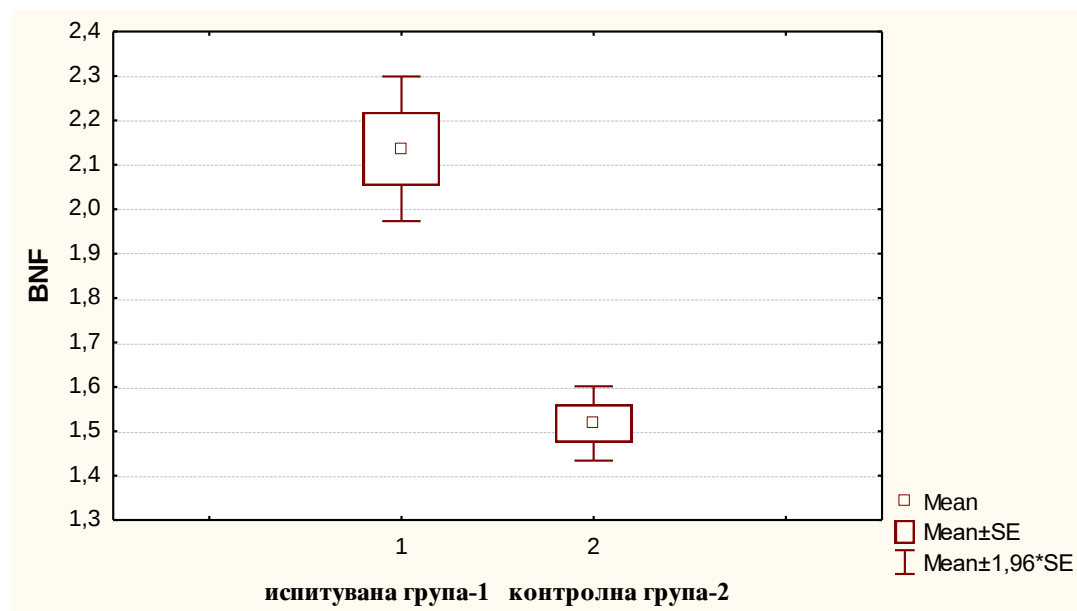
Табела 15. Дистрибуција на испитаниците според BNF на аневризмите

Варијабла	Дескриптивна статистика		p value
	BNF на аневризмата		
	Min - Max	Mean ± SD	p=0.000005**
ИГ	0,74 – 3,88	2,13 ± 0,71	
КГ	1,07 – 2,06	1,51 ± 0,24	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Student t-test) **p<0.01

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 22. Дистрибуција на испитаниците според BNF на аневризмите

5. 15. Дистрибуција на испитаниците според вредноста на HW

Во анализираната серија кај испитуваната група, минималната регистрирана вредност на HW кај руптурираните интракранијални аневризми изнесува 0,43. Максималната регистрирана вредност на HW во испитуваната серија изнесува 3,52. Средната регистрирана вредност на HW кај руптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува $1,05 \pm 0,50$.

Во анализираната серија кај контролната група, минималната регистрирана вредност на HW, кај неруптурираните интракранијални аневризми, изнесува 0,96. Максималната регистрирана вредност на HW во испитуваната серија изнесува 1,20. Средната регистрирана вредност на HW кај неруптурираните интракранијални аневризми во оваа серија изнесува $1,04 \pm 0,05$.

Во табелата 16 и на сликата 23 е прикажана дистрибуција на испитаниците според вредноста на HW кај интракранијални аневризми.

Статистичката анализа не потврди сигнификантна разлика во просечната вредност на параметарот HW меѓу руптурираните и неруптурираните интракранијални аневризми во оваа серија ($p=0.9$).

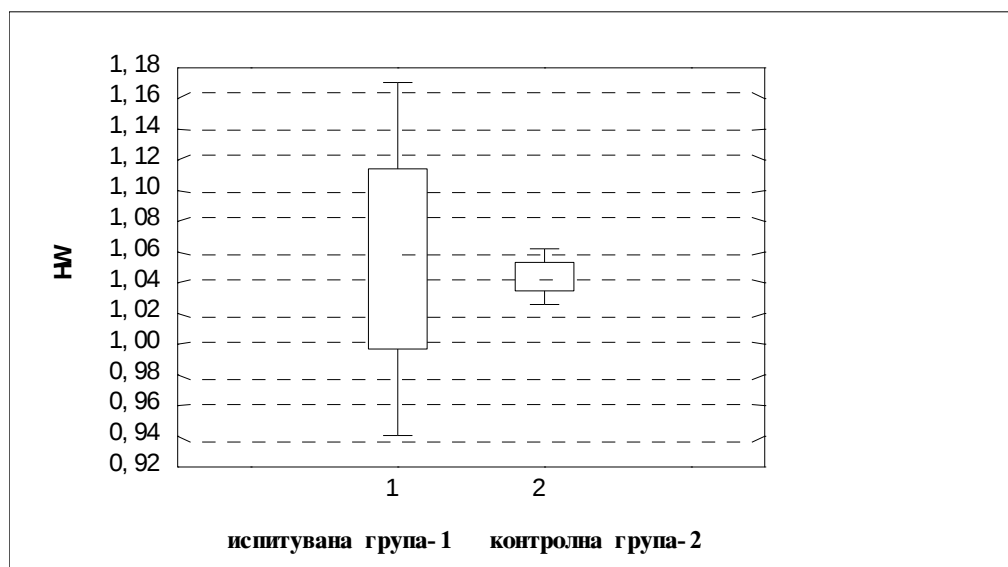
Табела 16. Дистрибуција на испитаниците според HW на аневризмите

Варијабла	Дескриптивна статистика		p value
	HW на аневризма		
	Min - Max	Mean ± SD	p=0.9
ИГ	0,43 - 3,52	1,05 ± 0,50	
КГ	0,96 - 1,20	1,04 ± 0,05	

ИГ - руптурирана аневризма на мозочните крвни садови

p (Student t-test)

КГ - неруптурирана аневризма на мозочните крвни садови



Слика 23. Дистрибуција на испитаниците според HW на аневризмите

Логистичка Регресиона анализа беше користена да се анализираат факторите асоцирани со руптура на аневризмите на мозочните крвни садови.

Униваријантната Логистичка Регресиона анализа како фактори кои се сигнификантно поврзани со руптура на аневризмите на мозочните крвни садови ги потврди:

- возраста на пациентите (OR: 1.139; 95% CI 1.069 - 1.214; $p < 0.001$)
- дијаметарот на аневризмата (OR: 2.514; 95% CI 1.663 – 3.801; $p < 0.001$)
- вратот на аневризмата (OR: 3.393; 95% CI 1.678 – 6.858; $p < 0.001$)
- висината на аневризмата (OR: 4.392; 95% CI 2.514 – 7.673; $p < 0.001$)
- агол на аневризмата (OR: 1.144; 95% CI 1.058 – 1.236; $p < 0.001$)
- агол на инклинација (OR: 1.055; 95% CI 1.026 – 1.085; $p < 0.001$)
- параметарот AR (OR: 85.66; 95% CI 85.66; $p < 0.001$)
- параметарот OR (OR: 87.76; 95% CI 14.286 – 539.118; $p < 0.001$)
- параметарот SR (OR: 301.556; 95% CI 32.958 – 2759.149; $p < 0.001$)

Табела 17. Униваријантна Логистичка Регресиона анализа за предикција на руптура на интракранијална аневризма

Униваријантна Логистичка Регресиона анализа за предикција на руптура на интракранијална аневризма			
Варијабла	Unadjusted OR	CI 95%	p-value
Возраст	1.139	1.069 - 1.214	<0.001
Пол			
жени	референтна (1)		
мажи	0.991	0.428 - 2.296	0.984
Локализација			
АСОМА	референтна (1)		
АСА	1.0	0.17 – 5.878	1.0
МСА	1.050	0.366 – 3.013	0.928
АСИ	0.6	0.175 – 2.055	0.416
VBS	0.72	0.2 – 2.595	0.615
Мултипли аневризми			
не	референтна (1)		
да	1.446	0.515 - 4.059	0.483
Форма на аневризми			
сакуларна	референтна (1)		
фузиформна	0.623	0.163 - 2.385	0.49

сложени	0.623	0.099 - 3.941	0.615
Дијаметар на аневризма	2.514	1.663 – 3.801	<0.001
Врат на аневризма	3.393	1.678 – 6.858	0.001
Висина на аневризма	4.392	2.514 – 7.673	<0.001
Агол на аневризма	1.144	1.058 – 1.236	0.001
Агол на инклинација	1.055	1.026 – 1.085	<0.001
AR	85.66	12.04 – 609.413	<0.001
AR			
<1.8	референтна (1)		
>1.8	13.393	4.996 - 35.901	<0.001
OR	87.76	14.286 – 539.118	<0.001
SR	301.556	32.958 – 2759.149	<0.001
SR			
<	референтна (1)		
>	80.762	10.36 -629.558	<0.001

*p<0.05 **p<0.01

Мултиваријантната Логистичка Регресиона анализа како независни сигнификантни предиктори за руптура на аневризмата, ги потврди: дијаметарот на аневризмата ($p=0.004$), вратот на аневризмата ($p=0.009$), висината на аневризмата ($p<0.001$), аголот на аневризмата ($p=0.01$), аголот на инклинација ($p=0.018$).

Зголемувањето на дијаметарот на аневризмата за 1 cm го зголемува ризикот за руптура на интракранијална аневризма (OR: 2.628, 95% CI 1.361 – 5.077).

Зголемувањето на вратот на аневризмата за 1 cm го намалува ризикот за руптура на интракранијална аневризма (OR: 0.072, 95% CI 0.01 – 0.521).

Зголемувањето на висината на аневризмата за 1 cm го зголемува ризикот за руптура на интракранијална аневризма (OR: 6.573, 95% CI 2.38 – 18.159).

Зголемувањето на аголот на аневризмата за 10° го зголемува ризикот за руптура на интракранијална аневризма за 21.1% (OR: 1.211, 95% CI 1.047 – 1.401).

Зголемувањето на аголот на инклинација за 10° (овде пиши cm или mm), го зголемува ризикот за руптура на интракранијална аневризма за 7.1% (OR: 1.071, 95% CI 1.012 – 1.134).

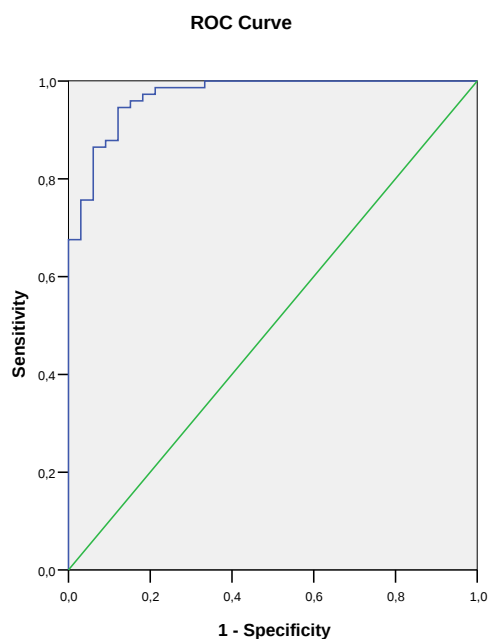
Предиктивната вредност, односно точноста на овој модел за предикција на руптура на аневризмите на мозочните крвни садови имаше сензитивност од 94.6 %, специфичност од 87.9 %, глобалната точност на моделот беше 92.5 %.

Површината под ROC кривата имаше вредност од 0.97 (95 % CI 0.941–0.998), што покажува дека овој предиктивен модел има одлична дискриминаторска способност во разграничување на пациентите со интракранијална аневризма за руптура на истата.

Табела 18. Мултиваријантна Логистичка Регресиона анализа за предикција на руптура на интракранијална аневризма

Мултиваријантна Логистичка Регресиона анализа за предикција на руптура на интракранијална аневризма			
Варијабла	Adjusted OR	CI 95%	p-value
Дијаметар на аневризма	2.628	1.361 – 5.077	0.004**
Врат на аневризма	0.072	0.01 – 0.521	0.009**
Висина на аневризма	6.573	2.38 – 18.159	<0.001
Агол на аневризма	1.211	1.047 – 1.401	0.01*
Агол на инклинација	1.071	1.012 – 1.134	0.018*

* $p < 0.05$ ** $p < 0.01$



Слика 24. ROC крива

6. ДИСКУСИЈА

Првите записи за аневризмите потекнуваат од времето на Хипократ, но иако за овој патолошки ентитет се знае од дамнешни времиња, постојат многу отворени прашања. Главното прашање е кои параметри можат да го одредат ризикот за руптура и на тој начин да се овозможи превентивен третман на аневризмите [10, 13, 14, 17, 24, 57, 58, 62, 63].

Неруптурираните аневризми претставуваат значаен неврохируршки проблем поради напредокот во техниките за нивен третман. Со цел да обезбедиме рационален третман на пациентите со неруптурирани аневризми, неопходно е добро да се познава природната историја на овие лезии [58].

Донесувањето одлука за третман на неруптурираните аневризми, претставува комплексен процес за кој е неопходна анализа на повеќе фактори на ризик за руптура на аневризмата, вклучително и на предиктивната историја на аневризмите [85].

Достапноста и широката употреба на современи дијагностички методи доведе до значително зголемување на бројот на случајно откриени неруптурирани аневризми. Денес, со употреба на КТА и МРА, може да се откријат неруптурирани аневризми со дијаметар помал од 3 mm. Бидејќи повеќето интракранијални аневризми не руптурираат, нивната идентификација создава сериозна дилема за неврохирурзите во однос на тоа дали да се оперира пациентот со инцидентно откриена неруптурирана аневризма, бидејќи руптурата на аневризмата може да доведе до катастрофални последици. Затоа, одлуката да се направи превентивна операција на неруптурираните аневризми треба да се заснова на предвидувањето кои аневризми имаат најголем ризик за руптура [58].

Во секојдневната клиничка пракса дијаметарот, формата и локацијата на аневризмите се најчесто анализирани параметри за проценка на ризикот за руптура и планирање на третман на аневризмите.

6. 1. Дијаметар на аневризмата

Дијаметарот на аневризмата е најчесто анализиран параметар во повеќе студии како фактор на ризик за руптура на аневризмите [86]. Добро познат факт е дека поголемите аневризми почесто руптурираат во споредба со помалите аневризми. Без оглед на сè, добро е познато дека многу мали аневризми

руптурираат и дека многу аневризми достигнуваат големи димензии без да руптурираат и доведат до САХ [87]. Голем број студии покажаа статистички сигнификантна поврзаност помеѓу ризикот за руптура на аневризмата и дијаметарот на аневризмата. Се смета дека поголемите аневризми носат со себе поголем ризик за руптура, сепак овие сознанија не се секогаш конзистентни [85]. Според Yasui и соработниците, големината на аневризмата е ризик-фактор за руптура на аневризмата, но сè уште е контроверзно дали постои „безбедна“ големина на аневризмата [88]. Истражувачите се обидуваат да ја утврдат критичната вредност за руптура на аневризмите, и во повеќе студии таа е дефинирана како големина на аневризмата поголема од 7 mm [86]. Во клиничките студии се соопштува дека руптурата на аневризмите е поврзана со сигнификантни промени во големината на аневризмата и критичната вредност за руптура на аневризмата е помеѓу 4 и 10 mm [58].

Jiang и соработниците својата студија дошле до заклучок дека руптурираните аневризми на PComA се поголеми од неруптурираните. Големината на руптурираните аневризми на PComA изнесувала $5,83 \pm 2,24$ mm, додека големината на неруптурираните аневризми изнесувала $4,98 \pm 2,18$ mm [86].

Според Ujiie и соработниците, големината е значаен фактор што влијае врз руптурата на аневризмите. Тие ја анализирале големината на руптурираните и неруптурираните аневризми на AComA, MCA, ICA-PComA и на аневризми со друга локација. Ujiie и соработниците утврдиле статистички сигнификантна разлика во големината помеѓу руптурираните и неруптурираните аневризми, каде што руптурираните аневризми имаат поголеми димензии во споредба со неруптурираните аневризми. Големината на руптурираните аневризми на AComA изнесува $7,2 \pm 2,36$ mm, додека кај неруптурираните аневризми средната вредност изнесува $5,1 \pm 2,55$ mm. Големината на руптурираните аневризми на MCA изнесувала $9,2 \pm 3,44$ mm, додека на неруптурираните аневризми изнесувала $6,9 \pm 3,27$ mm. Руптурираните аневризми на ICA-PComA имале големина од $9,0 \pm 2,48$ mm а неруптурираните аневризми имале големина од $5,8 \pm 3,32$ mm. Големината на руптурираните аневризми на други локации изнесувала $8,9 \pm 1,83$ mm, додека на неруптурираните аневризми изнесувала $5,1 \pm 3,10$ mm. Големината на руптурираните аневризми на AComA била сигнификантно помала во споредба со руптурираните аневризми на MCA, ICA-PComA и аневризмите на други локации. Големината на аневризмите покажува позитивна линеарна корелација со вредноста на AR и кај руптурираните и кај неруптурираните аневризми [58].

Според ISUIA-студијата, кај пациентите што немаат историја за САХ и аневризмите се помали од 10 mm, стапката на САХ изнесувала 0,05 % на годишно ниво, додека кај пациентите со аневризми поголеми од 10 mm, стапката за САХ изнесува 1 % на годишно ниво. Кај пациентите што имаат историја за САХ и аневризми помали од 10 mm, стапката на САХ на годишно ниво изнесувала 0,5 %, додека кај аневризмите поголеми од 10 mm, стапката на САХ изнесувала 1 % [54].

Според Николич и соработниците, средната вредност на најголемиот дијаметар кај руптурираните аневризми изнесувала $12,06 \pm 7,63$ mm, додека кај неруптурираните аневризми изнесувала $8,5 \pm 6,74$ mm. Аневризмите со дијаметар помал од 5 mm сочинуваат 37,5 % од неруптурираните аневризми и 3,65 % од руптурираните аневризми. Аневризмите со дијаметар од 5 до 10 mm сочинуваат 51,8 % од руптурираните аневризми и 18,75 % од неруптурираните аневризми. Аневризмите со дијаметар помал од 5 mm руптурираат само кај 2,5 % од пациентите. Руптурата на аневризмите најчесто настанува кај аневризмите со дијаметар од 5 до 15 mm и тоа 41 % за аневризмите со дијаметар од 5 до 10 mm и 87 % за аневризмите со дијаметар од 10 до 15 mm [24].

Според Winn и соработниците, 29 % од аневризмите се помали од 4 mm, 50 % од аневризмите имаат дијаметар од 5 до 9 mm, додека 20 % од аневризмите се со дијаметар поголем од 10 mm. Според оваа студија, 80 % од аневризмите биле помали од 10 mm [14].

Според Yasuda и соработниците, дијаметарот на руптурираните аневризми изнесувал $6,7 \pm 3,3$ mm, додека кај неруптурираните аневризми дијаметарот на аневризмата изнесувал $4,9 \pm 2,2$ mm. Во оваа студија е утврдена статистички сигнификантна разлика во дијаметарот помеѓу руптурираните и неруптурираните аневризми [63].

Во студијата на Zheng и соработниците, дијаметарот на руптурираните аневризми изнесувал $6,1 \pm 3,2$ mm, додека дијаметарот на неруптурираните аневризми изнесувал $5,8 \pm 4,2$ mm. Во групата на руптурирани аневризми 26,5 % биле со големина помала од 4 mm, 44,1 % од руптурираните аневризми биле со големина од 4 до 7 mm, 20,6 % од руптурираните аневризми биле со големина од 7 до 10 mm и 8,8 % од руптурираните аневризми биле поголеми од 10 mm [62].

Во студијата спроведена од Forget и соработниците, анализирана е фреквенцијата на руптурираните аневризми според големината. Анализирани се 245 аневризми, од кои 35 % се со големина помала од 5 mm, 50,6 % од

аневризмите се со големина од 6 до 10 mm, 6,9 % од аневризмите се со големина од 11 до 15 mm, 2,4 % од аневризмите се со големина од 16 до 20 mm, 1,2 % од руптурираните аневризми се со големина од 21 до 25 mm, 3,7 % од аневризмите се поголеми од 25 mm [56]. Во оваа студија 85,6 % од руптурираните аневризми биле со дијаметар помал од 10 mm. Во поглед на локацијата на аневризмите, 94,4 % од руптурираните аневризми на AComA биле помали од 10 mm. Руптурираните аневризми на PCoM биле помали од 10 mm кај 87,5 % од испитаниците [56].

Големината на аневризмата претставува најзначајниот фактор за одредување на ризикот од руптура на аневризмите. Треба да се напомене дека постојат многу разлики во различни студии при одредување на големината на аневризмите. Одредени автори укажуваат на фактот дека аневризмите потонуваат по руптурата. Според Wiebers и соработниците, аневризмите потонуваат по руптурата, и врз основа на овој факт пресметаната вредност на руптурираните аневризми не ја рефлектира нивната големина пред руптурата [54]. Kataoka и соработниците во својата студија го анализираат проблемот со потонување на аневризмите. Тие ја анализирале хистолошката градба на руптурираните и неруптурираните аневризми и заклучиле дека не постојат хистолошки докази што би оделе во прилог на теоријата дека руптурираните аневризми потонуваат [89]. Заклучоците од студијата на Kataoka и соработниците одат во прилог на тврдењето дека и малите аневризми руптурираат.

Студијата спроведена од Јоо и соработниците, укажува на фактот дека голем дел од руптурираните аневризми се мали. Тој, во својата студија, наведува дека локацијата на аневризмата, особено на аневризмите на ACoM, е значаен фактор за руптура на аневризмата. Големината на аневризмата во периодот на руптура, делумно, може да биде одредена и од дебелината на сидот и од дијаметарот на носечкиот крвен сад. Дијаметарот на ACoM и ACA е помал во споредба со дијаметарот на MCA и ACI. Затоа аневризмите што се локализирани на ACoM може да руптурираат и да крварат пред да достигнат поголеми димензии. Бидејќи големината и локацијата на аневризмата не можат да бидат единствените фактори што го одредуваат ризикот за руптура и препораките за третман на аневризмите, треба да се земат предвид и другите фактори како: возраста на пациентот, морфологијата на аневризмите, навиките за пушење и општата медицинска состојба на пациентот [90].

6. 2. Врат на аневризмата

Според Николич и соработниците, средната вредност на дијаметарот на вратот на аневризмата кај руптурираните аневризми изнесувал $4,21 \pm 2,25$ mm, а кај неруптурираните аневризми изнесувал $3,55 \pm 1,92$ mm [24].

Nader-Sepahi и соработниците утврдиле дека дијаметарот на вратот на аневризмата кај руптурирани аневризми изнесува $3,2 \pm 2,5$ mm, додека кај неруптурираните аневризми дијаметарот на вратот изнесува $3,0 \pm 2,9$ mm. Според оваа студија не е утврдена статистички сигнификантна разлика во ширината на вратот на аневризмата кај руптурираните и неруптурираните аневризми [91].

Во студијата спроведена од Chien и соработниците, дијаметарот на вратот на аневризмата кај руптурираните аневризми изнесувал од 2 до 9 mm со средна вредност од 4,2 mm, додека кај неруптурираните аневризми изнесувал од 2,2 до 9,8 mm со средна вредност од 4,3 mm [60].

Во студијата спроведена од Laaksamo и соработниците, дијаметарот на вратот на аневризмата кај руптурираните аневризми изнесувал $4,7 \text{ mm} \pm 1,37$ mm, кај неруптурираните аневризми дијаметарот на вратот на аневризмата изнесувал $4,87 \pm 1,26$ mm [92].

Во студијата спроведена од Raghavan и соработниците, дијаметарот на вратот кај руптурираните аневризми изнесувала $3,79 \text{ mm} \pm 1,58$ mm. Во оваа студија, кај неруптурираните аневризми е регистрирана повисока вредност на дијаметарот на вратот на аневризмите која изнесува $4,25 \text{ mm} \pm 1,38$ mm [93].

Добиените резултати од нашата студија се во согласност со истражувањето спроведено од Николич и Nader-Sepahi. Во овие студии, кај руптурираните аневризми е регистрирана повисока вредност на дијаметарот на аневризмата, додека истиот е понизок кај неруптурираните аневризми. Спротивно од овие студии, во истражувањето спроведено од Chien, Laaksamo и соработниците е регистрирана повисока вредност на дијаметарот на вратот на аневризмата кај неруптурираните аневризми.

6. 3. Висина на аневризмата

Висината на аневризмата е дефинирана како најголемо растојание од средината на вратот на аневризмата до дното на аневризмата.

Во студијата спроведена од Beck и соработниците, висината на руптурираните аневризми изнесувала $6,7 \text{ mm} \pm 4,2 \text{ mm}$, додека кај неруптурираните аневризми се забележува помала вредност на висината на аневризмата која изнесува $5,7 \text{ mm} \pm 4,1 \text{ mm}$ [94].

Во студијата спроведена од Hoh и соработниците, висината на руптурираните аневризми изнесува $6,19 \pm 2,13 \text{ mm}$. Кај неруптурираните аневризми тој регистрирал помала вредност на висината на аневризмите која изнесува $4,33 \pm 2,81 \text{ mm}$ [85].

Во студијата спроведена од Raghavan и соработниците, висината на руптурираните аневризми изнесувала $6,55 \text{ mm} \pm 3,80 \text{ mm}$. Во оваа студија, кај неруптурираните аневризми е регистрирана пониска вредност на висината на аневризмите која изнесува $5,13 \text{ mm} \pm 1,54 \text{ mm}$ [93].

Резултатите од нашата студија се во согласност со истражувањето спроведено од Beck, Hoh и Raghavan. Во овие студии, кај руптурираните аневризми е регистрирана повисока вредност на висината на аневризмата, додека кај неруптурираните аневризми е регистрирана пониска вредност на висината на аневризмата.

6. 4. Локализација на аневризмите

Николич и соработниците дијагностицирале 185 неруптурирани аневризми, од кои 164 (88,64 %) аневризми биле локализирани во предната мозочна циркулација, односно каротидниот систем, додека 21 (11,35 %) аневризма биле локализирани во подрачјето на задната мозочна циркулација, односно во вертебробазиларниот систем. Во оваа студија 36,2 % од аневризмите биле лоцирани на MCA, 27,02 % од аневризмите се наоѓале на ACI, на комплексот на ACA-AComA се наоѓале 22,1 % од аневризмите. Меѓу аневризмите на вертебробазиларниот систем доминираат аневризмите на врвот од базиларната артерија [24].

Според Николич и соработниците, една аневризма се среќава кај 74,4 % од пациентите, две аневризми кај 18,24 % од пациентите, три аневризми се среќаваат кај 5,1 % од пациентите и четири аневризми се среќаваат кај 2,19 % од пациентите [24].

Lauric и соработниците ја анализираше локализацијата на 267 аневризми. Од нив 20,5 % се наоѓале на AComA, 19,47 % биле лоцирани на ICA, на PComA биле откриени 18,35 %, на MCA се наоѓале 14,60 % од аневризмите, на офталмичната артерија 8,99 %, на BA се наоѓале 4,49 % од аневризмите, на бифуркацијата од ACI и предната хороидална артерија биле застапени по 3,74 % од аневризмите, на ACA и `рбетната артерија имало по 1,49 % од аневризмите, на SCA и PCA биле застапени по 1,12 % и на PICA 0,74 % од аневризмите [95].

Во студијата на Kashiwazaki и соработниците е анализирана локализацијата кај руптурираните и неруптурираните аневризми. Кај неруптурираните аневризми на ICA биле локализирани 22,8 % од аневризмите, на MCA 24,1 % од аневризмите, на AComA 31,3 % од аневризмите, на дисталниот дел од ACA биле локализирани 4,4 % од аневризмите и на другите локации 17,3 % од аневризмите [96].

Во студијата на Backes и соработниците 19 % од аневризмите се наоѓале на ACA, 14 % од аневризмите биле лоцирани на ICA, 7 % аневризмите биле лоцирани на PComA, 51 % од аневризмите биле лоцирани на MCA и во подрачјето на задната мозочна циркулација се наоѓале 10 % од аневризмите [97].

Во студијата на Zheng и соработниците се анализирани 82 испитаници со неруптурирана аневризма. Најчесто биле застапени аневризмите на офталмичната артерија со 58,5 %. Од другите локации на аневризмите на MCA отпаѓаат 6,1 %, аневризмите на AComA се застапени со 11 %, аневризмите на PComA се среќаваат кај 14,6 % и аневризмите на други локации се среќаваат кај 9,8 % од испитаниците [62].

Резултатите од нашата студија се во согласност со истражувањето спроведено од Николич, Lauric, Kashiwazaki и Backes. Според овие студии доминираат аневризмите на предната мозочна циркулација, што е во согласност со нашите истражувања.

6. 5. Агол на аневризмата и агол на инклинација на аневризмата

Аголот на аневризмата и аголот на инклинација на аневризмата се значајни параметри при проценка на ризикот за руптура на аневризмите. При анализа на достапната литература, само мал број студии ги имаат анализирано овие параметри.

Аголот на аневризмата е значаен предиктор за руптура на аневризмите кој се дефинира како агол што го формираат оските помеѓу вратот на аневризмата и висината на аневризмата [61]. Аголот на инклинација на аневризмата или *flow angle* е дефиниран како агол што го формираат оските на максималната висина на аневризмата и носечкиот крвен сад [57].

Ударите на систолниот бран се пренесуваат на сидот на аневризмата по принципот на пренесување на хидрауличниот притисок во затворени садови. Турбулентното движење на крвта во внатрешноста на аневризмата доведува до зголемено оптоварување на аневризмата, слабеење на нејзините сидови и руптура на аневризмата. Аневризмите што се наоѓаат на местата на бифуркација на артериите, имаат поголем ризик за руптура бидејќи ударот на систолниот бран е директен. Доколку крвниот сад е со неправилен правец и извиткан тогаш и ризикот за руптура на аневризмата е поголем. Врз основа на изнесеното може да се заклучи дека аголот на инклинација има поголемо значење при проценка на ризикот за руптура на аневризмите отколку самиот агол на аневризмата [24, 57, 61].

Според Dhar и соработниците, 80 % од руптурираните аневризми имаат агол поголем од 112° додека 81,8 % од неруптурираните аневризми имаат агол на аневризмата помал од 112° . Истражувањето на Dhar и соработниците е во согласност со истражувањето на Lin и соработниците, според кои, руптурираните аневризми имаат поголем агол на аневризмата во споредба со неруптурираните аневризми, односно $95,5^\circ$ наспроти $84,4^\circ$. Според Zheng и соработниците, аголот на аневризмата кај руптурираните аневризми изнесува $97,79^\circ$ додека кај неруптурираните аневризми вредноста на аголот на аневризмата е помала и изнесува $81,47^\circ$ [57].

Според студиите на Николич и Dhar, најголема опасност за руптура на аневризмите е ако вредноста на аголот на инклинација се движи помеѓу 160° и 170° . Доколку аголот на инклинација се движи помеѓу 80° и 130° доаѓа до амортизација на ударниот бран и во тие ситуации руптурата на аневризмите е ретка појава [24, 57].

6. 6. Aspect ratio (AR)

Големината на аневризмата, теоретски и емпириски, претставува значаен предиктор за руптура и појава на САХ, сепак критичната вредност за руптура на аневризмата останува контроверзна. Покрај тоа, општопознат факт е дека и

малите аневризми руптурираат, затоа се наметнува потребата од воведување на нови параметри за проценка на ризикот за руптура на аневризмата, како што е AR [24, 57, 58, 85, 91, 92, 93].

AR претставува сооднос помеѓу висината на аневризмата и дијаметарот на вратот на аневризмата. Предноста на AR при одредување на ризикот за руптура на аневризмата е што покрај дијаметарот на аневризмата кај AR, земена е предвид и вредноста на вратот на аневризмата [58]. Карактеристиките на големината и вратот на аневризмата имаат врска со брзината на проток на крв во и надвор од аневризмата. Вратот на аневризмата дејствува како фактор што го ограничува протокот на крв во и надвор од аневризмата. Во внатрешноста на аневризмата, брзината на протокот на крвта е обратнопропорционална од волуменот на аневризмата. Така, колку што е поголема аневризмата во споредба со вратот на аневризмата толку побавен ќе биде протокот на крв и крвта подолго ќе се задржува во аневризмата. Врз основна на изнесеното може да потврдиме дека AR е добар параметар кој укажува на протокот на крв во аневризмата [58].

AR како параметар е екстензивно анализиран во повеќе студии каде што е докажано дека корелира со руптурата на аневризмите. Во научната јавност нема согласност која вредност на AR треба да се земе како гранична вредност над која аневризмите би можеле да се прогласат како ризични за руптура. Според Ujiiе и соработниците, граничната вредност на AR изнесувала 1,6, досега во студите спроведени од Dhar, Weir, Nader-Sepahi и соработниците, граничната вредност на AR изнесувала 1,8 [57, 58, 66, 91]. Објаснувањето за оваа разлика може да се најде во фактот што Ujiiе и соработниците користат 2D-реконструкција, додека Dhar и соработниците користат 3D-реконструкција на податоците [57, 58].

Вредноста на AR доби на значење и го привлече вниманието на интервентните радиолози бидејќи ниските вредности на AR, генерално, се асоцирани со поголеми технички проблеми и полоши резултати при апликација на коилите [61, 87].

Во студијата спроведена од Николич и соработниците, вредноста на AR била поголема од 1,6 кај 84,7 % од испитаниците со руптурирана аневризма, додека кај неруптурираните аневризми AR имал поголема вредност од 1,6 само кај 9,67 % од испитаниците [24].

Во студијата спроведена од Han и соработниците вредноста на AR била поголема од 1,8 кај 61,6 % од испитаниците со руптурирана аневризма, додека кај

74 % од испитаниците со неруптурирана аневризма вредноста на AR била помала од 1,80 [87].

Според Ujiie и соработниците вредноста на AR кај 80 % од пациентите со руптурирана аневризма била поголема од 1,6. Кај 90 % од пациентите со неруптурирана аневризма вредноста на AR била помала од 1,6. Дистрибуцијата на руптурирани наспроти неруптурирани аневризми со вредност на AR помала од 1,6 на секоја локација изнесуваше 13 наспроти 79 % за аневризмите на AComA, 11 наспроти 58 % за MCA, 11 наспроти 85 % за ICA-PCoM и 7 наспроти 81 % за аневризмите со друга локализација. Според оваа студија, кога AR изнесува 1,6 тоа претставува критична вредност кога аневризмите почнуваат да крварат [58].

Во студијата спроведена од Weir и соработниците кај 88 % од руптурираните аневризми вредноста на AR била поголема од 1,6, додека кај 56 % од пациентите со неруптурирана аневризма вредноста на AR била помала од 1,6 [66]. Според оваа студија, вредноста на AR е поголема кај руптурираните аневризми, односно средната вредност на AR кај руптурираните аневризми изнесувала 2,7. Сепак, во оваа студија не можеше да се потврди граничната вредност на AR од 1,6. Средната вредност на AR во студијата на Weir за неруптурирани аневризми изнесувала 1,8 [66]. Помеѓу аневризмите што имаат големина до 10 mm и вредност на AR поголема од 1,6, 67,8 % биле руптурирани, додека аневризмите со големина до 10 mm и вредност на AR помала од 1,6 само 19,3 % биле руптурирани. Кај аневризмите поголеми од 10 mm и вредност на AR помала од 1,6 само 19,4 % биле руптурирани, додека при вредност на AR поголема од 1,6 дури 75 % од аневризмите биле руптурирани [66].

Во студијата спроведена од Nader-Sepahi и соработниците, вредноста на AR изнесувала $2,7 \pm 1,3$ за руптурираните аневризми и $1,8 \pm 0,8$ за неруптурираните аневризми. Притоа била забележана статистички сигнификантна разлика помеѓу пациентите со руптурирани и оние со неруптурирани аневризми за вредноста на AR. Од руптурираните аневризми, кај 75 % големината на аневризмата била помала од 10 mm. Кај 62 % од овие аневризми кои сочинуваат околу 80 % од пациентите со руптурирана аневризма, вредноста на AR била поголема од 1,6. Според оваа студија, протокот на крв во внатрешноста на аневризмата игра значајна улога во еволуцијата и руптурата на аневризмата. Колку е побавен протокот на крв во аневризмата толку е поголем ризикот за руптура на аневризмата, бидејќи е поголема можноста за настанување на дегенеративни промени во сидот на аневризмата. Вредноста на AR добро кореспондира со

протокот на крв во аневризмата. Сепак AR не го зема предвид протокот во другите делови на аневризмата, како протокот во аневризма ќерка, што, исто така влијае на ризикот на руптура [91].

Резултатите од студијата на Ujiie и соработниците укажуваат дека колку што е поголема вредноста на AR толку е поголем ризикот за руптура на аневризмата [58, 93]. Спротивно од наодите на Ujiie, Beck во својата студија забележал спротивни соодноси [94].

6. 7. Size ratio (SR)

SR претставува сооднос на најголемиот дијаметар на аневризмата и дијаметарот на носечкиот крвен сад. Според Dhar и соработниците, SR е значаен и сигнификантен параметар за проценка на ризикот за руптура на аневризмите. Овој параметар, покрај дијаметарот на аневризмата го зема предвид и дијаметарот на носечкиот крвен сад на аневризмата [57]. Според Ma и соработниците, високите перформанси на SR се должат на фактот што покрај формата на аневризмата во пресметката се вклучени и карактеристиките на носечкиот крвен сад [98]. Вредноста на SR како параметар е оспорувана поради фактот што одредени студии укажаа дека SR како параметар не е практичен да се применува кај аневризмите локализирани на бифуркацијата на артериите [59, 86, 95].

Според Dhar и соработниците, 77 % од пациентите со руптурирана аневризма имаат вредност на SR поголема од 2,05 додека 83 % од пациентите со неруптурирана аневризма имаат вредност на SR помала од 2,05. Според оваа студија, SR претставува сигнификантен предиктор за руптура на аневризмите со сензитивност од 75 % и специфичност од 83 % [57].

Во студијата спроведена од Ma и соработниците, вредноста на SR кај руптурираните аневризми изнесувала $2,84 \pm 1,39$, додека кај неруптурираните аневризми вредноста на SR изнесувала $2,05 \pm 1,03$. Според оваа студија, само SR има постигнато значајност при независна анализа (Wilcoxon test $p < 0,05$) како фактор на ризик за проценка на руптурата на аневризмите. Вредноста на SR за површина под кривата изнесувала 0,688. Според изнесеното, Ma заклучува дека SR има најсилна корелација со проценката на ризикот за руптура на аневризмата [98].

Kashiwazaki и соработниците во својата студија ги анализирале вредностите на големината на аневризмите и SR. Дијаметарот на руптурираните аневризми бил статистички сигнификантно поголем отколку дијаметарот на неруптурираните аневризми. Вредноста на SR била помала кај неруптурираните аневризми и изнесувала $2,2 \pm 1,6$ додека вредноста на SR кај руптурираните аневризми била поголема и изнесувала $4,3 \pm 1,9$. Кај аневризмите што се помали од 5 mm, не постои статистички сигнификантна разлика во големината помеѓу руптурираните и неруптурираните аневризми, добиените вредности биле $3,3 \pm 1,9$ наспроти $3,2 \pm 1,7$. Кога кај аневризмите помали од 5 mm ја анализирале вредноста на SR, таа била статистички сигнификантно повисока кај руптурираните наспроти неруптурираните аневризми [96].

Според Zheng и соработниците, руптурираните аневризми имаат повисока вредност на SR од $2,01 \pm 0,91$ во споредба со неруптурираните, каде што вредноста на SR изнесува $1,22 \pm 0,77$ [62].

Во студијата реализирана од Rahman и соработниците, не постои разлика во дијаметарот на крвниот сад кај руптурираните и неруптурираните аневризми. Руптурираните аневризми се поголеми од неруптурираните и вредноста на SR е статистички сигнификантно поголема кај руптурираните аневризми и изнесува $4,08 \pm 0,54$ mm наспроти неруптурираните, каде што изнесува $2,57 \pm 0,24$ mm [99]. Во студијата на Rahman и соработниците, граничната вредност на SR изнесува 3 и е значително повисока во споредба со другите студии. Кај 69 % од руптурираните аневризми вредноста на SR е поголема од 3, додека само 25 % од руптурираните аневризми имаат вредност на SR помала од 3. Граничната вредност на SR од 3 е асоцирана со руптура на аневризмите со сензитивност од 69 % и специфичност од 75 % [99].

Според Николич и соработниците, вредноста на SR кај пациентите со руптурирана аневризма изнесувала $2,76 \pm 1,42$ а кај неруптурирана аневризма вредноста на SR изнесувала $2,39 \pm 1,26$. Според оваа студија не е утврдена статистички сигнификантна разлика помеѓу вредноста на SR кај руптурирани и неруптурирани аневризми. Врз основа на изнесеното, вредноста на SR не може да се земе како значаен параметар што може да укаже на руптура на аневризмата [24].

6. 8. Bottleneck factor (BNF)

BNF се дефинира како сооднос помеѓу максималната ширина на аневризмата и дијаметарот на вратот на аневризмата.

Кај аневризмите што имаат мал врат во споредба со нивната големина, малиот врат може да дејствува како препрека во навлегувањето на крвта во анеуризмалната ќесе, што доведува до нарушена хемодинамика и појава на зголемен стрес на крвниот сад и намален проток. Вредноста на BNF може да варира од 1 до бесконечност. BNF ќе има вредност 1 ако вредноста на ширината на аневризмата и дијаметарот на вратот се идентични. Оваа вредност ќе се зголемува како што ќе се намалува вредноста на дијаметарот на вратот [93].

Во студијата спроведена од Hoh и соработниците, вредноста на BNF кај неруптурираните аневризми изнесувала $1,48 \pm 0,5$ додека кај руптурираните аневризми изнесувала $2,2 \pm 0,86$. Во оваа студијата е утврдено дека постои статистички сигнификантна поврзаност помеѓу BNF и ризикот за руптура на аневризмата. Тие пресметале дека зголемувањето на вредноста на BNF за 0,1 единица ја зголемува веројатноста за руптура на аневризмата за 25 % [85].

Во студијата спроведена од Raghavan и соработниците, вредноста на BNF кај неруптурираните аневризми изнесувала $1,156 \pm 0,171$. Кај руптурираните аневризми вредноста на BNF изнесувала $1,387 \pm 0,492$. Во оваа студија е утврдена статистички сигнификантна разлика кај вредноста на BNF помеѓу неруптурираните и руптурираните аневризми [93].

7. ЗАКЛУЧОЦИ

Секоја интракранијална аневризма претставува уникатна комбинација во поглед на локацијата, нејзините димензии како ширина на вратот, висина, дијаметар и нејзините соодноси со околните крвни садови. Врз основа на анализата на морфометриските белези на интракранијалните аневризми, можеме да ги дадеме следните заклучоци:

Руптурата на интракранијалните аневризми се јавува кај пациентите од средна животна доба, почесто кај пациентите од женски пол, во споредба со пациентите од машки пол.

Аневризмите на предната мозочна циркулација се почести и се застапени кај 87,84 % пациенти од испитуваната група, односно кај 84,85 % од пациентите од контролната група.

Според формата кај испитуваната и контролната група доминираат сакуларните аневризми.

Според бројот, најчесто кај пациентите се регистрира една интракранијална аневризма, и тоа кај 75,68 % пациенти од контролната група, односно кај 81,82 % пациенти од контролната група.

Руптурираните аневризми имаат поголем дијаметар во споредба со неруптурираните аневризми, при што е утврдена статистички сигнификантна разлика во дијаметарот помеѓу руптурираните и неруптурираните интракранијални аневризми.

Постои статистички сигнификантна разлика во ширината на вратот помеѓу руптурираните и неруптурираните интракранијални аневризми и таа е поголема кај руптурираните аневризми.

Руптурираните аневризми имаат поголема висина на аневризмата во споредба со неруптурираните аневризми, притоа е утврдена статистички сигнификантна разлика.

Аголот на инклинација на аневризмите е значаен параметар за проценка на ризикот за руптура на аневризмите, притоа е утврдена статистички сигнификантна разлика помеѓу руптурираните и неруптурираните аневризми.

Соодносот помеѓу висината на аневризмата и ширината на вратот на аневризмата или AR претставува значаен параметар за проценка на ризикот за руптура на аневризмите. Аневризмите што имаат вредност на AR поголема од 1,8 имаат поголем ризик за руптура. Во оваа студија е утврдена статистички сигнификантна разлика на вредноста на AR помеѓу руптурираните и неруптурираните интракранијални аневризми.

Руптурираните интракранијални аневризми имаа значајно поголем OR споредено со неруптурираните.

Просечната вредност на параметарот SR на аневризмите, статистички сигнификантно се разликуваше помеѓу руптурираните и неруптурираните интракранијални аневризми.

Добиените податоци за морфометриските карактеристики на аневризмите претставуваат добра основа за проценка на ризикот за руптура на аневризмите. Врз основа на ризикот за руптура на аневризмите, може да планираме и спроведуваме третман на неруптурираните интракранијални аневризми и да спречиме појава на САХ со сите последици што ги носи со себе.

8. СПИСОК НА СКРАТЕНИЦИ

КТА - Компјутеризирана томографска ангиографија

ДСА - Дигитална субтракциона ангиографија

МРА - Магнетна резонантна ангиографија

САХ - субарахноидална хеморагија

АComА - предна комуникантна артерија (a. comunicans anterior)

РComА - задна комуникантна артерија (a. communicans posterior)

АСА - предна мозочна артерија (a. cerebri anterior)

МСА - средна мозочна артерија (a. cererbri media)

АСИ - внатрешна каротидна артерија (a. carotis interna)

VBS - вертебробазиларен систем

AR - aspect ratio

SR - size ratio

OR - ostium ratio

BNF - bottleneck factor

HW - height-width ratio

9. ЛИТЕРАТУРА

1. Yasargil MG. Intracranial arteries. In: Yasargim MG. Microneurosurgery Vol I. Thieme Medical Publishers Inc: New York; 1987. p. 54-164.
2. Carolina Valencia Munoz. Characterization of intracranial aneurysms in middle cerebral artery. Barcelona 2010.
3. Retarekar R. Hemodynamics and natural history outcome in unruptured intracranial aneurysms. PhD (Doctor of Philosophy) thesis, University of Iowa, 2012.
4. Vega C, Kwoon J, Lavine SD. Intracranial aneurysms: Current evidence and clinical practice. Am Fam Physician 2002; 66(4): 601-608.
5. Bagley LJ. Aneurysms-All you need to know. Applied Radiology 2009; 6-18.
6. Keedy A. An overview of intracranial aneurysms. MJM 2006; 9(2):141-146.
7. Seibert B, Tummala RP, Chow R, Faridar A, Mousavi SA, Divani AA. Intracranial aneurysms: review of current treatment options and outcomes. Front. Neur. 2:45.
8. Brown RD, Broderick JP. Unruptured intracranial aneurysms: epidemiology, natural history, management options, and familial screening. Lancet Neurol. 2014; 13(4):393–404.
9. Stehbens WE. History of aneurysms. Med Hist. 1958; 2(4):274–280.
10. Ryttefors M. Subarachnoid hemorrhage in the elderly. 2009
11. Prestigiacomo CJ. Historical perspectives: the microsurgical and endovascular treatment of aneurysms. Neurosurgery. 2006;59 (5 Suppl 3):S39-47.
12. Grobelny TJ. Brain aneurysms: epidemiology, treatment options, and milestones of endovascular treatment evolution. Dis Mon. 2011; 57(10):647-655.
13. Lehto H, Niemela M, Kivisaari R, Laakso A, Jahromi BR, Hijazy F, et al. Intracranial vertebral artery aneurysms: clinical features and outcome of 190 patients. World Neurosurg. 2015; 84(2):380-389.

14. Winn HR, Jane JA Sr, Taylor J, Kaiser D, Britz GW. Prevalence of asymptomatic incidental aneurysms: review of 4568 arteriograms. *J Neurosurg.* 2002; 96(1):43-49.
15. Gemmete JJ, Toma AK, Davagnanam I, Robertson F, Brew S. Pediatric cerebral aneurysms. *Neuroimaging Clin N Am.* 2013; 23(4):771-779.
16. Locksley HB. Natural history of subarachnoid hemorrhage, intracranial aneurysms and arteriovenous malformations. Based on 6368 cases in the cooperative study. *J Neurosurg* 1966; 25:219–239.
17. Zhao L, Zhang L, Zhang X, Li Z, Tian L, Wang YX. An analysis of 1256 cases of sporadic ruptured cerebral aneurysm in a single Chinese institution. *PLoS One.* 2014; 9(1):e85668.
18. Orz Y, Al Yamany M. The impact of size and location on rupture of intracranial aneurysms. *Asian J Neurosurg.* 2015; 10(1):26-31.
19. Juvela S, Porras M, Poussa K. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: probability of and risk factors for aneurysm rupture. *J Neurosurg.* 2008; 108(5):1052-1060.
20. Sandvei MS, Romundstad PR, Müller TB, Vatten L, Vik A. Risk factors for aneurysmal subarachnoid hemorrhage in a prospective population study: the HUNT Study in Norway. *Stroke.* 2009; 40(6):1958-1962.
21. de Rooij NK, Linn FH, van der Plas JA, Algra A, Rinkel GJ. Incidence of subarachnoid haemorrhage: a systematic review with emphasis on region, age, gender and time trends. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2007; 78(12):1365–1372.
22. Yong-Zhong G, van Alphen HA. Pathogenesis and histopathology of saccular aneurysms: review of the literature. *Neurol Res.* 1990; 12(4):249–255.
23. Rowe AJ, Finlay HM, Canham P.B. Collagen biomechanics in cerebral arteries and bifurcations assessed by polarizing microscopy. *J Vasc Res.* 2003; 40(4):406–415.
24. Nikolic I. Primena računarskih modela za prostornu rekonstrukciju krvnih sudova mozga u hirurškom lečenju intrakranijalnih aneurizmi. Doktorska disertacija, Beograd 2011.

25. Park SH, Yim MB, Lee CY, Kim E, Son EI. Intracranial fusiform aneurysms: it's pathogenesis, clinical characteristics and managements. J Korean Neurosurg Soc. 2008; 44(3):116-123.
26. Kinoshita M, Kida S, Hasegawa M, Yamashita J, Nomura M. Pathological examination of a ruptured fusiform aneurysm of the middle cerebral artery. Surg Neurol Int 2014; 5:S465-468.
27. Nakatomi H, Segawa H, Kurata A, Shiokawa Y, Nagata K, Kamiyama H, et al. Clinicopathological study of intracranial fusiform and dolichoectatic aneurysms insight on the mechanism of growth. Stroke. 2000; 31(4):896-900.
28. Pritz MB. Cerebral aneurysm classification based on angioarchitecture. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2011; 20(2):162-7.
29. Ohkuma H, Suzuki S, Ogane K. Dissecting aneurysms of intracranial carotid circulation. Stroke. 2002; 33(4):941-947.
30. Rabinov JD, Hellinger FR, Morris PP, Ogilvy CS, Putman CM. Endovascular management of vertebrobasilar dissecting aneurysms. AJNR Am J Neuroradiol. 2003; 24(7):1421-1428.
31. Narata AP, Yilmaz H, Schaller K, Lovblad KO, Pereira VM. Flow-diverting stent for ruptured intracranial dissecting aneurysm of vertebral artery. Neurosurgery. 2012; 70(4):982-989.
32. Wang J, Sun Z, Bao J, Li Z, Bai D, Cao S. Endovascular management of vertebrobasilar artery dissecting aneurysms. Turk Neurosurg. 2013; 23(3):323-328.
33. Chiriac A, Iordache A, Dobrin N, Poeata I. Ruptured intracranial mycotic aneurysm of the distal middle cerebral artery – case report. Romanian Neurosurgery 2013; XX(4):397 - 400.
34. Lotan E, Orion D, Bakon M, Kuperstein R, Greenberg G. Ruptured intracranial mycotic aneurysm in infective endocarditis: radiological and clinical findings. Isr Med Assoc J. 2014; 16(5):317-319.
35. Lang MG, Lang M, Ronsoni R. Mycotic aneurysm as a complication of infective endocarditis – a case report. Rev Assoc Med Bras. 2014; 60(4):298-301.

36. Kuo I, Long T, Nguyen N, Chaudry B, Karp M, Sanossian N. Ruptured intracranial mycotic aneurysm in infective endocarditis: a natural history. *Case Rep Med*. 2010; 2010:168408.
37. Chiriac A, Iliescu B, Faiyad Z, Poeata I. Traumatic intracranial aneurysms. *Romanian Neurosurgery* 2013; XX(3):282 – 288.
38. Miley JT, Rodriguez GJ, Qureshi AI. Traumatic intracranial aneurysm formation following closed head injury. *J Vasc Interv Neurol*. 2008; 1(3):79-82.
39. Santos G, Lima T, Pereira S, Machado E. Traumatic middle cerebral artery aneurysm secondary to a gunshot wound. *J Neuroimaging*. 2013; 23(1):115-117.
40. Tamura T, Kishida Y, Ichikawa M, Sato T, Sakuma J, Saito K, et al. Traumatic intracranial aneurysms treated by intra-aneurysmal coil embolization. DOI:10.5797/jnet.cr.2015-0013.
41. Rinkel GJ, Djibuti M, Algra A, van Gijn J. Prevalence and risk of rupture of intracranial aneurysms: a systematic review. *Stroke* 1998; 29(1):251–256.
42. Hernesniemi J, Dashti R, Lehecka M, Niemela M, Rinne J, Lehto H, et al. Microneurosurgical management of anterior communicating artery aneurysms. *Surg Neurol*. 2008; 70(1):8-29.
43. Figueiredo EG, Deshmukh P, Zabramski JM, Preul MC, Crawford NR, Siwanuwatn R, et al. Quantitative anatomic study of three surgical approaches to the anterior communicating artery complex. *Neurosurgery*. 2005; 56(2 Suppl):397-405.
44. Koo SK, Song YJ, Huh JT. Surgically treated anterior communicating artery aneurysm. *J Korean Neurosurg Soc* 2005; 37:405-409.
45. Rinne J, Hernesniemi J, Niskanen M, Vapalaiti M. Analysis of 561 patients with 690 middle cerebral artery aneurysms: anatomic and clinical features as correlated to management outcome. *Neurosurgery* 1996; 38: 2-11.
46. UCAS Japan Investigators, Morita A, Kirino T, Hashi K, Aoki N, Fukuhara S, The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. *N Engl J Med*. 2012; 366(26):2474-2482.
47. Elsharkawy A, Lehecka M, Niemela M, Billon-Grand R, Lehto H, et al. A new, more accurate classification of middle cerebral artery aneurysms: computed

- tomography angiographic study of 1,009 consecutive cases with 1309 middle cerebral artery aneurysms. *Neurosurgery* 2013; 73(1):94-102.
48. Marlin ES, Ikeda DS, Shaw A, Powers CJ, Sauvageau E. Endovascular treatment of basilar aneurysms. *Neurosurg Clin N Am.* 2014; 25(3):485-495.
49. Zacharia BE, Hickman ZL, Grobelny BT, et al. Epidemiology of aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurosurg Clin N Am* 2010; 21:221–233.
50. Bijlenga P, Ebeling C, Jaegersberg M, Summers P, Rogers A, Waterworth A, et al. Risk of rupture of small anterior communicating artery aneurysms is similar to posterior circulation aneurysms. *Stroke.* 2013; 44(11):3018-26.
51. Isaksen J, Egge A, Waterloo K, Romner B, Ingebrigtsen T. Risk factors for aneurysmal subarachnoid haemorrhage: the Tromso study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 73:185–187.
52. Ohkuma H, Tabata H, Suzuki S, Islam S. Risk factors for aneurysmal subarachnoid hemorrhage in Aomori, Japan. *Stroke.* 2003; 34(1):96-100.
53. Broderick JP, Viscoli CM, Brott T, Kernan WN, Brass LM, Feldmann E, et al. Major risk factors for aneurysmal subarachnoid hemorrhage in the young are modifiable. *Stroke.* 2003; 34(6): 1375-1381.
54. Wiebers D. Unruptured intracranial aneurysms - risk of rupture and risks of surgical intervention. International study of unruptured intracranial aneurysms investigators. *N Engl J Med.* 1998; 339(24):1725-1733.
55. Vlak MH, Algra A, Brandenburg R, Rinkel GJ. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol.* 2011; 10(7):626-636.
56. Forget TR Jr, Benitez R, Veznedaroglu E, Sharan A, Mitchell W, Silva M, et al. A review of size and location of ruptured intracranial aneurysms. *Neurosurgery.* 2001; 49(6):1322-1326.
57. Dhar S, Tremmel M, Mocco J, Kim M, Yamamoto J, Siddiqui AH, et al. Morphology parameters for intracranial aneurysm rupture risk assessment. *Neurosurgery.* 2008; 63(2):185-97.

58. Ujiie H, Tamano Y, Sasaki K, Hori T. Is the aspect ratio a reliable index for predicting the rupture of a saccular aneurysm? *Neurosurgery*. 2001; 48(3):495-503.
59. Lin N, Ho A, Gross BA, Pieper S, Frerichs KU, Day AL, et al. Differences in simple morphological variables in ruptured and unruptured middle cerebral artery aneurysms. *J Neurosurg*. 2012; 117(5):913-919.
60. Chien A, Sayre J, Vinuela F. Comparative morphological analysis of the geometry of ruptured and unruptured aneurysms. *Neurosurgery*. 2011; 69(2):349-356.
61. Zanaty M, Chalouhi N, Tjoumakaris SI, Fernando Gonzalez L, Rosenwasser RH, Jabbour PM. Aneurysm geometry in predicting the risk of rupture. A review of the literature. *Neurol Res*. 2014; 36(4):308-313.
62. Zheng Y, Xu F, Ren J, Xu Q, Liu Y, Tian Y, et al. Assessment of intracranial aneurysm rupture based on morphology parameters and anatomical locations. *J Neurointerv Surg*. 2016; 0:1-7.
63. Yasuda R, Arat A, Strother CM, Aagaard-Kienitz B, Niemann D, Mohamed A, et al. Aneurysm ostium angle: a predictor of the need for stent as assistance for endovascular aneurysm coiling in internal carotid artery sidewall aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2011; 32(7):1216-1220.
64. Ryu CW, Kwon OK, Koh JS, Kim EJ. Analysis of aneurysm rupture in relation to the geometric indices: aspect ratio, volume, and volume-to-neck ratio. *Neuroradiology*. 2011; 53(11):883-889.
65. Cianfoni A, Pravata E, De Blasi R, Tschuor CS, Bonaldi G. Clinical presentation of cerebral aneurysms. *Eur J Radiol*. 2013; 82(10):1618-1622.
66. Weir B. Unruptured intracranial aneurysms: a review. *J Neurosurg*. 2002; 96(1):3-42.
67. Kocak A, Ates O, Durak A, Alkan A, Cayli S, Sarac K. Acute subdural hematomas caused by ruptured aneurysms: experience from a single Turkish center. *Turk Neurosurg*. 2009; 19(4):333-337.
68. Marbacher S, Tomasi O, Fandino J. Management of patients presenting with acute subdural hematoma due to ruptured intracranial aneurysm. *Int J Vasc Med*. 2012; 2012:753596.

69. Gong J, Sun H, Shi XY, Liu WX, Shen Z. Pure subdural haematoma caused by rupture of middle cerebral artery aneurysm: case report and literature review. *J Int Med Res.* 2014; 42(3):870-878.
70. Song TW, Kim SH, Jung SH, Kim TS, Joo SP. Rupture of distal anterior cerebral artery aneurysm presenting only subdural hemorrhage without subarachnoid hemorrhage: a case report. *SpringerPlus.* 2016; 5:73.
71. Wang J, Zhao J. Microsurgical management of basilar artery apex aneurysms. *World Neurosurg.* 2014; 82(1-2):e49-50.
72. Fukuda H, Evins AI, Burrell JC, Medda A, Iwasaki K, Stieg PE, et al. Partial anterior petrosectomies for upper basilar artery trunk aneurysms: a cadaveric and clinical study. *World Neurosurg.* 2014; 82(6):1113-1119.
73. Figueiredo EG, Paiva WS, Gomes M, Castro Flores JA, Wen HT, Teixeira MJ. Modified abbreviated transcavernous approach to basilar artery aneurysms - case report. *Surg Neurol.* 2009; 71(1):25-29.
74. White PM, Wardlaw JM, Easton V. Can noninvasive imaging accurately depict intracranial aneurysms? A systematic review. *Radiology.* 2000; 217(2):361-370.
75. Papke K, Kuhl CK, Fruth M, Haupt C, Schlunz-Hendann M, Sauner D, et al. Intracranial aneurysms: role of multidetector CT angiography in diagnosis and endovascular therapy planning. *Radiology.* 2007; 244(2):532-540.
76. Karamessini MT, Kagadis GC, Petsas T, Karnabatidis D, Konstantinou D, Sakellaropoulos GC, et al. CT angiography with three-dimensional techniques for the early diagnosis of intracranial aneurysms. Comparison with intra-arterial DSA and the surgical findings. *Eur J Radiol.* 2004; 49(3):212-223.
77. Komotar RJ, Mocco J, Solomon RA. Guidelines for the surgical treatment of unruptured intracranial aneurysms: the first annual J. Lawrence pool memorial research symposium - controversies in the management of cerebral aneurysms. *Neurosurgery.* 2008; 62(1):183-194.
78. Teksam M, McKinney A, Casey S, Asis M, Kieffer S, Truwit CL. Multi-section CT angiography for detection of cerebral aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2004; 25(9):1485-1492.

79. Lu L, Zhang LJ, Poon CS, Wu SY, Zhou CS, Luo S, et al. Digital subtraction CT angiography for detection of intracranial aneurysms: comparison with three-dimensional digital subtraction angiography. *Radiology*. 2012; 262(2):605-612.
80. Okahara M, Kiyosue H, Yamashita M, Nagatomi H, Hata H, Saginoya T, et al. Diagnostic accuracy of magnetic resonance angiography for cerebral aneurysms in correlation with 3D-digital subtraction angiographic images: a study of 133 aneurysms. *Stroke*. 2002; 33(7):1803-1808.
81. Ajiboye N, Chalouhi N, Starke RM, Zanaty M, Bell R. Unruptured cerebral aneurysms: evaluation and management. *ScientificWorldJournal*. 2015; 2015:954954.
82. Eboli P, Ryan RW, Alexander MJ. General technical considerations for the endovascular management of cerebral aneurysms. *Neurosurg Clin N Am*. 2014; 25(3):395-404.
83. Mangiafico S, Guarnieri G, Consoli A, Ambrosanio G, Muto M. Endovascular strategy for unruptured cerebral aneurysms. *Eur J Radiol*. 2013; 82(10):1638-1645.
84. Ikeda DS, Marlin ES, Shaw A, Sauvageau E, Powers CJ. Endovascular management of anterior communicating artery aneurysms. *Neurosurg Clin N Am*. 2014; 25(3):437-454.
85. Hoh BL, Siström CL, Firment CS, Fautheree GL, Velat GJ, Whiting JH, Reavey-Cantwell JF, et al. Bottleneck factor and height-width ratio: association with ruptured aneurysms in patients with multiple cerebral aneurysms. *Neurosurgery*. 2007;61(4):716-723.
86. Jiang H, Shen J, Weng YX, Pan JW, Yu JB, Wan ZA, Zhan R. Morphology parameters for mirror posterior communicating artery aneurysm rupture risk assessment. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2015;55(6):498-504.
87. Han KY, Won YS, Kwon YJ, Yang JY, Choi CS. Aspect ratio(dome/neck) of ruptured and unruptured aneurysms in relation to their sizes and sites and ages of patients: clinical research. *Kor J Cerebrovascular Surgery* 2006; 8:3-9.
88. Yasui N, Magarisawa S, Suzuki A, Nishimura H, Okudera T, Abe T. Subarachnoid hemorrhage caused by previously diagnosed, previously unruptured intracranial

- aneurysms: a retrospective analysis of 25 cases. *Neurosurgery*. 1996; 39(6): 1096-1101.
89. Kataoka H. Molecular mechanisms of the formation and progression of intracranial aneurysms. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2015;55(3):214-229.
90. Joo SW, Lee SI, Noh SJ, Jeong YG, Kim MS, Jeong YT. What is the significance of a large number of ruptured aneurysms smaller than 7 mm in diameter? *J Korean Neurosurg Soc*. 2009;45(2):85-89.
91. Nader-Sepahi A, Casimiro M, Sen J, Kitchen ND. Is aspect ratio a reliable predictor of intracranial aneurysm rupture? *Neurosurgery*. 2004; 54(6):1343-1348.
92. Laaksamo E, Ramachandran M, Frosen J, Tulamo R, Baumann M, Friedlander RM, et al. Intracellular signaling pathways and size, shape, and rupture history of human intracranial aneurysms. *Neurosurgery*. 2012; 70(6):1565-1573.
93. Raghavan ML, Ma B, Harbaugh RE. Quantified aneurysm shape and rupture risk. *J Neurosurg*. 2005; 102(2):355-362.
94. Beck J, Rohde S, Berkefeld J, Seifert V, Raabe A. Size and location of ruptured and unruptured intracranial aneurysms measured by 3-dimensional rotational angiography. *Surg Neurol*. 2006;65(1):18-27.
95. Lauric A, Baharoglu MI, Gao BL, Malek AM. Incremental contribution of size ratio as a discriminant for rupture status in cerebral aneurysms: comparison with size, height, and vessel diameter. *Neurosurgery*. 2012; 70(4):944-952.
96. Kashiwazaki D, Kuroda S. Size ratio can highly predict rupture risk in intracranial small (<5 mm) aneurysms. *Stroke*. 2013; 44(8):2169-2173.
97. Backes D, Vergouwen MD, Velthuis BK, van der Schaaf IC, Bor AS, Algra A, et al. Difference in aneurysm characteristics between ruptured and unruptured aneurysms in patients with multiple intracranial aneurysms. *Stroke*. 2014; 45(5):1299-1303.
98. Ma D, Tremmel M, Paluch RA, Levy ELI, Meng H, Mocco J. Size ratio for clinical assessment of intracranial aneurysm rupture risk. *Neurological Research* 2010; 32(5):482-486.

99. Rahman M, Smietana J, Hauck E, Hoh B, Hopkins N, Siddiqui A, et al. Size ratio correlates with intracranial aneurysm rupture status: a prospective study. *Stroke*. 2010; 41(5):916-920.