



УНИВЕРЗИТЕТ “СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ“

СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ



МАРИЈАНА МИРЧЕСКА

**ЕФИКАСНОСТА НА ТРИ ЕНДОДОНТСКИ СИСТЕМИ
ПРИ КОНВЕНЦИОНАЛЕН ЕНДОДОНТСКИ РЕТРЕТМАН**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Ментор: Проф. Д-р. Лидија Поповска

СКОПЈЕ, 2019 година

АПСТРАКТ

Технолошкиот напредок во стоматологијата овозможува висок процент на успешни ендодонтски третмани. Но, во голем број случаи исходот од ендодонтската терапија е неуспешен, па се јавува потреба од последователен ендодонтски ретретман. Голем е бројот на причините кои го компромитираат примарниот ендодонтски третман: реинфекција, дополнителна контаминација на оптурираниот канален систем, некомплетна обработка или оптурација. Конвенционалниот односно конзервативниот ендодонтски ретретман е метод на првиот избор за терапија во ваквите случаи, пред хируршката ендодонција или екстакцијата на забот. За реализација на ретретманот се користат различни системи и техники самостојно или во комбинација со: растворувачи, топлинско размекнување на гутаперката, хемиски средства, ултазвучна инструментација и ласери. Производителите на ендодонтски инструменти, благодарение на технолошкиот развој, создаваат нови системи за ендодонтски третман на каналниот систем на забите, за кои се препорачува дека се поефикасни во каналната обработка од постоечките. Успешната канална обработка е главен предуслов за крајниот исход на ендодонтскиот ретретман. Поради тоа неопходно е ефикасноста на овие нови ендодонтски системи да биде истражена и презентирана, а од таму произлегува и идеата за нашето истражување.

Цел на трудот: Да се утврди разликата во ефикасноста на три ендодонтски системи во ретретман на коренските канали во поглед на постигнување на максимално отстранување на примарното канално полнење. Да се констатира разликата во времето и комплицираноста потребна за ретретман со различните системи. Да се добие сознание за разликите во квантитетот на екструзија на материјал при ретретманот со различните системи. Да се утврди разликата во транспозиција на коренскиот канал при ретретманот со испитуваните ендодонтски системи.

Материјал и метод: Сто и дваесет екстрахирани човечки заби беа во *in vitro* услови ендодонтски третирани, додека ретретманот беше направен со користење на три различни ендодонтски системи. Примероците беа поделени во 3 групи; SiA-ретретман со Hedstroem рачни инструменти, SiB-ретретман со ProTaper Retreatment машински инструменти, SiC-ретретман со ProTaper Gold машински инструменти. Ефикасноста на различните системи беше анализирана со помош на радиографски снимки за да се

констатираат промените во транспозиција на коренскиот канал, беше мерено времето потребно за ретретманот, беше утврден квантитетот на екструзија на материјал и беше направена анализа на фотографии на надолжниот пресек на секој од испитуваните примероци.

Резултати: За испитуваните ендодонтски системи за ретретман утврдивме статистички значајни разлики во однос на испитуваните параметри: квантитетот на екструзија, времето за ретретман, транспозицијата на каналот, остатокот од каналното полнење. Беше утврдена и одредена значајна корелација на техниката на канално полнење и ендодонтскиот систем користен во конвенционалниот ендодонтски ретретман. Најголема екструзија покажа Hedstroem системот. Најбрз ретретман реализираше ProTaper Retreatment системот. Најголема транспозиција на каналот предизвика ProTaper Retreatment системот. Најмал остаток од канално полнење, односно најчисти канали покажа ProTaper Gold системот.

Заклучок: Наодите од оваа студија потврдуваат дека ефикасноста на ендодонтските системи при ендодонтскиот ретретман е условена од специфичностите на ендодонтските инструменти. Студијата разјаснува одредни прашања во поглед на ефикасноста на ендодонтските системи при ретретманот, но отвара и нови дилеми кои се предизвик за идни истражувања.

Клучни зборови: ретретман, ин витро, коренска канална инструментација, иригација, ефикасност

ABSTRACT

Technological advances in dentistry provide a high percentage of successful endodontic treatments. But despite the possibilities, in many cases the outcome of endodontic therapy is unsuccessful, and there is a need for additional endodontic retreatment. A large number of factors compromise primary endodontic treatment: reinfection, additional contamination of the root canal system, incomplete processing or obturation. The conventional or conservative endodontic retreatment is a method of first choice for therapy in such cases, prior to surgical endodontics or tooth extraction. The conventional endodontic retreatment involves repeated instrumentation of the root canal system of the tooth in purpose to complete removal of the obturation, and consequently additional mechanical and chemical treatment of the tooth. Different systems and techniques are used for the realization of this task, which includes manual and machine instruments alone or in combination with the application of solvents, heat softening of guttapercha, chemical agents, ultrasonic instrumentation and lasers. Manufacturers of endodontic instruments, thanks to technological development, create new endodontic retreatment systems, which are recommended to be more effective in root instrumentation than existing ones. Successful instrumentation is a main request for the positive outcome of endodontic retreatment. It is therefore necessary to investigate the efficiency of these new endodontic systems, which bring us to the aim of our research.

Aim: To determine the difference in the efficiency of three endodontic systems in the retreatment of the root canals in order to achieve complete removal of the primary obturation. To establish the difference in time required for the retreatment with the investigated systems. To see the difference in the quantity of debris extrusion due to retreatment with different systems. To analyze the difference in the root canal transposition caused by retreatment with the examined endodontic systems.

Material and method: One hundred and twenty extracted human teeth were endodontically treated in "in vitro" conditions, and after that the retreatment was performed with three different endodontic systems. Samples were divided into 3 main groups; group SiA-retreatment with Hedstroem hand files, group SiB-retreatment with ProTaper Retreatment files and group SiC-retreatment with ProTaper Gold files. The efficiency of the investigated systems was analyzed using radiography to determine the transposition of the root canal, time

required for the retreatment was measured, the quantity of debris extrusion was determined and an analysis of the photographs of the longitudinal section of each sample was made.

Results: The endodontic retreatment systems which were investigated have shown statistically significant differences in following parameter: the amount of extrusion, the time of treatment, the canal transposition, the residual of the canal filling. There was also a significant correlation between the technique of the first canal filling and the endodontic system used in conventional endodontic retreatment. The largest extrusion was recorded for Hedstroem system. The fastest treatment was performed by ProTaper Retreatment system. The largest root canal transposition was caused by ProTaper Retreatment system. The smallest residual in root canal, ie the cleanest canals, was provided by ProTaper Gold system.

Conclusion: The findings of this study confirm that the efficacy of endodontic systems in endodontic retreatment depends of the type of the endodontic instruments. This study clarifies certain questions about the effectiveness of endodontic systems in retreatment, but also brought out new questions that are challenging for future research.

Key words: retreatment, in vitro, root canal instrumentation, irrigation, efficiency

СОДРЖИНА

В О В Е Д.....	8
Л И Т Е Р А Т У Р Е Н П Р Е Г Л Е Д.....	14
Ц Е Л Н А Т Р У Д О Т.....	32
М А Т Е Р И Ј А Л И М Е Т О Д.....	34
Р Е З У Л Т А Т И.....	52
Д И С К У С И Ј А.....	92
З А К Л У Ч О Ц И.....	111
Л И Т Е Р А Т У Р А.....	114

ΒΟΒΕΔ

ВОВЕД

Целта на ендодонтскиот третман е да се задржат забите колку што е можно подолго во усната празнина. Тоа се постигнува преку комплетна обработка и оптурација на коренскиот канал, како би се избегнала секоја можност за појава на секундарна инфекција било од усната шуплина, било од периодонциумот.(1)

ЕТИО-ПАТОГЕНЕЗА НА ЕНДОДОНТСКИОТ НЕУСПЕХ

Иако ендодонтските третмани имаат релативно висок процент на успех, сепак не е можно тој да биде секогаш со позитивен исход и покрај тоа што терапијата била изведена по стандардните протоколи. Поради тоа исклучително е важно да се разберат механизмите за неуспех на ендодонтската терапија, како би можело да се препознаат и соодветно третираат. Причините за неуспех на ендодонтската терапија може да се поделат во три групи:

I. Фактори кои се присутни пред ендодонтскиот третман: неправилна дијагноза, несоодветни инструменти за обработка на каналот, вертикална фрактура на коренот, системски болести

II. Фактори кои произлегуваат во текот на ендодонтскиот третман: варијации во анатомијата на каналниот систем, непронајден канал, инфекции, неправилна механичка обработка, хемиски иритации, неправилен пристап кон каналниот систем, неправилна оптурација, префорсирано канално полнење, перфорација на каналот

III. Фактори кои се јавуваат после ендодонтскиот третман: реинфекција, дефект на коронарна реставарција, перзистирање на апикалниот пародонтит, развој на циста.(2)

ДИЈАГНОЗА НА ЕНДОДОНТСКИОТ НЕУСПЕХ

Дифернцијално дијагностичките заклучоци се донесуваат врз основа на определени знаци и симптоми, радиографски и хистолошки преглед.(3)

Клинички преглед: присутни знаци и/или симптоми кои не се повлекуваат, претставуваат индикации за воспаление и неуспех на првичниот ендодонтски третман. Перзистенција на оток, спонтани болки, постојана слаба болка или осетливост на мастикација укажува на ендодонтски неуспех.(4)

Радиографски наоди: радиографската евалуација при одредување на ендодонтски успех или неуспех е неопходна во проценка на резултатите од третманот, без која успехот на ендодонтскиот третман не може да биде потврден. Поради тоа радиографската евалуација игра основна улога во проценката на резултатите од третманот, па било каква грешка во интерпретацијата ги искривува податоците за неговиот успех или неуспех.(5)

Хистолошки наоди: рутинска хистолошка евалуација на перирадикуларните ткива по третманот на коренскиот канал е непрактична и неизводлива постапка, бидејќи не е можно да се реализира без операција.(6)

ТЕХНИКИ ЗА РЕТРЕТМАН

Постојат бројни техники за ретретман на коренските канали. Тие се класифицираат според материјалите за полнење на коренскиот канал.

- Ретретман при канално полнење со пасти и цементи
 1. Меки пасти,
 2. Цврсто врзувачки цементи,
се реализира со диперзија со ултразвучни вибрации; механичко отстранување со рачни или ротациони инструменти.(5)
- Ретретман при канално полнење со гутаперка
 1. Техники за отстранување на гутаперката- растворувачи на гутаперка (7)
 2. Рачни инструменти- многу често употребувана техника, иако одзема многу време и неретко има ограничени резултати
 3. Машински ендодонтски системи- оваа техника е побрза и се повеќе се користи во секојдневната пракса.(5)

ПОТРЕБА ЗА РЕТРЕТМАН

Анатомијата на коренскиот канален систем има значајна улога за успех и неуспех на ендодонтскиот третман.(8-10) Коренскиот канален систем е составен од главен канал и споредни канали кои комуницираат со периодонталниот простор во ниво на фуркацијата, латерално, а многу често апикално формираат делта со повеќе отвори.(11). Поради ваквата анатомија на коренскиот канален систем, секоја комуникација со просторот на периодонталниот лигамент треба да се смета за врата низ која може да помине потенцијалниот инфективен материјал и/или дебрисот.(12,13) Ендодонтските неуспеси може да се припишат на несоодветности при обликување, ширење и оптурација на коренскиот канален систем, јатрогени причини или реинфекција.(14-17) Без оглед на овие причини, кај сите конечниот резултат е бактериска контаминација.(18,19) Ендодонтскиот ретретман во најголем процент од случаите резултира со комплетна функционалност на забите кои биле оценети како безнадежни (20), овозможувајќи ендодонтски санираниот корен да биде промовиран како природен стоматолошки имплант.

ЦЕЛИ НА КОНВЕНЦИОНАЛНИОТ ЕНДОДОНТСКИ РЕТРЕТМАН

Целта на ендодонтскиот ретретман е да се повтори ендодонтската терапија, при што прво се отстрануваат материјалите од коренскиот канален простор и се корегираат недостатоците од првичниот ендодонтски третман, било да се од патолошко или јатрогено потекло.(21) Ендодонтскиот ретретман овозможува коренскиот канален систем да биде тро-димензионално обликуван и комплетно оптуриран.(22,23) Конвенционалниот ендодонтски ретретман има огромен потенцијал за успех, доколку биде почитуван протоколот на постапките за ретретман и при тоа се користат современите материјали и ендодонтски системи.(24-26)

МАТЕРИЈАЛИ ЗА ОПТУРАЦИЈА

Најчесто користени материјали за оптурација на коренските канали се гутаперка и цемент(и). Неопходно е да се отстрани материјалот за оптурација со цел успех на ендодонтскиот ретретман. Ефикасното отстранување на материјалот за

оптурација е резултат на соодветна корелација на техниките и системите за ендодонтски ретретман.

ТЕХНИКИ ЗА ОТСТРАНУВАЊЕ НА ГУТАПЕРКА

Иако методот на оптурација можеби најмногу влијае врз релативната тешкотија во отстранувањето на гутаперката, влијание имаат и должината на каналот, неговиот напречен пресек, закривувањето и внатрешната конфигурација. Без разлика на техниката на оптурација, гутаперката најдобро се отстранува од коренскиот канал во што поголеми делови, без комплетно размекување, како би се спречило нејзино несакано потиснување периапикално. Најчест начин на отстранување на гутаперката е во делови, односно отстранување на гутаперката во 3 фази (од секоја третина на коренскиот канал одделно). Понекогаш, единствениот поголем гутаперка конус кај правите канали може да се отстрани само со еден инструмент во еден потег. Постојат бројни и различни постапки за отстранување на гутаперката од коренскиот канал.(21) Ендодонтскиот ретретман може да се реализира со машински ротациони инструменти, ултразвучни инструменти, топлина, рачни носачи на топлина и хартиени шилци со хемиски средства.(27) Која од нив ќе биде најсоодветна постапка за одреден случај се определува врз основа на предоперативна ртг снимка, клиничка процена на достапноста на влезовите на коренските канали за повторното влегување во комората на пулпата, како и клиничкото искуство на терапевтот. Индицирана е комбинација на одредени методи за да се овозможи сигурна, ефикасна и комплетна елиминација на гутаперката и цементот од внатрешноста на коренскиот канален систем.

ОТСТРАНУВАЊЕ НА ЦЕМЕНТОТ ОД КОРЕНСКИОТ КАНАЛ

При реализирање на ендодонтскиот ретретман треба да се знае дека цементите кои се користат за дефинитивна оптурација на коренските канали се цврсти и нересорптивни и поради тоа нивното отстранување од коренскиот канал е многу тешко. Повеќето цемента се со погуста конзистенција во коронарниот дел од каналот, а прогресивно кон апикално густината се намалува (поради начинот на внесување на цементот во каналот-од коронарно према апикално). Препорачана техника за отстранување на цементот од главниот коренски канал е со ултразвучни инструменти. Првиот чекор во отстранување на цементот од оптурираниот коренски канал при

ендодонтскиот ретретман е определување на проодност по целата негова должина со помош на рачни инструменти. Понатаму се внесуваат соодветните инструменти за ендодонтскиот ретретман по редослед определен за ендодонтскиот систем кој се користи за ретретманот (улразвучни продолжетоци, растворувачи, ротирачки NiTi инструменти).(21,28)

Без оглед на огромниот потенцијал за успех на ендодонтскиот третман, значаен е бројот на забите кај кои е потребна дополнителна терапија односно ендодонтски ретретман. Неговата цел е преку интердисциплинарно планирање и конвенционална терапија да се реализира успешна повторена ендодонтска обработка и зачувување на природните заби. Поради тоа ендодонтскиот успешен ретретман е камен темелник на реставративната и реконструктивната стоматологија, а природниот ендодонтски саниран корен најсоодветниот стоматолошки имплант.

ЛИТЕРАТУРЕН ПРЕГЛЕД

ЛИТЕРАТУРЕН ПРЕГЛЕД

Подготовката на коренскиот канален систем вклучува проширување и обликување на комплексниот ендодонтски простор и негова дезинфекција. Различни инструменти и техники се развиени и опишани за оваа критична фаза на третман на коренскиот канален систем. Иако многу податоци за подготовка на коренскиот канален систем можат да се најдат во литературата, дефинитивните научни докази за квалитетот и клиничкото соодветно користење на различни инструменти и техники остануваат нецелосни. Причините за ваквиот исход се постоење на методолошките проблеми, поради кои е тешко да се направи споредување меѓу различните истражувања, кои се однесуваат на различните ендодонтски системи и нивната имплементација во ендодонтскиот третман- ретретман.

Крајна цел на ендодонтската терапија е целосно исполнет канален систем на забот со соодветни полнила и зачувување на здрав апикален периодонт. Успешноста на ендодонтската терапија е во корелација со ефикасноста на системот за третман кој ќе се користи при оваа процедура. Технолошкиот напредок и неговата имплементација во стоматологијата ни нуди најразлични современи системи за третман. Во минатото ендодонтскиот третман се реализирал само со помош на рачни инструменти.

Механичката инструментација на коренскиот канален систем е многу важна фаза при ендодонтската терапија, поради тоа што овозможува обликување и проширување на коренскиот канален систем и со тоа овозможува иригација и апликација на антибактериски лекови за поефикасни ефекти со цел елиминирање на бактериите и нивните нус-производи. Таа останува една од најтешките задачи во ендодонтската терапија. Главните цели на подготовката на коренскиот канален систем се превенција на периапикална инфекција и/или реализација на лекување во случаи каде инфекцијата веќе постои преку:

- Отстранување на витално и некротично ткиво од главниот коренски канал
- Создавање на доволен простор за иригација и медикаменти
- Заштита на интегритетот и локацијата на апикалната канална анатомија
- Избегнување на јатрогено оштетување на каналниот систем и структурата на коренот

- Олеснување на оптурацијата на каналите
- Избегнување на понатамошна иритација и/или инфекција на периапикалните ткива

Техники за обработка на коренскиот канал се: рачна подготовка, машинска подготовка на коренскиот канал, ултразвучна подготовка, употреба на ласерски системи и NiTi системи (одделно или во комбинации). Ingle (29) вовел техника за подготовка на коренскиот канален систем, која потоа е прифатена како "стандардизирана техника", со која се споредуваат сите останати техники кои следат по неа. Со оваа техника, секој последователен инструмент активно се воведува до работната должина, по што на крајот се постигнува форма на каналот, што одговара на формата и големината на финалниот инструмент. Schilder (30) ја нагласил потребата за отстранување на сите органски содржини од целиот коренски канален простор со помош на инструменти и изобилство на испирање, при што тој смета дека финалниот облик на каналниот систем не зависи само од индивидуалната и уникатна анатомија на секој коренски канал, туку и од техниката на работа и од материјалот за финална оптурација.

Schilder опишал пет цели на дизајн на коренскиот канален систем:

1. Континуирано проширување на каналот во форма на инка
2. Дијаметарот на попречниот пресек на каналот треба да биде потесен во секоја точка спуштајќи се апикално
3. Подготовката на коренскиот канал треба да го следи обликот на оригиналниот канал
4. Апикалната анатомија треба да остане во нејзината оригинална позиција
5. Апикалниот отвор треба да се зачува во оригиналната големина.

Тој опишал и четири биолошки принципи:

1. Конфигурацијата на инструментите треба да биде соодветна на самите корени
2. Да се оневозможи потиснување на некротични остатоци надвор од фораменот
3. Отстранување на сите ткива од просторот на коренскиот канал
4. Создавање на доволен простор за медикаменти.

Ако се тргне од наведените цели за дизајн и биолошките принципи, кои се предуслов за успешен ендодонтски третман, тогаш комплетниот ендодонтски третман

односно ретретман претставува вистински предизвик. Комплексноста на анатомијата на коренскиот канален систем, вклучувајќи широка палета варијации во бројот, должината, закривеноста и дијаметарот на коренските канали; комплексноста на апикалната анатомија со помошните канали; комуникациите помеѓу каналниот простор и страничниот пародонциум и фуркационата област, се факторите кои влијаат на крајниот резултат на ендодонтската терапија.

Fauchard (31), еден од основачите на модерната стоматологија опишува инструменти за трепанација на заби, подготовка на коренски канали и отстранување на пулпата во неговата книга "Le chirurgien dentiste", давајќи систематски опис на подготовката на коренскиот канален системот за првпат во тоа време. Edvard Maynard е заслужен за развојот на првите ендодонтски рачни инструменти.(32,33) Во 1852 Arthur користел тенки инструменти за проширување на коренскиот канал.(33-37) Во 1885 година биле воведени Gates Glidden инструментите, а во 1915 година K-file инструментите, кои и денес се дел од стандардните инструменти за канална обработка. Иако стандардизација на инструментите била предложена во 1929 од страна на Trebitsch и реактуелизирана од страна на Ingle во 1958 година, ISO спецификациите за ендодонтски инструменти се прифатени дури во 1974 година. (38)

Првиот опис на употребата на машински ротациони продолжетоци (колењаци) е на Oltramare.(39) Тој користел ендодонтски инструменти со правоаголен пресек, кои ги внесувал пасивно во каналот на коренот до апикалниот отвор, а потоа започнувал со нивна ротација со цел обработка на каналот. Тој се залагал во кривите канали да се употребуваат само тенки инструменти за да се избегнат фрактури на инструментот. Во 1889 година, William H. Rollins е првиот кој монтирал канални инструменти со поинаков дизајн на работниот дел во машински ротациони продолжетоци со ротација од 360°. За да се избегнат фрактури на инструментот ротационата брзина ја ограничувал на 100 r.p.m.(40) Во наредните години биле претставени неколку различни ендодонтски ротациони продолжетоци, но сите тие применувале ист принцип на работа (ротација од 360° со ротациона брзина 100 r.p.m). Во 1928 година, W & H (Burmoos, Austria) создал систем кој користел комбинирано ротационо и вертикално движење на инструментот. Поради добро водениот маркетинг, голема популарност во Европа добиваат специјално дизајнираните ендодонтски ротациони инструменти на Hander-handpiece (W & H) во 1958 година и Giromatic (MicroMega, Besancon, France) во 1964 година. Каналните инструменти и кај двата система биле изработени од

не'рѓосувачки челик, а работата со инструментите била ограничена на само еден вид движење; или ротационо или вертикално движење на инструментот нагоре и надолу. Raser инструментите користеле вертикално движење, а Giromatic реципрочно со ротација од 90°. Стоматологот можел да влијае само на ротационата брзина на машинскиот продолжеток и на вертикалната амплитудата на ендодонтскиот инструмент преку движење на раката.(38,41)

Потоа следел период на модифицирани ендодонтски инструменти, чија цел била да се постигне флексибилно движење како би се следела анатомијата на коренскиот канал. Excalibur (W & H), кој овозможува странично осцилирање на инструментот, или Endoplaner (Microna, Spreitenbach, Switzerland) се примери за развојот на ендодонтски инструменти кои користат осцилирачки движења.(38,41) Ендодонтските инструменти направени од никел-титаниум (NiTi), за првпат ги опишуваат како рачни инструменти Walia и sor.(42) Ротирачките NiTi инструменти кои се воведени подоцна користат ротација од 360° со мала брзина. Во современата ендодонција и понатаму се користат рачните инструменти, но NiTi ротирачките инструменти и новите техники за нивна употреба нудат нови перспективи за подготовка на коренскиот канален систем со потенцијал да се надминат некои од главните недостатоци на традиционалните ендодонтски инструменти.

Методолошки аспекти во оценувањето на квалитетот на подготовката на коренските канали

Во текот на изминатите децении се спроведени и објавени бројни истражувања на тема подготовка на коренскиот канален систем. За жал, резултатите се делумно контрадикторни и од нив не произлегуваат дефинитивни заклучоци, кои би упатиле на предноста на одредени ендодонтски системи (рачни или машински). Присутен е и значаен дефицит на студии во поглед на квалитетот на подготовката на коренскиот канален систем. Факт е дека и покрај употребата на ендодонските инструменти речиси еден век, не е дефиниран режим на работа кој би претставувал златен стандард за нивна примена.(43-45) Во повеќето експериментални студии објавени во литературата мал е бројот на ротациони системи или ротациони техники кои се испитуваат и споредуваат. Само неколку студии вклучуваат споредба на четири (44,46,47-51), пет (24) или шест и повеќе (39,52,53,54-58) уреди и техники. Во повеќето од овие објавени студии испитувањето опфаќа ограничен број на параметри, со што се добиваат

резултати од ограничен карактер. Поголемиот дел од студиите се уште се фокусираат првенствено или единствено на обликот на подготвениот коренски канален систем, а многу помал е бројот на студии кои ја анализираат можноста на ендодонтските системи за чистење на коренските канали. Податоци за времето потребно за работа со определен ендодонтски систем, како и безбедната работа (во смисла на фрактури на инструментите и периапикална екструзија на материјал-како превенција од дополнителна инфекција), обично не се цел на посебни експерименти, туку се пропратни забелешки на истражувања дизајнирани за други цели. Широкиот спектар на експериментални дизајни на ендодонтските инструменти и различните методи за работа, а и различните критериуми за евалуација, не дозволуваат споредба на резултатите од различни студии, дури и кога се изведуваат со истиот ендодонтски систем и техника. Многу публикации не содржат доволно податоци за состав на испитуваниот примерок, искуството на терапевтот, а посебно се критикува дека во многу студии се воведени и евалуирани протоколи модифицирани од страна на истражувачите, место протокол за подготовка како што е предложено од страна на производителот на ендодонтскиот систем, што може да резултира со несоодветна примена на инструментите и да доведе до неточни резултати и заклучоци.

Критериуми за евалуација на ендодонтски третман/ретретман

Прв критериум е чистотата на коренскиот лумен после ендодонтската обработка. Опишани се неколку различни протоколи. Некои од овие студии се само со описна природа (48,49,59,60), други користат предефинирани резултати. Овие системи за бодување вклучуваат такви со три резултати (61-62), четири резултати (49,63), па дури и седум резултати.(64) Според повеќето студии, чистотата на коренскиот канал се покажало дека е дефинитивно многу подобра во коронарниот дел од каналот на коренот во споредба со апикалниот дел.(41) Поради ова се чини дека постапката за евалуација која ги утврдува резултатите за различни делови од каналот на коренот е посоодветна за испитуваниот параметар.

Втор критериум е евалуација на формата на коренскиот канален систем по обработката. Целта на студиите од овој домен е да се оцени зачувувањето на оригиналниот облик на каналот.(65,66) Се констатирало дека работа со примероци составени од екстрахирани човечки заби овозможува многу посоодветна репродукција на клиничката состојба, за разлика од истражувањата кои користат акрилатни

блокчиња место заби.(62) Но од друга страна, широкиот спектар на варијации во три-димензионалната морфологија на коренскиот канален систем го прави стандардизирањето на постапката тешко остварливо.(63) Променливи се должината и ширината на коренскиот канал, цврстината на дентинот, неправилни калцификации на пулпата, големината и локализацијата на апикалната констрикција, а особено аголот, радиусот, должината и локацијата на кривините на коренскиот канал, вклучувајќи ја и тродимензионалната природата на кривините.(64,65) Неколку техники се опишани за да се одредат карактеристиките на кривината на каналот, од кои најчесто се користи техниката на Schneider.(66)

Трет критериум е определување на квантитетот на апикална екструзија на остатоци низ апикалната констрикција, спроведено со собирање и мерење на овој материјал за време на подготовка на извадени заби.(65,67-71) Методите на евалуација на апикалната екструзија на дебрис се различни во разни студии, но некои можно е и да се споредуваат. Значително повисока количина на апикално екструдирани остатоци била констатирана при ендодонтски ретретман со рачни инструменти во споредба со ротирачки инструменти, што го потврдуваат резултатите од повеќето студии.(72,72,73) Bharathi и сор. (72) измериле значително помал квантитет на апикално екстудирани дебрис при ендодонтски ретретман со инструментите ProFile, споредено со рачните инструменти Hedstroem. Исто така, машинските ендодонтски системи (Mtwo и Reciproc) се покажале како поуспешни од Hedstroem рачните инструменти во поглед на квантитетот на апикалната екструзија на дебрис (остатоци при обработката на коренскиот канал).(73) Во студијата на Torcuoglu и сор. (74), сите евалуирани техники за ендодонтски ретретман предизвикале апикална екструзија на дебрис. Истражувачите заклучиле дека рачните инструменти произвеле значително повеќе апикално екстудирани материјал одколку ротирачките системи ProTaper, D-RaCe и R-Endo, додека меѓу ротирачките системи немало статистичка разлика, што е во согласност со резултатите од студијата на Rešić и сор.(75) Наодите од претходните студии покажуваат дека машинските ендодонтски системи при каналната обработка имаат тенденција да го истуркаат (потиснат) дебрисот према влезот на каналот, а не апикално.(72,73,74,77) Овие студии укажуваат дека Crown-down техниката ја намалува можноста за екструзија на дебрис према апикално, односно овозможува евакуација на остатоците од каналната обработка во коронарна насока.(78)

Четврт критериум е сигурноста при работата во поглед на фрактури на инструментите, апикални блокади, губење на работната должина, заглавување, перфорација. Повеќето од овие прашања не биле испитани систематски во специјално дизајнирани истражувања за таа цел.(79,80) Фрактурите на инструментот може да бидат поврзани со типот, дизајнот и квалитетот на инструментите кои се користат, материјалот од кој се произведени, ротационата брзина и вртежниот момент, притисокот за време на подготовката, аголот и радиусот на искривување на коренскиот канал, фреквенцијата на употреба, техниката на стерилизација, како и нивото на стручност на терапевтите.

Петти критериум е евалуација на работното време со цел да се добијат заклучоци за ефикасноста на системот или техниката. Податоците за работното време покажуваат големи разлики за идентични инструменти и техники, што настанува поради појава на различни методолошки пристапи, но и поради индивидуални фактори (терапевтот).(81,82)

Конвенционални ротирачки системи

Oltramare и соработниците (39) реализирале серија на експерименти компарирајќи ги ефикасноста за подготовка на каналниот систем, неговото комплетно чистење без остатоци и работната сигурност на различни конвенционални машински ендодонтски инструменти.(39) Студијата испитувала вкупно 15 групи со по 15 подготвени заби. Биле испитувани следниве ендодонтски системи: Giromatic, Endolift, Endocursor, Canal-Leader, Canal-Finder, Intra-Endo 3-LDSY, рачна подготовка, Excalibur, Endoplaner, ултразвук и Rotofile NiTi инструменти (познати како MiTy-Roto-Files). Просечна кривина на коренскиот канал на различните групи кај оваа студија била помеѓу $17,81^\circ$ и $25,11^\circ$, а сите канали на коренот биле подготвени до големина #35 на инструментот. Понатамошни студии биле изведени на Excalibur и Endoplaner.(83) Сите овие студии покажале дека подготовката на криви канали со користење на конвенционални автоматски уреди со инструменти од не'рѓосувачки челик во многу случаи резултирала со сериозна промена на анатомијата на каналниот систем, како и големи наталожувања од дебрис и размачкан слој по должината на каналите.(48,56,84-86) Покрај тоа, за некои од машинските ендодонтски системи се утврдиле големи недостатоци во поглед на работната безбедност (апикални блокади, загуба на работна должина, перфорации и фрактури на инструментот. (39, 49, 54, 55, 58, 70, 84)

NiTi системи

Металуршки аспекти

Металуршките аспекти на NiTi инструментите се однесуваат на две главни карактеристики на оваа легура, составена од приближно 55% никел и 45% титаниум и тоа: мемориска форма на металот и супериорна еластичност. Еластичната граница на виткање и торзија е два до три пати повисока од онаа на челичните инструменти. Модулот на еластичност е значително помал за NiTi легури отколку за челик и затоа силите кои се аплицираат на радикуларниот дентин при подготовката на каналот се многу помали одколку при работа со челични инструменти. Овие уникатни својства се поврзани со фактот дека NiTi е таканаречена "легура со меморија на облик", која постои во две различни кристални форми: аустенит и мартензит. Аустеничната фаза се трансформира во мартензит фаза при напрегање на константна температура и во оваа форма потребна е мала сила за работа со инструментот. По ослободувањето на металот од стресниот момент тој се враќа во аустеничната фаза и инструментот ја враќа својата оригинална форма. Поради овие својства на NiTi легурата, стана реалност да се произведат ендодонтски инструменти со поголем коницитет од 2%, што е норматив за челичните инструменти.(87)

Дизајн на NiTi системи

Со текот на годините дизајнирани се различни NiTi системи и пласирани на стоматолозите. Карактеристиките на дизајнот на ендодонтскиот инструмент како што се: агол на сечење, број на сечила, дизајн на врвот, коницитет и пресек; ќе влијаат на неговата флексибилност, ефикасност на сечење и торзиона отпорност.

Ротациони системи

Првично, NiTi инструменти биле користени за работа со класичните дентални ротирачки инструменти што резултирало со клинички неприфатлив број фрактури на инструментот. Поради тоа производителите создале мотори со контролиран вртежен момент со индивидуално прилагодување на границите на вртежниот момент за секој поединечен инструмент, чија цел е да се овозможи работа на инструментот под границата на неговата еластичност, со што се намалува ризикот од фрактура.(88)

Студиите за подготовка на коренскиот канал користејќи различни NiTi системи во последните години се фокусираа на анализа на способноста за одржување на кривината на каналот и одржување на неговата првобитна форма, како и на безбедноста на работењето со овие нови ротациони системи, додека релативно малку информации се достапни за нивната способност за чистење во смисла на квантитет на екструзионен материјал и отсуство на дебрис и размачкан слој од сидовите на каналот. Резултатите за Quantec- инструментите биле јасно супериорни во споредба со рачните инструменти за средната и апикалната третина од коренските канали и со најдобри резултати за коронарната третина од коренскиот канал.(63) Во понатамошна студија се анализирале разликите помеѓу Quantec SC и Lightspeed (89), при што двата системи покажале речиси комплетно отстранување на остатоците. Во повеќето примероци во двете групи чистотата била подобра во коронарниот отколку во апикалниот дел на коренските канали. Студиите кои ги анализирале ендодонтските системи: FlexMaster, ProTaper и Hуflex; покажале речиси целосно отстранување на остатоците по каналната обработка.(90,91)

Сите студии заедно укажуваат на фактот, дека различните ендодонтски ротирачки NiTi системи варираат во нивната ефикасност, што е веројатно поради различниот дизајн и технолошката обработка на NiTi-легурата.

Во поглед на безбедносните аспекти постои значајна инциденца на фрактури на инструментот за време на подготовката на коренскиот канал.(92) Може да бидат два вида на фрактури: торзиони (при вртење на инструментот) и фрактури при флексија.(93) Фрактурите при флексија можат да произлезат од дефекти на површината на инструментот и се јавуваат после цикличен замор.(94) Анатомски услови како радиусот и кривината на коренскиот канал, фреквенцијата на употреба, различен вртежен момент како и искуството на терапевтот, се меѓу главните фактори за фрактурите.(95-99)

Дополнителни аспекти на безбедноста при работа, како што се фреквенцијата на апикални блокади, перфорации, губење на работната должина или апикална екструзија на остатоци, досега не биле систематски оценувани. Од студиите досега презентирани може да се заклучи дека губењето на работната должина и апикалните блокади всушност се случуваат во определен процент од случаите, додека се чини дека застапеноста на перфорациите е незначителна.(41,70)

Поголем дел од компаративните студии презентираат некои докази за пократко работно време со ротирачките NiTi-системи во споредба со рачната инструментација. Причината за тоа се цени дека е помалиот број на инструменти кај NiTi-системи (ProTaper), кои се потребни за комплетна ендодонтска инструментација.

Сите досега добиени резултати од реализираните студии покажуваат дека: употребата на NiTi-ендодонтски системи резултира со помалку тензии и подобро зачувување на формата при подготовката на коренските канали, посебно на тие со кривини; користењето на NiTi инструментите само по себе не обезбедува комплетно чисти сидови на коренскиот канал (чистотата се намалува од коронарниот кон апикалниот дел од коренскиот канал); употребата на EDTA за време на подготовката целосно не го отстранува размачканиот слој; употребата на NiTi инструменти со активно сечилото е супериорна во однос на инструментите со радијални површини во поглед на чистота на сидовите на каналот; употребата на NiTi инструменти во согласност со препораките на производителот покажува дека тие се безбедни за употреба; неопходна е употребата на специјален мотор со постојана брзина која е ниска и со контрола на вртежниот момент. Сите овие заклучоци упатуваат на тоа дека примената на NiTi инструменти ја олеснува подготовката, особено на криви коренски канали.

Конвенционалниот ендодонтски ретретман е терапија на избор за повеќето реинфекции на ендодонтски третирани заби.(100,101,102) Главната цел на повторното лекување е да се пристапи до апикалниот отвор со целосно отстранување на претходниот материјал за полнење и да се изврши дополнително чистење и обликување на системот на коренскиот канал.(104,105) Опишани се бројни техники за отстранување на полнењето на коренскиот канал, вклучувајќи употреба на рачни или ротирачки системи, топлина, ултразвук или хемиски растворувачи во различни комбинации.(106-109) Некои ротирачки NiTi системи се специјално дизајнирани за ретретман на коренскиот канален систем. Студиите за клиничка употреба и ефикасност на ендоинструментите за ротациона инструментација заклучиле дека тие се посоодветни во поглед на ефикасноста и брзината на отстранување на материјалот за полнење при ендодонтскиот ретретман наспроти рачните инструменти.(110) Материјалот за полнење, некротичното ткиво од пулпа, остатоците од дентин, бактериите и нивните нус-производи и/или иригацијата може да се екструдираат во периапикалните ткива за време на ендодонтскиот ретретман.(111)

Апикално-екструдираниот материјал клинички се смета за одговорен за посттрауматската симптоматологија, вклучувајќи и постоперативно воспаление, егзацербации, па дури и неуспех на првиот ендодонтски третман или одложено апикално заздравување.(112,113) Количината на екстудирани материјал е во корелација со интензитетот на периапикалната воспалителна реакција.(114) Поради овие причини, апикалната екструзија е од интерес на модерната ендодонција. Бројот на студии кои ја анализираат количината на апикално екстудирани остатоци, за време на отстранувањето на материјалот за полнење со ротирачки инструменти за ретретман, сеуште е релативно мал.(115,116,112,117)

Тоа е поради фактот дека производителите на стоматолошки материјали, кои ги имплементираат технолошките иновации на своите нови ендодонтски машински системи, ги препорачуваат истите поради подобрената ефикасност, па од тој факт произлегува потребата за дополнителни истражувања на новите ендодонтски системи во клиничката пракса. Во таа смисла, Торсуoglu и сор. (117), ја споредиле релативната ефикасност на 3 ротациони системи за ретретман (Pro-Taper retreatment instruments, D-RaCe и R-Endo instruments); Dincer и сор. (115), ја анализирале количината на екструзиониот материјалот при употреба на четири ендодонтски системи за ретретман (ProTaper и MTwo, Reciproc системи, Hedstroem-рачни инструменти); Silva и сор.(112) ја утврдиле апикалната екструзија предизвикана од инструментите на Reciproc, Wave One и Protaper; Saad и сор.(116) ја испитувале периапикалната екструзија на дебрис со ProtaperUniversal and K3 ротациони системи кои биле користени при ретретманот.

Системот ProTaper Retreatment (PTR, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) се состои од 3 инструменти означени со D1, D2 и D3. Тие се со следните должини од 16mm (D1), 18mm (D2) и 22mm (D3), и секој инструмент се користи за третирање на посебна третина од коренскиот канал што одговара на нумеричката ознака (D1-> D2-> D3). Дијаметарот на врвот на работниот дел е 0.30mm, 0.25mm и 0.20mm, соодветно, додека коницитетот на инструментот е 9%, 8%, 7%, соодветно, за разлика од ISO стандардот од 2%. Овие машински ротирачки инструменти се специјално дизајнирани за ендодонтски ретретман, а од нив само D1 инструментот има активен врв, а D1 и D2 се со неактивен врв. Сите три се со конвексен напречен пресек.

Системот ProTaper Gold (PRG, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) се состои од следните машински инструменти Sx, S1, S2, F1, F2, F3. Овој систем бил

пласиран на пазарот кон крајот на 2016 година, како револуционерен производ во поглед на неговата флексибилност која, според производителот, доведува до зголемена отпорност на циклични фрактури на инструментот до 30%, овозможена од специјалната металуршка обработка на NiTi легурата, поради што површината е со златен сјај, од каде што го добива и своето име. Бидејќи бројот на студии кои ја испитуваат ефикасноста на овој производ е релативно мал, ние се надеваме дека нашето истражување ќе обезбеди нови податоци за количината на апикално-екструдираниот материјал за време на ендодонтскиот ретретман со ProTaper Gold системот во корелација со рачните Hedstroem инструменти (најчесто користени за повторна обработка) и ProTaper Retreatment системот (специјално дизајнирани за оваа постапка).

Конвенционалниот ретретман претставува комплетна обработка на коренскиот канален систем по претходно целосно отстранување на дефинитивното канално полнење.(118) Многу материјали се користат за пополнување на коренските канали, од кои најмогу користена е гутаперката.(119,120) Многу техники се препорачуваат за отстранување на гутаперката од коренскиот канал. Се покажало дека ротационата инструментација е побрза од рачната инструментација при отстранување на гутаперката од коренскиот канал.(121)

Транспозиција на коренскиот канал

Терминот транспозиција на коренскиот канал означува промена на физиолошките граници на каналот на нова јатрогена локација кон надворешната површина на коренот.(122) Според Речникот на ендодонтски термини на Американската асоцијација на ендодонти поимот транспозиција на каналите е дефиниран како-отстранување од ѕидот на каналот на надворешната кривина во апикалната половина на каналот поради тенденцијата на ендодонтските инструменти да се вратат во нивниот оригинален линеарен облик при обработката на каналот, при што може да дојде до формирање на стапалка или перфорација.(123) Транспозицијата на коренскиот канал води кон нерамномерно отстранување од ѕидовите на каналот при неговата обработка, го намалува аголот на закривеност кај закривените корени, надолжната оскан на каналот се менува, така што на крајот настанува јатрогена промена на формата на каналот (се исправаат закривените канали).

Ендодонтските инструменти имаат тенденција да се исправат по својата должина додека се во каналот, при што притискаат и одземаат од сидот на надворешната страна кај закривените канали во апикалната третина од коренот и на внатрешната страна од сидот на каналот во неговата средната третина. Поради тоа, при обработката на коренскиот канал доаѓа до негово поголемо проширување во делот на конвексноста од апикалната третина и во делот на конкавноста во средната третина од закривените канали.(124,125) Ова е таканаречена лакт-инструментација на коренскиот канал при што како последица доаѓа до отежната кондензација на гутаперката при оптурацијата на каналот, а со тоа и промена на апикалниот стоп.(122)

Факторите на ризик за настанување на транспозиција на коренскиот канал се: несоодветна препарација на пристапниот кавитет (126), јатрогени фактори (124), степенот и радиусот на кривината на каналот (кога радиусот е помал, а степенот на кривината поголем, поголема е можноста за настанување на транспозиција на каналот) (124), недоволна и неправилна иригација (127), работа со поригидни инструменти (128,129), различни техники на биомеханичка обработка на каналот (125,128,130), формата на напречниот пресек на инструментите (123), инструменти со активен врв, погрешно толкување на радиографиите во однос на закривеноста на каналите.

Несакани последици поради транспозицијата на каналот:

1. Губење на апикалниот стоп и префрлање на каналното полнење периапикално поради исправање на закривените канали. Присутно е и губење на оригиналната кривина на каналот и промена на неговата надолжна оска. Сите овие промени се ризик за настанување на апикална екструзија на дебрис и патогени микроорганизми, ириганси и префорсирање на материјалот за оптурација на каналот (130)
2. Формирање лакт-препарација или добивање форма на песочен часовник (обратна конусна форма) (130,131)
3. Перфорација во ниво на апикалниот дел од коренскиот канал при користење на ротирачки инструменти со активен врв (124,130)

Клинички последици поради транспозиција на коренскиот канал

При поголем степен на закривеност со помал радиус на кривината постои поголем ризик од транспозиција на каналот.(124,132,133,134,135) Голем број студии го потврдуват овој факт и при тоа било утврдено дека до транспозиција на коренскиот канал доаѓа независно дали се користат рачни челични или NiTi-инструменти.(136) Некомплетната обработка на делот од каналот при транспозицијата преставува фактор на ризик за секундарна инфекција после дефинитивната оптурација.(130)

Ин витро студиите покажале дека по инструментацијата на закривените коренски канали, рачните инструменти како од NiTi така и од не'рѓосувачки челик оставиле некои необработени делови од каналот. Ова посебно било забележано во апикалната третина од каналот.(137-139) Речиси 35% од површината на каналот останала необработена при инструментација и со двата системи.(140) Според литературата, транспозицијата на коренскиот канал резултира со зголемување на количината на инфективен материјал во неинструментираната апикална третина од коренскиот канал и може да предизвика инфекција.

Преголемото одземање од дебелината на интраканалниот дентин е уште една последица од транспозицијата на каналите. Од надворешниот сид, односно конвексниот сид на закривените коренски канали во апикалната третина може да биде отстранета поголема количина на дентин, додека пак внатрешниот сид, односно конкавниот сид може да остане недообработен. Поради ова ќе остане инфициран дентин (141), кој може да доведе до развој на постоперативна периапикална лезија. Делот од коренот каде конвексниот сид е истенчен ќе резултира со намалување на механичките карактеристики на целиот корен (142) и на тој начин се намалува отпорноста на фрактура. Schafer и сор.(143), направиле *in vitro* студија за да се провери влијанието на концентracијата на отпорноста на фрактури кај ендодонтски третирани екстрахирани заби и заклучиле дека постои намалување на отпорност на фрактура за околу 25% по рачната инструментација (коницитет = 0,02), 22 % по проширувањето со FlexMaster (коницитет 0,02-0,06) и 43,7% по обработка со GT инструменти (коницитет 0.04-0.12) во споредба со ендодонтски нетретирани контролни заби. Корените проширувани со поголем коницитет на инструментите биле повеќе склони кон фрактура од оние што биле проширени со инструменти со помал коницитет. Поради тоа инструментацијата на коренскиот канал треба да резултира со постепено зголемување

на концитетот на проширениот канал и при тоа да не дојде до големо отстапување од примарните димензии и форма на коренскиот канал, а тоа воедно се и главните цели на биомеханичката инструментација.

Финалниот изглед на обработениот коренски канал е условен од флексибилноста на инструментот, напречниот пресек и дијаметарот на инструментот, локацијата на апикалниот отвор, техниката на инструментација и цврстината на дентинот.(144) Транспозицијата на коренскиот канал до 0,15 mm се смета за прифатлива, а кога таа е над 0,30 mm може да има негативно влијание.(124) Fan B и сор. (145) и Wu МК и сор.(146) со резултатите од своите студии, во кои ја испитувале поврзаноста на транспозицијата со апикалното истекување, откриле дека закривените коренски канали кај кои настанала транспозиција при обработката појавиле апикално истекување до одреден степен, додека пак наспроти тоа кај закривените канали каде не е предизвикана транспозиција на каналот, апикално истекување или е минимално или не се појавило.

Постојат многубројни студии за инструментација на закривени коренски канали, кои се фокусирале на транспозицијата на каналите, исправањето или одржувањето на оригиналното закривување на коренскиот канал.(147) Најголемиот дел од нив користеле симулирани криви канали во акрилатни блокчиња или екстрахирани човечки заби со определени кривини на коренскиот канал. Но, клиничките студии кои ги проценуваат ефектите на различни ендодонтски инструменти или техники на инструментација се малку на број.

Hedstroem рачните инструменти се користат во линеарно движење долж коренскиот канал (148,149,150,151), кое резултира со изразено исправање на внатрешниот ѕид на коренскиот канал, како и прекумерно отстранување од надворешната страна на заобленоста, што резултира со значајна транспозиција, па дури и апикални перфорации.(150,152,153,154) Инструментите, особено со димензии над #20, стануваат нефлексибилни, што резултира со нивна тенденција да се исправат внатре во закривените канали. Ако првиот инструмент почне да одзема од дентинот по надворешниот ѕид на каналот, овој ефект ќе се интензивира со секој последователно користен поголем инструмент. Неколку експерименти ги оцениле ефектите од модификациите на врвот на инструментот на транспозицијата на каналот.

Инструментите со неактивен врв (155,156-158), предизвикувале помала транспозиција на каналот.

Потврдено е дека инструментите со неактивен врв се супериорни и во одржувањето на оригиналната кривина на каналот, независно од тоа дали се изработени од не'рѓосувачки челик или никел-титаниум, дали се рачни или ротирачки никел-титаниумски инструменти.(147,155,159,160) Воведувањето на изразено еластичната легура на никел-титаниум резултираше со инструменти кои делуваат со многу пониски сили на сидовите на коренскиот канал во споредба со инструментите од не'рѓосувачки челик.(147,161) Постојат докази дека рачните инструменти од никел-титаниум предизвикуваат помало отстапување од оригиналното искривување на коренскиот канал. (152,162-167)

Покрај тоа, значително зголемената флексибилност на инструментите од никел-титаниум во споредба со инструментите од не'рѓосувачки челик, овозможи да се произведат инструменти со поголеми коницитет од ISO стандардот, што е 2% (147,159,161,168). Овие никел-титаниум ротирачки инструменти, речиси сите кои имаат неактивни врвови (161,168), се особено погодни за подготовка на закривени коренски канали споредено со рачните инструменти од не'рѓосувачки челик. Всушност, големината на транспозицијата на каналот предизвикана од овие инструменти е многу мала.(161,169,170) Разликите во способноста за центрирањето на ротирачките никел-титаниум наспроти рачните инструменти од не'рѓосувачки челик стануваат поизразени при финалната инструментација на каналот со инструменти поголеми од #30.(161)

Сепак, овие инструменти треба да се користат со одредена претпазливост и треба да се повлечат од каналот веднаш штом се достигне апикалната крајна точка при инструментацијата.(168,171) Исто така, би требало да се избегнува апикална инструментација со ротирачки инструменти кои имаат дебелина и коницитет #40.04, бидејќи може да резултира со транспозиција на каналот кон надворешниот сид на закривеноста.(172)

Постоење на некротично ткиво, коронарно истекување, бактериски биофилм, секундарен кариес и фрактури на забите се најчестите причини за појава на периапикални восталенија по првичниот третман на коренскиот канал.(173) Целосното отстранување на материјалите за полнење на коренскиот канал се смета за главен

предуслов за обезбедување на успехот на ендодонтскиот ретретман. Најчесто дефинитивната оптурација претставува комбинирација од гутаперка и цемент.(174) Успехот на ендодонтскиот ретретман зависи од целосното отстранување на истите од коренскиот канален систем со што би се овозможило соодветена хемиска иригација на каналниот систем. (175)

Постојат голем број техники за ретретман вклучувајќи ги инструментите за топлина, ултразвук (176) и употребата на ротирачки NiTi инструменти.(177-180) За таа намена посебно е дизајниран и ProTaper Retreatment системот кој нуди уникатни специјално дизајнирани инструменти за отстранување на материјалот за оптурација од коренските канали.(181)

Главната цел на конвенционалниот ендодонтски ретретман е враќање на пристапот до апикалниот отвор со целосно отстранување на материјалот за полнење на коренскиот канал, со што се овозможува комплетно чистење и обликување на коренскиот канален систем и конечна оптурација.(179) Една од најголемите технички потешкотии со кои се соочуваат ендодонтите е конвенционалниот ретретман на коренскиот канал, бидејќи материјалите за оптурација претставуваат механичка бариера, која за биде отстранета потребно е значително време и напор.(180,181,182)

Во последните години воведени се флексибилни ротирачки никел-титаниум (NiTi) системи, како би го олесиле ендодонтскиот ретретман. Овие инструменти се со различни дизајни, со неактивен врв, посебни форми на радијалните површини, различни коницитети и агли на пилите, различна должина на работниот дел.(183)

Секојдневниот технолошки развој овозможува неговите придобивки производителите на ендодонтски системи да ги имплементираат во својата палета на производи. Поради тоа неопходно е реализирање на нови истражувања кои ќе ги испитаат придобивките и карактеристиките на новите ендодонтски системи и чии резултати ќе дадат нови практични сознанија за ефикасноста на овие системи во реализацијата на нивната цел: ендодонтска подготовка на коренскиот канален систем со зачувана архитектоника, максимално можно чисти радикуларни сидови, минимална екстурзија на материјал, пократко време на работа и поголема безбедност.

ЦЕЛ НА ДИСЕРТАЦИЈАТА

ЦЕЛ НА ДИСЕРТАЦИЈАТА

Успешноста на ендодонтскиот ретретман е во корелација со ефикасноста на системот за ретретман кој ќе се користи при оваа интервенција. Денес поради технолошкиот напредок производителите нудат најразлични современи системи за ретретман, за кои се препорачува дека се поефикасни од претходните. Поради тоа сметаме дека постои неопходност ефикасноста на овие нови системи да биде истражена и презентирана, од каде и произлегуваат целите на нашето истражување:

1. Да се утврди, анализира и спореди квантитетот на екструзија на материјал при ретретман за секој од трите ендодонтски системи.
2. Да се утврди, анализира и спореди времето потребно за ретретман за секој од трите ендодонтски системи.
3. Да се утврди, анализира и спореди настанување на транспозиција на коренскиот канален систем при ендодонтскиот ретретман со трите ендодонтски системи.
4. Да се утврди, анализира и спореди степенот на остаток од првобитното дефинитивно канално полнење после ретретманот за секој од трите испитувани ендодонтски системи.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

Материјал

Во студијата беа испитувани три ендодонтски системи од кои едниот ендодонтски систем е наменет за рачна механичка обработка на каналите, а другите два ендодонтски системи се наменети за машинска обработка. Примероците кои беа опфатени со нашето истражување се 120 екстрахирани заби. Забите беа екстархирани поради други причини, а не за цел на нашето истражување.

Примероците вклучени во студијата беа селектирани според одредени критериуми и тоа: заби со присутна коронка во ниво на комората на пулпата, заби кои не се претходно ендодонтски третирани, заби со целосно формиран апекс, заби со претходно утврдена проодност на коренскиот канал (кој ќе биде обработуван) до ниво на анатомскиот апикален отвор.

Нашето истражување беше реализирано во *in vitro* услови со цел добиените резултати да бидат приказ на реалната ефикасност на трите испитувани ендодонтски системи, односно да се исклучат субјективните фактори од страна на пациентот. Сите примероци ги испитуваше само еден истражувач, со цел да се исклучат субјективните фактори кои би произлегле од индивидуалноста при работата на повеќе истражувачи.

Пред реализација на ендодонтскиот ретретман со трите испитувани ендодонтски системи, примероците (екстрахираните заби) претходно беа соодветно подготвени за постапката.

Подготовка на коренскиот канал на секој од примероците (инструментација и оптурација)

Механички беа отстранети меките ткива, калкулус и туѓи тела од примероците со помош на вода и метална четка и/или со ултразвук (Слика 1).



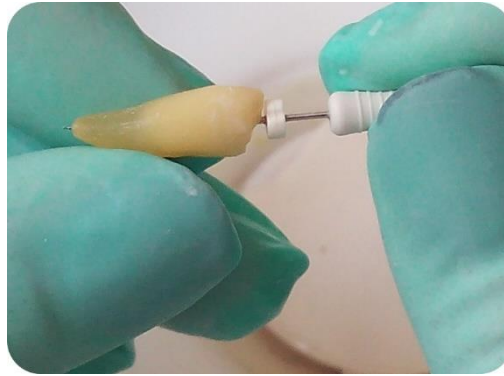
Слика 1. Подготовка на примероците

Заради дезинфекција и отстранување на органскиот дебрис забите комплетно беа потопени во 2,25% натриум хипохлорит (Cerkamed, Stalowa Wola, Poland) во тек на 24 часа. Потоа беа измиени со вода од чешма и се чуваа во физиолошки раствор до употреба (Dental Medical, Subotica, Serbia). Стандардизација на примероците беше направена на тој начин, што секој од нив беше пресечен на ниво над вратот на забот. Сечењето беше реализирано со помош на турбина (ET605C, KaVo, Viberach, Germany) со 280000 rpm брзина со помош на долг коничен борер (TF-11, ISO 173/014, MANI, Tochigi, Japan) и воден спреј (Слика 2).



Слика 2. Стандардизација на примероците

Потоа на секој примерок посебно беше ослободен пристап до каналот кој ќе се обработува. За таа цел беше употребен долг коничен дијамантски борер (TF-11, ISO 173/014, MANI, Tochigi, Japan), при што само беше отворен влезот во каналот, но без негово проширување (Слика 3).



Слика 3. Утврдување на проодноста на каналот

При оваа фаза на утврдување на проодноста на коренските канали беше употребен рачен инструмент K-file големина 15 (MANI, Tochigi, Japan) и 17% p-p EDTA (DiaPrep Pro17%, DiaDent, Seoul, Korea), а како ириганс се користеше 3% p-p H₂O₂ (Alkaloid, Skopje, North Macedonia) и дестилирана вода (Alkaloid, Skopje, North Macedonia). Во каналот на секој заб инструментот се водеше кон апикално се додека беше забележан само врвот на инструментот преку апикалниот отвор (не беше правено проширување на каналот за да не се предизвика префорсирање).

Примероците беа поделени во 3 главни групи и секоја од нив на 2 подгрупи. Поделбата на главни групи беше соодветна на трите испитувани ендодонтски системи за ретретман. Главните групи беа означени со латинските букви А, В, С (Слика 4).

KP \ SI	A	B	C
SC	1-20	1-20	1-20
LK	21-40	21-40	21-40

Слика 4. Групирање на примероците

Групите беа обележани со А-рачен систем Hedstroem проширувачи-Н (MANI, Tochigi, Japan), В-машински систем ProTaper Retreatment проширувачи-PTR (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), С-машински систем ProTaper Gold проширувачи-PTG (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Примероците во секоја група беа обележани со броеви од 1 до 40, односно три групи од по 40 примероци. Со броевите

од 1 до 20 беше означена техника на полнење на каналот Single cone, а со броевите од 21 до 40 техника на полнење Cold lateral condensation. На овој начин беа добиени 3 групи од по 40 примероци или 6 подгрупи од по 20 примероци. За секој од испитуваните ендодонтски системи беше анализирано и каква ефикасност покажа при ретретманот во однос на техниката на првичното каналното полнење.

Понатаму, секој од примероците беше инструментирани со стандардна или Step back техника (зависно од каналното полнење), а работната должина (WL) беше определена на 1 mm помалку од должината на проширувачот со кој беше утврдена проодноста на каналот до апексот. Последен проширувач кој се користеше беше #30 K-проширувач. Помеѓу фазите на инструментација примероците беа испирани со 2 ml 3% H₂O₂. Финалната иригација беше со 5 ml 3% H₂O₂.

Примероците беа оптурирани со дефинитивно канално полнење Endofil (Produits Dentaries, Vevey, Switzerland) и гутаперка штифт (MANI, Tochigi, Japan), (Слика 5).



Слика 5. Материјал за оптурација

Примероците од 3 главни групи обележани од 1-20 беа инструментирани со стандардната техника за канална обработка и потоа беа оптурирани со дефинитивно канално полнење-метод Single cone (Endofil-cement и еден Gutta-percha штифт), (Слика 6).



Слика 6. Техника Single cone

Примероците од 3 главни групи обележани од 21-40 беа инструментирани со Step back техника за канална обработка и потоа беа оптурирани со дефинитивно канално полнење-метод Cold lateral condensation (Endofil-cement во тенок слој и поголем број Gutta-percha штифтови), (Слика 7).



Слика 7. Техника Cold lateral condensation

На крајот сите примероци беа привремено затворени со соодветен привремен материјал (Provis, Favodent, Karlsruhe, Germany). Примероците беа складирани во дестилирана вода (Alkaloid, Скопје, North Macedonia) за време на целата студија на собна температура (20-25°C).

Ендодонтски ретретман

По три недели беше спроведен ендодонтскиот ретретман (Crown down техника) со соодветниот испитуван систем (H; PTR; PRG) според упатствата на производителите. Систем А- Hedstroem проширувачите се во форма на континуиран редослед на конуси формирајќи изглед на превртена елка. Тие се многу остри со активен врв. Тие беа употребени со push-pull (потиснување-извлекување) техника на инструментација (Слика 8).



Слика 8. Систем А- Hedstrom files

Систем В-ProTaper Retreatment машинските проширувачи беа користени со брзина од 500-700 rpm (вртежи во минута) за отстранување на гутаперката и 300 rpm за отстранување на цементот, при torque (вртежен момент) на 3 N-cm (Слика 9).



Слика 9. Систем В- ProTaper Retreatment files

Систем C-ProTaper Gold машинските проширувачи беа користени со брзина од 300 rpm и tork од 5 N-cm за S1 и Sx; 1,5 N-cm за S2 и F1; 3 N-cm за F2, F3, F4, F5 (Слика 10).



Слика 10. Систем C-ProTaper Gold files

За време на инструментацијата на каналите, за иригација се користеше само дестилирана вода, бидејќи целта на истражувањето беше да се утврди ефикасноста на ендодонтските системи која произлегува од нивните карактеристики, без употреба на хемиски растворувачи. Протоколот за иригација беше следниот: по секои 3 инсерции од секој инструмент се користеше 2 ml дестилирана вода со игла со отворен врв со големина 27, при што таа беше внесена во каналот колку што можно подлабоко во апикалната третина од коренскиот канал. Финалната иригација беше со 5 ml дестилирана вода. За целосно отстранет материјалот за оптурација беше дефиниран по следниов критериум- да нема видливи остатоци од материјал за полнење на инструментот.

Фази на работа

Беа направени Rtg снимки на секој од подготвените примероци со Miller инструмент во каналот, со цел да се утврди неговата индивидуална анатомија, која понатаму во следните фази на обработката на каналот треба да остане колку што е можно помалку промената во поглед на нејзиното протегање односно позиција. За таа

цел секој од забите беше Rtg снимен уште 2 пати; 2-та Rtg снимка беше направена после првичниот ендодонтски третман и 3-та Rtg снимка после ендодонскиот ретретман со соодветниот испитуван ендодонтски систем. Суперпонирањето на 3-те Rtg снимки покажа колкав е степенот на транспозиција на коренскиот канал настанат при ретретманот за секој од испитуваните ендодонтски системи. При ртг-снимањето забот беше фиксиран над rtg филмот, а над него беше поставен тубусот на Rtg апаратот на исто растојание за сите примероци. Снимањето беше со Kodak 2200 Intraoral X-Ray System (Eastman Kodak Company, Rochester, New York, USA), (Слика 11).



Слика 11. Рентген апарат Kodak 2200

По завршениот ретретман беа направени 3-те Rtg снимки, а на крајот на испитувањето секој од примероците (забите) беше пресечен лонгитудинално на 2 половини, за да се анализира квантитетот на остатокот од дефинитивното канално полнење по сидовите на каналот. Целта на ендодонтскиот ретретман е овој остаток да биде што е можно помал, бидејќи претставува фактор на ризик за реинфекција на каналот. Секоја од пресечените надолжни половини на забот беше анализирана како целина, а потоа и поделена на 3/3 (коронарна, средна, апикална) кои посебно беа анализирани во однос на присутни остатоци од каналното полнење. Резултатите од мерењата беа групирани и статистички обработени.

Методи за евалуација

Евалуација на апикална екструзија

Испитувањето на квантитетот на екструзионен материјал преку апексот при ретретманот за секој од трите испитувани ендодонтски системи беше реализирано на тој начин што секој заб прво беше фиксиран во мала епрувета- епендорф (Eppendorf,

Next Advanced Inc., Troy, USA) со помош на гумен прстен (Coltene Whaledent, Ohio, USA). Епендорфите претходно беа обележени согласно секој испитуван примерок, а потоа празни беа измерени на аналитичка вага (AUW-220D; Shimadzu, Tokyo, Japan) со пет децимали во лабораториски услови. По мерењето забот беше фиксиран во соодветниот епендорф и потоа беше реализиран ретретманот со соодветниот испитуван ендодонтски систем (А, В, С). Во текот на ретретманот за испирање на каналот беше користена исклучиво дестилирана вода, бидејќи целта на истражувањето е да се утврди ефикасноста на ендодонтските системи која произлегува од нивните карактеристики, без употреба на хемиски средства. Собраниот екструзионен материјал бидејќи беше измешан со иригансот, прво епендорфите беа внесени во сушара (Genlab MINO/6, Genlab Ltd., Cheshire, UK) на 80°, а потоа полните епендорфи со сувиот остаток беа измерени на истата аналитичка вага. Разликата од двете мерења претставува квантитет на екструзионен материјал за секој примерок посебно. Резултатите од мерењата беа групирани и статистички обработени.

Евалуација на време за ретретман

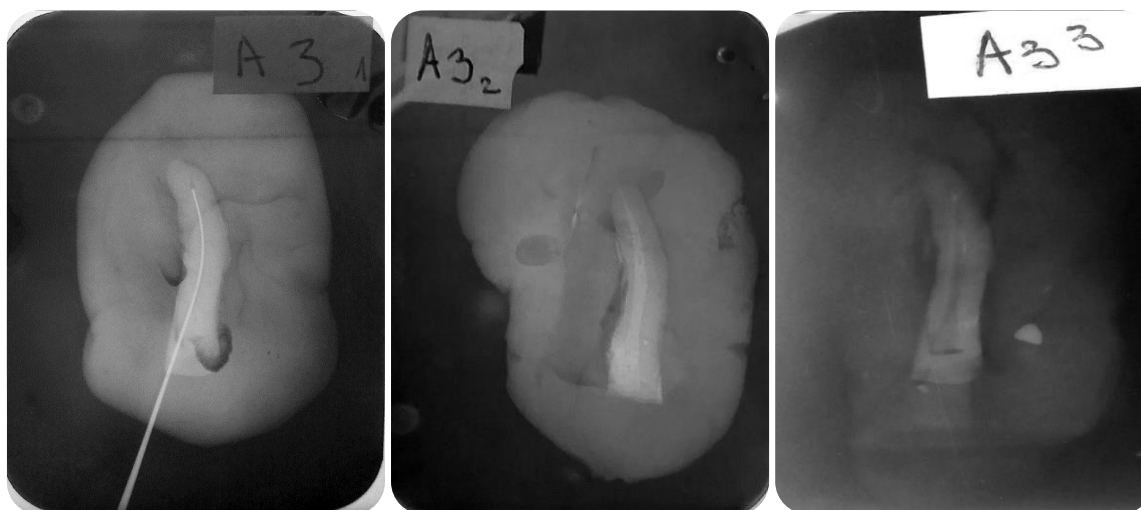
За мерење на времето потребно за отстранување на каналното полнење се користеше штоперка, а вкупното време потребно за отстранување на гутаперката и Endofil™ беше сметано од моментот на внесувањето на инструментот во коренскиот канал се до моментот кога на инструментот повеќе немаше остатоци од каналното полнење. Времето беше мерено во секунди.(184-187) Оваа вредност ни укажува на комплицираноста на секој од системите одделно, но и во зависност од техниката на каналното полнење (single cone, cold lateral condensation). Резултатите од мерењата беа групирани и статистички обработени.

Евалуација на транспозиција на каналот и способност за центрирање на инструментот

За евалуација беше користена техниката развиена од Gambill и сор.(188) Транспозицијата на каналот претставува отстапување на обработениот коренски канал од својата природна оска (во милиметри) по инструментацијата споредено со мерењата пред третманот. Просечната вредност за центрирање укажува на способноста на инструментот да остане центриран во каналот. Насоката на транспозиција на каналот беше утврдена од добиените резултати за секој примерок.

Евалуацијата на транспозицијата на коренскиот канал беше правена со суперпонирање на фотографиите од радиографските снимки со помош на Adobe Photoshop CC 2015 (Adobe Inc., San Jose, California, USA). Транспозицијата на каналот беше добиена со пресметување на разликата (во милиметри) од измерените вредности за ширината на коренскиот канал после ендодонтскиот ретреман минус вредностите за ширината на истиот после првичниот ендодонтски третман. Мерењата беа правени во 5 однапред определени точки на мерење. Точките во кои беа правени мерењата се: Точка 1.- коронарно на почеток на каналот; Точка 2.- подолу за 2 mm од првата точка; Точка 3.- на почетокот на кривината на коренскиот канал; Точка 4- на најголемиот завој на кривината на коренскиот канал; Точка 5.- апикално на врвот на коренот. Три од определените точки се со фиксна положба (Точките 1,2 и 5), а две со менлива положба зависно од кривината на коренскиот канал (Точките 3 и 4).

Рентген снимките беа фотографирани со камера Sony Alpha DSLR-A350 (Sony Corporation, Токуо, Јапан), при што сите фотографии беа направени под исти услови на осветлување и исто растојание од објективот, кое изнесуваше 10 cm, (Слика 12).



Слика 12. RTG снимки на примероците во трите фази од изработката: пред почеток на ендодонтската терапија, по канално полнење и по ретретманот

Така добиените фотографии беа префрлени во дигитален формат во компјутер и потоа користејќи ја програмата Adobe Photoshop CC беа дополнително обработени користејќи ги алатките за светлина, контраст и нивоа на осветленост (Levels) со цел да

се потенцираат и станат повидливи деловите од рентген снимката кои се од интерес за мерењата. Компјутерската обработка на ртг снимките беше реализирана од еден истражувач, слеп за студијата.

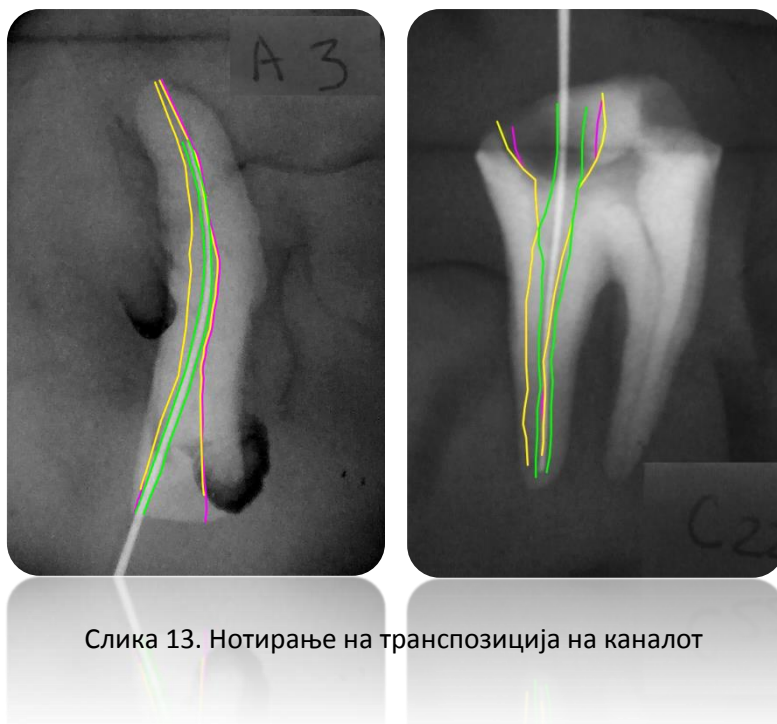
Сите фотографии беа вметнати во рамки (слики) за обработка од 3 cm X 4 cm со резолуција од 1500 pixels/inch (590,551 pixels/cm) што е големината на рентген филмот. Оваа резолуција овозможува прецизност од 60 точки на 1 mm со што се постигнува бараната прецизност од 5 децимали на сите мерења.

При обработката беше користен професионален софтвер за обработка на слики Adobe Photoshop CC 2015, а компјутерскиот систем на кој беше вршена обработката и мерењата ги имаше следниве карактеристики: Intel Core i5-2310 3.2 GHz (Intel Corp, Santa Clara, USA) со Windows 7 professional SP-1 (Microsoft Corp, Redmond, USA), со 16 GB RAM, опремен со NVIDIA GeForce GTX 950 видео-картичка со 2GB видео меморија (NVIDIA Corporation, Santa Clara, USA) и монитор ViewSonic VP2765-LED IPS професионална серија (ViewSonic Europe Ltd., London, UK) со резолуција од 1920 x 1080 пиксели.

Пред да се започне со мерењата кај рентген снимките, за секој заб, секоја од трите рентген снимки (слики) од секој систем (А, В и С) беа поставени во посебни слоеви (layer-и) во програмата една врз друга така, за да се поклопат најидеално што може за целите на мерењата.

Понатаму, со вклучен само еден слој (Layer) т.е. рентген снимка, врз истата беа исцртани линиите кои ги означуваат сидовите од каналот. Такви исцртувања беа направени за сите три снимки (слики), на посебни слоеви (layer-и) во програмата кои се над слоевите од рентген снимките со можност да се исклучуваат и вклучуваат по потреба и тоа со следниве бои (Слика 13):

1. зелена – природниот канал
2. розева – канал после третман
3. жолта – канал после ретретман

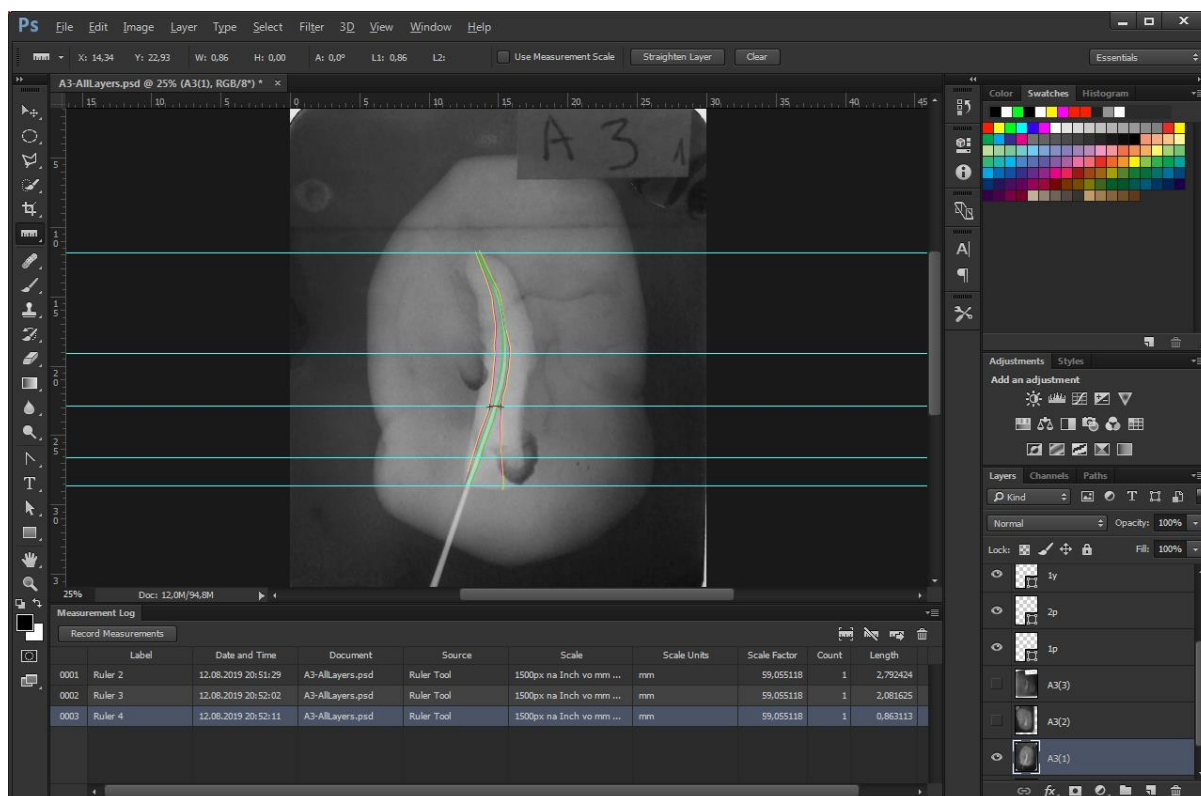


Слика 13. Нотирање на транспозиција на каналот

Понатаму, со опцијата за вметнување Guidelines во програмата, врз сликите беа поставени 5 линии водилки на предефинирани растојанија, кои во понатамошната постапка беа користени за реализација на прецизни мерења на растојанијата помеѓу означените обоени линии. Растојанијата (соодветни на предефинираните Точки 1.-5.) на кои беа поставени овие линии водилки се следните:

1. на почеток на каналот
2. на 2 mm од почеток на каналот (од првата линија)
3. на почеток на закривување на каналот
4. на средина на кривината од каналот
5. на врвот на коренот

Понатаму, користејќи ја алатката Ruler Tool (за мерење на должини помеѓу две точки), во комбинација со користење на панелот за правење на мерења Measurement Log беа направени мерењата помеѓу точките на пресек на нацртаните линии во боја и линиите водилки опишани претходно. Тие мерења потоа беа префрлени во табелите и беа пресметани разликите помеѓу соодветните обоени линии. Со тоа беа добиени нумерички вредности за разликите во транспозиција на каналот кај испитуваните примероци (Слика 14).



Слика 14. Анализа и мерења со Adobe Photoshop CC 2015

Евалуација на остаток од канално полнење

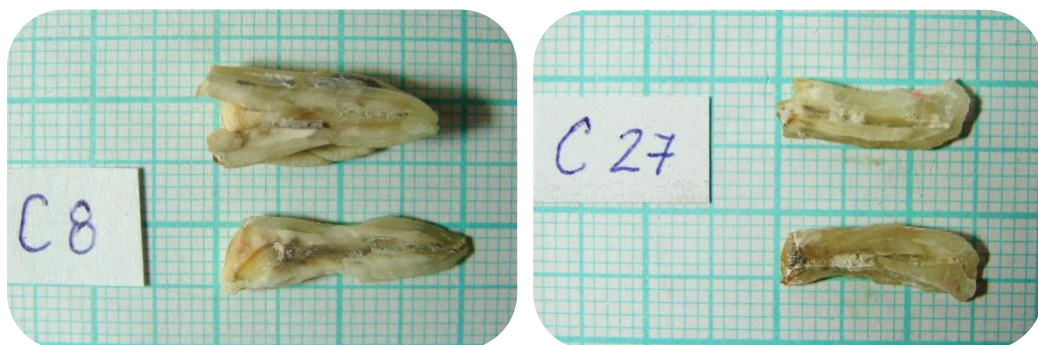
Корените беа надолжно пресечени со дијамантски диск во буколингвална насока и беа поделени на две половини со длето. Секој примерок беше наместен во определена положба и фотографиран во иста позиција со камера Sony Alpha DSLR-A350 (Sony Corporation, Токуо, Јапaн). Лонгитудиналните половини од примероците беа анализирани за да се визуелизира количината на преостанатиот материјал од каналното полнење (Слики 15,16,17,18a,18б).



Слика 15. Систем А | Hedstroem – остаток од канално полнење



Слика 16. Систем В | ProTaper Retreatment – остаток од канално полнење



Слика 17. Систем С | ProTaper Gold – остаток од канално полнење

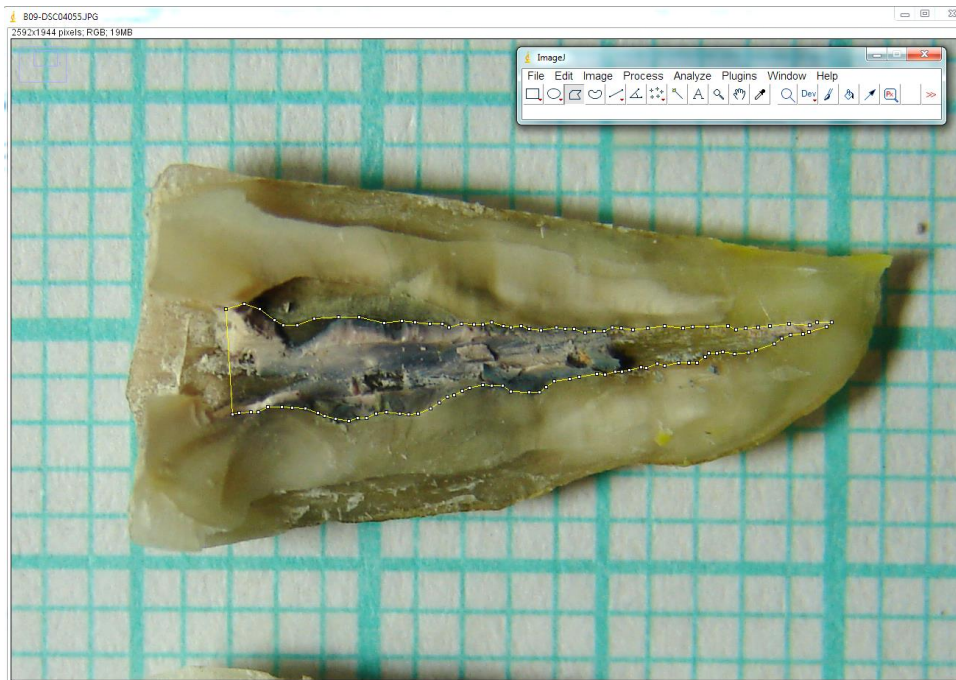


Слика 18а. Примерок В21, најголем остаток од канално полнење

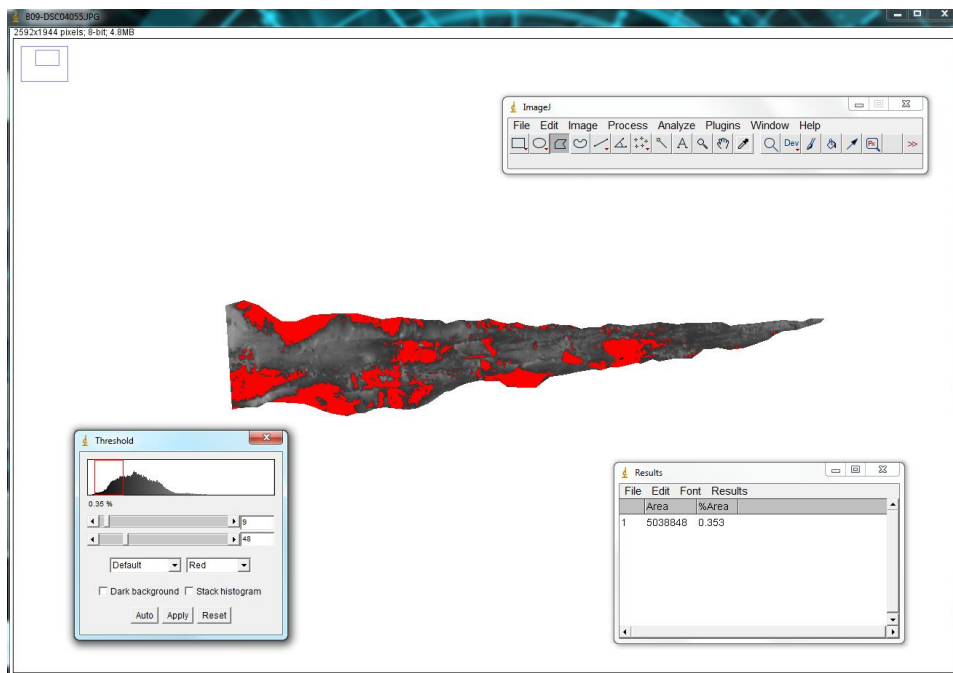


Слика 18б. Примерок С8, најмал остаток од канално полнење

Фотографиите беа пренесени на компјутер за да бидат подложени на морфометриска анализа на областа на коренскиот канал покриена со остатоци од полнењето со помош на Image J 1.46r (National Institutes of Health, Bethesda, Md., USA). Не беше направен обид да се утврди разлика помеѓу остаток на гутаперка и остатоци од цемент. Проценка на вкупната површина на коренскиот канал и на просторот што содржи резидуален материјал за полнење беше спроведена со користење на Image J 1.46r софтверот за обработка на слики, (Слики 19а,19б).



Слика 19а. Обработка на фотографиите со програмата Image J 1.46r



Слика 19б. Обработка на фотографиите со програмата Image J 1.46r

Сликите беа трансформирани според 8-битна сива скала (8-bit grayscale-256 бои), а областа на дентинот беше стандардизирана на 32 нијанси сиво. Threshold (разликата во интезитетот) беше прилагоден додека потребната површина за анализа не беше автоматски прикажана во црвена боја. Од менито за анализи, беше избрана опцијата "measure" за да се измери вредноста на областа засенчена со црвена боја. Вредностите беа изразени во пиксели/мм. Само еден истражувач ја правеше проценката на остатоците од материјалите за полнење. Анализата беше направена за секој канал како целина (двете логитудинални половици заедно) и за секоја третина од каналот (коронарна, средна, апикална) посебно.

СТАТИСТИЧКА ОБРАБОТКА НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Статистичката анализа беше изработена со помош на статистичките програми: STATISTICA 7.1 и SPSS for Windows 20, а добиените податоци беа обработени со помош на следните статистички методи:

- дистрибуцијата на нумеричките статистички серии (правилна/неправилна) беше тестирана со Kolmogorov Smirnov test, Lilliefors test и Shapiro-Wilk's W test;

- бидејќи податоците имаат неправилна дистрибуција, односно регистрирани се екстремно ниски и екстремно високи вредности при направените мерења, за анализа на податоците беа користени непараметарски тестови;

- структурата на нумеричките серии беше анализирана со мерките на централна тенденција (просек и медијана) и мерките на дисперзија (стандардна девијација);

- тестирање на значајност на разлика помеѓу две аритметички средини кај независните примероци беше направено со Mann Whitney U Test за неправилна дистрибуција на нумеричките податоци;

- тестирање на значајност на разлики помеѓу три аритметички средини кај независните примероци беше направено со Kruskal Wallis ANOVA;

Како статистички сигнификантно беше земено нивото на значајност (ниво на грешка помало од 0,05) за $p < 0,05$ при CI (confidence интервал) = 95%.

Резултатите се прикажани табеларно и графички.

РЕЗУЛТАТИ

РЕЗУЛТАТИ

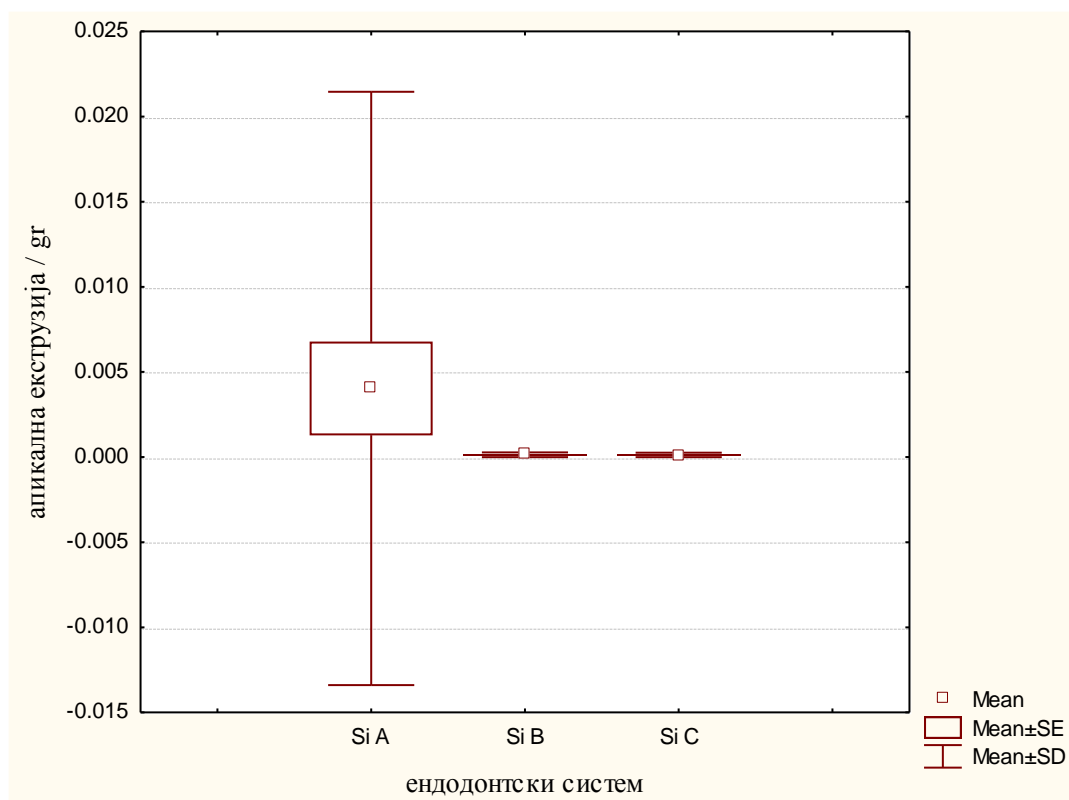
Резултатите кои беа добиени при нашето истражување произлегуваат од испитуваните карактеристики на трите различни ендодонтски системи во текот на спроведениот ендодонтски ретретман. Испитуваните ендодонтски системи беа обележани со латински букви : Si A (Hedstroem files-H), Si B (ProTaper Retreatment files- PTR) и Si C (ProTaper Gold files-PTG), при што со секој систем беа изработени и анализирани по 40 примероци. Секоја група беше поделена на 2 подгрупи од по 20 примероци според техниката на каналното полнење, обележани со SC (Single cone) канално полнење (SiA1-20; SiB1-20; SiC1-20) и CLC (Cold lateral condensation) канално полнење (SiA21-40; SiB21-40; SiC21-40).

АПИКАЛНА ЕКСТРУЗИЈА

Просечната вредност на апикалната екструзија кај нашите примероци кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $0,004032 \pm 0,017428$ gr, кај системот Si B изнесува $0,000136 \pm 0,000141$ gr, а кај системот Si C изнесува $0,000123 \pm 0,000132$ gr. (Табела бр. 1 и Графикон бр. 1)

Табела бр. 1. Средни вредности на апикалната екструзија според системи

ендодонтски систем	просек/gr	СД/gr	min / gr	max / gr	mediana / gr
Si A (N=40)	0.004032	0.017428	0.000000	0.111100	0.000705
Si B (N=40)	0.000136	0.000141	0.000000	0.000660	0.000090
Si C (N=40)	0.000123	0.000132	0.000010	0.000820	0.000100
вкупно (N=120)	0.001430	0.010147	0.000000	0.111100	0.000135



Графикон бр. 1. Средни вредности на апикалната екструзија според системи

Анализата на варијанса покажа дека постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на апикалната екструзија (во gr) кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $N = 39,058$; $p = 0,00001$).

Независно од техниката на канално полнење, најголема апикална екструзија се регистрира кај рачниот (Si A) ендодонтски систем.

Апикална екструзија кај Si A ендодонтскиот систем е значајно поголема во однос на машинските (Si B и Si C) ендодонтски системи за $p = 0,000001$.

Независно од техниката на канално полнење, во однос на апикална екструзија / gr помеѓу машинските Si B и Si C ендодонтски системи нема статистички значајна разлика ($p = 0,9619$). (Табела бр. 1A.)

Табела бр. 1А. Значајност на разлика во однос на средни вредности на апикалната екструзија помеѓу ендодонтските системи

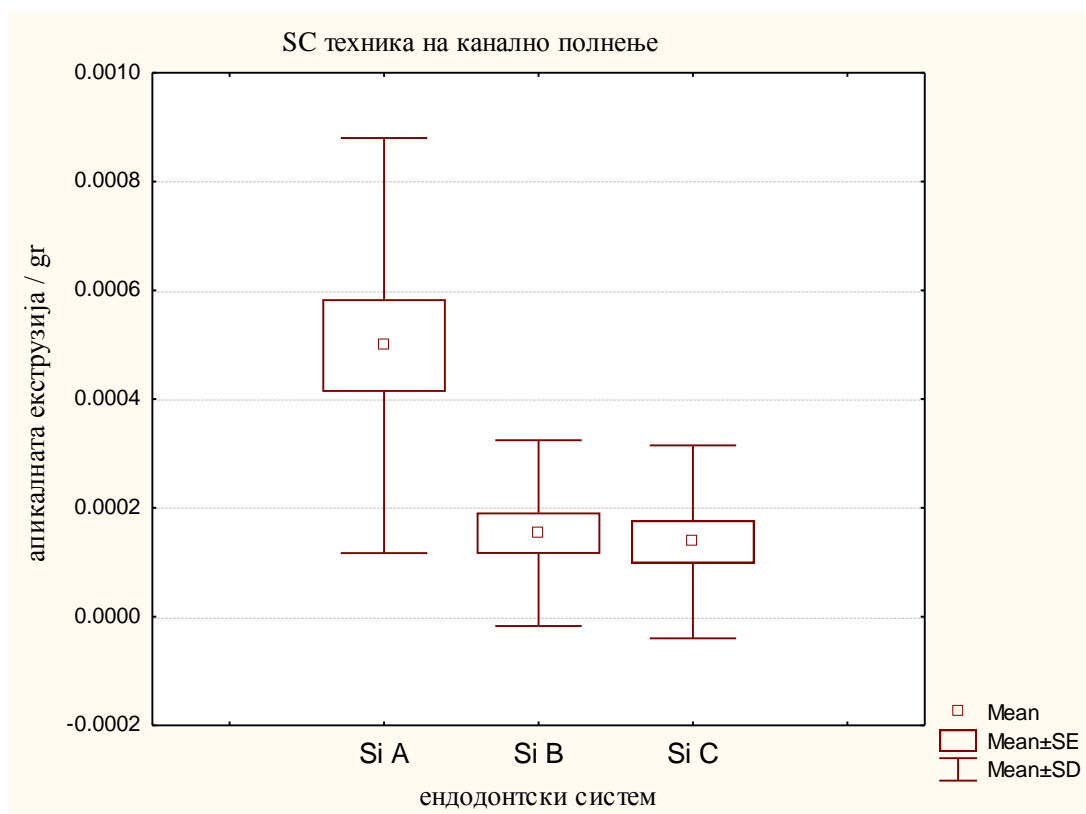
ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 5,398 p = 0,000001*
Si A v.s. Si C	Z = 5,401 p = 0,000001*
Si B v.s. Si C	Z = 0,048 p = 0,9619

*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечната вредност на апикалната екструзија кај нашите примероци со SC техника на канално полнење кај рачниот ендодонтски систем Si A изнесува $0,000499 \pm 0,000382$ gr, кај машинскиот систем Si B изнесува $0,000153 \pm 0,000171$ gr, а кај машинскиот систем Si C изнесува $0,000137 \pm 0,000177$ gr. Анализата на варијанса покажа дека постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на апикалната екструзија (gr) кај примероците со SC техника на канално полнење во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 12,529$ $p=0,0019$). (Табела бр. 2 и Графикон бр. 2)

Табела бр. 2. Средни вредности на апикалната екструзија според системи и SC техника на канално полнење

ендодонтски систем / SC техника	просек/gr	CD /gr	min / gr	max / gr	mediana / gr
Si A (N=20)	0.000499	0.000382	0.000000	0.001330	0.000440
Si B (N=20)	0.000153	0.000171	0.000000	0.000660	0.000090
Si C (N=20)	0.000137	0.000177	0.000020	0.000820	0.000085
вкупно (N=60)	0.000263	0.000308	0.000000	0.001330	0.000120



Графикон бр. 2. Средни вредности на апикалната екструзија / gr според системи и SC техника на канално полнење

При SC техниката на канално полнење, најголема апикална екструзија во грамови се регистрира кај Si A ендодонтскиот систем, а најмала кај Si C.

Апикалната екструзија кај Si A ендодонтскиот систем со SC техниката на канално полнење е значајно поголема во однос на Si B ендодонтскиот систем за $p = 0,0031$, а во однос на Si C ендодонтскиот систем за $p = 0,00183$.

При SC техниката на канално полнење, во однос на апикална екструзија /gr помеѓу Si B и Si C ендодонтските системи нема статистички значајна разлика ($p = 0,6750$). (Табела бр. 2A.)

Табела бр. 2А. Значајност на разлика во однос на средни вредности на апикалната екструзија при SC техника на канално полнење помеѓу ендодонтските системи

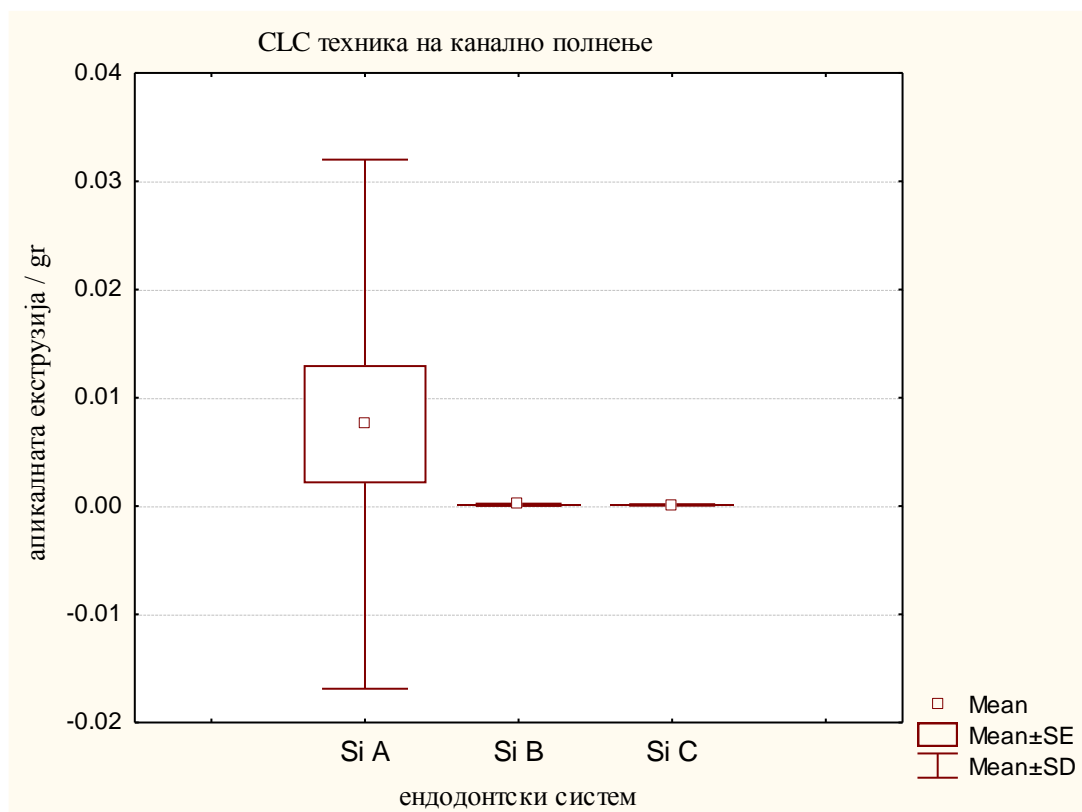
ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 2,948 p = 0,00310*
Si A v.s. Si C	Z = 3,124 p = 0,00183*
Si B v.s. Si C	Z = 0,419 p = 0,6750

*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечната вредност на апикалната екструзија кај нашите примероци со CLC техника на канално полнење кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $0,007565 \pm 0,024434$ gr, кај системот Si B изнесува $0,000118 \pm 0,000105$ gr, а кај системот Si C изнесува $0,000108 \pm 0,000061$ gr. Анализата на варијанса покажа дека постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на апикалната екструзија (во gr) кај примероците со CLC техника на канално полнење во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 26,253$; $p=0,00001$). (Табела бр. 3 и Графикон бр. 3)

Табела бр. 3. Средни вредности на апикалната екструзија според системи и CLC техника на канално полнење

ендодонтски систем / CLC техника	просек/gr	СД /gr	min / gr	max / gr	mediana / gr
Si A (N=20)	0.007565	0.024434	0.000050	0.111100	0.001990
Si B (N=20)	0.000118	0.000105	0.000000	0.000390	0.000090
Si C (N=20)	0.000108	0.000061	0.000010	0.000220	0.000100
вкупно (N=60)	0.002597	0.014311	0.000000	0.111100	0.000145



Графикон бр. 3. Средни вредности на апикалната екструзија /gr според системи и CLC техника на канално полнење

При CLC техниката на канално полнење, најголема апикална екструзија во грами се регистрира кај Si A ендодонтскиот систем.

Апикалната екструзија кај Si A ендодонтскиот систем со CLC техниката на канално полнење е значајно поголема во однос на Si B ендодонтскиот систем за $p = 0,000007$, а во однос на Si C ендодонтскиот систем за $p = 0,000016$.

При CLC техниката на канално полнење, во однос на апикалната екструзија /gr помеѓу Si B и Si C ендодонтските системи нема статистички значајна разлика ($p = 0,7553$). (Табела бр. 3A.)

Табела бр. 3А. Значајност на разлика во однос на средни вредности на апикалната екструзија при CLC техника на канално полнење помеѓу ендодонтските системи

ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 4,503 p = 0,000007*
Si A v.s. Si C	Z = 4,314 p = 0,000016*
Si B v.s. Si C	Z = - 0,311 p = 0,7553

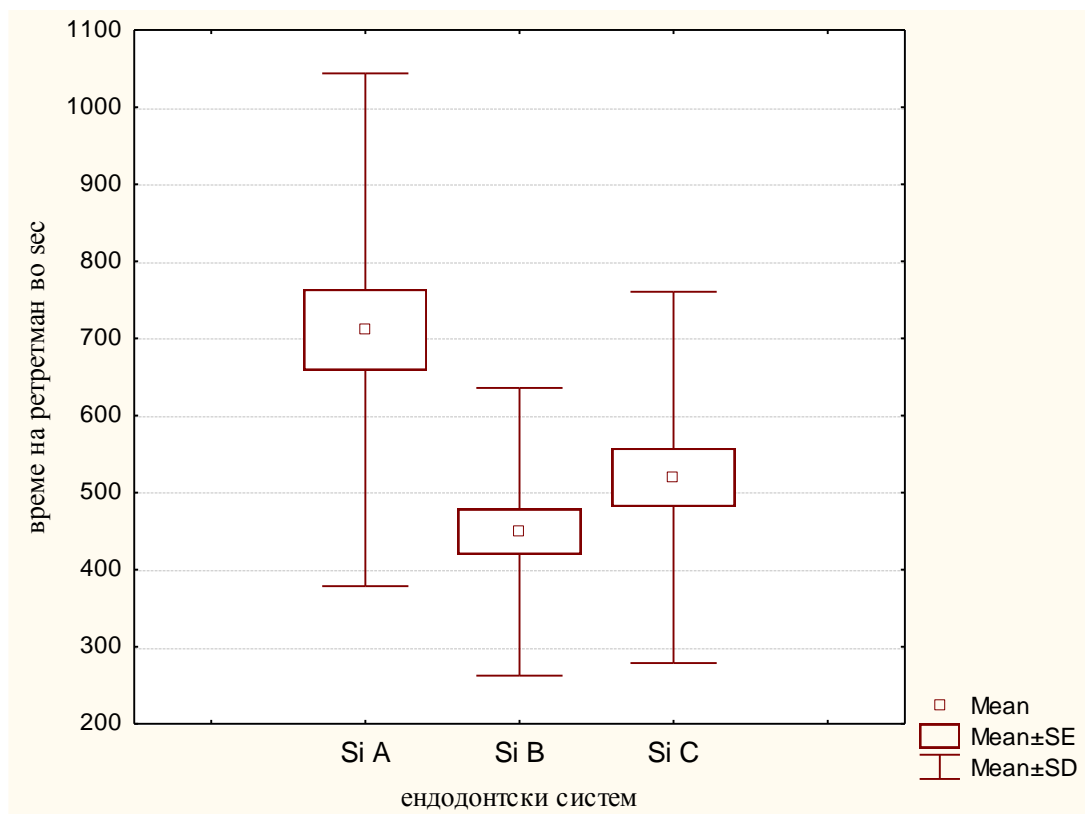
*статистички сигнификантна / значајна разлика

ВРЕМЕ ЗА РЕТРЕТМАН

Просечното време потребно за ретретман кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $711,2 \pm 332,6$ sec, кај системот Si B изнесува $449,2 \pm 186,7$ sec, а кај системот Si C изнесува $519,7 \pm 240,9$ sec. Според анализата на варијанса постои статистички значајна разлика помеѓу просечното време потребно за ретретман (sec) во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 14,385$; $p=0,0008$). (Табела бр. 4 и Графикон бр. 4)

Табела бр. 4. Средни вредности на времето во sec потребно за ретретман кај ендодонтските системи

ендодонтски систем	просек/ sec	СД / sec	min / sec	max / sec	mediana / sec
Si A (N=40)	711.2	332.6	274	1745	627.5
Si B (N=40)	449.2	186.7	115	929	437.0
Si C (N=40)	519.7	240.9	128	943	472.0
вкупно (N=120)	560.0	281.1	115	1745	500.5



Графикон бр. 4. Средни вредности на времето во сек потребно за ретретман кај ендодонтските системи

Просечното време (во секунди) потребно за ретретман е најдолго кај Si A ендодонтскиот систем, а најкратко кај Si B ендодонтскиот систем.

Во однос на времето потребно за ретретман помеѓу ендодонтските системи Si A и Si B има значајна статистичка разлика ($p = 0,00017$).

Во однос на времето потребно за ретретман помеѓу ендодонтските системи Si A и Si C разликата е исто така значајна ($p = 0,01138$).

Во однос на времето потребно за ретретман помеѓу ендодонтските системи Si B и Si C разликата не е значајна за $p = 0,3216$. (Табела бр. 4А.)

Табела бр. 4А. Значајност на разлика во однос на средните вредности на времето потребно за ретретман помеѓу ендодонтските системи

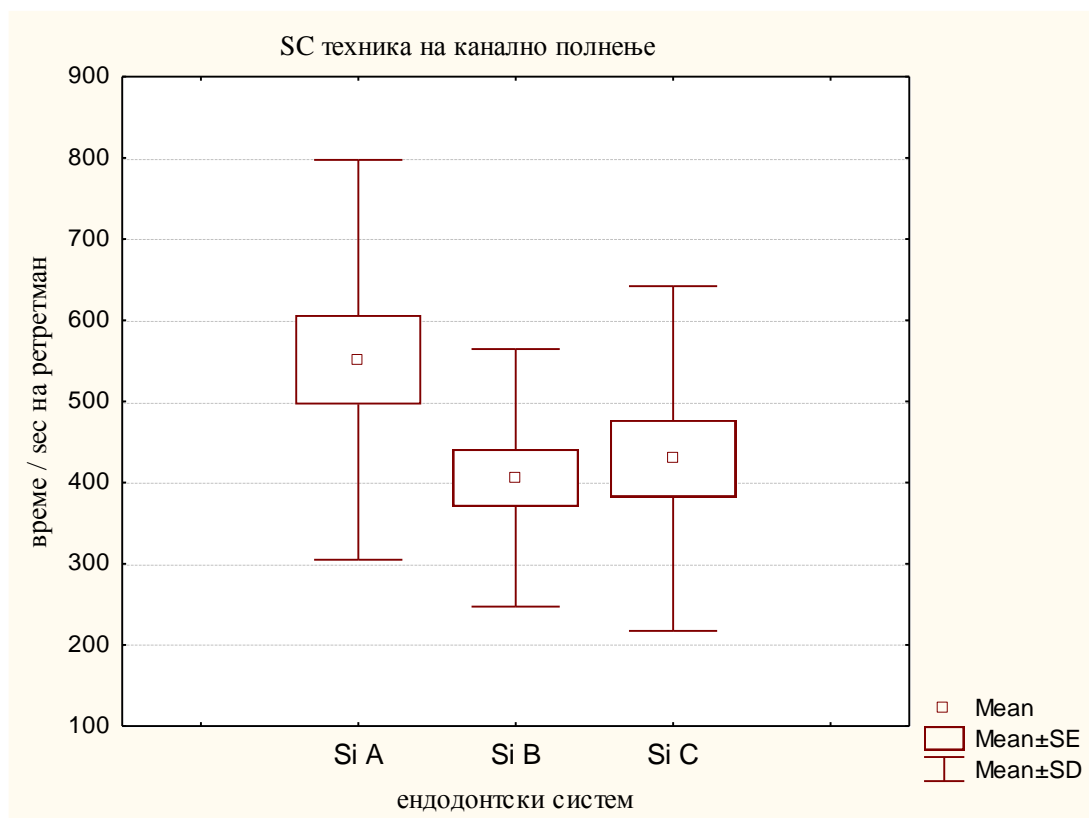
ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 3,757 p = 0,00017*
Si A v.s. Si C	Z = 2,531 p = 0,01138*
Si B v.s. Si C	Z = - 0,991 p = 0,3216

*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечното време потребно за ретретман со SC техника кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $551,3 \pm 246,3$ sec, кај системот Si B изнесува $405,9 \pm 158,6$ sec, а кај системот Si C изнесува $429,7 \pm 212,2$ sec. Според анализата на варијанса не постои статистички значајна разлика помеѓу просечното време потребно за ретретман (sec) со SC техника во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 4,583$; $p=0,1011$). (Табела бр. 5 и Графикон бр. 5)

Табела бр. 5. Средни вредности на времето во sec потребно за ретретман со SC техника кај ендодонтските системи

ендодонтски систем / SC техника	просек/ sec	СД / sec	min / sec	max / sec	mediana / sec
Si A (N=20)	551.3	246.3	274	1277	506.5
Si B (N=20)	405.9	158.6	161	706	371.5
Si C (N=20)	429.7	212.2	144	886	338.0
вкупно (N=60)	462.3	215.1	144	1277	409.0

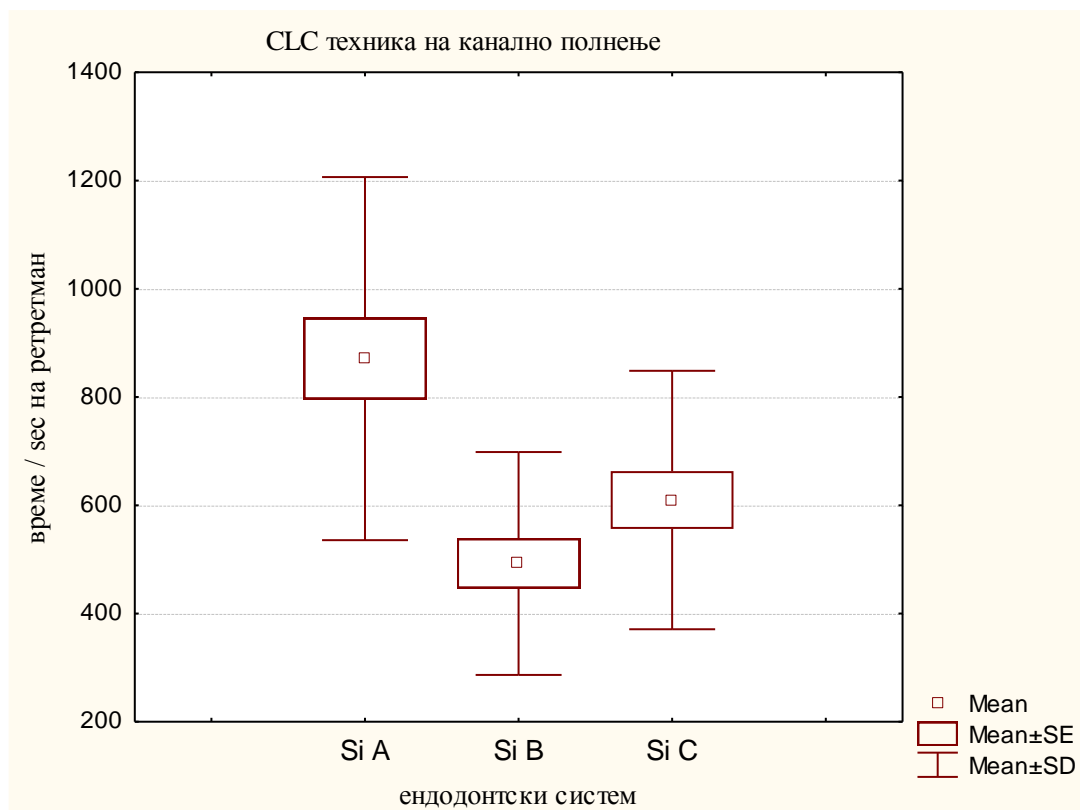


Графикон бр. 5. Средни вредности на времето во sec потребно за ретретман со SC техника кај ендодонтските системи

Просечното време потребно за ретретман со CLC техника кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $871,1 \pm 335,5$ sec, кај систем Si B изнесува $492,5 \pm 205,9$ sec, а кај систем Si C изнесува $609,7 \pm 238,7$ sec. Според анализата на варијанса постои статистички значајна разлика помеѓу просечното време потребно за ретретман (sec) со CLC техника во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 14,237$; $p=0,00078$). (Табела бр. 6 и Графикон бр. 6)

Табела бр. 6. Средни вредности на времето во sec потребно за ретретман со CLC техника кај ендодонтските системи

ендодонтски систем / CLC техника	просек/ sec	СД / sec	min / sec	max / sec	mediana / sec
Si A (N=20)	871.1	335.5	412	1745	826.0
Si B (N=20)	492.5	205.9	115	929	461.5
Si C (N=20)	609.7	238.7	128	943	677.5
вкупно (N=60)	657.8	306.1	115	1745	627.5



Графикон бр. 6. Средни вредности на времето во сек потребно за ретретман со CLC техника кај ендодонтските системи

Просечното време (во секунди) потребно за ретретман со CLC техника е најдолго кај Si A ендодонтскиот систем, а најкратко кај Si B ендодонтскиот систем.

Во однос на времето потребно за ретретман со CLC техника помеѓу ендодонтските системи Si A и Si B има значајна статистичка разлика ($p = 0,00034$).

Во однос на времето потребно за ретретман со CLC техника помеѓу ендодонтските системи Si A и Si C разликата е исто така значајна ($p = 0,02003$).

Во однос на времето потребно за ретретман со CLC техника помеѓу ендодонтските системи Si B и Si C разликата не е значајна за $p = 0,08341$. (Табела бр. 6A.)

Табела бр. 6А. Значајност на разлика во однос на средните вредности на времето потребно за ретретман со CLC техника помеѓу ендодонтските системи

ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 3,584 p = 0,00034*
Si A v.s. Si C	Z = 2,326 p = 0,02003*
Si B v.s. Si C	Z = - 1,731 p = 0,08341

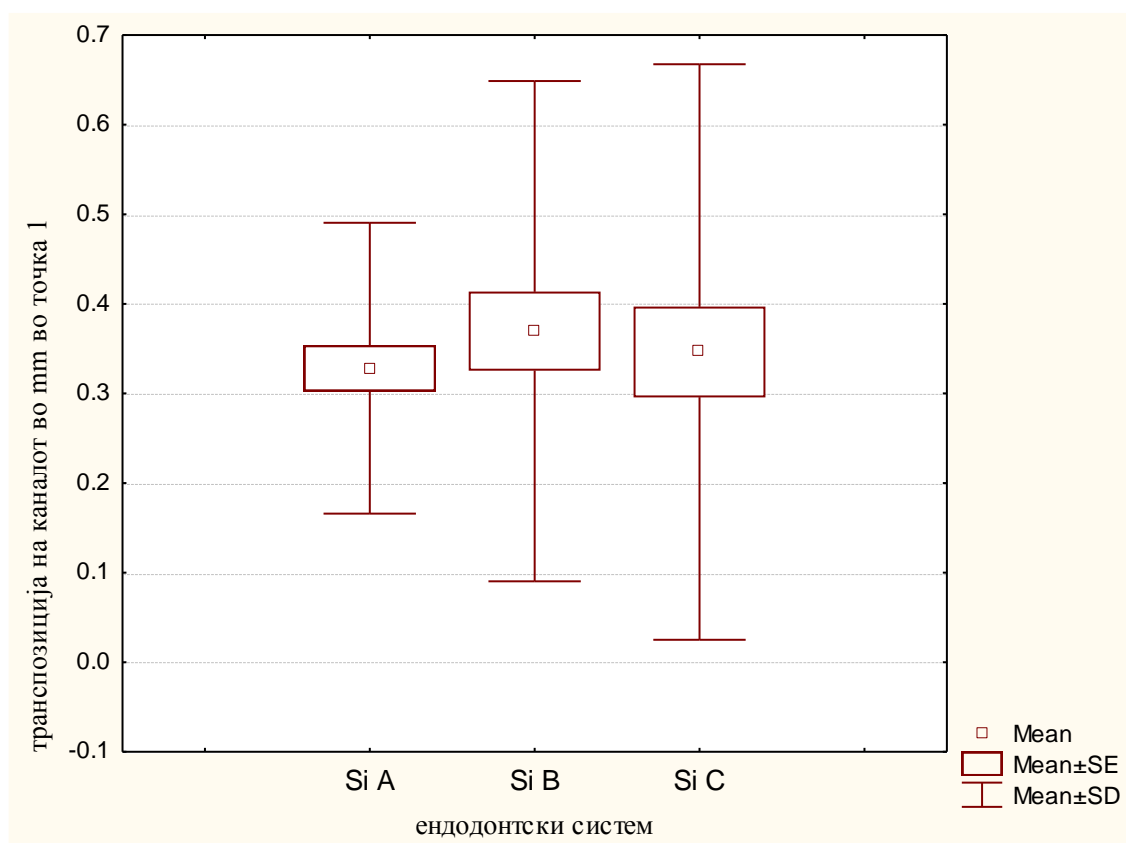
*статистички сигнификантна / значајна разлика

ТРАНСПОЗИЦИЈА НА КАНАЛ

Просечната вредност на транспозицијата на каналот во Точка 1. кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $0,328131 \pm 0,162337$ mm, кај систем Si B изнесува $0,369471 \pm 0,279211$ mm, а кај систем Si C изнесува $0,346277 \pm 0,321134$ mm. Според анализата на варијанса, не постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на транспозицијата на каналот во Точка 1. во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 0,677$ $p=0,7125$). (Табела бр. 7 и Графикон бр. 7)

Табела бр. 7. Средни вредности на транспозиција на каналот во mm во Точка 1. според системи

ендодонтски систем	просек/mm	СД /mm	min / mm	max / mm	mediana / mm
Si A (N=40)	0.328131	0.162337	0.059267	0.696438	0.334434
Si B (N=40)	0.369471	0.279211	0.067733	1.426544	0.306485
Si C (N=40)	0.346277	0.321134	0.019961	1.746869	0.318494
вкупно (N=120)	0.347959	0.261291	0.019961	1.746869	0.325966

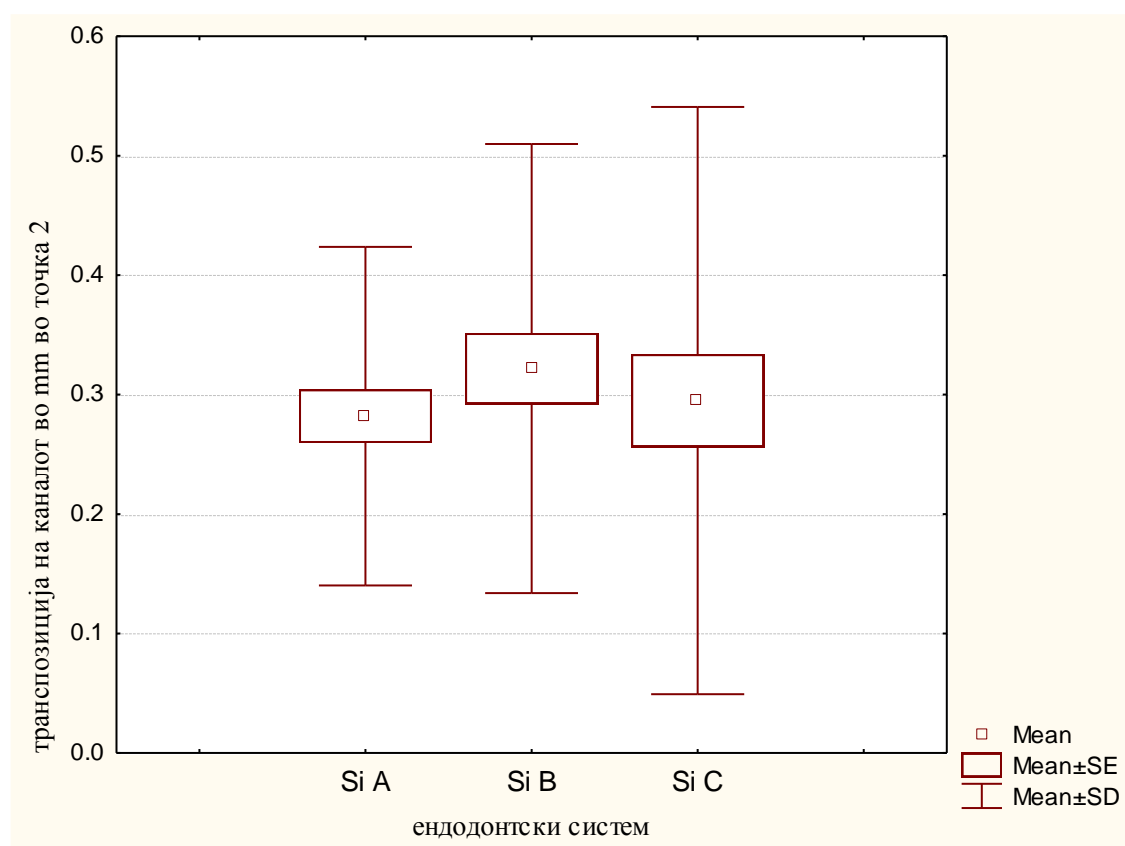


Графикон бр. 7. Средни вредности на транспозиција на каналот во mm во Точка 1. според системи

Просечната вредност на транспозиција на каналот во Точка 2. кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $0,281977 \pm 0,141724$ mm, кај системот Si B изнесува $0,321875 \pm 0,187985$ mm, а кај системот Si C изнесува $0,295022 \pm 0,245828$ mm. Според анализата на варијанса, не постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на транспозицијата на каналот во Точка 2. во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 1,747$; $p=0,4173$). (Табела бр. 8 и Графикон бр. 8)

Табела бр. 8. Средни вредности на транспозиција на каналот во mm во Точка 2. според системи

ендодонтски систем	просек/mm	СД /mm	min / mm	max / mm	mediana / mm
Si A (N=40)	0.281977	0.141724	0.067733	0.618067	0.234119
Si B (N=40)	0.321875	0.187985	0.008467	0.694267	0.309532
Si C (N=40)	0.295022	0.245828	0.008467	1.323045	0.243007
вкупно (N=120)	0.299625	0.195570	0.008467	1.323045	0.267279



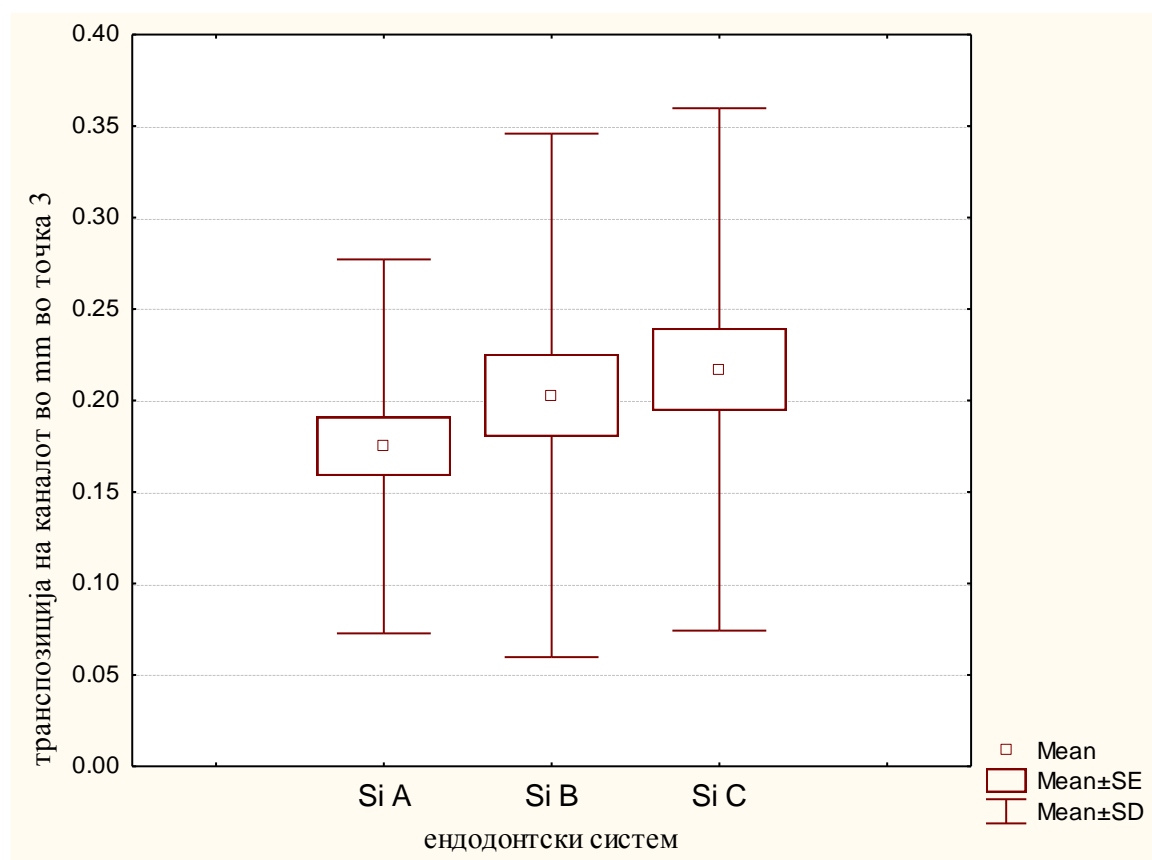
Графикон бр. 8. Средни вредности на транспозиција на каналот во mm во Точка 2. според системи

Просечната вредност на транспозиција на каналот во Точка 3. кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $0,174938 \pm 0,102219$ mm, кај системот Si B изнесува $0,202817 \pm 0,143114$ mm, а кај системот Si C изнесува $0,216999 \pm 0,142776$ mm. Анализата на варијанса покажа дека не постои статистички значајна разлика помеѓу просечната

вредност на транспозицијата на каналот во Точка 3. во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 1,024$; $p=0,5993$). (Табела бр. 9 и Графикон бр. 9)

Табела бр. 9. Средни вредности на транспозиција на каналот во mm во Точка 3. според системи

ендодонтски систем	просек/mm	СД /mm	min / mm	max / mm	mediana / mm
Si A (N=40)	0.174938	0.102219	0.025400	0.457200	0.156633
Si B (N=40)	0.202817	0.143114	0.000000	0.694267	0.160867
Si C (N=40)	0.216999	0.142776	0.028526	0.753533	0.177800
вкупно (N=120)	0.198252	0.130864	0.000000	0.753533	0.162023

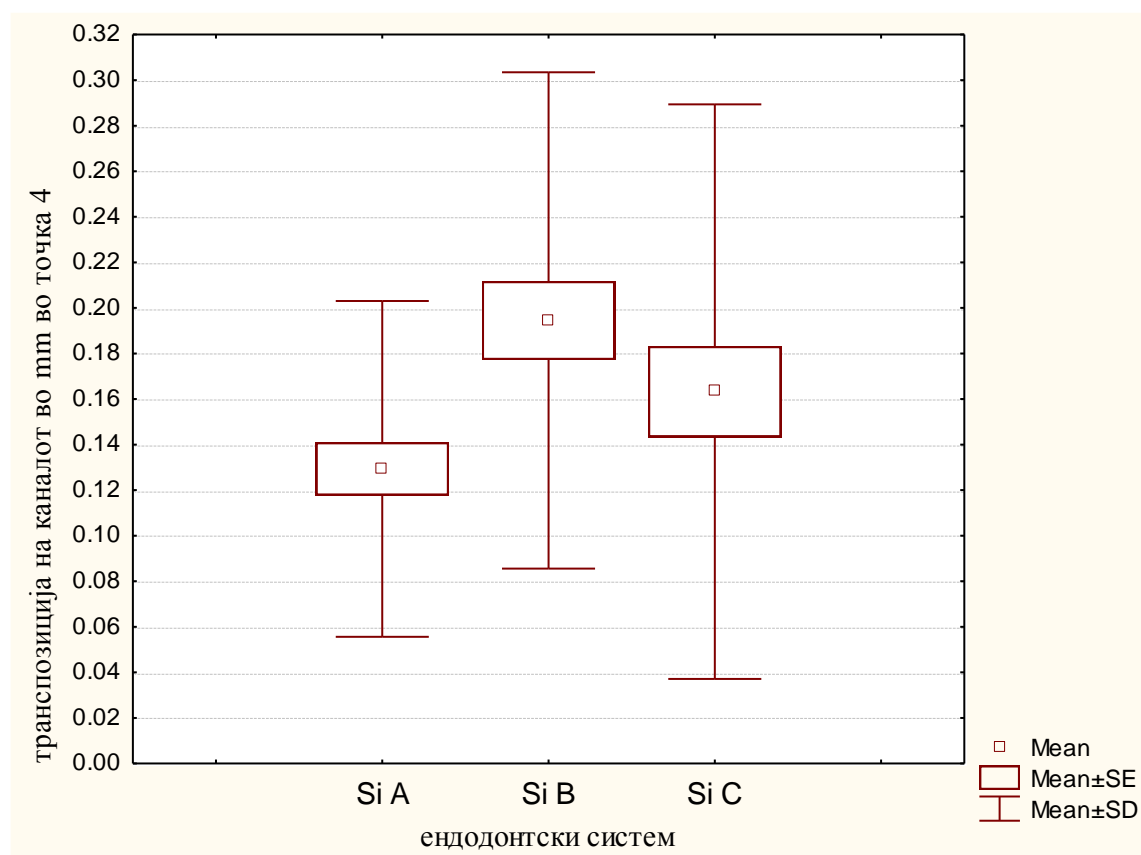


Графикон бр. 9. Средни вредности на транспозиција на каналот во mm во Точка 3. според системи

Просечната вредност на транспозиција на каналот во Точка 4. кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $0,129327 \pm 0,073696$ mm, кај системот Si B изнесува $0,194488 \pm 0,108932$ mm, а кај системот Si C изнесува $0,163274 \pm 0,126105$ mm. Анализата на варијанса покажа дека постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на транспозицијата на каналот (во mm) во Точка 4. во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 8,658$ $p=0,0132$). (Табела бр. 10 и Графикон бр. 10)

Табела бр. 10. Средни вредности на транспозиција на каналот во mm во Точка 4. според системи

ендодонтски систем	просек/mm	СД /mm	min / mm	max / mm	mediana / mm
Si A (N=40)	0.129327	0.073696	0.001533	0.364067	0.110067
Si B (N=40)	0.194488	0.108932	0.059266	0.516467	0.177800
Si C (N=40)	0.163274	0.126105	0.042334	0.719667	0.122767
вкупно (N=120)	0.162363	0.107678	0.001533	0.719667	0.131360



Графикон бр. 10. Средни вредности на транспозиција на каналот во mm во Точка 4. според системи

Најголема транспозиција на каналот во Точка 4. се регистрира кај Si B ендодонтскиот систем, а најмал кај Si A.

Во однос на транспозицијата на каналот во mm во Точка 4., помеѓу ендодонтските системи Si A и Si B има значајна статистичка разлика ($p = 0,0031$).

Во однос на транспозицијата на каналот во mm во Точка 4., помеѓу ендодонтските системи Si A и Si C разликата не е значајна ($p = 0,3054$).

Во однос на транспозицијата на каналот во mm во Точка 4, помеѓу ендодонтските системи Si B и Si C разликата не е значајна за $p = 0,0766$. (Табела бр. 10A.)

Табела бр. 10A. Значајност на разлика во однос на средните вредности на транспозиција на каналот во mm во Точка 4. помеѓу ендодонтските системи

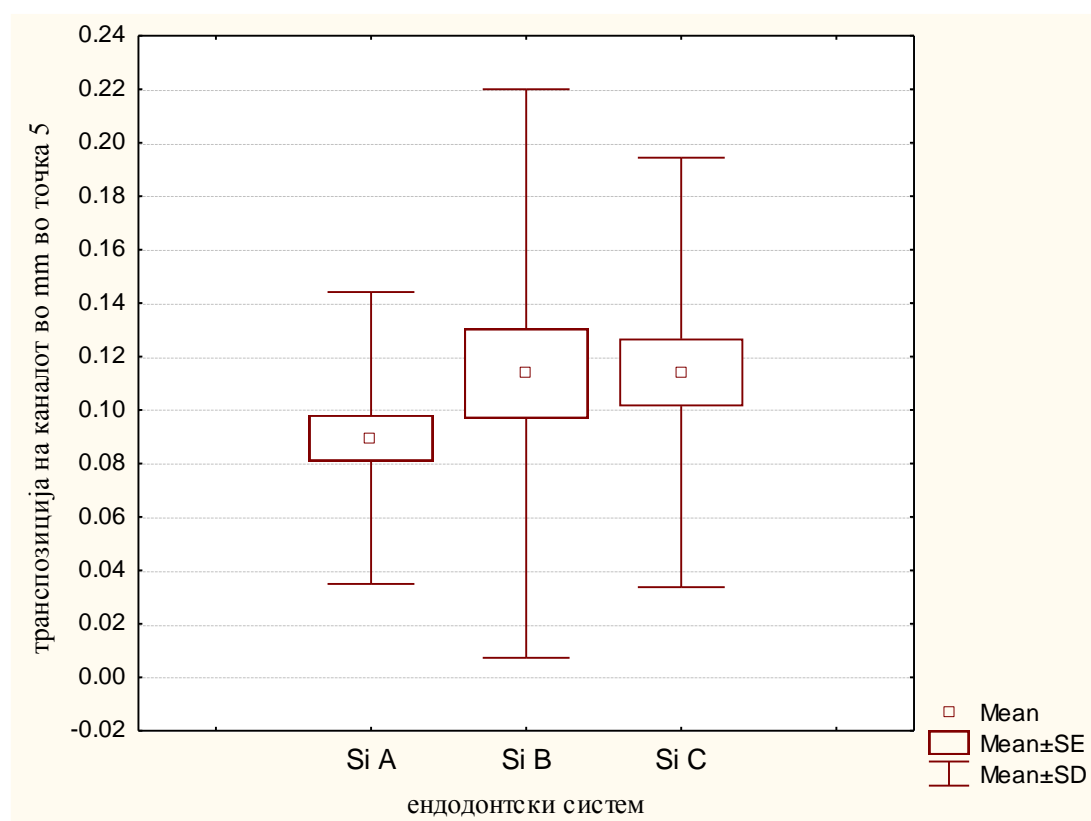
ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = - 2,958 p = 0,0031*
Si A v.s. Si C	Z = - 1,025 p = 0,3054
Si B v.s. Si C	Z = 1,770 p = 0,0766

*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечната вредност на транспозиција на каналот во Точка 5. кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $0,089528 \pm 0,054589$ mm, кај системот Si B изнесува $0,113654 \pm 0,106368$ mm, а кај системот Si C изнесува $0,114077 \pm 0,080336$ mm. Анализата на варијанса покажа дека не постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на транспозицијата на каналот (mm) во Точка 5. во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 2,326$; $p=0,3125$). (Табела бр. 11 и Графикон бр. 11)

Табела бр. 11. Средни вредности на транспозиција на каналот во mm во Точка 5. според системи

ендодонтски систем	просек/mm	СД /mm	min / mm	max / mm	mediana / mm
Si A (N=40)	0.089528	0.054589	0.016933	0.248355	0.076200
Si B (N=40)	0.113654	0.106368	0.017430	0.609600	0.095434
Si C (N=40)	0.114077	0.080336	0.006596	0.417953	0.090384
вкупно (N=120)	0.105753	0.083262	0.006596	0.609600	0.086524



Графикон бр. 11. Средни вредности на транспозиција на каналот во mm во Точка 5. според системи

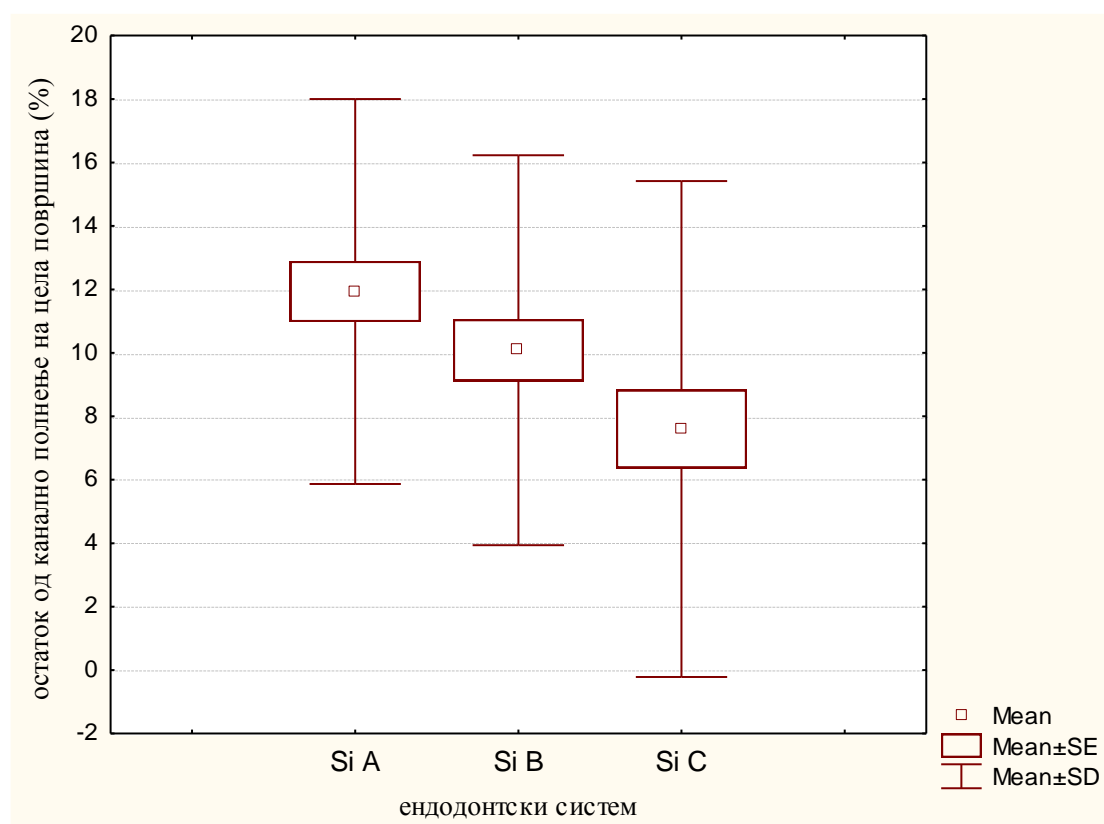
ОСТАТОК ОД КАНАЛНО ПОЛНЕЊЕ

Просечната вредност на остатокот на каналното полнење на целата површина кај нашите примероци кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $11,93290 \pm 6,066989$ %, кај системот Si B изнесува $10,08425 \pm 6,144988$, а кај системот Si C изнесува $7,59870 \pm 7,816309$ %. Анализата на варијанса покажа дека постои статистички значајна разлика

понеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на целата површина (во %) кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 11,779$; $p=0,0028$). (Табела бр. 12 и Графикон бр. 12)

Табела бр. 12. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на целата површина според системи

ендодонтски систем	просек / %	СД / %	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=40)	11.93290	6.066989	0.312000	27.55600	10.80050
Si B (N=40)	10.08425	6.144988	0.178000	26.25800	9.54100
Si C (N=40)	7.59870	7.816309	0.147000	28.16800	4.66000
вкупно (N=120)	9.87195	6.902261	0.147000	28.16800	9.23800



Графикон бр. 12. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на целата површина според системи

Независно од техниката на канално полнење, најголем остаток од каналното полнење на целата површина се регистрира кај Si A ендодонтскиот систем.

Во однос на остатокот од каналното полнење на целата површина, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si B нема значајна статистичка разлика ($p = 0,1384$).

Во однос на остатокот од каналното полнење на целата површина, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si C разликата е значајна за $p = 0,0012$.

Во однос на остатокот од каналното полнење на целата површина, помеѓу ендодонтските системи Si B и Si C разликата е исто така значајна за $p = 0,0249$. (Табела бр. 12А.)

Табела бр. 12А. Значајност на разлика во однос на средни вредности на остатокот од каналното полнење на целата површина помеѓу ендодонтските системи

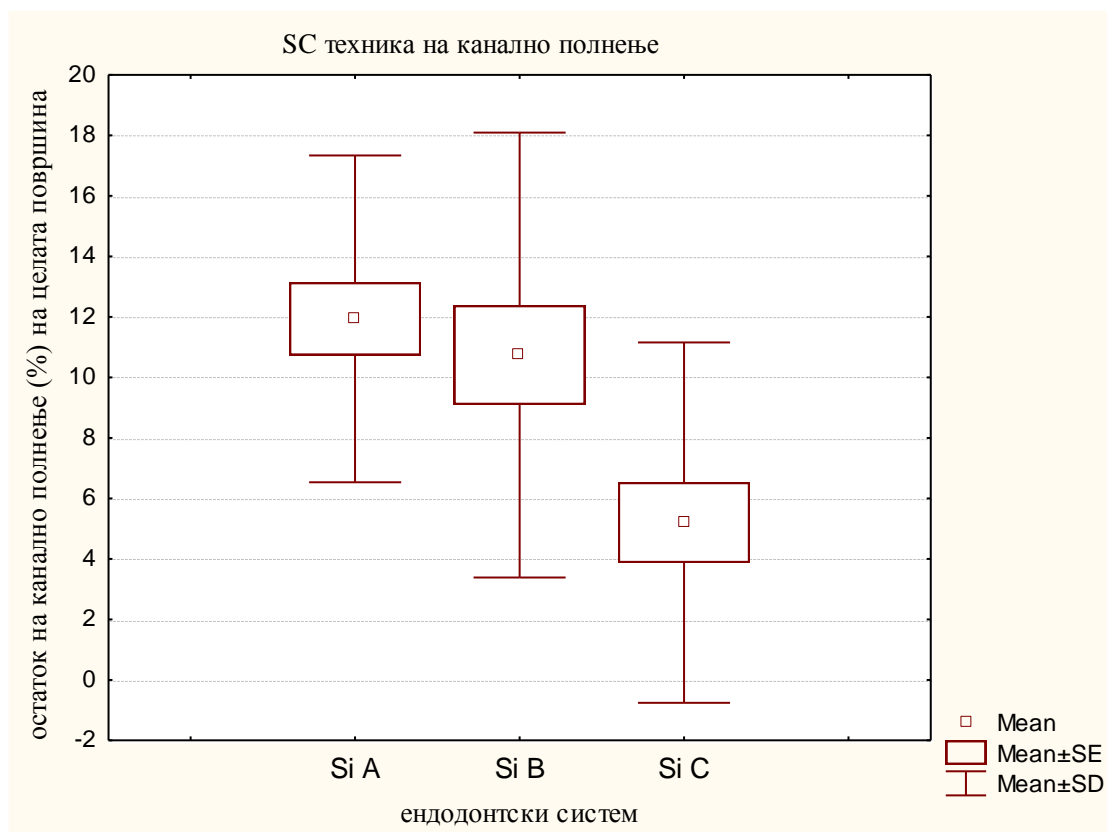
ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 1,482 p = 0,1384
Si A v.s. Si C	Z = 3,233 p = 0,0012*
Si B v.s. Si C	Z = 2,242 p = 0,0249*

*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечната вредност на остатокот од каналното полнење на целата површина со SC техника, кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $11,93570 \pm 5,403806$ %, кај системот Si B изнесува $10,74015 \pm 7,352850$ %, а кај системот Si C изнесува $5,20015 \pm 5,958993$ %. Анализата на варијанса покажа дека постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на целата површина со SC техниката кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 11,450$; $p=0,0033$). (Табела бр. 13 и Графикон бр. 13)

Табела бр. 13. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на целата површина при SC техника според системи

ендодонтски систем /SC техника	просек/ %	СД /%	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=20)	11.93570	5.403806	0.312000	22.31500	12.50450
Si B (N=20)	10.74015	7.352850	0.178000	26.25800	9.51850
Si C (N=20)	5.20015	5.958993	0.147000	20.34700	2.55200
вкупно (N=60)	9.29200	6.856047	0.147000	26.25800	9.75000



Графикон бр. 13. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на целата површина при SC техника според системи

При SC техниката на канално полнење, најголем остаток од каналното полнење на целата површина се регистрира кај Si A ендодонтскиот систем, а најмал остаток кај Si C.

Во однос на остатокот од каналното полнење на целата површина со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si B нема значајна статистичка разлика ($p = 0,3437$).

Во однос на остатокот од каналното полнење на целата површина со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si C разликата е значајна за $p = 0,00170$.

Во однос на остатокот од каналното полнење на целата површина со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si B и Si C разликата е значајна за $p = 0,0119$. (Табела бр. 13А.)

Табела бр. 13А. Значајност на разлика во однос на средни вредности на остатокот од каналното полнење на целата површина со SC техниката помеѓу ендодонтските системи

ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 0,946 p = 0,3437
Si A v.s. Si C	Z = 3,137 p = 0,00170*
Si B v.s. Si C	Z = 2,515 p = 0,0119*

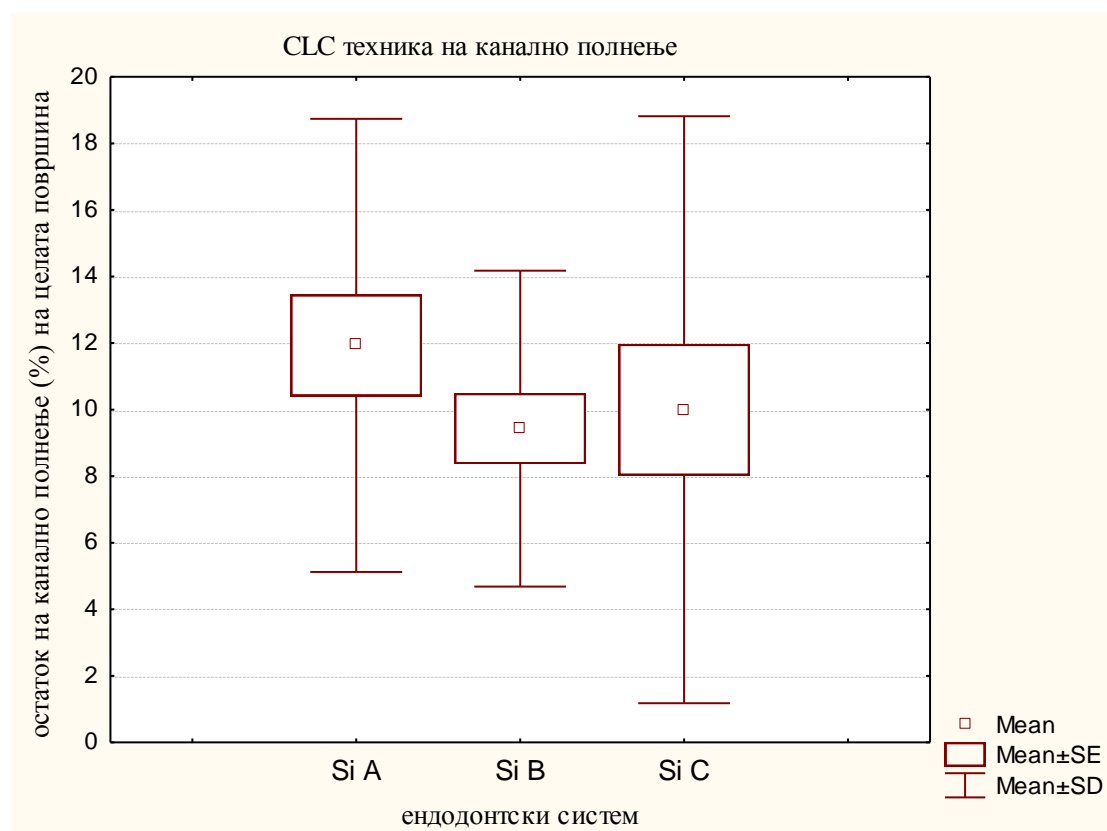
*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечната вредност на остатокот од каналното полнење на целата површина со CLC техника, кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $11,93010 \pm 6,808293$ %, кај системот Si B изнесува $9,42835 \pm 4,747535$ %, а кај системот Si C изнесува $9,99725 \pm 8,819503$ %. Анализата на варијанса покажа дека нема статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на целата површина

со CLC техниката кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 1,875$ $p=0,3916$). (Табела бр. 14 и Графикон бр. 14)

Табела бр. 14. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на целата површина при CLC техника според системи

ендодонтски систем /CLC техника	просек/ %	СД /%	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=20)	11.93010	6.808293	3.902000	27.55600	9.841000
Si B (N=20)	9.42835	4.747535	1.094000	19.03300	9.541000
Si C (N=20)	9.99725	8.819503	0.565000	28.16800	7.147000
вкупно (N=60)	10.45190	6.957041	0.565000	28.16800	9.047000

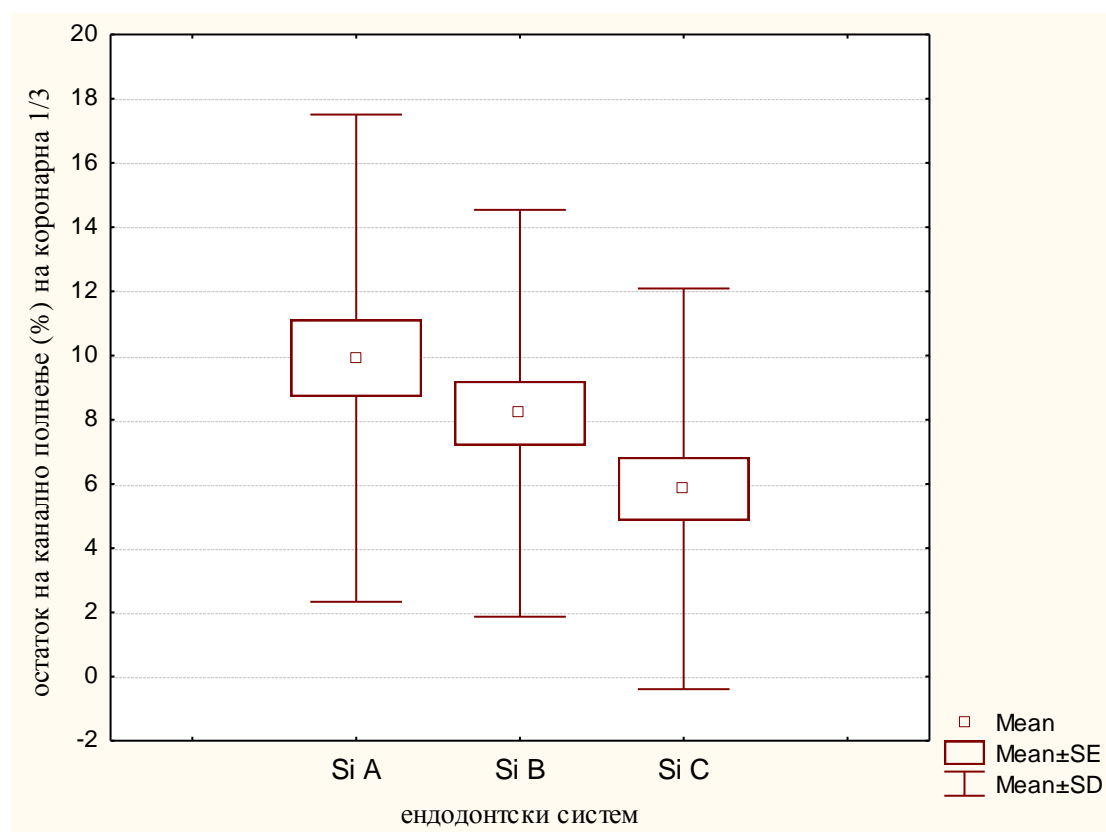


Графикон бр. 14. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на целата површина при CLC техника според системи

Просечната вредност на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3 кај нашите примероци кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $9,918475 \pm 7,590458$ %, кај системот Si B изнесува $8,202075 \pm 6,338513$ %, а кај системот Si C изнесува $5,847175 \pm 6,240840$ %. Анализата на варијанса покажа дека постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3 (%) кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 9,793$; $p=0,0075$). (Табела бр. 15 и Графикон бр. 15)

Табела бр. 15. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на коронарна 1/3 според системи

ендодонтски систем	просек/ %	СД /%	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=40)	9.918475	7.590458	0.000000	35.55100	8.740500
Si B (N=40)	8.202075	6.338513	0.023000	32.74700	6.837000
Si C (N=40)	5.847175	6.240840	0.000000	26.62900	3.381000
вкупно (N=120)	7.989242	6.900909	0.000000	35.55100	6.467500



Графикон бр. 15. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на коронарна 1/3 според системи

Независно од техниката на канално полнење, најголем остаток од каналното полнење на коронарната 1/3 во % се регистрира кај Si A ендодонтскиот систем.

Во однос на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si B нема значајна статистичка разлика ($p = 0,3123$).

Во однос на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si C разликата е значајна за $p = 0,0037$.

Во однос на остатокот на каналното полнење на коронарната 1/3, помеѓу ендодонтските системи Si B и Si C разликата е исто така значајна за $p = 0,0220$. (Табела бр. 15А.)

Табела бр. 15А. Значајност на разлика во однос на средните вредности на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3 во % помеѓу ендодонтските системи

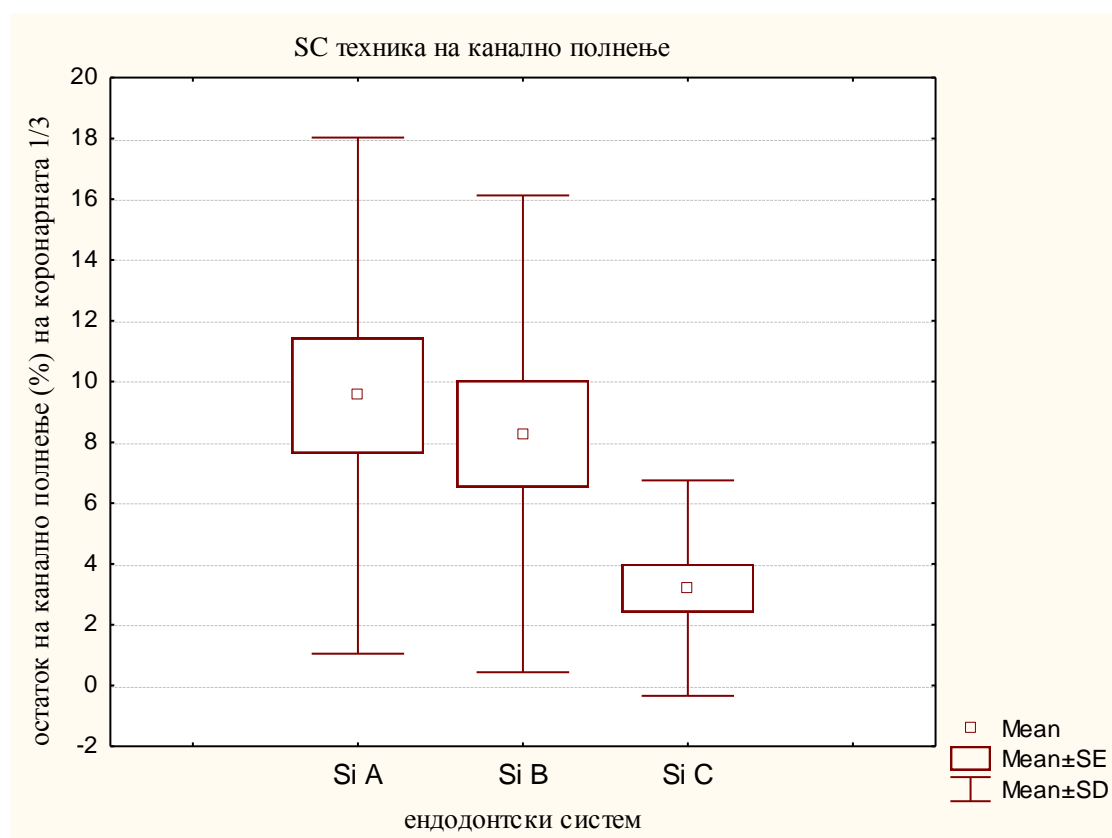
ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 1,010 p = 0,3123
Si A v.s. Si C	Z = 2,901 p = 0,0037*
Si B v.s. Si C	Z = 2,290 p = 0,0220*

*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечната вредност на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3 со SC техника, кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $9,539950 \pm 8,490951$ %, кај системот Si B изнесува $8,282500 \pm 7,842386$ %, а кај системот Si C изнесува $3,207450 \pm 3,542761$ %. Според анализата на варијанса, постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3 со SC техниката кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 10,299$; $p=0,0058$). (Табела бр. 16 и Графикон бр. 16)

Табела бр. 16. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на коронарната 1/3 при SC техника според системи

ендодонтски систем /SC техника	просек/ %	СД /%	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=20)	9.539950	8.490951	0.000000	35.55100	8.152500
Si B (N=20)	8.282500	7.842386	0.023000	32.74700	6.649000
Si C (N=20)	3.207450	3.542761	0.000000	10.98600	1.309000
вкупно (N=60)	7.009967	7.394964	0.000000	35.55100	4.467500



Графикон бр. 16. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на коронарната 1/3 при SC техника според системи

При SC техниката на канално полнење, најголем остаток од каналното полнење на коронарната 1/3 се регистрира кај Si A ендодонтскиот систем, а најмал остаток кај Si C системот.

Во однос на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3 со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si B нема значајна статистичка разлика ($p = 0,6849$).

Во однос на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3 со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si C разликата е значајна за $p = 0,0043$.

Во однос на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3 со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si B и Si C разликата е значајна за $p = 0,0080$. (Табела бр. 16А.)

Табела бр. 16А. Значајност на разлика во однос на средни вредности на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3 со SC техниката помеѓу ендодонтските системи

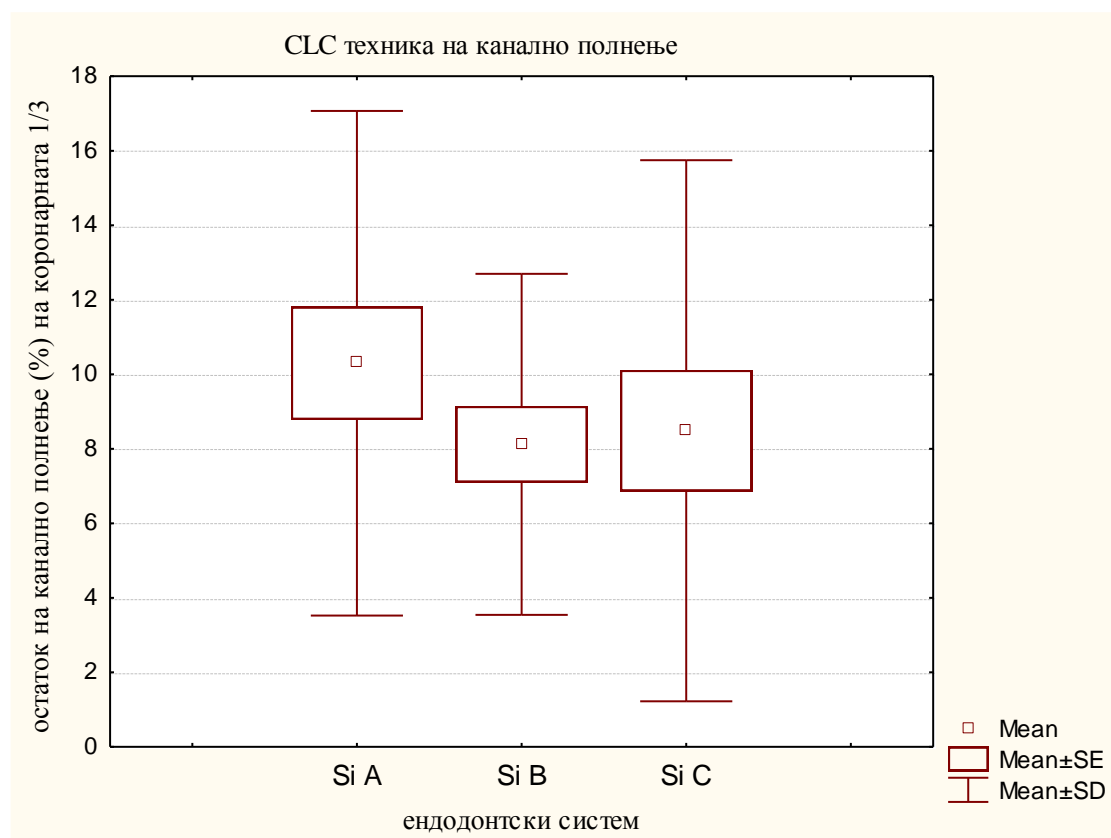
ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 0,406 p = 0,6849
Si A v.s. Si C	Z = 2,853 p = 0,0043*
Si B v.s. Si C	Z = 2,650 p = 0,0080*

*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечната вредност на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3 со CLC техника, кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $10,29700 \pm 6,772339$ %, кај системот Si B изнесува $8,12165 \pm 4,577272$ %, а кај системот Si C изнесува $8,48690 \pm 7,261208$ %. Според анализата на варијанса, нема статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на коронарната 1/3 со CLC техниката кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 1,654$ $p=0,4372$). (Табела бр. 17 и Графикон бр. 17)

Табела бр. 17. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на коронарната 1/3 при CLC техника според системи

ендодонтски систем /CLC техника	просек/ %	СД /%	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=20)	10.29700	6.772339	1.412000	28.43600	8.943500
Si B (N=20)	8.12165	4.577272	1.024000	17.89600	6.837000
Si C (N=20)	8.48690	7.261208	0.941000	26.62900	5.870500
вкупно (N=60)	8.96852	6.278240	0.941000	28.43600	7.223500



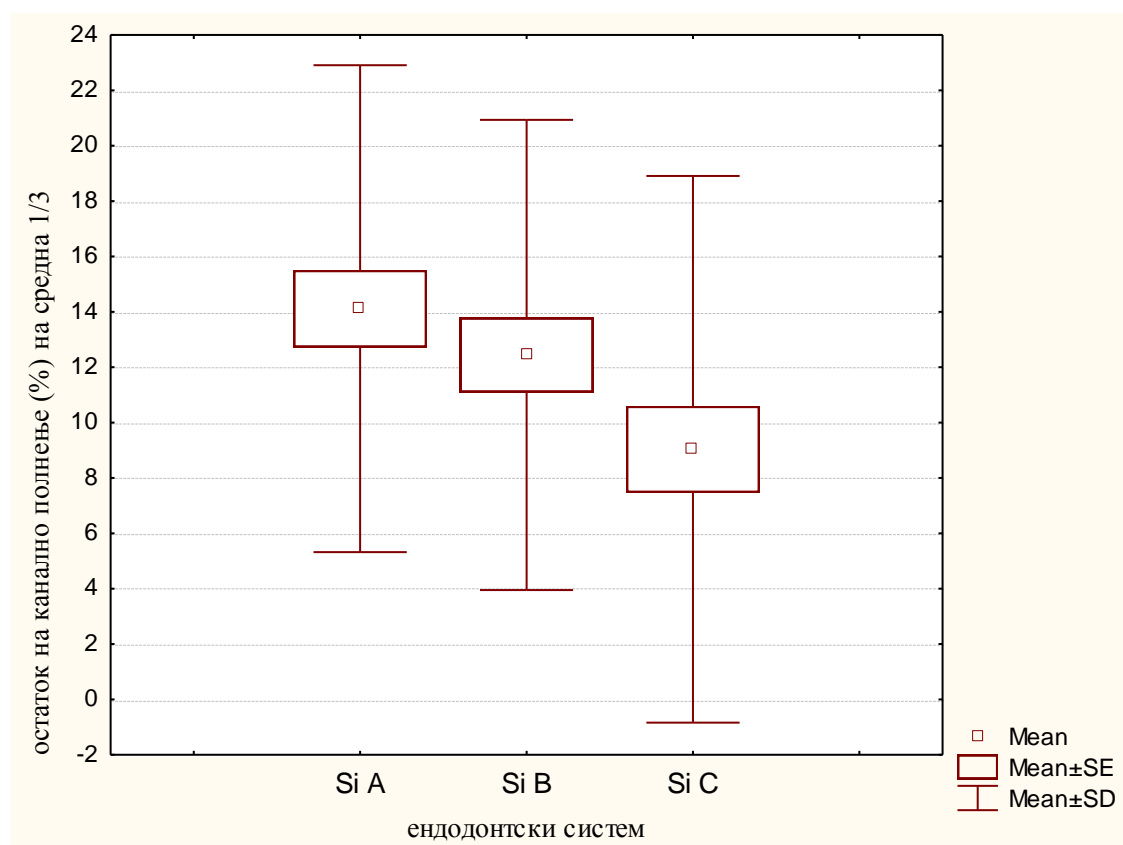
Графикон бр. 17. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на коронарната 1/3 при CLC техника според системи

Просечната вредност на остатокот од каналното полнење на средната 1/3 кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $14,11520 \pm 8,793504$ %, кај системот Si B изнесува

12,44408 \pm 8,491072%, а кај системот Si C изнесува 9,03597 \pm 9,872798 %. Анализата на варијанса покажа дека постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на средната 1/3 (%) кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 9,284$; $p=0,0096$). (Табела бр. 18 и Графикон бр. 18)

Табела бр. 18. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на средна 1/3 според системи

ендодонтски систем	просек/ %	СД /%	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=40)	14.11520	8.793504	0.157000	36.25100	13.21350
Si B (N=40)	12.44408	8.491072	0.445000	34.15900	10.71450
Si C (N=40)	9.03597	9.872798	0.021000	41.07900	5.76050
вкупно (N=120)	11.86508	9.242319	0.021000	41.07900	10.59550



Графикон бр. 18. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на средна 1/3 според системи

Независно од техниката на канално полнење, најголем остаток од каналното полнење на средната 1/3 во % се регистрира кај Si A ендодонтскиот систем, а најмал кај Si C.

Во однос на остатокот од каналното полнење на средната 1/3, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si B нема значајна статистичка разлика ($p = 0,3556$).

Во однос на остатокот од каналното полнење на средната 1/3, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si C разликата е значајна ($p = 0,0041$).

Во однос на остатокот од каналното полнење на средната 1/3, помеѓу ендодонтските системи Si B и Si C разликата е исто така значајна за $p = 0,0282$. (Табела бр. 18А.)

Табела бр. 18А. Значајност на разлика во однос на средните вредности на остатокот од каналното полнење на средната 1/3 во % помеѓу ендодонтските системи

ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 0,924 p = 0,3556
Si A v.s. Si C	Z = 2,868 p = 0,0041*
Si B v.s. Si C	Z = 2,194 p = 0,0282*

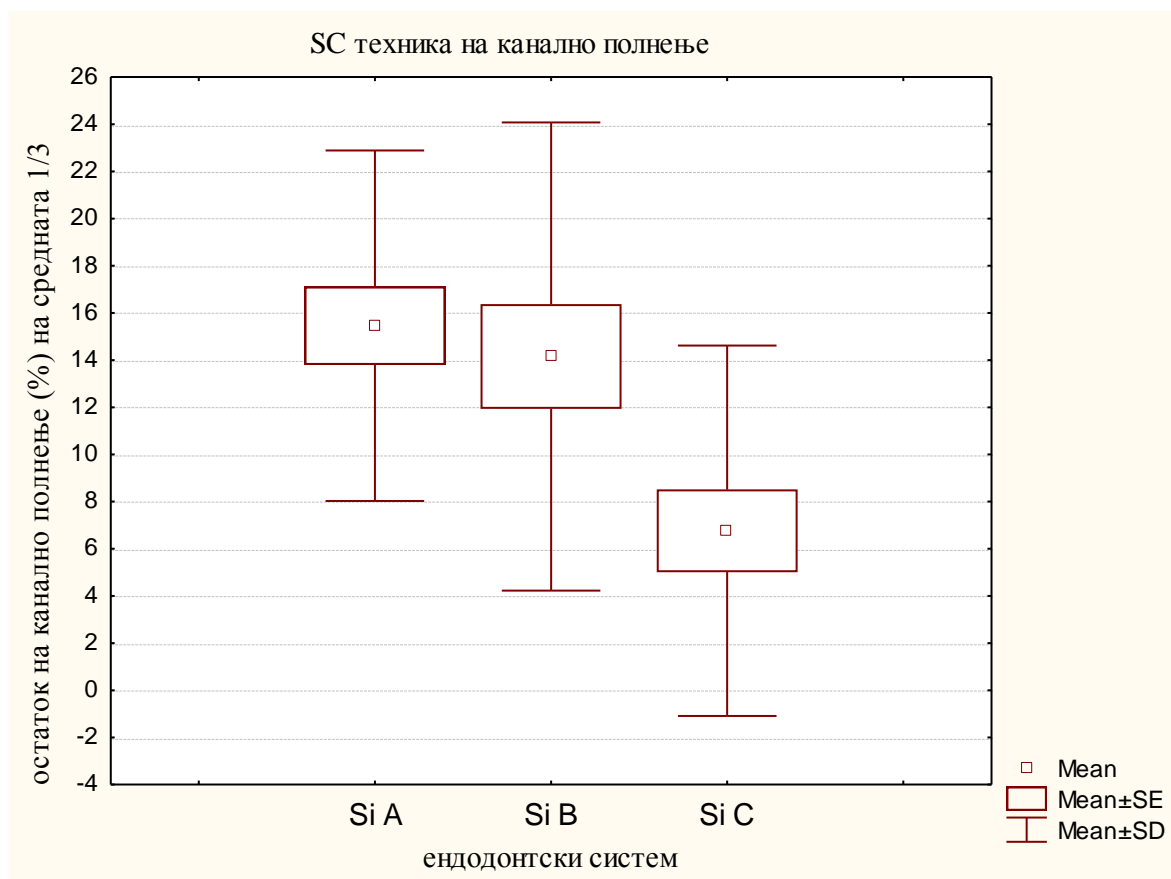
*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечната вредност на остатокот од каналното полнење на средната 1/3 со SC техника, кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $15,45670 \pm 7,429932$ %, кај системот Si B изнесува $14,15360 \pm 9,925327$ %, а кај системот Si C изнесува $6,76450 \pm 7,854155$ %. Според анализата на варијанса, постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на средната 1/3 со SC техниката кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 12,065$; $p=0,0024$). (Табела бр. 19 и Графикон бр. 19)

Табела бр. 19. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на средната 1/3 при SC техника според системи

ендодонтски систем /SC техника	просек/ %	СД /%	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=20)	15.45670	7.429932	1.957000	33.38700	14.25250
Si B (N=20)	14.15360	9.925327	0.445000	34.15900	14.25650
Si C (N=20)	6.76450	7.854155	0.061000	27.04600	3.35650
вкупно (N=60)	12.12493	9.179638	0.061000	34.15900	12.01550

При SC техниката на канално полнење, најголем остаток од каналното полнење на средната 1/3 се регистрира кај Si A ендодонтскиот систем, а најмал остаток кај Si C. Во однос на остатокот од каналното полнење на средната 1/3 со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si B нема значајна статистичка разлика ($p = 0,5338$). Во однос на остатокот од каналното полнење на средната 1/3 со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si C разликата е значајна за $p = 0,0011$.



Графикон бр. 19. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на средната 1/3 при SC техника според системи

Во однос на остатокот од каналното полнење на средната 1/3 со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si B и Si C разликата е значајна за $p = 0,0080$. (Табела бр. 19A.)

Табела бр. 19A. Значајност на разлика во однос на средни вредности на остатокот од каналното полнење на средната 1/3 со SC техниката помеѓу ендодонтските системи

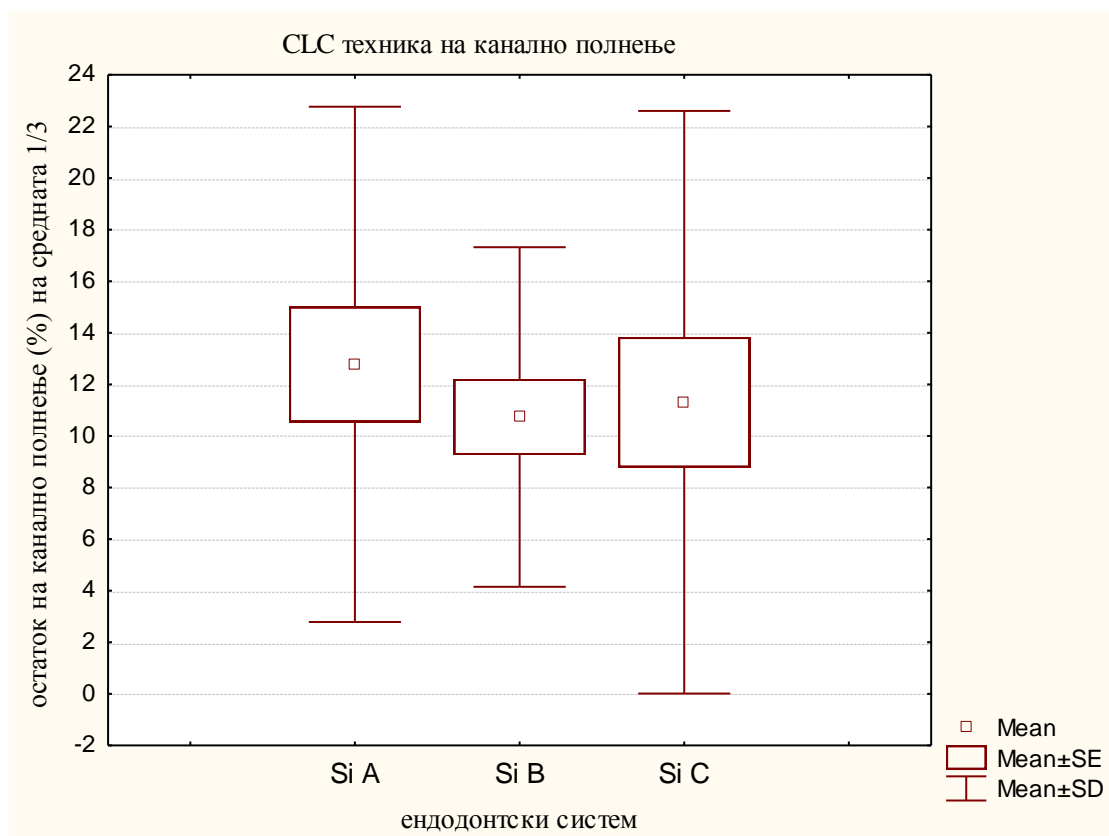
ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 0,622 p = 0,5338
Si A v.s. Si C	Z = 3,246 p = 0,0011*
Si B v.s. Si C	Z = 2,651 p = 0,0080*

*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечната вредност на остатокот од каналното полнење на средната 1/3 со CLC техника, кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $12,77370 \pm 9,98642$ %, кај системот Si B изнесува $10,73455 \pm 6,58229$ %, а кај системот Si C изнесува $11,30745 \pm 11,29267$ %. Според анализата на варијанса, нема статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на средната 1/3 со CLC техниката кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 0,636$; $p=0,7248$). (Табела бр. 20 и Графикон бр. 20)

Табела бр. 20. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на средната 1/3 при CLC техника според системи

ендодонтски систем /CLC техника	просек/ %	СД /%	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=20)	12.77370	9.98642	0.157000	36.25100	8.81800
Si B (N=20)	10.73455	6.58229	1.036000	24.72300	10.56500
Si C (N=20)	11.30745	11.29267	0.021000	41.07900	6.74450
вкупно (N=60)	11.60523	9.37473	0.021000	41.07900	9.61950

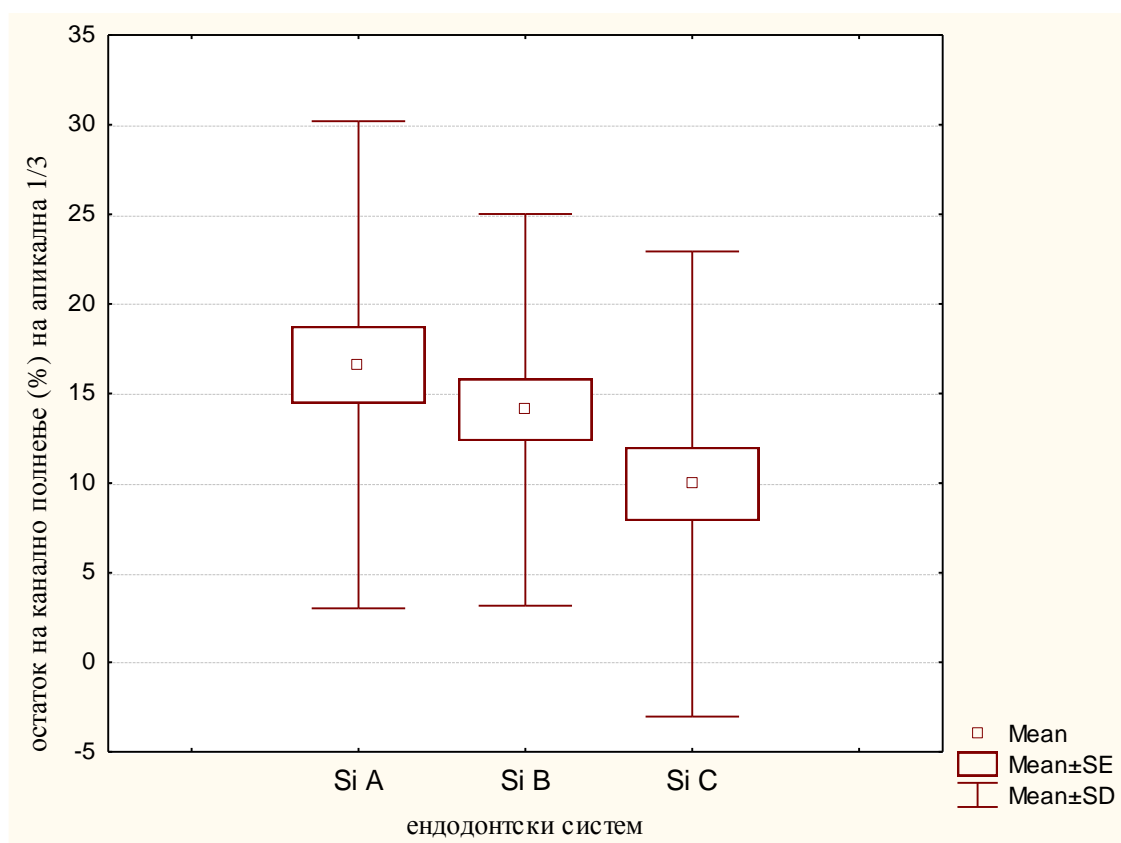


Графикон бр. 20. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на средната 1/3 при CLC техника според системи

Просечната вредност на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3 кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $16,60158 \pm 13,59084$ %, кај системот Si B изнесува $14,08783 \pm 10,93270$ %, а кај системот Si C изнесува $9,94695 \pm 12,98008$ %. Анализата на варијанса покажа дека постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3 (%) кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 5,379$; $p=0,0207$). (Табела бр. 21 и Графикон бр. 21)

Табела бр. 21. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на апикална 1/3 според системи

ендодонтски систем	просек/ %	СД /%	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=40)	16.60158	13.59084	0.00	64.12400	15.25400
Si B (N=40)	14.08783	10.93270	0.00	43.08300	12.25050
Si C (N=40)	9.94695	12.98008	0.00	58.39100	3.83000
вкупно (N=120)	13.54545	12.74815	0.00	64.12400	11.48050



Графикон бр. 21. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на апикална 1/3 според системи

Независно од техниката на канално полнење, најголем остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3 во % се регистрира кај Si A ендодонтскиот систем, а најмал кај Si C.

Во однос на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si B нема значајна статистичка разлика ($p = 0,4052$).

Во однос на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si C разликата е значајна ($p = 0,0017$).

Во однос на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3, помеѓу ендодонтските системи Si B и Si C разликата е исто така значајна за $p = 0,0204$. (Табела бр. 21А.)

Табела бр. 21А. Значајност на разлика во однос на средните вредности на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3 во % помеѓу ендодонтските системи

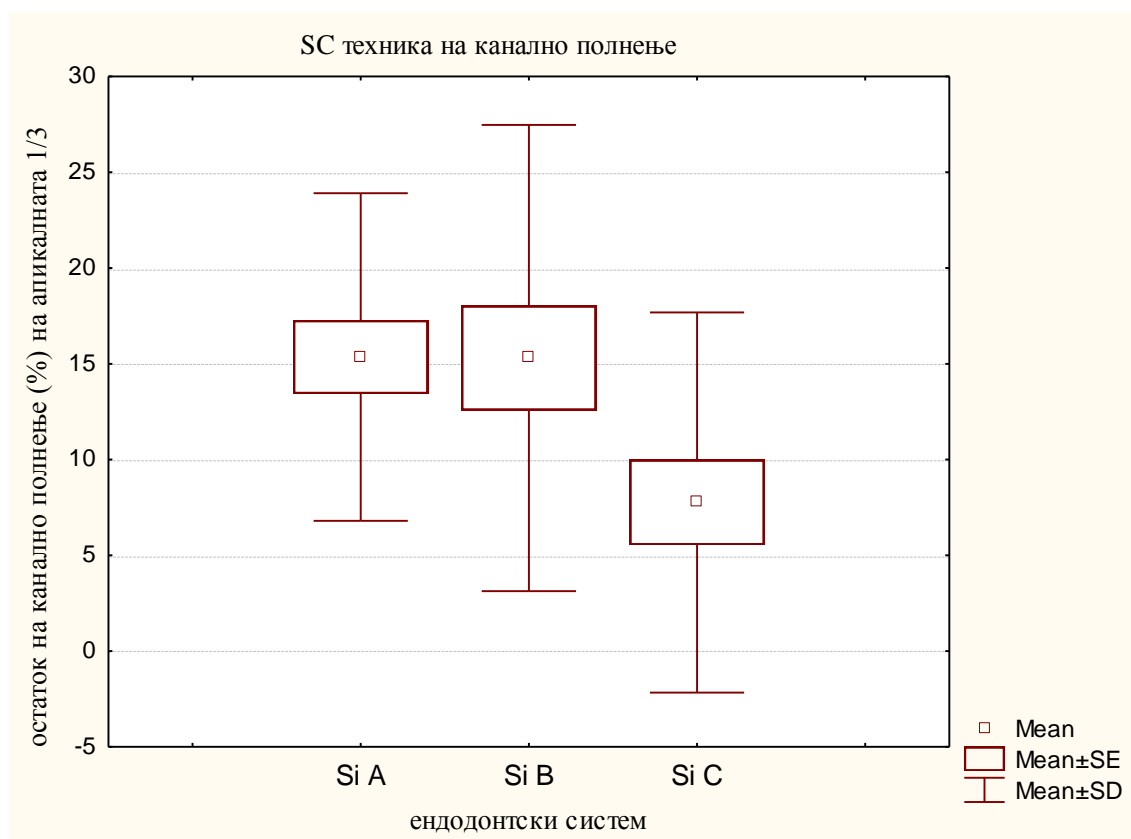
ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 0,832 p = 0,4052
Si A v.s. Si C	Z = 3,137 p = 0,0017*
Si B v.s. Si C	Z = 2,319 p = 0,0204*

*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечната вредност на остатокот од канално полнење на апикалната 1/3 со SC техника, кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $15,34890 \pm 8,55264$ %, кај системот Si B изнесува $15,30250 \pm 12,17401$ %, а кај системот Si C изнесува $7,75950 \pm 9,92361$ %. Според анализата на варијанса, постои статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3 со SC техниката кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 7,671$; $p=0,0216$). (Табела бр. 22 и Графикон бр. 22)

Табела бр. 22. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на апикалната 1/3 при SC техника според системи

ендодонтски систем /SC техника	просек/ %	СД /%	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=20)	15.34890	8.55264	0.00	32.50200	16.22450
Si B (N=20)	15.30250	12.17401	0.00	43.08300	14.55600
Si C (N=20)	7.75950	9.92361	0.00	35.25200	3.22700
вкупно (N=60)	12.80363	10.76728	0.00	43.08300	13.10150



Графикон бр. 22. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на апикалната 1/3 при SC техника според системи

При SC техниката на канално полнење, најголем остаток од каналното полнење на апикалната 1/3 се регистрира кај Si A ендодонтскиот систем, а најмал остаток кај Si C.

Во однос на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3 со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si B нема значајна статистичка разлика ($p = 0,7971$).

Во однос на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3 со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si A и Si C разликата е значајна за $p = 0,00511$.

Во однос на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3 со SC техниката, помеѓу ендодонтските системи Si B и Si C разликата не е значајна за $p = 0,0565$ (вредноста е гранична). (Табела бр. 22A.)

Табела бр. 22А. Значајност на разлика во однос на средни вредности на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3 со SC техниката помеѓу ендодонтските системи

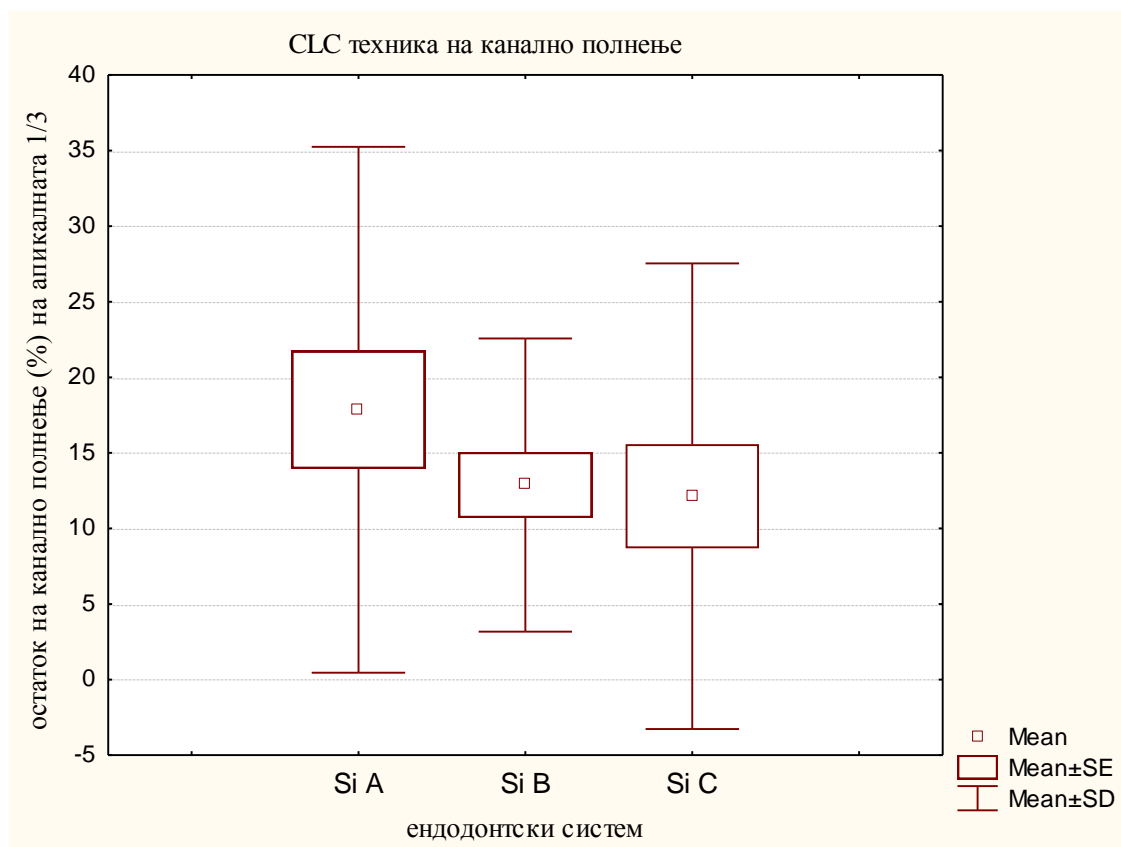
ендодонтски систем	Mann-Whitney U Test (p)
Si A v.s. Si B	Z = 0,256 p = 0,7971
Si A v.s. Si C	Z = 2,799 p = 0,00511*
Si B v.s. Si C	Z = 1,907 p = 0,0565

*статистички сигнификантна / значајна разлика

Просечната вредност на остатокот од канално полнење на апикалната 1/3 со CLC техника, кај ендодонтскиот систем Si A изнесува $17,85425 \pm 17,39806$ %, кај системот Si B изнесува $12,87315 \pm 9,69671$ %, а кај системот Si C изнесува $12,13440 \pm 15,40392$ %. Според анализата на варијанса, нема статистички значајна разлика помеѓу просечната вредност на остатокот од каналното полнење на апикалната 1/3 со CLC техниката кај нашите примероци во однос на ендодонтските системи (Kruskal-Wallis ANOVA: $H = 3,107$; $p=0,2115$). (Табела бр. 23 и Графикон бр. 23)

Табела бр. 23. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на апикалната 1/3 при CLC техника според системи

ендодонтски систем /CLC техника	просек/ %	СД /%	min / %	max / %	mediana / %
Si A (N=20)	17.85425	17.39806	0.044000	64.12400	12.08600
Si B (N=20)	12.87315	9.69671	0.599000	33.74200	10.60500
Si C (N=20)	12.13440	15.40392	0.000000	58.39100	5.87200
вкупно (N=60)	14.28727	14.51659	0.000000	64.12400	10.28700



Графикон бр. 23. Средни вредности на остаток од канално полнење (%) на апикалната 1/3 при CLC техника според системи

ДИСКУСИЈА

ДИСКУСИЈА

Главна цел на ова истражување беше евалуација на ефикасноста на три ендодонтски системи при конвенционален ендодонтски ретретман. Испитувањето беше изведено во *in vitro* услови, како би се исклучил факторот пациент, а би се анализирале исклучиво карактеристиките на испитуваните системи за ретретман. Беа испитувани параметрите кои според литературните податоци се потврда за успех или неуспех на ендодонтскиот ретретман. Во нашата студија беа испитувани квантитетот на периапикално екструдираниот материјал, времето потребно за ретретман, транспозицијата и остатокот од канално полнење по ретретманот. Ендодонтските системи кои ги опфати нашата студија се Hedstroem-рачен систем, ProTaper Retreatment и ProTaper Gold, машински ротациони системи. Испитувањето го проширивме и на корелацијата помеѓу техниката на канално полнење кое го отстранувавме со ретретманот и испитуваните системи. За оптурација беа користени техниките Single Cone и Cold Lateral Condensation.

Hedstroem инструментите се систем од рачни инструменти, кој најчесто е користен при рачна инструментација за ретретман на коренскиот канал. ProTaper Retreatment се ротациони инструменти произведени специјално за постапката на ендодонтски ретретман. ProTaper Gold инструментите се изработени од посебно термички обработена NiTi легура, поради што имаат до 30% поголема еластичност во однос на другите инструменти за ретретман.

Техниката Single Cone сеуште е најкористена техника за канална оптурација кај нас. Техниката Cold Lateral Condensation е најчесто користена техника од групата на студено кондензациони техники за оптурација на коренскиот канал.

Статистичката обработка и анализа на резултатите од оваа студија не упатуваат на одредени констатации и факти од кои некои се во согласност со други претходни истражувања, но некои се во спротивност или се први од тој тип, бидејќи според нашите сознанија ова е прво истражување кое ги споредува токму овие три ендодонтски системи при конвенционален ендодонтски ретретман.

Апикална екструзија

Апикалната екструзија на дебрис за време на ендодонтскиот третман и ретретман може да доведе до постоперативна болка и непријатност.(189) Неколку студии го испитувале количеството на екструдираниот материјал периапикално за време на ендодонтскиот ретретман на коренскиот канал со користење на NiTi ротирачки системи за ретретман.(190-193) Нашата студија е прва која го оценува апикалното потиснување на дебрис за време на ретретманот со трите испитувани системи (H-files, ProTaper Retreatment files, ProTaper Gold files). Биле реализирани неколку лабораториски експериментални испитувања со цел да се процени количината на екструзија во периапикалните ткива за време на ретретманот на коренскиот канал (194), но главниот недостаток на овие студии е дека пулпалниот статус и состојбата на периапикалните ткива, како и притисокот на ниво на периапексот не може да се имитираат. Дури и ако се обезбеди некој вид на симулација, структурата и состојбата на ткивата, како и статусот на пулпата не може да се стандардизираат. Ова е докажано од Salzgeber и Brilliant (195), кои користеле радиоактивен материјал за да ја прикажат апикалната пенетрација *in vivo*. Авторите заклучиле дека резултатите се ограничени за случаи кога забите се со витална пулпа; кај заби со некротична пулпа и/или периапикални лезии, бидејќи во овие случаи растворот се дисперзирал несакано во периапикалните лезии.(195) Радиоактивниот материјал кој се користи како иригатор, кај забите со некротична пулпа побрзо стига до апексот, отколку кај забите со витална пулпа. Клеточниот притисок и отпорот на периапикалните ткива во *in vivo* услови може да ја намалат појавата и степенот на периапикалната екструзија на дебрисот, иако точниот ефект на оваа променлива е тешко да се прецизира.(189) Постојат студии кои користеле агар за да ги симулираат периапикалните ткива.(196) Сепак, бидејќи тие можат да апсорбираат некои ириганси и дебрис кога се користат како бариери, во нашата студија не се прави обид да се симулираат услови *in vivo*. Тенденцијата на оваа студија беше да се истражат, анализираат и компарираат вредностите на екструдираниот материјал од испитуваните три ендодонтски системи, тргнувајќи од препораките на производителите за нивните карактеристики. Најчесто користени инструменти за ретретман и понатаму се H-files, па поради тоа оценивме дека е значајно да се анализира квантитетот на екструдираниот материјал помеѓу нив и двата ротациони системи од кои ProTaper Retreatment е посебно дизајниран за процедурата на

ендодонтски ретретман и ProTaper Gold кој поради иновативната технологија се карактеризира со значително поголема еластичност во споредба со останатите ендодонтски системи.

Предложени се неколку методи во поглед на системот за оценување и мерење на материјалот користејќи прецизна вага, за да се процени количината на остатоци што се екструдираат.(197) Меѓутоа, бидејќи пресметаната количина на екструдирани материјал е екстремно ниска, често во фракции од mg, секогаш постои можност за дополнително влијание или дури и загадување со содржини од околината во која се чувани примероците.(189) За да се избегне овој фактор во нашата студија, епандорфите беа складирани во посебни садови како би превенирале нивна надворешна контаминација. Сите техники и методи кои се користат во литературата се базираат на квантитативно мерење на дебрисот. Во оваа студија, инструментацијата беше проследена со обилна иригација. Заклучено е дека инструментацијата во комбинација со иригација доведува до повеќе екструзија на остатоци во споредба со инструментација без иригација.(189) Дестилираната вода која ја користевме при нашето истражување е препорачана како ириганс за да се избегне можниот ефект на кристализација на натриум хипохлорит, кој би влијаел на резултатите.(190) Сепак, нема доволно литературни податоци дали типот на иригација може да влијае на квантитетот на екструзијата.(198)

Step back техниката за инструментација предизвикува поголема екструзија во споредба со crown down техниката.(199,200) Бидејќи NiTi ротационите системи функционираат со примена на crown down техниката, истата беше искористена и за Hedstroem рачните инструменти во нашата студија при ретретманот, со цел да се избегнат разликите меѓу групите.

Постои контроверзност во литературата за квантитетот на екструзија на материјал од различни техники на инструментација. Somma и сор. (197) заклучиле дека ендодонтските ротациони NiTi инструменти за ретретман предизвикуваат поголема екструзија на дебрис во споредба со рачните инструменти; други пак, откриле дека рачната инструментација при ретретманот доведува до поголема екструзија.(190,193,201) Во нашата студија, забележана е апикална екструзија на остатоци во сите групи, при што се покажа сигнификантна разлика помеѓу користените системи за ретретман. Статистичките резултати покажаа значајна разлика во поглед на

екструзијата при мануелната инструментација во однос на квантитетот на екструдираниот материјал при ретретманот со ротационите системи ProTaper Retreatment и ProTaper Gold. Помеѓу квантитетот на екстудираниот материјал при инструментација со машинските системи нема статистички значајна разлика.

Ова го објаснуваме со фактот, дека при работа со рачните инструменти се користат движења со притискање, кои имаат тенденција да дејствуваат како клип, потиснувајќи ги остатоците во периапикалното ткиво преку апикалниот отвор; додека пак NiTi ротационите инструменти кои беа испитувани при ретретманот, работат со комбинација на ротационо движење и движење на инструментот према коронарно во отсуство на притисок и на тој начин дебрисот се насочува нагоре. Друг фактор кој има значење е триаголниот напречен пресек на ProTaper инструментите, кој доведува до намалување на контактната површина помеѓу инструментот и сидот на коренскиот канал, а на тој начин и количината на екструзионен материјал е помала. Во согласност во ова е и непостојењето значајна статистичка разлика во однос на квантитетот на екструзионен материјал меѓу SiB (PTR) и SiC (PTG).

Анализата на квантитетот на екструзија на дебрис во зависност од техниката на каналното полнење покажа дека и кај двете користени техники на канално полнење во ова истражување (SC и CLC) сингнификантна е разликата кај Si A, односно рачната инструментација споредено со машинските системи за ретретман. Тоа значи дека независно од техниката на канално полнење, рачната инструментација реализирана со Hedstroem инструментите резултира со многу поголема количина на екстудирани дебрис, додека помеѓу испитуваните машински системи не постои значајна разлика.

Време за ретретман

Отстранувањето на материјалот за полнење на коренскиот канал е постапка од најголемо значење при ендодонтскиот ретретман затоа што, преку употреба на инструменти и раствори за иригација, тој претставува ефикасна мерка против факторите предизвикувачи на апикалниот периодонтитис.(202,203) Споредени се три различни системи за ретретман на коренскиот канал: еден рачен-Hedstroem и два машински ротациони системи од никел-титаниум, ProTaper Retreatment и ProTaper Gold инструменти, со цел да се утврди кој е најбрз.

Според добиените резултати од нашето истражување, при ретретманот ProTaper Retreatment (SiB) инструментите го отстраниле материјалот за канално полнење за пократко време од ProTaper Gold (SiC) и Hedstroem (SiA) инструментите. Рачните Hedstroem инструменти покажаа најдолго време, што значи дека со SiA ретретманот се реализирал најбавно.

Ротирачкиот ProTaper Retreatment систем има инструменти со активен врв што овозможува отстранување на материјалот за полнење без употреба на растворувачи, елиминирање на формирање на филм од гутаперка на сидовите на коренскиот канал, чие пак постоење може да го спречи дејството на дезинфициенсот во коренскиот канал за време на ендодонтскиот ретретман.(204) Од нашата студија произлегоа слични резултати, односно ProTaper Retreatment системот покажа најбрзо време за ендодонтски ретретман. Од друга страна, ProTaper Gold системот и покрај подобрената еластичност на инструментите, најверојатно поради неактивниот врв, покажа побавно време за реализација на ретретманот во однос на ProTaper Retreatment системот. Но, за таа разлика не беше утврдена статистичка сигнификантност.

Резултатите од нашата студија покажуваат дека ротационите системи се побрзи од мануелниот систем, сознанија што се совпаѓаат со претходните студии.(205-207) Овие наоди може да бидат објаснети со дизајнот на ротирачките инструменти (начинот на вртење, дизајн на пилите на работниот дел, различниот коницитет и активен/неактивен врв). Покрај тоа, присутно е и делумно омекнување или пластификација на гутатерка-јадрото на каналното полнење предизвикано од поголемите брзини на ротација, што доведува до полесно отстранување на каналното полнење.(208,209,)

Takahashi и сор.(210), ги споредиле рачните инструменти Gates-Glidden со ProTaper Retreatment системот, со или без употреба на растворувач, и исто така дошле до заклучок дека испитуваниот ротирачкиот систем без растворувач е побрзата техника. Bramante и сор. (211), проучувале два ротациони системи и ги споредиле со рачна техника, при што заклучиле дека ProTaper Retreatment системот има најдобри перформанси, потврдувајќи ги наодите на Vale и сор.(212), кои се слични со нашите резултати.

Сепак, дизајнот на ротационите инструменти е причина за поефикасното чистење на коренските канали отколку со рачните Hedstroem инструменти, како и

присутната ротација на инструментите во каналот, што предизвикува пластификација на гутаперката. На овој начин се олеснува отстранувањето на материјалот за полнење, поради тенденцијата на излекување на гутаперката во коронарна насока.(213)

Дефинитивен е заклучокот од сите студии дека ротационите инструменти биле побрзи во отстранувањето на материјалот за полнење. Сепак, мора да се потенцира фактот дека ниту една постапка не резултирала со целосно отстранување на каналното полнење, факт што е идентификуван како од нашата, така и сите други студии.(212, 214)

Транспозиција на канал

Транспозицијата на коренскиот канал настанува како резултат на одземањето од дентинот од сидот на каналот во текот на ендодонтскиот третман/ретретман и отстапување од барањето каналот да го сочува што е можно повеќе својот оригинален облик. Во нашата студија транспозицијата (транспорт) на каналот беше утврдена со помош на радиографска метода-суперпонирање на 3 ртг снимки. Првата ртг снимка беше направена пред првичниот ендодонтски третман, за да се нотира примарната поставеност и форма на коренскиот канал. Втората ртг снимка беше направена по првичниот ендодонтски третман, а трета ртг снимка после ендодонтскиот ретреман. Со цел да се утврди кој од испитуваните ендодонтски системи за ретретман резултира со најизразена транспозиција на каналот податоците беа компјутерски обработени при што анализата беше направена на вредностите добиени за предефинирани 5 точки на мерење. Секоја од овие 5 точки одговара на одредена должина на коренскиот канал. Точка 1. е на почетокот на каналот; Точка 2. е на 2mm под првата точка; Точка 3. е на почетокот на закривувањето на каналот; Точка 4. е во средината на кривината на каналот; Точка 5. е на врвот од каналот.

Анализата на измерените вредности и нивната статистичка обработка покажа дека кај трите испитувани системи за ендодонтски ретретман (Hedstroem, ProTaper Retreatment и ProTaper Gold) не постои сигнификантна статистичка разлика во однос на транспозицијата на каналот за Точките 1; 2; 3; 5.

Тоа значи дека сите три испитувани системи не предизвикале значајно отстапување од постоечкото протегање на каналот настанато при првичниот

ендодонтски третман во ниво на влезот во каналот-Точка 1. Сметаме дека на ова ниво влезот во каналот е доволно проширен и достапен при првичниот третман, па поради тоа и нема значајна разлика меѓу испитуваните системи после ретретманот.

Анализата на резултатите за Точка 2. и Точка 3. не покажува значајна разлика меѓу испитуваните системи во нашата студија. Причината за тоа ја наоѓаме во фактот дека Точка 2. која е 2 mm под првата точка е блиску до влезот во каналот, па поради тоа и овој дел од каналот е достапен и доволно проширен, така да инструментите при ретретманот непречено се движат во каналот. Точка 3. која го означува почетокот на закривувањето на каналот е дел во кој ендодонтските инструменти од испитуваните системи влегуваат сеуште со можност за слободно движење во каналот со цел да го отстранат првичното канално полнење, при што одземаат и мал дел од дентинот од ѕидот на каналот. Но, бидејќи можат слободно да се движат во каналот тие не предизвикуваат значајна транспозиција на истиот.

Точка 4. е нивото од каналот за кое статистичката анализа утврди дека постои значајна разлика помеѓу испитуваните системи. Причината за оваа разлика ја објаснуваме со фактот дека Точка 4. е на средината на кривината на каналот. Во овој дел од каналот ендодонскиот инструмент наидува на промена на насоката на движење, бидејќи после завојот на кривината каналот продолжува во друга насока. Ова делува како притисок врз инструментот при што неговата тенденција е прво да се свитка, а потоа да се врати во својата првобитна форма. При овие промени неговото движење доведува до нерамномерно одземање од ѕидот на каналот и тоа од внатрешниот ѕид на каналот повеќе, а од надворешниот помалку, а тоа резултира со делумно исправање на каналот, односно се намалува неговото закривување. Оваа промена претставува транспозиција на каналот предизвикана од инструментите за ретретман.

Добиените статистички податоци покажуваат дека најголема транспозиција се доби при работа со агресивниот ProTaper Retreatment (Si B), а најмала при работа со рачните инструменти (Si A), при што се доби статистички сигнификантна разлика. Тоа го објаснуваме со податокот дека ProTaper Retreatment инструментите се машински инструменти со активен врв кои брзо ја отстрануваат содржината од каналот, што се рефлектира и при обработката на кривината на каналот. Hedstroem системот се рачни инструменти кои побавно влегуваат во кривината и немаат толкава сила и подвижност за да предизвикаат изразена транспозиција како ProTaper Retreatment инструментите.

Помеѓу Si A и Si C, како и помеѓу Si B и Si C не е констатирана значајна разлика во однос на транспозиција на каналот во Точка 4. Si C е машински систем (ProTaper Gold) и поради тоа очекуваме да има слични резултати со ProTaper Retreatment, што го потврдуваат и добиените податоци. Непостоењето статистички значајна разлика меѓу ProTaper Gold и Hedstroem системот го толкуваме како резултат на карактеристиките на легурата од која се изработени ProTaper Gold инструментите. Тие се со околу 30% поголема еластичност и немаат активен врв, па поради тоа нивото однесување во каналот е посуптилно во споредба со агесивното на ProTaper Retreatment инструментите, односно ефектот врз транспозицијата на каналот е поблизок до рачните Hedstroem инструменти. Но, бидејќи ProTaper Gold сепак е машински ротационен систем, транспозицијата е послична со онаа на ProTaper Retreatment инструментите, па поради тоа помеѓу нив не се јавува статистички значајна разлика.

Проценката на транспозицијата на каналот во други студии била извршена со употреба на двојна дигитална техника на радиограф. Оваа техника најчесто се користи за споредување на обликот на каналот пред и пост инструментацијата (215,216), техника која и ние ја применивме во нашата студија.

Во студијата на Arora и соработниците (217), системите ProTaper Next и Wave One резултирале со значително поголема транспозиција отколку системите TF и OneShape NiTi. Помалата транспозиција може да се должи на асиметричен процес на сечење, што го подобрува движењето на инструментот слично на змија во каналот и ја зачувува оригиналната форма на каналот. TF инструментите се направени со карактеристична постапка (термичка обработка, извртување на металот и специјална површинска обработка на инструментите) која може да ја подобри способноста за центрирање и да ја минимизира транспозицијата. Ова е соодветно на нашите констатации за однесувањето на ProTaper Gold инструментите во однос на транспозиција на каналот.

Покрај тоа, овие инструменти имаат различен коницитет; ProTaper Next има прогресивен процент за намалување, кај Wave One изнесува 8%, а TF и OneShape имаат 6%, што истотака влијае на транспозиција. Коницитетот на инструментите е обратно пропорционален со транспозицијата на каналот.(218) Согласно со ова се и нашите резултати на непостоење значајна разлика меѓу на ProTaper Retreatment и ProTaper Gold инструментите кои имаат различен и поголем коницитет од Hedstroem

инструментите. Во друго истражување при инструментација на криви канали биле користени ротирачки системи со големина 25 и коницитет од 0,06 до 0,08, а резултатот бил помала транспозиција на каналот.(219) Нашите резултати се слични со оние од претходните студии, а различни од споменатото истражување.

Во една таква студија, системите OneShape и TFA со постојан 0,06 коницитет отстраниле помалку дентин (помала транспозиција) отколку инструментот Reciproc. (218,219) Врз основа на резултатите од претходни студии, предностите на реципрочното движење во обликувањето на каналите остануваат нејасни, иако некои студии прикажале супериорни резултати за реципрочни системи.(220) Една неодамнешна студија покажала дека транспозиција на каналот во делот од неговото закривување предизвикана од инструментите „Wave One“ била поголема од таа со ProTaper Next. Ова може да се должи на острите рабови за сечење на единечниот систем, што доведува до поголемо сечење на сидовите на каналите и зголемена транспозиција во споредба со мулти-системот.(221) Сепак, проценката на транспозиција на коренскиот канал бара понатамошни студии за да се утврдат попрецизни резултати.

Cimilli and Kartal (222) посочиле дека континуираното ротационо движење има поголема способност за центрирање во споредба со реципрочното движење. Покрај тоа, Beurklein и сор.(223) потврдиле дека One Shape има поголема можност за центрирање на каналите отколку Reciproc. Во тек се обиди за подобрување на ефикасноста на хемомеханичка подготовка на коренските канали со примена на нови инструменти и средства за дезинфекција. Нашето истражување покажа дека сите испитувани системи доведоа до одредено децентрирање на каналот, со значајна разлика за ProTaper Retreatment системот.

Peters и сор. (224) преку работа на човечки заби, Iqbal и сор. (225) and Veltri и сор. (226) преку радиографски метод, и Guelow и сор.(227) покажале инструментации со мала инциденца на транспозиција за системот ProTaper до инструментот F3.

Schäfer и Vlassis (228), Yoshimine и сор. (229), Uzun и сор. (230) спровеле истражувања со користење на симулирани коренски канали кои покажуваат дека системот ProTaper предизвикува поголема транспозиција при работа со инструментот F3. Schäfer и Vlassis (231) во слична студија, но со употреба на човечки заби и радиографски метод пред и по инструментацијата, потврдиле слични резултати за

системот ProTaper. Setzer и соп.(232) не забележале никакви разлики при работа со комбинацијата на различни системи во однос на зголемувањето транспозицијата на каналот. Спротивно на тоа, Guelow и соп.(227) покажале мала инциденца на транспозиција при работа со ProTaper. Нашите резултати потврдија појава на изразена транспозиција на коренскиот канал со ProTaper Retreatment системот .

И покрај големите предности на вештачките коренски канали во акрилатни блокчиња, тие не ја симулираат комплицирана внатрешна анатомија на коренскиот канален систем и поради тоа апикацијата на добиените резултати врз човечките заби не може да биде прецизна. Резултатите од нашата студија се добиени од човечки заби, поради што сметаме дека се соодветни на реалните ефекти, а согласно на тоа и апликативни во клиничката пракса.

Ротационите NiTi инструменти претставуваат голема еволуција во стандардизацијата на инструментација на каналите.(233) Во групата на ProTaper инструментите (Universal, Next, and Gold серии), ProTaper Gold е специфичен поради дополнителната термичка обработка при неговото произведување, што резултирало со помала транспозиција на каналот, во споредба со ProTaper Universal и ProTaper Next. (234) Ваквите резултати поврзани за ProTaper Gold системот освен нашата ги потврдуваат и студии од други автори .(35)

Во однос на центрирањето, никој од инструментите тестирани во студијата на Elnaghy и Elsaka (235) не ја одржал централната поставеност во рамките на коренскиот канал за време на обработката. Не биле забележани значителни разлики меѓу инструментите, но вредностите добиени со ProTaper Gold укажуваат на подобра можност за центрирање на овие инструменти.(235) Резултатите од оваа студија се во согласност со нашите. Причината е веројатно во неинвазивниот дизајн на врвовите на ProTaper Gold инструментите, кој функционира како водич и овозможува полесна пенетрација со минимален апикален притисок.(235) Поради тоа цениме дека ProTaper Gold инструментите се посебно соодветни за ретретман на криви канали.

Остаток од канално полнење

Примероците вклучени во нашата студија после реализираниот ендодонтски ретретман беа лонгитудинално пресечени на две половини за да се анализира квантитетот на остатокот од каналното полнење.

Анализата на остатокот од каналното полнење беше направена прво за целата површина од коренскиот канал, а потоа и за секоја од определените третини (коронарна, средна, апикална).

Студијата ги анализираше разликите во ефикасноста за отстранување на каналното полнење на секој од трите испитувани системи, но и разликите кои произлегоа од техниките користени за оптурација на каналите на испитуваните примероци при првичниот ендодонтски третман.

Статистичката обработка на добиените вредности изразени во проценти покажа дека за целата површина од каналот најголем остаток на канално полнење останал по ретретманот со Si A (Hedstroem). Помеѓу Hedstroem системот и ProTaper Retreatment системот не е утврдена значајна статистичка разлика во однос на остатокот на каналното полнење за целата површина на каналот. Овие резултати сметаме дека се поради сличностите во крутоста на инструментите од двата системи. Иако станува збор за еден рачен и еден машински систем за ретретман, однесувањето во каналот во поглед на способноста за отстранување на каналното полнење е слична поради приближната крутост на двете групи на инструменти, која не дозволува инструментот да се прилепи поинтимно до ѕидот на каналот. Поради тоа одредени делови по должината на каналот остануваат некомплетно обработени и токму таму се присутни остатоци од каналното полнење.

Статистичката анализа покажа значајна разлика помеѓу Si A vs Si C и Si B vs Si C, односно најмала вредност на остатокот од каналното полнење е за Si C. Оваа значајна разлика во корист на Si C (ProTaper Gold) системот произлегува од карактеристиките на легурата од која се изработени ProTaper Gold инструментите. Производителот на овој систем ја потенцира предноста на специфичната термичка обработка на материјалот од кој се изработени инструментите, со што тие добиваат за 30% поголема еластичност споредено со другите системи за ретретман. Благодарение на зголемената еластичност ProTaper Gold инструментите лесно лизгаат во коренскиот

канал и при тоа се адатираат на неговата анатомија, што води кон поинтимен контакт со сидовите од каналот. Конечниот резултат е отстранување на каналното полнење од поголема површина од коренскиот канал.

Во нашата студија примероците беа оптурирани со примена на две различни техники, SC (single cone) и CLC (cold lateral condensation). Овие техники најчесто се користат во секојдневната пракса, па поради тоа се избрани за нашето истражување. При SC техниката каналот се оптурира со поголема количина цемент, а средишното јадро е еден гутаперка конус. При CLC се користи мала количина цемент колку да се израмнат сидовите на каналот, а средниот поголем дел се исполнува со латерално потиснати (кондензирани) поголем број гутаперка конуси. Разликите помеѓу овие техники доведуваат и до разлики во ефикасноста за отстранување на каналното полнење од страна на испитуваните ендодонтски системи за ретретман опфатени во нашата студија.

Статистичката анализа покажа дека кај примероците оптурирани со SC техниката најголем остаток од каналното полнење се нотира после ретретманот со Si A (Hedstroem), а најмал за Si C (ProTaper Gold). Статистички сигнификантна разлика има за Si A vs Si C и Si B vs Si C, додека нема помеѓу Si A vs Si B.

Овие резултати произлегуваат од карактеристиките на испитуваните системи. Системите Hedstroem (SiA) и ProTaper Retreatment (Si B) оставаат поголем остаток од каналното полнење во однос на ProTaper Gold (Si C). Значајна разлика во остатокот од SC каналното полнење за системот ProTaper Gold настанува поради поголемата еластичност на овие инструменти што води кон контакт со поголема површина од каналот и негово поефективно чистење при ретретманот.

Анализираните податоци за остатокот од канално полнење со CLC техниката не покажаа сигнификантна статистичка разлика за ефикасноста на испитуваните системи (Hedstroem, ProTaper Retreatment, ProTaper Gold). Сметаме дека објаснувањето за овие резултати е во поголемата компактност на каналното полнењето при CLC техниката. Кондензацијата на каналното полнење овозможува неговата поголема компактност во споредба со SC техниката, бидејќи е многу поедноставно да се извади гутаперка конусот кога е само еден, а потоа отстранувањето на другиот дел од полнењето (цементот) зависи од техничките карактеристики на испитуваниот систем. При CLC техниката во каналот има повеќе гутаперка конуси, кои се прилепени еден на друг

(кондензирани), а цементот е во многу мала количина. Поради тоа доминантен фактор за чистотата на каналот е квалитетот на кондезацијата на каналното полнење, а не техничките карактеристики на инструментите, па од таму и не е констатирана разлика во нивната ефикасност при испитувањето на овој параметар во нашата студија.

Анализата на квантитетот на остатокот од каналното полнење освен за целата површина на каналот, беше направена и за делови од каналот, односно неговите третини (коронарна, средна, апикална). Во секојдневната пракса достапноста за обработка на поедините делови на каналот е различна, па поради тоа направивме анализа на ефикасноста на испитуваните три ендодонтски системи за ретретман за сите три нивоа (третини).

Коронарната третина е најдостапна за инструментација и поради тоа не очекувавме некоја значајна разлика меѓу системите, но статистичката анализа покажа постоење на значајна разлика за Hedstroem инструментите, односно најголем остаток на каналното полнење. Односот меѓу системите за коронарната третина од каналот ги покажа истите статистички резултати како и за целата негова површина. Si A vs Si B нема значајна разлика, Si A vs Si C и Si B vs Si C постои значајна разлика. Во поглед на техниката на каналното полнење кај SC техниката постои статистички значајна разлика за испитување системи идентична на таа за целата површина на каналот. При CLC техниката на ниво на короната третина од каналот не постои значајна разлика за испитуваните системи за ретретман.

Ги анализиравме податоците и за другите две третини (средна и апикална) од каналот во однос на корелацијата меѓу техниката на каналното полнење и ефикасноста за чистење на каналот на испитуваните системи и добивме статистичка значајност соодветна на таа за коронарното ниво односно третина.

Нехируршкиот ретретман е првиот избор за третман на неуспехот на првичниот ендодонтски третман. Соодветното отстранување на гутаперката и каналниот цемент се неопходни како би да се обезбеди подобар контакт со причината за периапикалната инфекција. Клиничката стапка на успех на ортоградниот ретретман се движи меѓу 50%-90% .(236,237) Факт е дека ниту една од постоечките техники за ретретман не е во состојба да обезбеди комплетно исчистен канал од претходниот материјал за оптурирање.(238)

Gu LS и сop. (239) ја анализирале чистотата на каналите првично оптурирани со МТА, цемент со основа цинк оксид и цемент со основа од смола, со примена на два различни типа на растворувачи; EndoSolv R & DMS IV и без употреба на каков било растворувач како контрола. Ретретманот бил реализиран со употреба ProTaper Retreatment системот, познат по својата ефикасност на отстранување на гутаперка.(239) Многу методи се користат за проценка на остатокот од канално полнење на ѕидот на каналот, вклучувајќи радиографи, СВСТ, SEM и стереомикроскоп.(240,241)

Добиените податоци биле трансформирани во нумерички вредности со помош на софтверот Image J, кој овозможува сумирање на областите покриени со остатоци од цемент или гутаперка за целиот канал, наместо субјективно избрани области за мерење што е случај при користење на SEM. Покрај тоа, зголемувањето на сликите анализирани со овој софтвер прикажало поточни резултати од оние добиени со конвенционална радиографија или компјутерска томографија. Резултатите од оваа студија покажале дека ниту еден од анализираниите канални цемента, како и гутаперката не може целосно да се отстрани, што е во согласност со претходните студии (242,243), а и со нашите резултати. Отстранувањето на цементите со основа МТА и со основа ZnO било значително полесно отколку цементот заснован на смола без употреба на растворувач. Ова може да се припише на нискиот капацитет на прилепување на МТА и ZnO цементите на коренскиот дентин. Ова е во согласност со резултатите кои ние ги добивме за остатоци на канално полнење при SC техниката, како и на Nagas и сop. (244), Nagas и сop. (245) и Neelakantan и сop. (246).

Конвенционалниот ендодонтски ретретман е третман на избор за случаи на ендодонтски неуспеси.(238-241) Неопходно е колку што е можно поголемо отстранување на претходното канално полнење за да се елиминираат остатоци од некротични ткива или бактерии, кои се можните причинители на воспалението и периапикалните лезии. (247) Комплетното отстранување на материјалот за полнење на коренот претставува предизвик заради анатомската сложеност на коренскиот канален систем и од таму и непристапноста за инструментите и иригансите.(248)

Остатоците од материјалот за оптурација во коренскиот канал може да го блокираат дејството на растворите за иригација и интраканалните лекови, кои поради тоа не можат да дојдат во контакт со основниот дентин, а сето ова ја оневозможува дезинфекцијата.(249) Присуството на бактерии, нивните нус-производи и

некротичните остатоци од пулпата можно е да останат скриени под остатоците од каналното полнење и со тоа да биде намалена ефикасноста на механичките и хемиските процедури при спроведениот ретретман.(250) Оваа неотстранета органска содржина е главен причинител за постоење на перзистентна периапикална инфекција.(251,252) Конвенционалното отстранувањето на каналното полнење со помош на рачни системи за ретретман, со или без растворувач (253) е долготраен процес, особено кога материјалот за полнење на коренскиот канал е добро кондензиран.(247)

Методите за ретретман оставаат значителни количини на материјал на сидовите на каналот. Ова може да се припише на внатрешната анатомија односно постоењето на вдлабнатини во дентитот кои го попречуваат целосното отстранување на материјалот за полнење, без оглед на системот за ретретман, типот на движење на инструментот и користење или не на растворувачи на гутаперка. Овие аспекти ја зголемуваат тешкотијата при чистење и обликување на коренскиот канал што може да бара дополнителни процедури при ретретманот на коренскиот корен, како што е наведено во претходните студии.(248,253) Познати се неколку методи за да се процени квантитетот на отстранување на каналното полнење после различни техники на ендодонски ретретман.(254-256) Употребата на Reciproс системот без растворувач го забрзала времето за ретретман во студијата на Zuolo и сор.(255). Слични резултати биле презентирани и од Takahashi и сор.(253), при користење на ProTaper Retreatment системот за ретретман. Тие покажале дека додека ProTaper Retreatment инструментите без растворувач ја завршиле постапката во рок од 5,7 мин, а нивната употреба со хлороформ траела 8,8 мин за целосно отстранување на претходното канално полнење. Резултатите од нашето истражување се потврдување на овие студии, односно постоење на значајна разлика за остатокот од канално полнење кај SC техниката во однос на CLC техниката. CLC техниката подразбира тенок слој цемент и поголемо гутаперка јадро, па согласно со другите студии покажа сигнификантно помал остаток од каналното полнење после ретретманот.

Растворувачите треба да се користат само во случаи на голема потешкотија при отстранување на гутаперката од каналното полнење, бидејќи тие создаваат тенок слој (филм) на омекнатата гутаперка што се прилепува на сидот на коренскиот канал. Таквиот слој лесно може да се потисне во комплексната анатомија на коренскиот канал (isthmuses, латерални канали и ирегуларности на дентитот) кои не се достапни за

инструментација.(247,257) Овој тенок слој дополнително ги потенцира предизвиците на ендодонтскиот ретретман и го зголемува неговото времетраење.

De Carvalho Maciel и Zaccaro Scelza (258) откриле дека ProTaper е поефикасен во отстранувањето на материјалот за полнење од сидовите на коренскиот канал отколку рачната инструментација. Спротивно на тоа, Schirrmeister и сор.(259) утврдиле слична количина на преостаната гутаперка и цемент по ProTaper и по рачна инструментација. Во прво споменатата студија, подобрите перформанси на ProTaper Retreatment инструментите може да се резултат на нивниот специфичен дизајн на пилите. Инструментот не само што ја сече гутаперката, туку одзема и од површниот слој на дентинот за време на отстранувањето на каналното полнење. Друга карактеристика е прогресивниот дизајн на инструментите D1, D2, D3 кој овозможува обликување на одредени делови од коренскиот канал само со еден инструмент, а променливиот дијаметар на врвот му овозможува на одредениот инструмент специфично дејство на сечење на однапред определено ниво на каналот, без деформација на инструментот во друг негов дел. Дизајнот на пилите и ротационото движење отсекуваат поголем дел од гутаперката која намотана спирално околу инструментот ја насочуваат коронарно.(259)

Спротивно на тоа, Imura и сор.(260) откриле дека Hedstroem инструментите го реализирале ретретманот за пократко време од Quantec системот, бидејќи ја отстранувале гутаперката во поголеми парчиња.

Количината на остатокот од каналното полнење била анализирана на надолжно пресечените корени на две одделни половини после нивното фотографирање.(261, 262) Одредени студии ја користеле оваа методологија како би ја процениле количината на остатоците од гутаперка и цемент.(263,264,265,266) Соодносот на средната вредност на остатокот од каналното полнење према вкупната површина на каналот, бил пресметан со компјутерска програма, како би се добила реална проценка за неговата поцентуална застапеност.

Во студијата на De Mello Junior JE и сор. (267), каналот се инструментирал се додека материјалот повеќе не можел да се детектира на самиот инструмент од страна на истражувачот. Не постои консензус во врска со најефикасниот систем за ендодонтски ретретман. Некои студии укажуваат дека рачните инструменти можат да отстранат поголем дел од првичното канално полнење, додека други студии

потврдуваат дека NiTi ротационите системи се поефикасни; а трета група студии не откриле значајна разлика помеѓу рачните и машинските системи користени при ретретманот.(265,267,268,269,270) Дел од овие студии ги потврдуваат нашите резултати во однос на помалиот остаток од канално полнење за Hedstroem системот во однос на PTR системот, но и доминантноста во чистотата на каналот за PTG системот.

Во студијата на Bramante и сор. (271), инструментот D3 (tip size 20) на ProTaper Retreatment системот бил последениот користен инструмент препорачан од производителот, додека инструментот R25 (tip size 25) на системот Reciproc и Primary instrument (tip size 25) на системот WaveOne (биле избрани затоа што врвовите на овие инструменти се најблиските еквиваленти на врвот на инструментот D3). Инструментацијата до WL (работна должина) со употреба на поголеми инструменти од оние што се користат при првичниот ендодонтски третман, се препорачува за да се постигне подобро чистење на каналот од претходното полнење.(271) Според литературата остатоци од канално полнење по ретретманот се забележуваат како кај ротационите така и кај реципрочните системи (272). Поради ова примената на иригацијата како составен дел од ендодонтскиот ретретман е од посебно значење како би постигнало што поцелосно отстранување на првичниот материјал за полнење од коренскиот канал.

Во литературата, постојат компаративни студии (271,272), што се однесуваат на количината на остаток на полнење во коренскиот канал по ретретманот, кои констатирале дека техниките за ретретман не покажале значајна разлика едни со други во однос на нивната ефикасност за отстранување на каналното полнење. Резултатите од други студии покажале дека сите испитувани инструменти оставиле остатоци од материјал за полнење и дебрис на ѕидовите на коренскиот канал.(273-275) Ротационата инструментација се покажала како поефикасна од Hedstroem инструментите при отстранување на гутаперката од коренскиот канал.(276,277) Saad и сор.(277) покажале дека двата ротирачки инструменти, ProTaper и K3, биле значително поефикасни во отстранувањето на гутаперката од коренскиот канал во споредба со рачниот Hedstroem систем. Schirrmeister и сор.(278) утврдиле дека Hedstroem инструментите покажале поголем остаток од каналното полнење. Но според друга студија, немало значајна разлика помеѓу Hedstroem and RaCe инструментите.(279) Како резултат на тоа, тие заклучиле дека процентот на остаток од каналното полнење не зависи од техниките на ретретман и морфологијата на коренскиот канал.(280)

Сите испитувани параметри опфатени со ова истражување, преку утврдените резултати, ја докажаа ефикасноста на анализираните ендодонтски системи за ретретман (Hedstroem, ProTaper Retreatment, ProTaper Gold). Добиените резултати укажуваат дека во текот на ретретманот не е потврдена доминантна ефикасност само на еден систем за сите испитувани параметри.

ЗАКЛУЧОЦИ

ЗАКЛУЧОЦИ

Истражувањето на ефикасноста на трите ендодонтски системи при ендодонтскиот ретретман во однос на екструзија, времетраење, транспозиција и остаток од канално полнење во *in vitro* услови, доведе до резултати кои укажуваат дека во текот на ретретманот не е потврдена доминантна ефикасност само на еден систем за сите испитувани параметри. Од статистичката обработка и анализа на добиените резултати произлегоа следниве заклучоци:

1. Најголем квантитет на материјал потиснат периапикално беше докажан за Hedstroem рачните инструменти.
2. Во однос на техниката на канално полнење како фактор за периапикалната екструзија во корелација со испитуваните системи, најмала екструзија беше утврдена за ProTaper Gold инструментите, како за Single cone каналното полнење, така и за Cold lateral condensation полнењето.
3. Кај испитуваните ендодонтски системи при ретретманот во *in vitro* услови постои значајна разлика во однос на времето потребно за оваа постапка. ProTaper Retreatment инструментите покажаа најкратко време за ретретман.
4. Транспозицијата на каналот после ретретманот е најизразена во ниво на средината на кривината на каналот. На ова ниво од каналот утврдивме значајна разлика меѓу испитуваните системи. ProTaper Retreatment инструментите предизвикаа најизразена транспозиција на каналот после ретретманот.
5. После ендодонтскиот ретретман во каналот останува дел од материјалот за оптурација. Комплетно остранување на каналното полнење не се постигна кај ниту еден од примероците. Нашите резултати докажаа дека ProTaper Gold инструментите значајно се поуспешни во отстранувањето на каналното полнење.

-
6. Остатокот од каналното полнење беше најголем за Hedstorem инструментите во целата површина на каналот.
 7. Во однос на остатокот каналното полнење при различните техники за оптурација, при Single cone потврдивме дека ретретманот со Hedstroem инструментите резултираше со најголем остаток во целиот канал, и за испитуваните канални третини одделно. При техниката Cold lateral condensation не утврдивме разлика меѓу испитуваните системи.
 8. Резултатите од нашето истражување се предизвик за идни истражувања како би се овозможила максимална примена на позитивните карактеристики на испитуваните ендодонтски системи при реализација на конвенционалниот ендодонтски ретретман.

ЛИТЕРАТУРА

ЛИТЕРАТУРА

1. Sabir A. Root canal overfilling as an influencing factor for the success of endodontic treatment. *Journal of Dentistry*, 2005; 38(4):194-197.
2. Chaurasiya S, Yadov G, Tripathi AM, Dhinsa K. Endodontic Failures and its management: A Review. *Int J Oral Health Med Res*, 2016; 2(5):144-148.
3. Garg N, Garg A. Endodontic Failures and Retreatment. In: Garg N, Garg A, editor. *Textbook of Endodontics*, 1st edition. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2007. p. 277-291.
4. Alhadainy HA, Himel VT. Evaluation of the sealing ability of amalgam, cavit and glass ionomer in the repair of furcation perforations. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 1993; 75(3):362-366.
5. Stabholz A, Friedman S, Tamse A. Endodontic Failures and Re-treatment. In: Hargreaves =KM, Cohen S, editor. *Cohen's Pathways of the Pulp*, 10th edition. Missouri: Elsevier Publication, 2011. p. 691-727.
6. Monoley LG, Feik SA, Ellender G. Sealing ability of three materials used to repair lateral perforations. *Journal of Endodontics*, 1993; 19(2):59-62.
7. Smith SN, Nortie CJ. Surgical emphysema following an undisplaced fractured zygoma: An unusual radiographic appearance. *Brazilian Dental Journal*, 1975; 138: 383.
8. Scianamblo MJ: Endodontic failures: the retreatment of previously endodontically treated teeth, *Revue D'Odonto Stomatologie*, 1988; 17(5):409-423.
9. Hess W, Zürcher E: *The Anatomy of the Root Canals of the Teeth of the Permanent and Deciduous Dentitions*, William Wood & Co, New York, 1925.
10. Ruddle CJ: Endodontic failures: the rationale and application of surgical retreatment, *Revue D'Odonto Stomatologie*, 1988; 17(6):511-569.
11. Schilder H: Cleaning and shaping the root canal system, *Dent Clin North Am*, 1974; 18(2):269-296.
12. Barkhordar RA, Stewart GG: The potential of periodontal pocket formation associated with untreated accessory root canals, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1990; 70(6): 127-132.
13. DeDeus QD: Frequency, location and direction of the accessory canals. *J Endod*, 1975; 1:361-36.

14. West JD: The relation between the three-dimensional endodontic seal and endodontic failure, Master Thesis, Boston University, 1975.
15. Torabinejad M, Ung B, Kettering JD: In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. *J Endod*, 1990; 16(12):566-569.
16. Alves J, Walton R, Drake D: Coronal leakage: endotoxin penetration from mixed bacterial communities through obturated, post-prepared root canals. *J Endod*, 1998; 24(9):587-591.
17. Southard DW: Immediate core buildup of endodontically treated teeth: the rest of the seal, *Pract Periodont Aesthet Dent*, 1999; 11(4):519-526.
18. Ruddle CJ: Nonsurgical endodontic retreatment, *J Calif Dent Assoc*, 1997; 25(11):765-800.
19. Ruddle CJ: Surgical endodontic retreatment, *J Calif Dent Assoc*, 1991; 19(5):61-67.
20. Schilder H: Filling root canals in three dimensions, *Dent Clin North Am*, 1967; November, 723-744.
21. Ruddle CJ: Ch. 25, Nonsurgical endodontic retreatment. In Cohen S, Burns RC, editors: *Pathways of the Pulp*, pp. 875-929, 8th ed., Mosby, St. Louis,.
22. Ruddle CJ: Ch. 8, Cleaning and shaping root canal systems. In Cohen S, Burns RC, editors: *Pathways of the Pulp*, 8th ed., Mosby, St. Louis, 2002; 231-291.
23. Ruddle CJ: Ch. 9, Three-dimensional obturation: the rationale and application of warm gutta percha with vertical condensation, *Pathways of the Pulp* 6th ed., Mosby Co., St. Louis, 1994; 243-247.
24. Blum JY, Machtou P, Ruddle CJ, Micallef JP: The analysis of mechanical preparations in extracted teeth using protaper rotary instruments: value of the safety quotient, *J Endod*, 2003; 29(9):567-575.
25. Ruddle CJ: Nickel-titanium rotary instruments: current concepts for preparing the root canal system, *Australian Endodontic Journal*, 2003; 29(2): 87-98.
26. Ruddle CJ: Microendodontic nonsurgical retreatment, in *Microscopes in Endodontics*, *Dent Clin North Am*, 1997; 41(3):429-454.
27. Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B: Endodontic retreatment: evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *J Endod*, 1987; 13(9):453-457.
28. Cohen AG: The efficiency of solvents used in the retreatment of paste-filled root canals, Masters Thesis, Boston University, 1986.
29. Ingle JJ. A standardized endodontic technique using newly designed instruments and filling materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1961; 14:83-91.

30. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *DentClin North Am*, 1974; 18:269–296.
31. Fauchard P. *Tractat von den Zahnen*. Heidelberg: Reprint Huthig-Verlag, 1984.
32. Ruddle C. Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S, Burns R, eds. *Pathways of the Pulp*, 8th edn. St Louis, MO: Mosby, 2002; 231–292.
33. Grossman LI. Endodontics 1776–1976: a bicentennial history against the background of general dentistry. *J Am Dent Assoc*, 1976; 93:78–87.
34. Bellizzi R, Cruse WP. A historic review of endodontics, 1689–1963, Part III. *J Endod*, 1980; 6:576–580.
35. Anthony LP, Grossman LI. A brief history of root canal therapy in the United States. *J Am Dent Assoc*, 1945; 32:43–50.
36. Curson I. History and endodontics. *Dent Pract*, 1965; 15:435–439.
37. Grossman LI. Pioneers in endodontics. *J Endod*, 1987; 13:409–415.
38. Hulsmann M. Zur Geschichte der Wurzelkanalauflbereitung. *Endodontie*, 1996; 5:97–112.
39. Oltramare Plotzliche Exstirpation der Zahnpulpa mittels einer durch die Bohrmaschine in Rotation versetzten Nadel. *Dtsch Monatsschr Zahnheilk*, 1892; 32:407–409.
40. Milas VB. History. In: Cohen R, Burns R, eds. *Pathways of the Pulp*, 4th edn. St Louis, MO: C.V. Mosby, 1987; 619–634.
41. Hulsmann M. Entwicklung einer Methodik zur standardisierten Überprüfung verschiedener Aufbereitungparameter und vergleichende In-vitro Untersuchung unterschiedlicher Systeme zur maschinellen Wurzelkanalauflbereitung. Berlin: Quintessence, 2000.
42. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod*, 1988; 14:346–351.
43. Baumgartner JC, Martin H, Sabala CL, Strittmatter EJ, Wildey WL, Quigley NC. Histomorphometric comparison of canals prepared by four techniques. *J Endod*, 1992; 18:530–534.
44. Peters OA, Schonenberger K, Laib A. Effects of four NiTi preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J*, 2001; 34:221–230.
45. Pettiette M, Delano E, Trope M. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by dental students with stainless steel K-files and Nickel–Titanium hand files. *J Endod*, 2001; 27:124–127.

46. Glickman GN, Dumsha TC. Problems in canal cleaning and shaping. In: Gutmann JL, Dumsha TC, Lovdahl PE, Hovland EJ, eds. *Problem Solving in Endodontics*, 3rd edn. St Louis, MO: Mosby, 1997; 91–122.
47. Lehmann JW, Gerstein H. An evaluation of a new mechanized endodontic device: the endolift. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1982; 53:417–424.
48. Schaller H, Gotze W, Schommer G. Vergleichende Untersuchungen über den Dentinabrieb und die Dentinoberfläche nach Bearbeitung mit maschinell angetriebenen Systemen zur Wurzelkanalaufbereitung. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1987; 42:784–788.
49. Hulsmann M, Bertzbach F. Die Aufbereitung gekrümmter Wurzelkanäle mit Handinstrumenten und maschinellen Aufbereitungshilfen. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1989; 44:448–451.
50. Briseno BM, Kremers L. Der Einfluss verschiedener Wurzelkanal-Aufbereitungsmethoden und-systeme auf die sogenannte Schmierschicht. *Zahnärztl Welt/ Reform*, 1992; 101:78–84.
51. Morgenstern G, Nell A, Sperr W. Verschiedene Endodontiewinkelstücke im Vergleich. Eine Studie über Giromatic, Endo-Cursor und Megasonic 1400. *Z Stomatol*, 1992; 89:523–532.
52. Nagy CD, Bartha K, Bernath M, Verdes E, Szabo J. A comparative study of seven instruments in shaping the root canal in vitro. *Int Endod J*, 1997; 30:124–132.
53. Hulsmann M, Bertzbach F. Die Aufbereitung gekrümmter Wurzelkanäle mit Handinstrumenten und maschinellen Aufbereitungshilfen. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1989; 44:448–451.
54. Caporale P, Ciucchi B, Holz J. Vergleichende REM- Studien über drei Techniken der Aufbereitung von Wurzelkanälen mit acht Instrumenten-Typen. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 1986; 96:261–276.
55. Tronstad L, Niemczyk SP. Efficacy and safety tests of six automated devices for root canal instrumentation. *Endod Dent Traumatol*, 1986; 2:270–276.
56. Schadle CW, Velvart P, Lutz F. Die Reinigungswirkung verschiedener Wurzelkanalinstrumente. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 1990; 100:274–285.
57. Hennequin M, Andre JF, Botta G. Dentin removal efficiency of six endodontic systems: a quantitative comparison. *J Endod*, 1992; 18:601–604.
58. Hulsmann M, Stryga F. Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. *J Endod*, 1993; 19:141–145.

-
59. Hulsmann M, Meyer G, Bertzbach F, Grossbernd E. Untersuchungen zur Wurzelkanalaufbereitung mit dem maschinellen Canal-Finder-System. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1988;784–788.
 60. Beer R, Gangler P. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchung der Wurzelkanalaufbereitung mit Ultraschall. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1989; 44:334–339.
 61. Turek T, Langeland K. A lightmicroscopic study of the efficacy of the telescopic and the Giromatic preparation of root canals. *J Endod*, 1982; 8:437–443.
 62. Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int Endod J*, 2012; 45(5):449–61.
 63. Al-Manel KK, Al-Hadlag SM. Evaluation of the root canal shaping ability of two rotary nickel-titanium systems. *Int Endod J*, 2014; 47(10):974–9.
 64. Bertrand MF, Pizzardini P, Muller M, Medioni E, Rocca JP. The removal of the smear layer using the Quantec system. A study using the scanning electron microscope. *Int Endod J*, 1999; 32:217–224.
 65. Kim HC, Kwak SW, Cheung GS, Ko DH, Chung SM, Lee W. Cyclic fatigue and torsional resistance of two new nickel-titanium instruments used in Reciprocation motion: Reciproc versus WaveOne. *J Endod*, 2012; 38(4):541–4.
 66. Yoo YS, Cho YB. A comparison of the shaping ability of reciprocating NiTi instruments in simulated curved canals. *Restor Dent Endod*, 2012; 37(4):220–7.
 67. Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J*, 2001; 34:354–358.
 68. Myers GL, Montgomery S. A comparison of weights of debris extruded apically by conventional filing and CanalMaster techniques. *J Endod*, 1991; 17:275–279.
 69. Kramer N, Flessa HP, Petschelt A. Menge des apical überstopften Materials bei schrittweiser Wurzelkanalaufbereitung. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1993; 48:716–719.
 70. Al-Omari MA, Dummer PM. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod*, 1995; 21:154–158.
 71. Beeson TJ, Hartwell GR, Thornton JD, Gunsolley JC. Comparison of debris extruded apically in straight canals: conventional filing versus ProFile .04 Taper Series 29. *J Endod*, 1998; 24:18–22.
 72. Huang X, Ling J, Wei X, Gu L. Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa rotary system in endodontic retreatment. *J Endod*, 2007; 33(9):1102–5.
-

73. Bharathi G, Chacko Y, Lakshminarayanan L. An in-vitro analysis of gutta-percha removal using three different techniques. *Endodontology*, 2002; 14:41–5.
74. Lu Y, Wang R, Zhang L, Li HL, Zheng QH, Zhou XD, et al. Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: A laboratory study. *Int Endod J*, 2013; 46:1125–30.
75. Topçuoğlu HS, Aktı A, Tuncay Ö, Dinçer AN, Düzgün S, Topçuoğlu G. Evaluation of debris extruded apically during the removal of root canal filling material using ProTaper, D-RaCe, and R-Endo rotary nickel-titanium retreatment instruments and hand files. *J Endod*, 2014; 40(12):2066–9.
76. Pešić D, Melih I, Kolak V, Nikitović A, Jakovljević A. Evaluation of apically extruded debris during removal of gutta-percha and Resilon™ using different instrumentation techniques. *Vojnosanit Pregl*, 2018; 75(1):56–61.
77. Saad AY, Al-Hadlaq SM, Al-Katheeri NH. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of Gutta-Percha during root canal retreatment. *J Endod*, 2007; 33(1):38–41.
78. Al-Omari MA, Dummer PM. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod*, 1995; 21(3):154–8.
79. Castagnola L, Alban J. Über das Abbrechen von Instrumenten bei der Wurzelkanalbehandlung. *Schweiz Monatsschr Zahnheilk*, 1955; 65: 855–893.
80. Crump MC, Natkin E. Relationship of broken root canal instruments to endodontic case prognosis: a clinical investigation. *J Am Dent Assoc*, 1970; 80:1341–1347.
81. Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of endo-dontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod*, 1979; 5:83–90.
82. Tepel J, Schafer E, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion Part 1: cutting efficiency. *J Endod*, 1995; 21:418–421.
83. Schafer E, Tepel J, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2: instrumentation of curved canals. *J Endod*, 1995; 21:493–497.
84. Hulsmann M, Gambal A, Bahr R. An evaluation of root canal preparation with the automated Excalibur endodontic handpiece. *Clin Oral Invest*, 1999; 3:70–78.
85. Rollinger J, Fritz U, Eiffinger F. Vergleichende REM-Untersuchung nach Wurzelkanalaufbereitung mit den Intraendoköpfen 3-LDSY und 3-LD. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1990; 45:748–750.
86. Haikel Y, Allemann C. Effectiveness of four methods for preparing root canals: a scanning electron microscope study. *J Endod*, 1988; 14:340–345.

87. Mandel E, Machtou P, Friedman S. Scanning electron microscope observation of canal cleanliness. *J Endod*, 1990; 16:279–283.
88. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent*, 2001; 14:324–333.
89. Gambarini G. Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. *Endod Dent Traumatol*, 2000; 16:95–100.
90. Hulsmann M, Herbst U, Schafers F. A comparative study of root canal preparation using Lightspeed and Quantec SC rotary Ni–Ti instruments. *Int Endod J*, 2003;36:48-756.
91. Surakanti JR, Venkata RC, Vemisetty HK, Dandolu RK, Jaya NK, Thota S. Comparative evaluation of apically extruded debris during root canal preparation using ProTaper™, Hyflex™ and Waveone™ rotary systems. *J Conserv Dent*, 2014;17(2):129–32.
92. Paque F, Musch U, Hulsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni–Ti instruments. *Int Endod J*, 2005; 38:8–16.
93. Schafer E, Fritzenschaft B. Vergleichende Untersuchung zweier permanent rotierender Wurzelkanalauflbereitungssysteme auf Nickel–Titan-Basis. *Endodontie*, 1999; 8:213–226.
94. Peters OA, Barbakow F. Dynamic torque and apical forces of ProFile .04 rotary instruments during preparation of curved canals. *Int Endod J*, 2002; 35:379–389.
95. Marending M, Lutz F, Barbakow F. Scanning electron microscope appearances of Lightspeed instruments used clinically: a pilot study. *Int Endod J*, 1998; 31:57–62.
96. Dougherty DW, Gound TG, Comer TL. Comparison of fracture rate, deformation rate, and efficiency between rotary endodontic instruments driven at 150 rpm and 350 rpm. *J Endod*, 2001; 27:93–95.
97. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endodon*, 2004; 30:559–567.
98. Berutti E, Negro AR, Lendini DP. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod*, 2004; 30:228–230.
99. Fife D, Gambarini G, Britto L. Cyclic fatigue testing of ProTaper NiTi rotary instruments after clinical use. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2004; 97:251–256.
100. Caliskan M. Nonsurgical retreatment of teeth with periapical lesions previously managed by either endodontic or surgical intervention. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2005; 100:242-248.

101. Friedman S, Stabholz A. Endodontic retreatment: case selection and technique -part 1: Criteria for case selection. *J Endod*, 1986; 12:28-33.
102. Taintor J, Ingle J, Fahid A. Retreatment versus further treatment. *Clin Prevent Dent*, 1983; 5:8-14.
103. Mandel E, Friedman S. Endodontic retreatment: a rational approach to root canal reinstrumentation. *J Endod*, 1992; 18:565-569.
104. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment: case selection and technique - part 2: treatment planning for retreatment. *J Endod*, 1988; 14:607-614.
105. Al-Manel KK, Al-Hadlag SM. Evaluation of the root canal shaping ability of two rotary nickel-titanium systems. *Int Endod J*, 2014; 47(10):974–9.
106. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment: case selection and technique - part 3: Retreatment techniques. *J Endod*, 1990; 16:543-549.
107. Hülsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J*, 1997; 30:227-233.
108. Masiero AV, Barletta FB. Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J*, 2005; 38:2-7.
109. Pitt Ford TR, Rhodes JS. Root canal retreatment: 2 practical solutions. *Dent Update*, 2004; 31:97-102.
110. Gkampezi S, Mylona Z, zarra T, Lambrianidis T. Assessment of apical extrusion of debris during endodontic retreatment with 3 rotary nickel-titanium retreatment systems and hand files. *Balk J Dent Med*, 2016; 20:22-28
111. Huang X, Ling J, Wei X, Gu L. Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa rotary system in endodontic retreatment. *J Endod*, 2007; 33:1102-1105.
112. Silva E, Sa L, Belladonna FG. Reciprocating Versus Rotary Systems for Root Filling Removal: Assessment of the Apically Extruded Material. *J Endod*, 2014; 40:2077-2080.
113. Tanalp J, Gungor T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J*, 2014; 47:211-221.
114. Elmsallati EA, Wadachi R, Suda H. Extrusion of debris after use of rotary nickel-titanium files with different pitch: a pilot study. *Aust Endod J*, 2009; 35:65-69.
115. Dincer AN, Er O, Canakci BC. Evaluation of apically extruded debris during root canal retreatment with several NiTi systems. *Int Endod J*, 2015; 48:1194-1198.
116. Saad AY, Al-Hadlag SM, Al-Katheeri NH. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. *J Endod*, 2007; 28:65-71.

117. Topcuoglu HS, Akti A, Tuncay O, Dincer AN, Duzgun S, Topcyoglu G. Evaluation of Debris Extruded Apically during the Removal of Root Canal Filling Material Using ProTaper, D-RaCe and R-Endo Rotary Nickel-Titanium Retreatment Instruments and Hand Files. *J Endod*, 2014; 40:2066-2069.
118. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment-case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J Endod*, 1988; 14:607-614.
119. Kratchman SI. Obturation of the root canal system. *Dent Clin North Am*, 2004; 48:203-215.
120. Whitworth J. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endod Topics*, 2005; 12:2-24.
121. Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of ProFile. 04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J Endod*, 2000; 26:100-104.
122. Ingle's Endodontics 6th edition : 1123-1125.
123. American Association of Endodontists. Glossary of Endodontic Terms, 7th edn. Chicago: AAE, 2003.
124. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *J Endod*, 2004; 30:559-67.
125. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J Endod*, 2007; 52(Suppl): S52-S63.
126. Jafarzadeh H, Abbott PV. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *J Endod*, 2007; 33:1155-1162.
127. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*, 2005; 38:743-52.
128. Saunders EM. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endod Topics*, 2005; 10:163-167.
129. Lam TV, Lewis DJ, Atkins DR, Macfarlane RH, Clarkson RM, Whitehead MG, Brockhurst PJ, Moule AJ. Changes in root canal morphology in simulated curved canals over instrumented with a variety of stainless steel and nickel titanium files. *Aust Dent J*, 1999; 44:12-19.
130. Hußmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics*, 2005; 10:30-76.
131. Weine F, Kelly R, Lio P. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod*, 1975; 1:262-6.

-
132. Ruddle C. Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of the Pulp*, 8th edn. St Louis: Mosby, 2002; 231–292.
 133. Alodeh MHA, Doller R, Dummer PMH. Shaping of simulated root canals in resin blocks using the step-back technique with K-files manipulated in a simple in/out filling motion. *Int Endod J*, 1989; 22:107–117.
 134. Alodeh MHA, Dummer PMH. A comparison of the ability of K-files and Hedstrom files to shape simulated root canals in resin blocks. *Int Endod J*, 1989; 22:226–235.
 135. Greene KJ, Krell KV. Clinical factors associated with ledged canals in maxillary and mandibular molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1990; 70:490–497.
 136. Dummer PMH, Al-Omari MAO, Bryant S. Comparison of the performance of four files with rounded tips during shaping of simulated root canals. *J Endod*, 1998; 24: 364–371.
 137. Rödiger T, Hüslmann M, Kahlmeier C. Comparison of root canal preparation with two rotary NiTi instruments: ProFile 0.04 and GTRotary. *Int Endod J*, 2007; 40:553–562.
 138. Schäfer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 2: cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, 2006; 39:203–212.
 139. Paque F, Musch U, Hüslmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni–Ti instruments. *Int Endod J*, 2005; 38:8–16.
 140. Schäfer E, Lohmann D. Efficiency of rotary nickel–titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2: cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, 2002; 35:514–521.
 141. Zuolo ML, Walton RE, Imura N. Histologic evaluation of three endodontic instrument/preparation techniques. *Endod Dent Traumatol*, 1992; 8:125–129.
 142. Eleftheriadis GI, Lambrianidis TP. Technical quality of root canal treatment and detection of iatrogenic errors in an undergraduate dental clinic. *Int Endod J*, 2005; 38:725–734
 143. Zandbiglari T, Davids H, Schäfer E. Influence of instrument taper on the resistance to fracture endodontically treated roots. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 2006; 101:126–131.
 144. Lopes H, Elias C, Estrela C, Siqueira J. Assessment of the apical transportation of root canals using the method of the curvature radius. *Braz Dent J*, 1998; 9(1):39–45.
-

145. Fan B, Wu MK, Wesselink P. Leakage along warm gutta-percha fillings in the apical canals of curved roots. *Endod Dent Traumatol*, 2000; 16:29–33.
146. Wu MK, Fan B, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part 1: effects of apical transportation on seal of root fillings. *J Endod*, 2000; 26:210–216.
147. Hu ¨lsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endod Topics*, 2005; 10:30–76.
148. Saunders EM. Hand instrumentation in root canal preparation. *Endod Topics*, 2005; 10:163–167.
149. Scha ¨fer E. Root canal instruments for manual use: a review. *Endod Dent Traumatol*, 1997; 13:51–64.
150. Alodeh MHA, Dummer PMH. A comparison of the ability of K-files and Hedstrom files to shape simulated root canals in resin blocks. *Int Endod J*, 1989; 22:226–235.
151. Szep S, Gerhardt T, Leitzbach C, Lu ¨der W, Heidemann D. Preparation of severely curved simulated root canals using engine-driven rotary and conventional hand instruments. *Clin Oral Investig*, 2001; 5:17–25.
152. Lam TV, Lewis DJ, Atkins DR, Macfarlane RH, Clarkson RM, Whitehead MG, Brockhurst PJ, Moule AJ. Changes in root canal morphology in simulated curved canals over-instrumented with a variety of stainless steel and nickel titanium files. *Aust Dent J*, 1999; 44:12–19.
153. Scha ¨fer E, Zapke K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J Endod*, 2000; 26:660–664.
154. Scha ¨fer E, Tepel J. Cutting efficiency of Hedstrom, S and U files made of various alloys in filing motion. *Int Endod J*, 1996; 29:302–308.
155. Jafarzadeh H, Abbott PV. Ledge formation: review of a great challenge in endodontics. *J Endod*, 2007; 33:1155–1162.
156. Sabala CL, Roane JB, Southard LZ. Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: a comparison study. *J Endod*, 1988; 14:59–64.
157. Powell SE, Simon JHS, Maze BB. A comparison of the effect of modified and non-modified instrument tips on apical canal configuration. Part I. *J Endod*, 1986; 12:293–300.
158. Powell SE, Wong PD, Simon JHS. A comparison of the effect of modified and non-modified instrument tips on apical canal configuration. Part II. *J Endod*, 1988; 14:224–228.

159. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*, 2004; 30:559–567.
160. Kuhn WG, Carnes DL, Clement DJ, Walker WA. Effect of tip design of nickel–titanium and stainless steel files on root canal preparation. *J Endod*, 1997; 23:735–738.
161. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent*, 2001; 14:324–333.
162. Garip Y, Gu ¨nday M. The use of computed tomography when comparing nickel–titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals. *Int Endod J*, 2001; 34:452–457.
163. Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni–Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod*, 1997; 23:232–235.
164. Bishop K, Dummer PM. A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel–titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *Int Endod J*, 1997; 30:25–34.
165. Himel VT, Ahmed KM, Wood DM, Alhadainy HA. An evaluation of nitinol and stainless steel files used by dental students during a laboratory proficiency exam. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 1995; 79:232–237.
166. Carvalho LA, Bonetti I, Borges MA. A comparison of molar root canal preparation using stainless-steel and nickel–titanium instruments. *J Endod*, 1999; 25:807–810.
167. Song YL, Bian Z, Fan B, Fan MW, Gutmann JL, Peng B. A comparison of instrument-centering ability within the root canal for three contemporary instrumentation techniques. *Int Endod J*, 2004; 37:265–271.
168. Vaudt J, Bitter K, Kielbassa AM. Evaluation of rotary root canal instruments in vitro: a review. *ENDO (London)*. 2007; 1:189–203.
169. Scha ¨fer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel–titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 2: cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*, 2004; 37:239–248.
170. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel–titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*, 2005; 38:743–752.
171. Young GR, Parashos P, Messer HH. The principles of techniques for cleaning root canals. *Aust Dent J Endod*, 2007; 52(Suppl): S52–S63.
172. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel–titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J*, 2000; 33:255–261.

173. Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment case selection and technique. Part 2: treatment planning for retreatment. *J Endod*, 1988; 14(12):607-14.
174. Imura N, Zuolo ML, Ferreira MO, Novo NF. Effectiveness of the canal finder and hand instrumentation in removal of gutta-percha root canal fillings during root canal retreatment. *Int Endod J*, 1996; 29(6):382-6.
175. Kosti E, Lambriandis T, Economides N, Neofitou C. Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni-Ti instruments to remove gutta-percha and four types of sealer. *Int Endo J*, 2006; 39(1):362-4.
176. Gordon MPJ. The removal of gutta-percha and root canal sealers from root canals. *N Zeal Dent J*, 2005; 101(2):44-52.
177. Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of Profile.04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J Endod*, 2000; 26(2):100-4.
178. Barrieshi-Nusair KM. Gutta-percha retreatment: effectiveness of nickel-titanium rotary instruments versus stainless steel hand files. *J Endod*, 2002; 28(6):454-6.
179. Hu ¨ lsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J*, 2004; 37(7):468-76.
180. Masiero AV, Barletta FB. Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J*, 2005; 38(1):2-7.
181. Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *Int Endod J*, 2008; 41(4):288-95.
182. Viduèiæ D, Jukiæ S, Karloviæ Z, Bo•iæ •, Miletiaæ I, Aniaæ I. Removal of gutta-percha from root canals using an Nd:YAG laser. *Int Endod J*, 2003; 36:670 –3.
183. Tasdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J*, 2008; 41:191-6.
184. Tasdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta percha from root canal. *Int Endod J*, 2007; 41:191-197.
185. Zarei M, Shahrami F, Vatanpour M. Comparisons between gutta percha and resilon retreatment. *J Oral Sci*, 2009; 51:181-185.
186. Bhat SV, Suvarna N, Shetty HK, Varma R. Comparison of efficiency of gutta percha removal in retreatment using ProTaper retreatment files, RaCe instruments with and without 'H' files- An ex-vivo evaluation. *Endodont*, 2010; 2:33-43.
187. Bharathi G and Chacko Y. An in vitro analysis of gutta percha removal using three different techniques. *Endodont*, 2002; 14:41-45
188. Gambill JM, Alder M, del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod*, 1996; 22(7):369-75.

189. Gkampesti S, Mylona Z, zarra T, Lambrianidis T. Assessment of apical extrusion of debris during endodontic retreatment with 3 rotary nickel-titanium retreatment systems and hand files. *Balk J Dent Med*, 2106; 20:22-28.
190. Huang X, Ling J, Wei X, Gu L. Quantitative evaluation of debris extruded apically by using ProTaper Universal Tulsa rotary system in endodontic retreatment. *J Endod*, 2007; 33:1102-1105.
191. Silva E, Sa L, Belladonna FG. Reciprocating Versus Rotary Systems for Root Filling Removal: Assessment of the Apically Extruded Material. *J Endod*, 2014; 40:2077-2080.
192. Dincer AN, Er O, Canakci BC. Evaluation of apically extruded debris during root canal retreatment with several NiTi systems. *Int Endod J*, 2015; 48:1194-1198.
193. Topcuoglu HS, Akti A, Tuncay O, Dincer AN, Duzgun S, Topcyoglu G. Evaluation of Debris Extruded Apically during the Removal of Root Canal Filling Material Using ProTaper, D-RaCe and R-Endo Rotary Nickel-Titanium Retreatment Instruments and Hand Files. *J Endod*, 2014; 40:2066-2069.
194. Tanalp J, Gungor T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J*, 2014; 47:211-221.
195. Salzgeber RM, Brilliant JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod*, 1977; 3:394-398.
196. Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA, Thomas DD. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J Endod*, 2002; 28:386-390.
197. Somma F, Cammarota G, Plotino G. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J Endod*, 2008; 34:466-469.
198. Burklein S, Schafer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod*, 2012; 38:850-852.
199. Al-Haddad A, Che A, Aziz Z. Apically extruded debris during removal of reaseal using two re-treatment rotary systems. *Aus J Basic & Appl Sci*, 2011; 5:114-119.
200. Al-Omari M, Dummer P. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod*, 1995; 21:154-158.
201. Lu Y, Wang R, Zhang L, et al. Apically extruded debris and irrigant with two Ni-Ti systems and hand files when removing root fillings: a laboratory study. *Int Endod J*, 2013; 46:1125-1130.
202. Marques da Silva B, Baratto-Filho F, Leonardi DP, Henrique Borges A, Volpato L, Branco Barletta F. Effectiveness of ProTaper, D-Ra-Ce, and Mtwo retreatment files

- with and without supplementary instruments in the removal of root canal filling material. *Int Endod J*, 2012; 45:927–32.
203. Rios Mde A, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, De Martin AS, Kato AS, et al. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *J Endod*, 2014; 40:543-6.
204. Garcia-Júnior JS, Silva Neto UX, Carneiro E, Westphalen VPD, Fariniuk LF, Fidel RAS et al. Avaliação radiográfica da eficiência de diferentes instrumentos rotatórios no retratamento endodôntico. *RSBO*, 2008; 5(2):41-9.
205. Tasdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta percha from root canal. *Int Endod J*, 2007; 41:191-197.
206. Rödиг T, Hausdörfer T, Konietzschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals a micro-computed tomography study. *Int Endod J*, 2012; 54:580-9.
207. Rödиг T, Kupis J, Konietzschke F, Dullin C, Drebenstedt S, Hülsmann M. Comparison of hand and rotary instrumentation for removing gutta-percha from previously treated curved root canals: a microcomputed tomography study. *Int Endod J*, 2014; 47:173-82.
208. Hülsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J*, 2004; 37:468-76.
209. Bramante CM, Betti LV. Efficacy of Quantec rotary instruments for gutta-percha removal. *Int Endod J*, 2000; 33:463-7.
210. Takahashi CM, Cunha RS, de Martin AS, Fontana CE, Silveira CF, Silveira Bueno CE. In vitro evaluation of the effectiveness of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *J Endod*, 2009; 35(11):1580-3.
211. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, Bernardinelli N, Garcia RB, Bramante AS et al. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *J Endod*, 2010; 36(11):1870-3.
212. Vale MS, Moreno MS, Silva PM, Botelho TC. Endodontic filling removal procedure: an ex vivo comparative study between two rotary techniques. *Braz Oral Res*, 2013; 27(6):478-83.
213. Reddy N, Admala SR, Dinapadu S, Pasari S, Reddy MP, Rao MS. Comparative analysis of efficacy and cleaning ability of hand and rotary devices for gutta-percha

- removal in root canal retreatment: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract*, 2013; 14(4):635-43.
214. Yadav P, Bharath MJ, Sahadev CK, Makonahalli Ramachandra PK, Rao Y, Ali A et al. An in vitro CT comparison of gutta-percha removal with two rotary systems and Hedstrom files. *Iran Endod J*, 2013; 8(2):59-64.
215. de Oliveira Alves V, da Silveira Bueno CE, Cunha RS, Pinheiro CE, Fontana CE, de Martin AS. Comparison among manual instruments and PathFile and Mtwo rotary instruments to create a glide path in the root canal preparation of curved canals. *J Endod*, 2012; 38:117–20.
216. D'Amario M, Baldi M, Petricca R, De Angelis F, El Abed R, D'Arcangelo C. Evaluation of a new nickel-titanium system to create the glide path in root canal preparation of curved canals. *J Endod*, 2013; 39:1581–4.
217. Arora A, Taneja S, Kumar M. Comparative evaluation of shaping ability of different rotary NiTi instruments in curved canals using CBCT. *J Conserv Dent* 2014;17:35.
218. Saleh AM, Gilani PV, Tavanafar S, Schafer E. Shaping ability of 4 different single-file systems in simulated S-shaped canals. *J Endod*, 2015; 41:548–52.
219. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod*, 2014; 40:852–6.
220. Giuliani V, Di Nasso L, Pace R, Pagavino G. Shaping ability of Wave One primary reciprocating files and ProTaper system used in continuous and reciprocating motion. *J Endod*, 2014; 40:1468–71.
221. Wu H, Peng C, Bai Y, Hu X, Wang L, Li C. Shaping ability of ProTaper Universal, Wave One and ProTaper Next in simulated L-shaped and S-shaped root canals. *BMC Oral Health*, 2015; 15:1.
222. H. Cimilli and N. Kartal, "Shaping ability of rotary nickel titanium systems and nickel-titaniumk-files in separable resin blocks," *Giornale Italiano Di Endodonzia*, 2005; 19:159–161.
223. S. B`urklein, T. Poschmann, and E. Sch` afer, "Shaping ability of different nickel-titanium systems in simulated S-shaped canals with and without glide path," *Journal of Endodontics*, 2014; 40(8):1231–1234.
224. Peters OA, Peters CI, Sch`onenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on inal shape analysed by micro CT. *Int Endod J*, 2003; 36(2):86-92.

-
225. Iqbal MK, Firic S, Tulcan J, Karabucak S, Kim S. Comparison of apical transportation between Proile and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J*, 2004; 37:359-64.
 226. Veltri M, Mollo A, Pini PP, Ghelli LF, Balleri P. In vitro comparison of shaping abilities of ProTaper and GT rotary files. *J Endod*, 2004; 30(3):163-6.
 227. Guelow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*, 2005; 38(10):743-52.
 228. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J*, 2004; 37(4):229-38.
 229. Yoshimine Y, Ono M, Akamine A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod*, 2005; 31(5):373-5.
 230. Uzun Ö, Topuz Ö, Aydyn C, Alaçam T, Aslan B. Enlarging characteristics of four nickel-titanium rotary instruments systems under standardized conditions of operator-related variables. *J Endod*, 2007; 33(9):1117-20.
 231. Schäfer E, Vlassis M. Study comparative two instruments of nickel-titanium: ProTaper versus RaCe. Part 2. Efficiency shaping and cleaning in molars curved. *Int Endod J*. 2004;37:239-48.
 232. Setzer FC, Kwon TK, Karabucak B. Comparison of apical transportation between two rotary file systems and two hybrid rotary instrumentation sequence. *J Endod*, 2010; 36(7):1226-9.
 233. H. Cimilli and N. Kartal, "Shaping ability of rotary nickel titanium systems and nickel-titanium files in separable resin blocks," *Giornale Italiano Di Endodonzia*, 2005; 19:159–161.
 234. Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J Endod*, 2004; 30(4):234-7.
 235. Elnaghy AM, Elsaka SE. Shaping ability of ProTaper Gold and ProTaper Universal files by using cone-beam computed tomography. *Indian J Dent Res*, 2016; 27(1):37-41.
 236. Saad AY, Al-Hadlaq S, Al-Katheeri NH. Efficacy of two rotary Ni Ti instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. *J Endod*, 2007; 33(1):38-41.
 237. Wu MK, Dummer PMH, Wesselink PR. Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. *Int Endod J*, 2006; 39(5):343-56.
-

-
238. Gorni F, Gagliani GM. The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *J Endod*, 2004; 30(1):1-4.
 239. Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *Int Endod J*, 2008; 41(4):288-95.
 240. Betti LV, Bramante CM. Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J*, 2001; 34(10):514-9.
 241. Ferreira JJ, Rhodes JS, Ford TR. The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *Int Endod J*, 2001; 34(6):267-74.
 242. Takahashi CM, Rodrigo SC, Alexandre SM, Carlos EF, Claudia FM, Carlos ES. In vitro evaluation of the effectiveness of protaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *J Endod*, 2009; 35(11):1580-3.
 243. Ring J, Murray PE, Namerow KN, Moldauer BI, Garcia-Godoy F. Removing root canal obturation materials: a comparison of rotary file systems and re-treatment agents. *J Am Dent Assoc*, 2009; 140(6):680-8.
 244. Nagas E, Uyanik MO, Eymirli A, Cehreli ZC, Vallittu PK, Lassila LV, et al. Dentin moisture conditions affect the adhesion of root canal sealers. *J Endod*, 2012; 38(2):240-4.
 245. Assmann E, Scarparo RK, Beottcher DE, Grecca FS. Dentin bond strength of two mineral trioxide aggregate-based and one epoxy resin-based sealers. *J Endod*, 2012; 38(2):219-21.
 246. Neelakantan P, Grotra D, Sharma S. Retreatability of 2 mineral trioxide aggregate-based root canal sealers: a cone-beam computed tomography analysis. *J Endod*, 2013; 39(7):893-6.
 247. Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of Profile .04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J Endod*, 2000; 26:100-4.
 248. Zmener O, Pameijer CH, Banegas G. Retreatment efficacy of hand versus automated instrumentation in oval-shaped root canals: an ex vivo study. *Int Endod J*, 2006; 39:521-6.
 249. Rôças IN, Siqueira JF Jr. Characterization of microbiota of root canal-treated teeth with posttreatment disease. *J Clin Microbiol*, 2012; 50:1721-4.
 250. Fabricius L, Dahle'n G, Sundqvist G, Happonen RP, Möller AJ. Influence of residual bacteria on periapical tissue healing after chemomechanical treatment and root filling of experimentally infected monkey teeth. *Eur J Oral Sci*, 2006; 114:278-85.

-
251. Silva EJ, Orlowsky NB, Herrera DR, Machado R, Krebs RL, Coutinho-Filho Tde S. Effectiveness of rotatory and reciprocating movements in root canal filling material removal. *Braz Oral Res*, 2015; 29:1-6.
 252. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twentyfour patients. *J Endod*, 2009; 35:493-502.
 253. Hulsmann M, Stotz S. Efficiency, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha in root canal retreatment. *Int Endod J*, 1997; 30:227-33.
 254. Mello Junior JE, Cunha RS, Bueno CE, Zuolo ML. Retreatment efficacy of guttapercha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: part I - an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2009; 108:59-62.
 255. Zuolo AS, Mello JE, Cunha RS, Zuolo ML, Bueno CE. Efficacy of reciprocating and rotary techniques for removing filling material during root canal retreatment. *Int Endod J*, 2013; 46:947-53.
 256. Saad AY, Al-Hadlaq SM, Al-Katheeri NH. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. *J Endod*, 2007; 3:38-41.
 257. Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment for gutta-percha removal from root canals. *Int Endod J*, 2008; 41:288-95.
 258. De Carvalho Maciel AC, Zaccaro Scelza MF. Efficacy of automated versus hand instrumentation during root canal retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J*, 2006; 39:779-84.
 259. Schirrmeyer JF, Wrbas KT, Scheider FH, Altenburger MJ, Hellwig E. Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root during retreatment. *Oral Surg oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2006; 101:542-7.
 260. Imura N, Kato AS, Hata GI, Uemura M, Toda, Weine F. A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. *Int Endod J*, 2000; 33:361-6.
 261. Baratto-Filho F, Ferreira E, Fariniuk L. Efficiency of the 0.04 taper ProFile during retreatment of gutta-percha filled root canals. *Int Endod J* 2002;35:651-4. 14. Ruddle CJ. Nonsurgical retreatment. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of the pulp* (ed 8). St Louis, MO: CV Mosby, 2002; 875-930.
 262. Rhodes JS, Pitt Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. Micro-computer tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J*, 1999; 32:165-70.
-

-
263. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *J Endod*, 2009; 35:493-502.
 264. Tasdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J*, 2008; 41:191–6.
 265. Barletta FB, De Mello Radhe N, Limongi O, MaranhaoMoura AA, Zanesco C, Mazocatto G. In vitro comparative analysis of 2 mechanical techniques for removing gutta-percha during retreatment. *J Cal Dent Assoc*, 2007; 73:65-65.
 266. Gu LS, Ling JQ, Wei X, Huang XY. Efficacy of protaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals *Int Endod J*, 2008; 41:288–95.
 267. Metzger Z, and Ben-Amar A. Removal of Overextended Gutta-percha Root Canal Fillings in Endodontic Failure Cases. *J Endod*, 1995; 21:287–8.
 268. Pirani C, Pelliccioni GA, Marchionni S, Montebugnoli, Piana G, Prati C. effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or thermafil: A Scanning Electron Microscope Study. *J Endod*, 2009; 35:1433-1440.
 269. Gorni F, Gagliani MM. The outcome of endodontic retreatment: a 2-yr follow-up. *J Endod*, 2004; 30:1–4.
 270. Schirrmeister JF, Meyer KM, Hermanns P, Altenburger M, Wrbas K. Effectiveness of hand and rotary instrumentation for removing a new synthetic polymer-based root canal obturation material (Epiphany) during retreatment. *Int Endod J*, 2006; 39:150–6.
 271. Bramante CM, Fidelis NS, Assumpção TS, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante AS, et al. Heat release, time required, and cleaning ability of MTwo R and ProTaper universal retreatment systems in the removal of filling material. *J Endod*, 2010; 36(11):1870-3.
 272. Fruchi Lde C, Ordinola-Zapata R, Cavenago BC, Hungaro Duarte MA, Bueno CE, De Martin AS. Efficacy of reciprocating instruments for removing filling material in curved canals obturated with a single-cone technique: a micro-computed tomographic analysis. *J Endod*, 2014; 40(7):1000-4.
 273. Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G. Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. *J Endod*, 2008; 34(11):1381-4.
 274. de Souza PF, Oliveira Goncalves LC, Franco Marques AA, Sponchiado Junior EC, Roberti Garcia Lda F, de Carvalho FM. Root canal retreatment using reciprocating and continuous rotary nickel-titanium instruments. *Eur J Dent*, 2015; 9(2):234-9.

-
275. Zmener O, Pameijer CH, Banegas G. Retreatment efficacy of hand versus automated instrumentation in oval-shaped root canals: an ex vivo study. *Int Endod J*, 2006; 39(7):521-6.
 276. Hülsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J*, 2004; 37:468-476.
 277. Saad AY, Al-Hadlaq SM, Al-Katheeri NH. Efficacy of two rotary Ni-Ti instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. *Int Endod J*, 2007; 33:38-41.
 278. Schirrmeister JF, Wrbas KT, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E. Efficacy of different rotary instruments for gutta-percha removal in root canal retreatment. *J Endod*, 2006; 32:469-472.
 279. Schirrmeister JF, Wrbas KT, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E. Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2006; 101:542-547.
 280. Schirrmeister JF, Meyer KM, Hermanns P, Altenburger MJ, Wrbas KT. Effectiveness of hand and rotary instrumentation for removing a new synthetic polymer-based root canal obturation material (Epiphany) during retreatment. *Int Endod J*, 2006; 39:150-156.