



Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ Скопје
Стоматолошки факултет
Катедра за болести на забите и ендодонтот

Д-р Алмаса Хасановиќ Колашинац

**Влијание на типот на пристапен кавитет врз фрактурната
резистенција на ендодонтски третирани заби**

- магистерски труд -

ментор
Проф. д-р Лидија Поповска

септември, 2025



University „Ss. Cyril and Methodius” - Skopje
Faculty of Dental Medicine

D-r Almasa Hasanovic Kolasinac

**Influence of Access Cavity Designs on the
Fracture Resistance of Endodontically Treated teeth**

-Master's Thesis -

supervisor

Prof. d-r Lidija Popovska

septembar, 2025

СОДРЖИНА

АПСТРАКТ.....	4
ВОВЕД.....	8
ПРЕГЛЕД ОД ЛИТЕРАТУРА.....	10
ЦЕЛИ НА ИСПИТУВАЊЕТО	28
МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД.....	29
РЕЗУЛТАТИ.....	34
ДИСКУСИЈА.....	68
ЗАКЛУЧОЦИ	79
ЛИТЕРАТУРА.....	80

АПСТРАКТ

Вовед: Подготовката на пристапниот кавитет претставува прв клинички чекор во ендодонтската терапија. Начинот на обликување на кавитетот може значително да влијае врз отпорноста на фрактурата, како и врз квалитетот на ендодонтската терапија. Тенденцијата на современата стоматологија оди во насока на минимален инвазивен третман, па препарирањето на минимален пристапен сè повеќе се применува во секојдневната практика.

Целта на испитувањето: е да споредат отпорноста кон фрактурата и квалитетот на ендодонтската терапија кај екстрахирани молари кај кои се препарирани два вида пристапен кавитет – традиционален и конзервативен.

Материјал и метод: За потребите на испитувањето беа употребени 35 екстрахирани долни молари. Забите беа поделени во две испитувани групи кои се состоеја од 15 заба и една контролна група од 5 заба. Групите се разликуваа според обликот на пристапниот кавитет: I група - каде што беше препариран традиционален пристапен кавитет (ТЕП), Група II – конзервативен пристапен кавитет (КЕК): Контролната група се состоеше од пет интактни молари. По обработката и дефинитивното полнење на коренските канали, кај сите заби беше изработена дефинитивна композитна реставрација (Evetric Refill, Ivoclar Vivadent).

Процената на квалитетот на полнење се проследуваше рендгенолошки преку снимки направени во две проекции: вестибуло-орална и мезиодистална. На добиените снимки се проценуваше квалитетот на полнењето преку два параметри: хомогеност на полнењето и должина на полнењето на коренските канали поединечно за сите три третини од коренските канали.

За испитување на фрактурната отпорност на забите, сите примероци од испитуваните и од контролната група, беше поставен во универзалната тест-машина Full Automatic CBR Testing Profi x6 Plus (Yüksel Kaya Makina, Анкара, Турција). Примероците беа изложени на статичка компресивна сила која дејствуваше вертикално врз забот сè додека не дојде до фрактура. Резултатите беа евидентирани графички и визуелно. Вредностите на силата во моментот на фрактура беа прикажани на екранот на машината во единицата kgF, а за потребите на истражувањето беа конвертирани во њутни (N).

Резултати: При проценка на квалитетот на терапијата, следејќи ја хомогеноста на полнењето, утврдивме дека иако забите со традиционалниот пристап во целина дава подобри резултати, разликата не беше сигнификантна во ниту еден корен или во една третина од забот. Квалитетот на ендодонтското полнење, оценуван преку должината на каналното полнење, не покажа зависност од видот на пристапниот кавитет. Статистички не е регистрирана значајна разлика меѓу двете испитувани групи. Снимките направени во два правци: вестибуло-орален и мезиодистален правец, овозможуваат подетална анализа на хомогеноста на полнењето. Притоа, беше забележано дека кај мезиодисталниот правец почесто се регистрираат празнини и нерамномерности во полнењето. При проценка на апикалното протегање на полнењето немаше исто така статистичка сигнификантност меѓу групите. Сепак, кај корените, кај кои беше применет традиционалниот пристап се забележаа повеќе преполнувања на коренските канали, а кај забите со конзервативниот пристап имаше повеќе недополнети канали.

Во однос на кршливоста, групата со традиционален пристапен кавитет, просечната кршливост изнесуваше $1573,3 \pm 716$ N (минимум 700, максимум 3400 N), додека кај групата со конзервативен пристап просечната кршливост беше $2650,0 \pm 1206,9$ N (минимум 1000, максимум 4500 N). Медијаната кај традиционалната група изнесуваше 1500 N, а кај конзервативната 2500 N. Кај контролната група просечната кршливост изнесуваше 3998 ± 1531 , (мин. – макс. 1270 – 4820). Разликата меѓу групите беше статистички значајна ($p = 0.0135$), со повисока кршливост кај забите третирани со традиционален пристап.

Заклучок: Примена на минимално инвазивен пристап во секојдневната стоматолошка практика треба да се приспособува на конкретните клинички услови на секој заб. Зачувувањето на забната супстанција преку конзервативен пристап ја зголемува отпорноста на фрактура, додека квалитетот на ендодонтското полнење не зависи само од видот на пристапниот кавитет, туку и од анатомските особености на каналите, применетата техника и клиничкото искуство. Користењето рендгенски снимки во два правци овозможува пообјективна проценка на полнењето.

Клучни зборови: Пристапен кавитет, отпорност на фрактура, минимално инвазивен пристап, коренски третман, зачувување на забот.

ABSTRACT

Introduction: The preparation of the access cavity represents the first clinical step in endodontic therapy. The design of the cavity can significantly influence fracture resistance as well as the quality of endodontic treatment. The trend in contemporary dentistry is directed toward minimally invasive treatment, and the preparation of conservative access cavities is increasingly applied in everyday practice.

Aim of the study: To compare the fracture resistance and the quality of endodontic therapy in extracted molars prepared with two types of access cavities – traditional and conservative.

Materials and Methods: For the purpose of this study, 35 extracted mandibular molars were used. The teeth were divided into two experimental groups consisting of 15 teeth each, and one control group of 5 teeth. The groups differed according to the design of the access cavity: Group I – traditional endodontic access cavity (TEA); Group II – conservative endodontic access cavity (CEA). The control group consisted of five intact molars. Following instrumentation and definitive root canal filling, all teeth were restored with definitive composite restorations (Evetric Refill, Ivoclar Vivadent).

The quality of the filling was assessed radiographically using images taken in two projections – vestibulo-oral and mesio-distal. On the obtained radiographs, the quality of the filling was evaluated according to two parameters: the homogeneity of the filling and the length of the root canal filling, assessed individually for all three thirds of the root canals.

To assess the fracture resistance of the teeth, all samples from the experimental and control groups were mounted in a universal testing machine, Full Automatic CBR Testing Profi x6 Plus (Yüksel Kaya Makina, Ankara, Turkey). The samples were subjected to a static compressive force applied vertically to the tooth until fracture occurred. The results were recorded both graphically and visually. The force values at the moment of fracture

were displayed on the machine screen in kgF and were converted to newtons (N) for the purposes of the study.

Results: When assessing the quality of the therapy by evaluating the homogeneity of the filling, it was found that although teeth with the traditional access cavity generally showed better results, the difference was not significant in any root or third of the tooth. The quality of the endodontic filling, assessed by the length of the canal filling, did not depend on the type of access cavity. No statistically significant differences were observed between the two experimental groups.

Radiographs taken in two directions – vestibulo-oral and mesio-distal – allowed for a more detailed analysis of filling homogeneity. It was noted that in the mesio-distal direction, voids and irregularities in the filling were more frequently observed. When assessing the apical extent of the filling, no statistically significant differences were observed between the groups. However, overfilling of the root canals was more frequently noted in teeth with the traditional access cavity, while underfilled canals were more common in teeth with the conservative access cavity.

Regarding fracture resistance, the traditional access cavity group had a mean fracture force of 1573.3 ± 716.6 N (minimum 700, maximum 3400 N), while the conservative access cavity group had a mean fracture force of 2650.0 ± 1206.9 N (minimum 1000, maximum 4500 N). The median values were 1500 N for the traditional group and 2500 N for the conservative group. In the control group, the mean fracture force was 3998 ± 1531 N (min–max: 1270–4820 N). The differences between the groups were statistically significant ($p = 0.0135$), with higher fracture resistance observed in teeth treated with the conservative access cavity.

Conclusion: The application of a minimally invasive access approach in everyday dental practice should be adapted to the specific clinical conditions of each tooth. Preserving tooth structure through a conservative access cavity increases fracture resistance, while the quality of endodontic filling depends not only on the type of access cavity but also on the anatomical characteristics of the canals, the technique used, and the clinician's experience. Using radiographs in two projections allows for a more objective assessment of the filling.

Key words: Access cavity, fracture resistance, minimally invasive access, root canal treatment, tooth preservation

ВОВЕД

Ендодонцијата е гранка на стоматологијата што се занимава со лекување на коренските канали на забите, што овозможува долговечност на заболениот заб. Како посебна гранка во стоматологијата се појавува во античка Кина, каде што била развиена теоријата за црв во внатрешноста на забите (tooth worm), кој предизвикува болка, а кои биле и првите што користеле арсен за лекување на пулпит.¹

Ендодонскиот зафат е микрохируршка процедура што се изведува во асептични услови и вклучува хемомеханичка обработка на коренскиот канал на забот што се постигнува со употреба на ендодонтски инструменти и ириганси. Целта на оваа инструментација е тридимензионално обликување на коренскиот канал, ефикасно елиминирање на инфективната содржина, по што следува и оптурација на каналскиот систем.

Препарацијата на пристапен кавитет е првиот клинички чекор во ендодонтската терапија и претставува најголем предизвик за терапевтот, што е клучен фактор за успешност во третманот на пулпитите и периапикалните инфекции. Ендодонтот треба да го отстрани покривот на комората, да ги пронајде влезовите во коренските канали и притоа правилно да го оформи пристапниот кавитет така што ќе обезбеди доволна прегледност и пристапност за каналните инструменти.

Во 1967 година, американскиот ендодонт Шилдер ги поставил темелите за препарација на традиционален пристапен кавитет, кој низ годините бил правило за добра ендодонција. Кај овој тип пристапен кавитет потребно е потполно отстранување на покривот на пулпината комора и добивање праволиниски пристап до апикалната третина од каналот. На овој начин, биомеханичката подготовка на каналот била олеснета и била намалена можноста за потенцијалните грешки што би можеле да се појават во текот на терапијата. Овој тип пристапен кавитет бара големото отстранување на тврдо забно ткиво, при што доаѓа до намалена отпорност на забот при оптоварување, а со тоа се зголемува и ризикот од фрактура².

Развојот на науката и технологијата довела до подобрување и поефикасно извршување на одредени процедури во ендодонцијата, што придонесе до висока стапка на успешност на терапијата, скратено време на извршување на одредени ендодонтски зафати, а како главен проблем сè повеќе се посочуваше потребата за

зачувување на здравото забно ткиво. Количеството на преостанатата цврста забна супстанција е важен фактор што влијае на механичката отпорност и цврстината на забите.

Биле предложени повеќе измени во постапките во современата ендодонција со намера да се избегне одземањето на здравиот дентин и со тоа се сочува цврстината на ендодонтски третираниот заб.

Авторите нагласуваат дека е многу важно да се зачува перицервикалниот дентин што се протега 4 mm над и 4mm под гребенот на алвеоларниот коскен раб, бидејќи тој претставува критична зона за дистрибуција на функционалните напрегања во забите, односно пренос на оклузалната сила до коренот.³

Друго место каде што може да се сочува здравото ткиво според Clark и Khademi⁴ се делови од покривот на комората на пулпата. Тие тој сочуван дел го нарекуваат „soffit“ и претставува дел од покривот на комората на пулпата што не се отстранува, а му дава на забот поголема отпорност на фрактура. Се смета дека е добро да се сочува овој мал граничен дел од покривот на комората во зоната на спојот на покривот и сидот. Ширината на овој сочуван дел треба да изнесува 0,5 mm - 3,0 mm. Идејата за сочувување на овој дел доаѓа од статиката во архитектурата и користењето на таканаречените „I“ столбови⁴. I-носачот во архитектурата се користи поради својот отпор на свиткување, иако има огромни празни подрачја.

Концептот на минимално инвазивна ендодонција вклучува третман и превенција на пулпални заболувања и апикален периодонтитис со максимално зачувување на тврдите забни ткива. Во современата минимално инвазивна ендодонција, со употреба на оперативен микроскоп, ултразвук и микрохируршки инструменти, сериозно се зголемува успехот на исходот од лекувањето, постоперативниот квалитет на живот и долгорочната стабилност на забите.⁵

Минимално инвазивната стоматологија, меѓу другото, препорачува и штедење на забното ткиво преку формирање на повеќе типови „штедливи“ ендодонтски пристапни кавитети. Се смета дека вака минималниот пристап доведува до сочувување на здравото ткиво, а со тоа и до зголемување на фрактурната резистенција на забот, имајќи предвид дека најголемата причина за губење на забот е кршливоста на ендодонтски третираните заби.

Меѓутоа со бенефитите од оваа заштеда на здраво забно ткиво не се сложуваат голем број на ендодонтите кои укажуваат дека со стеснетиот пристап е тешко да се визуализира и исчисти пулпната комора, но и да се лоцираат, да се обработат и наполнат коренските канали, што секако има улога во позитивниот исход од лекувањето.

ПРЕГЛЕД ОД ЛИТЕРАТУРА

Во почетокот на XX век се забележуваат значителни технолошко-научни иновации во областа на стоматологијата. Благодарение на овој напредок, помеѓу останатото се менувале и современите научни и клинички ставови за превенција и терапија на заболувањата на забите. Овие нови вештини и методи овозможуваат поефикасно и попрецизно извршување на одредени процедури, со што се олеснува секојдневната клиничка практика на лекарите и се намалува бројот на грешки направени при работата.

Ендодонцијата, како една од гранките на стоматологијата, исто така претрпува многу измени во последните декади. Промените се согледуваат во сите фази на ендодонтската терапија: при изработка на соодветен пристап до каналниот систем на забот и современа обработка на коренските канали со машинска инструментација. Иновации има и во иригацијата на каналите, која е неизоставен дел од ендодонтската терапија, која се забележува при начините на активација на иригансот, протоколите на иригација и комбинација на иригациски раствори. Иновацијата на различни средства за полнење ја дополнуваат сликата за предвидливи резултати при спроведување на терапијата. Ова укажува дека во текот на ендодонтската терапија подеднакво е важна секоја фаза, почнувајќи од дијагнозата и планот на терапија, самата ендодонтска терапија, но и реставрацијата на ендодонтски третираниот заб.

Една од најголемите промени во последните декади е прифаќањето на концептот на минимална инвазивна стоматологија што ја нарекуваат и минимална интервентна стоматологија(МИ) и е дефинирана како филозофија на професионална грижа којашто се занимава со што е можно порано откривање и лекување на болеста на микро (молекуларно) ниво, проследено со минимално инвазивен третман приспособен на пациентот за што помало оштетување предизвикано од таквата болест, но и од нашите постапки на лекување ⁶.

Минимална инвазивна стоматологија (МИС) значи и „систематично почитување на оригиналните ткива“. Тоа значи дека стоматологијата како професија повеќе го вреднува оригиналното ткиво отколку неговата замена. МИС е концепт што може да се употребува и за целата стоматологија - целта е да се сочува ткивото со тоа што ќе ја превенира болеста и ќе се стопира нејзиниот прогрес, но истовремено што помалку да се одземе и да се замени, чувајќи ја структурата на забите.^{7, 8}

Минимално инвазивната стоматологија, според Trope и Serota⁹, е примарен фактор за зачувувањето на здравото ткиво. Но, овој концепт не сугерира дека

почитувањето на оригиналното ткиво е поважно од превенцијата и лекувањето на болеста, туку само дека превенцијата и елиминацијата на болеста треба да се врши без непотребно жртвување на природното ткиво. Минимално инвазивната ендодонција (МИЕ) е концепт заснован на максимално зачувување на здрава коронарна, цервикална и радикуларна структура на забите за време на ендодонтскиот третман.¹⁰

Примената на иновативна технологија со користење на СВСТ, т.е. компјутеризирана томографија, дава тридимензионален приказ на комплексна анатомија на забите, бројот на коренските канали и нивната форма и ориентација. Употребата на никел-титаниумски инструменти (NiTi), кои без напор дозволуваат одлична обработка на коренските канали, а сето тоа визуализирано со стоматолошки/хируршки оперативен микроскоп отворија нови можности во медицинскиот и стоматолошкиот третман и овозможија ендодонтските процедури да станат помалку инвазивни и удобни за пациентите, а со тоа и успехот од терапијата да биде поголем.

Анатомијата на коренскиот канал и системот на пулпа претставуваат значаен предизвик за ендодонтската терапија. Првиот приоритет за успешна ендодонтска терапија е пристапот, чистењето и обликувањето на коренските канали, што овозможува ефективно и целосно пополнување на каналите, при што забот добива доволна цврстина за успешно понатамошно функционирање.⁵ Препарацијата на пристапниот кавитет може да биде еден од најпредизвикувачките и најфрустрирачките аспекти на ендодонтскиот третман, но тоа е клучот за успешен третман. Во студијата од Patel и Rhodes¹¹, добриот пристап и дизајн на ендодонтскиот пристапен кавитет е императив за квалитетен третман, со што се избегнуваат јатрогени грешки при подготовка на каналот како што се перфорација, формирање на стапалка или фрактура на инструменти. Chan и сор.¹² ја нагласуваат важноста на препарацијата на пристапниот кавитет. Соодветно подготвениот пристапен кавитет го олеснува извршувањето на следните клинички чекори, вклучувајќи откривање на отворот на каналот, хемомеханички дебридман, оптурација на коренскиот канал и намалување на можноста за јатрогено оштетување. Ендодонтскиот пристапен кавитет треба да обезбеди праволиниски пристап до врвот на апексот, целосно да ги отстрани органските остатоци и да обезбеди доволен простор за материјали за полнење на коренскиот канал.

Концептот на „праволиниски пристап“ е усвоен и ја претставува основата на традиционален ендодонски пристап.¹³ Традиционалните ендодонтски пристапни кавитети (ТЕК) нагласуваат праволиниски пристапи до каналите со цел да се подобри ефикасноста на инструментацијата и да се спречат процедурални грешки, но тоа е поврзано со отстранување на голем дел на здрав дентин, како и дел од многу значајниот перицервикален дентин, што секако влијае врз биомеханичките

карактеристики на забот. ^{14, 15, 16, 17, 18} Зголемена куспална флексура поврзана со ТЕК може да доведат до зголемено оптоварување на површините на коронката и коренот, што, пак, може да ја зголеми подложноста на третираните заби на фрактура при функционални оптоварувања.^{17, 19} Овие биомеханички ефекти се непосакувани, но можат краткорочно да се ублажат со реставрација на ендодонтските кавитети користејќи адхезивни композитни смоли. ^{17, 20}

Со традиционалниот пристап се отстранува во потполност покривот на пулпината комората и се овозможи прегледност и откривање на сите влезови на коренските канали.⁴ Овој пристап на ендодонтската празнина се заснова на G.V.Blacks принцип „екстензија поради превенција“, каде што забната структура се жртвува со цел да се постигне најдобра видливост и пристапност. ^{21, 11} Губењето на дентин и анатомски структури, како што се гребените и покривот на пулпната комора, може да доведе до фрактура на забот по завршната реставрација.²² Последователното отстранување на забната структура, коронарно од пулпната комора, долж сидовите на комората и околу отворите на каналите, може да ја ослаби отпорноста на забот на фрактура при функционални оптоварувања.^{23, 24} Фрактурата на забот е една од најнепосакуваните последици кај ендодонтски третирани заби (ЕТТ) и најчесто доведува до екстракција на забот. ²⁵ Честата појава на фрактури и потенцијалната потреба за екстракција на ендодонтски третирани заби^{26, 27} носи до намалена доверба кај стоматолозите и пациентите во долгорочната успешност на ендодонтската терапија. ^{15, 22, 24}

Поради ова, за успешна ендодонтска терапија, покрај претходно споменатите критериуми, од голем важност има и за зачувување на забното ткиво. Ова овозможува долгорочно задржување и функционирање на забите. Количеството на преостанато цврсто ткиво (структурниот интегритет) е значаен фактор што го одредува процентот на преживување на ендодонтско третираниите заби.²⁸

Благодарение на развојот на технологијата, особено во ендодонцијата, овозможена е подобра видливост при работа и современите концепти на минимално инвазивната стоматологија, пристапот до каналите зависи од индивидуалната морфологија на комората на пулпа. Врз основа на сознанието дека традиционалниот пристап води до поголемо жртвување на структурата на забното ткиво, со што се намалува отпорноста на забот на фрактура, во современата ендодонција се развиени нови пристапи чија идеја е минимално инвазивно отстранување на тврди забни ткива.

Максималното зачувување на дентинската маса при препарација на кавитет и обликувањето на коренскиот канал е од најголема важност, бидејќи до денес ниту една произведена супстанција не може да го надомести изгубеното дентинско ткиво, поради неговите карактеристики и својства.²⁸ Малата пулпа и течноста во дентинските тубули спречуваат појава на пукнатини во дентинот.²⁹ Ендодонтската

терапија може да предизвика намалување на содржината на вода во дентинот, што може да доведе формирање на пукнатини и фрактури кои може да доведат до кршење на забот.³⁰

Неодамна, истражувањата покажаа дека причината за фрактурата на забите е мултифакторска, губењето на структурата на забите не е единствената причина. Пукнатини на дентинот можат да предизвикаат: хемиски фактори како што се ириганти и медикаменти, биолошки фактори како бактериски ефект на забниот матрикс, губење на структурата пред и по реставрацијата, како и старосните промени на дентинот.³¹

Со пораст на возраста, тензијата и силата на отпор во коронарниот дентин се намалуваат за 50 % во споредба со младите заби. Отпорот на пукнатините во дентинот се намалува со зголемувањето на староста на пациентот, а инкременталната стапка на ширење на пукнатините е до 100 пати поголема кај постарите лица.³² Дека староста на забот е уште еден важен аспект кој влијае на отпорноста на забот на фрактура е споменато и во публикацијата од Silva и сор.³³, различни студии се согласуваат дека стареењето негативно влијае на цврстината и еластичноста на забите со тоа што ја намалува границата на издржливост на дентинот.

Оклузалниот емајл и дентин се изложени на големи мастикаторни сили. Поради тоа, покривот на пулпарната комора претставува важна структура за распределба на оклузалните сили.³⁴ Јатрогеното и нејатрогеното губење на дентинот може да доведе до механичко откажување под функционално оптоварување.^{31, 35, 36}

Нови препораки при подготовката на ендодонтски пристапните кавитети вклучуваат: конзервативни, ултраконзервативни - „нинџа“, „truss“, инцизивна и насочена ендодонција.³⁷

Прв опис на штедливите пристапни кавитети прикажуваат Khademi и Clark, во 2010 година, кои го модифицираа дизајнот на традиционалниот пристапен кавитет и го опишуваат конзервативниот ендодонтски пристап (КЕП)¹⁵. Кај конзервативниот пристап на кавитет, пристапот до забот е преку централната фисура и се отвора постепено сè додека не се забележат влезовите на коренските канали. Со ваквиот пристап се сочувуваат делови од покривот на пулпната комора – т.н. „софит“.

Во многу студии се опишуваа важноста и улогата на зачување на перицервикалниот дентин (ПЦД). Перицервикалниот дентин е клучен за пренос на оклузалното оптоварување на коренот. Перицервикалниот дентин е дентин што се

наоѓа 4 mm над и 4mm под гребенот на коската и служи за дистрибуција на функционалниот стрес кај забите. Поради тоа неопходно е да се зачува овој перицервикален дентин за да се одржи биомеханичкиот одговор на радикуларниот дентин. И според Auswin и сор.²¹, зачувувањето на прецервикалниот дентин е најважниот аспект за одржување на нормалната функција и долговечноста на реставрираниот заб и дека ниту еден вештачки материјал не може да ја компензира изгубената структура на забите во клучната област од ПЦД.²²

Уште поконзервативен е „Truss“, ендодонски пристапниот кавитет предложен од Auswin и сор.³⁸ Овој пристап има за цел отстранување на дентинот само над влезовите на каналот и каде што воопшто не се отстранува покривот на пулпата. Кај моларните заби се прават два отвора кои не се споени. Кај мандибуларните молари едниот отвор е мезијален за мезијалните канали, а другиот дистално за дисталниот канал. И кај горните молари се прават два пристапни кавитети: букално за букалните канали и палатинално за палатиналниот канал. Потребно е големо клиничко искуство и детална анализа на радиографската снимка при планирање на овој зафат. Еден од главните недостатоци е големата можност за промашување на каналот или перфорација. Но, ако терапијата со дизајн на „truss“ кавитет е квалитетна и успешно изведена, забот останува цврст и не е потребно изработка на коронка.^{38, 39}

Уште еден од пристапните кавитети, кои имаат за цел сочувување на здравото ткиво, е ултраконзервативниот пристап со „ninja“ дизајн. Постапката е уште поштедлива од конзервативниот метод. Забот што се препарира со пристапот „ninja“ има само мал отвор во централната фисура.²¹

„Насочена или водена ендодонција“ е начин на работа во ендодонцијата којашто се заснова на принципот на имплантологија водена од шаблон. Насочената ендодонција се користи при препарирање пристапни кавитети кај заби со калцифицирани коренски канали, каде што класичниот пристап доведува до голема загуба на тврдо забно ткиво или перфорација. Кон насочениот ендодонтски кавитет се пристапува на два различни начина: под статичко водство со употреба на образец и под динамичната навигација што се потпира на маркери позиционирани во устата на пациентот и системот на камери. Насочениот пристап на кавитет има за цел комбинирање на СВСТ и на 3-Д технологија.⁴⁰ Во публикацијата на Connert и сор.⁴⁰ се прикажани резултатите од насочената ендодонција каде што со пристапниот кавитет се добива попредвидливо и побрзо лоцирање на калцифицирани коренски канали со значително помала загуба на супстанција во споредба со традиционалниот ендодонтски пристап.

Во литературата освен опишаните „штедливи“ ендодонтски пристапи се вбројуваат и конзервативниот пристап со дивергентни сидови, пристап воден

според постојниот кариес, и пристап кој се базира на претходната реставрација што се опишани во областа на минимална инвазивна ендодонција.³⁷

Минимално инвазивните пристапи се воведени со цел зачувување на забната структура и намалување на зачестеноста на фрактури кај ендодонтски третирани заби. Сепак, прашање е колку е всушност значењето на ова штедење кај најголемиот број клинички случаи. Најчеста причина за ендодонтска терапија се јавува кај кариес кој е напреднат и доаѓа до пулпата. Според правилото дека сите кариозни маси треба да бидат отстранети пред почетокот на ендодонтската терапија, веќе доведува до оштетување и деструкција на забот. Заби кои се интактни, а е потребна ендодонтска терапија, се среќаваат ретко во секојдневната практика. Според Plotino и сор.²¹ ваква клиничка состојба, претставувала само 8 % од случаите кои авторите ги третираше во последните пет години.

Во секојдневната клиничка практика, забите често имаат значителна загуба на количеството на цврста забна супстанција поради кариес или други патолошки процеси. Студијата спроведена од Corsentino и сор.⁴¹ покажала дека губењето на структурата на мезијалните или дисталните сидови значително влијае на намалувањето на цврстината на забот, независно од применетиот тип на пристапен кавитет. Во студијата на Özyürek и сор.⁴², истражувањето опфатило мандибуларни молари без мезијален и дистален сид, при што не била утврдена значајна разлика во фрактурната отпорност помеѓу традиционалната (ТЕП) и конзервативниот (КЕП) пристапен кавитет. Сепак, разлика била забележана во однос на материјалите што биле користени за реставрацијата – забите реставрирани со SDR материјал (Bulk-fill базни композит SDR (Dentsply Caulk, Milford, DE, SAD) покажале поголема отпорност на фрактура во споредба со оние кај кои бил користен EverX Posterior (fiber-reinforced bulk-fill композит (GC Dental, Tokyo, Japan)). Исто така, кај забите со КЕП кавитети биле регистрирани помалку сериозни фрактури.

Во истражувањето спроведено од Plotino и сор.²¹ биле испитувани традиционалниот (ТЕП), конзервативниот (КЕП) и ултраконзервативниот („ниња“ – НЕП) пристап кај максиларни и мандибуларни премолари и молари. Утврдено е дека сите експериментални групи (ТЕП, КЕП и НЕП) имале поголем број нерепарабилни фрактури во споредба со групата на интактните заби. Нерепарабилна фрактура на забната структура е причина за екстракција на забот.⁴³ Фрактурите на забите се во директна врска со начинот на распределба на стресот.⁴⁴ Истражувањето спроведено од Yuan и сор.⁴⁵ покажало дека најголемите концентрации на стрес се јавуваат долж рабовите на пристапните кавитети на оклузалната површина. На тие места, тврдите забни ткива или композитните материјали имаат зголемен ризик од пукање, поради што токму тие региони се сметаат за најранливи. Сепак, кај минимално инвазивните пристапи, површината

на овие ризични зони е значително помала отколку кај пристапите со праволиниска препарација. Можно е дека преостанатото забно ткиво на коронката кај забите со минимално инвазивен пристап помага во децентрализација на силата, што овозможува силата да се распредели наместо да се концентрира на ограничено подрачје.

Иако некои стоматолози ја поддржуваат примената на минимално инвазивниот пристап, сè уште нема доволно цврсти докази за неговото влијание врз отпорноста на забот на фрактури. Во литературата се евидентирани осум студии кои покажале дека забите третирани со минимално инвазивен пристап имаат поголема отпорност на фрактура во споредба со оние кај кои е применет традиционален пристап^{13, 46, 22, 47, 48, 49, 50, 51} додека во 18 студии не била пронајдена сигнификантна разлика.^{52, 53, 54, 41, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68}

Најголемата концентрација на стрес исто така како и во физичкиот модел била забележана во цервикалниот регион на забот, при што таа била поизразена кај забите со традиционален пристап во споредба со оние третирани со конзервативен пристап.⁶⁹ Меѓу испитувањата што се среќаваат во литературата освен механичкиот модел на испитување на фрактурната резистенција се среќаваат и испитувања кои го користат виртуелниот модел на конечни елементи. Во студиите на Elkholy и сор.⁷⁰, Guler и сор.⁷¹, Jiang и сор.⁷², Saber и сор.⁷³; Wang и сор.⁷⁴, Zhang и сор.⁷⁵ била применета оваа анализа, при што биле симулирани различни типови на пристапни кавитети.

Во групата трудови каде што бил користен метод на анализа на конечни елементи (Finite element analysis FEA) спаѓа и онаа на Ballester и сор.⁷⁶ при што била испитувана дистрибуцијата на стресот кај катниците под примена на статични сили за цвакање кај четири типа на пристапни кавитети: традиционален, конзервативен, ултраконзервативен и truss кавитет. Според добиените резултатите се гледа дека традиционалниот пристапен кавитет е најподложен на стрес и кршење во областа на перицервикалниот дентин.

Во студија од Jiang Q и сор.⁷² биле споредени биомеханичките својства на првите максиларни катници со различни ендодонтски кавитети користејќи FEM (finite element analysis models). Три модели биле дизајнирани и конструирани на максиларен прв молар со три различни типови на ендодонтски кавитет: традиционален ендодонтски кавитет (ТЕК), конзервативен ендодонтски кавитет (КЕК), и проширен ендодонтски кавитет (ПЕК). Според добиените резултати КЕК има најмногу зачувано тврдо ткиво во коронарниот дел што му дава поголема отпорност на фрактура. Кај сите модели каде што големината на кавитетот била поголема, стресот била концентриран во цервикалниот дел. Ова е причината зошто КЕК може да го намали стресот во особено чувствителната цервикална област.

И многу други истражувања во литературата ја истакнуваат важноста на зачувувањето на цервикалниот дентин, нагласувајќи ја неговата улога во рамномерната распределба на стресот и придонесот кон долгорочната стабилност на забот. Така, Yuan и сор.⁴⁵ во своето истражување забележале дека мастикаторните сили се пренесуваат преку оклузалната површина директно на цервикалниот дел на забот, поради што забите со минимално инвазивен пристап имаат помала склоност кон фрактури во цервикалната регија по ендодонтскиот третман. Во истражувањето што го спровеле Zhang и сор.⁷⁵, каде што била нагласена важноста на зачувувањето на перицервикалниот дентин, била изведена на максиларни молари со примена на XFEM (extended finite element method) метод. Притоа биле анализирани три различни дизајни на пристапни кавитети: конзервативен, модифициран и традиционален. Добиените резултати укажувале дека зачувувањето на забното ткиво придонесува за намалување на концентрацијата на стрес во цервикалната регија и ја зголемува отпорноста на забот на фрактура, при што посебен акцент е ставен на предностите на ЦЕК пристапот.

Спротивни резултати добиваат Corsentino и сор.⁴¹ во испитувањето за јачината на фрактурата на ендодонтски третирани заби. Кај мандибуларните молари биле направени три типа пристапни ендодонтски кавитети; традиционален, конзервативен и truss. Заклучиле дека штедливите пристапни кавитети не придонесуваат значајно во јачината на забите.

Освен пристапниот кавитет, важно е и сочувувањето на перицервикалниот дентин. Тоа е потврдено во испитувањето на Gaikwad и сор.⁷⁷ Испитувањето било спроведено на три групи: I група со конзервативен пристапен кавитет и обработка со NiTi K-инструмент со коницитет 2 %, II група - традиционален пристап и инструменти со коницитет од 4 %, група III традиционален пристап и инструмент со коницитет од 6 % (Protaper Universal). Заклучено е дека оние заби каде што има сочуван прецервикален дентин и има препариран мал пристапен кавитет се структурно појаки од останатите групи.

Слични наоди биле забележани и во истражувањето што го спровеле Yuan и сор.⁴⁵ каде што било истакнато дека употребата на инструменти со помал конус при обработка на короналниот дел од каналот може да придонесе за намалување на ризикот од фрактура на забот. Како што претходно покажале и други студии, најголема концентрација на стрес е присутна во цервикалниот дел од забот, па користењето на инструменти со поголем конус доведува до поголемо отстранување на денталната маса, што индиректно ја намалува отпорноста на забната структура на фрактури токму во тоа критично подрачје. Употребата на минимално инвазивен пристапен кавитет ја намалува распределбата на стресот во пределот на коронката во цервикалната регија, додека проширувањето на каналот со благ конус во

цервикалниот дел доведува до ниско ниво на стрес во таа регија, со минимално влијание врз коронарниот дел на забот.⁴⁵

Зачувувањето на перицервикалниот дентин покажало големо влијание кај млади импактирани трети молари, бидејќи тоа придонесува за зајакнување на сидовите на забот. Поради големата пулпна комора, овие заби биле поизложени на фрактури — карактеризирани со потенки дентински сидови, пошироки канали и изразени апикални отвори. Во тој контекст, посебно се истакнува истражувањето на Reddy и сор.⁷⁸ кои го анализирале влијанието на три различни дизајни на пристапни кавитети — традиционален (ТЕК), конзервативен (КЕК) и т.н. нинџа пристап (НЕК). Резултатите од студијата покажале дека незрелите заби по ендодонтско лекување имаат зголемен ризик од фрактура, што е директно поврзано со степенот на развој на коренот, дебелината на преостанатите дентински сидови и должината на коренот. Во рамките на оваа студија, најголемо просечно губење на волуменот на перицервикалниот дентин е забележано кај традиционалниот пристап (ТЕП) и изнесувало 14,8%, кај конзервативниот пристап (КЕП) бил 8,3 %, а најмало губење е евидентирано кај нинџа пристапот (НЕП), со 6,8 %. Добиените резултати се усогласуваат со наодите од истражувањата на Plotino и сор.²¹ како и на Krishana и сор.²², кои исто така потврдиле дека традиционалниот пристап доведува до поголемо губење на перицервикалниот дентин во споредба со конзервативниот пристап

Дизајните на пристапните кавитети кои користат минимално инвазивни принципи добиваат популарност меѓу ендодонтиите.⁷⁹ Неодамна спроведеното истражување меѓу членовите на Американското здружение на ендодонти (American Association of Endodontists) покажало дека 43 % од испитаниците прифатиле „конзервативен“ пристап на кавитет, додека 57 % го користеле „традиционалниот“ пристап. Само 0,7 % од испитаниците изјавиле дека користеле „ултраконзервативна“ препарација на кавитет⁷⁹. Забележано е значајно влијание на возраста и годината на дипломирање врз изборот на тип на кавитет. Ендодонтистите постари од 50 години користат ТЕК во 54,5 % од случаите, додека ендодонтистите помлади од 35 години го користат ТЕК само во 36,4 % од случаите. Исто така, годината на дипломирање се покажа како значаен фактор: дури 57,8 % од оние кои дипломирале пред повеќе од 25 години користат ТЕК, додека овој процент е само 37,9 % меѓу оние кои дипломирале пред помалку од 10 години.⁷⁹

Сепак, за да може успешно да се заврши ендодонтската терапија со помалите пристапни кавитети, неопходно е искуството и знаењето на терапевтот како и примената на современи технологии во ендодонцијата.

Историја на ендодонцијата еволуирала низ неколку преодни фази; никел-титаниум (NiTi) инструменти за обликување и отстранување и дебридмент, микроскопи за осветлување и зголемување неопходни за откривање и истражување на внатрешниот простор на забите и доцна, вклучување на компјутерска томографија СВСТ за дијагноза и планирање на третман .⁹

Голем напредок бил постигнат со воведувањето на инструменти од никел-титаниум, бидејќи тоа резултирало со подобрена подготовка на коренскиот канал од страна на ендодонтите и општите стоматолози. Употребата на Ni-Ti претставува пресвртница во историјата на ендодонцијата, всушност тоа овозможи изработка и производство на нови рачни и ротирачки ендодонтски инструменти со карактеристики што се многу подобрени во однос на инструментите од нерѓосувачки челик, а со тоа овозможуваат поефективни резултати.^{80, 81}

Подобрена визуелизација е од клучно значење за успешните резултати, а стоматолошко/хируршкиот оперативен микроскоп значително го подобрува зголемувањето и осветлувањето на оперативното поле. Ја зголемува способноста на клиничарот да ги визуелизира сите детали, како што се: анатомија на подот на пулпината комора, локацијата на канали и фрактури или пукнатини долж сидовите на забите и комората на пулпата.⁸² Се покажало дека постоела значително поголема шанса за лоцирање на вторите мезиобукални канал (MB2) и дополнителни канали во максиларните катници кога ендодонтите работеле со оперативен микроскоп (ОМ) во споредба со оние што работеле без него.⁸³

СВСТ-снимките се многу специфични и чувствителни во откривање на коренски канали, затоа нивното анализирање е клучно во планирањето на терапијата. Тие се своевиден водич во препарацијата на конзервативна пристапна празнина и даваат увид на комплексна анатомија на забите, бројот на коренски канали, нивната форма и ориентација. ²

Со оглед на ограничениот пристап кај минимално инвазивните пристапни кавитети, се поставува прашањето дали таквиот дизајн може да влијае на детекцијата на каналите и квалитетот на инструментацијата.

Невидливиот „втор мезиобукален“ (MB2) канал е една од најголемите проблеми во ендодонцијата. Утврдено е дека при ретретман многу често се открива дека причина за неуспехот на првичната ендодонтска терапија бил неоткриен втор мезиобукален канал. Постоенето на вториот мезиобукален канал го испитувале Das и сор.⁸⁴ кои по класичниот ендодонтски пристап, користеле три постапки за негово откривање. Тие со ендодонтска сонда го барале каналот во три постапки: детекција само визуелно, со помош на ендодонтски микроскоп и со селективно состружување и дошле до сознание дека само со визуелизација со голо око се потврдило постоењето на каналот во 36 %, со зголемување во 54 % и со селективно

состружување во 72 %. Ова значи дека кога стоматолошкиот оперативен микроскоп се комбинира со добро клиничко знаење лоцирањето на MB2 каналите станува предвидливо.

Истражувањето коешто било спроведено од Rover со сор.⁶² се испитувала можноста за детекција на мезиобукалниот втор канал со три начини на испитување: I без зголемување, II со помош на оперативен микроскоп (ОМ), и III со користење на оперативен микроскоп (ОМ) и ултразвучно проширување. Резултатите од оваа студија покажаа дека, со употреба на оперативен микроскоп (ОМ) во комбинација со ултразвучно проширување, немало разлика помеѓу класичните и конзервативните пристапни кавитети при пронаоѓањето на вториот мезиобукален канал (MB2) кај максиларните молари, додека без дополнителна опрема детекцијата на каналите била помала кај конзервативниот пристап.

Студијата на Saygili и сор.⁸⁵ испитувале дали различните пристапни кавитети влијаат врз поголема стапка на детекција на MB2 каналот. Доаѓаат до заклучок дека минималните пристапи ја намалуваат стапката на успешност во детекцијата на дополнителниот канал, па така во групите со традиционален пристап биле детектирани во 60 %, со конзервативен пристап во 53,3 %, а со ултраконзервативниот пристап само во 31,6 % од испитуваните примероци.

Сосема спротивно во студијата на Mendes и сор.⁸⁶ не била забележана разлика при откривањето на средниот мезиален канал (MMS) кај долните молари кај двата вида кавитети ТЕК и КЕК, кога процедурата ја спроведуваат искусен ендодонт користејќи оперативен микроскоп и ултразвучни наставки за отстранување на дентин што ги покрива влезовите на каналите.

Коренскиот канален систем на првите максиларни молари, особено мезијалниот корен, може да покажува различни анатомски варијации.^{87,88} Сепак, различни студии известуваат дека зачестеноста на присуство на вториот мезиобукален канал (MB2) кај максиларните молари се движи во опсег од 56,8 % до 96 %.^{89, 90} Студиите *in vitro* на мезиобукалниот систем на коренските канали секогаш покажуваат поголем процент на присуство на два канали во првиот максиларен молар отколку клиничките студии *in vivo*. Било потврдено присуство кај 69% од испитуваните заби *in vitro*, но само кај 31 % од 100 испитувани заби *in vivo* ⁸⁴. Оваа разлика не била толку голема според испитувањето на Fogel и сор. ⁹¹ каде што инциденцата во лабораториски услови изнесувала 60,5 %, во споредба со клиничките студии кај 54,7 %.

Врз основа на ова може да се заклучи дека за постигнување квалитетно и успешно ендодонтско лекување е неопходна примена на современи технологии и техники, особено во случаи на минимално инвазивниот пристап, каде што работното поле е значително ограничено, па примената на најсовремени помагала

овозможува прецизна детекција и обработка на каналите, со што се зголемува шансата за успешен исход на терапијата. За долгорочен успех на ендодонтската терапија од суштинско значење е целосен и квалитетно изведен третман на забот. Покрај зачувувањето на тврдото забно ткиво, клучна улога има темелната обработка на коренските канали, што вклучува идентификација на сите канали, нивно механичко и хемиско чистење, отстранување на инфицираната содржина, дезинфекција и соодветно тридимензионално полнење. На овој начин значително се зголемува долговечноста на забот во функција и се намалува ризикот од повторна инфекција.

За разлика од традиционалниот (ТЕП) пристап, кој овозможува праволиниски пристап до коренските канали, конзервативниот пристап (КЕП) не обезбедува таква директност, што резултира со ограничен работен простор. Ова отвора прашање во која мера таквиот пристап може да влијае на квалитетот на понатамошното обликување, чистење и полнење на каналите, а со тоа и на исходот од целокупната ендодонтска терапија. Во литературата постојат различни ставови, при што некои студии нагласуваат дека КЕП не влијае негативно на квалитетот на обработка на каналите, додека други даваат спротивни заклучоци. Испитувани се повеќе аспекти од ендодонтската терапија и влијанието на типот на пристапниот кавитет врз нив. Најчесто има сосема различни ставови во однос на дезинфекцијата, иригацијата, начинот на обликувањето и екструзијата на каналната содржина.

Основната цел на ендодонтскиот третман е елиминација на микроорганизмите и инфицираното ткиво од системот на коренските канали, како и спречување на повторна инфекција.⁹² Понекогаш, за да се отстрани инфицираното ткиво, неопходно е проширување на пристапниот ендодонтски кавитет со цел да се овозможи соодветна дезинфекција или отстранување на преостанатото пулпно ткиво.⁹³

Поради недостаток на праволиниски пристап и несоодветно отстранување на забното ткиво, ограничено е доставувањето на иригансот до апикалниот дел на коренот, бидејќи иглата со иригансот не може да продре подлабоко во каналот.⁹⁴ Несоодветно отстранување на инфицираниот дентин внатре во каналот може да ја намали прогнозата и да доведе до неуспех по третманот.⁹⁴ Исто така, во делот од студијата на Silva и сор.³³ е забележано дека дизајнот на минимално инвазивниот пристап може да ја загрози ефикасноста на дезинфекцијата на каналот поради пропуштени канали, девијации на каналите и кршење на инструментите. Во студијата на Falakaloğlu и сор.⁹⁵ и Vieira и сор.⁹⁶ е утврдено дека остаточната микробна содржина била значително поголема кај конзервативните пристапни кавитети (86 %) во споредба со традиционалните (50 %) по инструменталната обработка на каналот. Зачуваните делови од покривот на пулпната комора можат

да го отежнат отстранувањето на остатокот од пулпа, дентински честички, крв, полнила и други нечистотии, што може да доведе до промена на бојата на забот, создавање поволни услови за развој на микроорганизми и може негативно да влијае врз својствата на материјалите како што се ендодонтските силери и композитните полнења.^{97, 98, 99}

Со цел да се процени дали дизајнот на пристапната кавитет влијае на ефикасноста на чистење на каналниот систем, студијата на Neelakantan и сор.⁹⁹ го испитувала количеството на останатото пулпно ткиво кај мандибуларни молари по примена на традиционален (ТЕК) и конзервативен пристапен кавитет (orifice-directed dentin conservation [DDC] access). Резултатите покажале дека кај конзервативниот пристап останувало повеќе пулпно ткиво во пулпната комора во споредба со традиционалниот.

Студијата на Vieira и сор.⁹⁶ прикажал слични резултати, покажувајќи дека по подготовката и дезинфекцијата на каналите, кај мандибуларни инцизиви со овални канали третирани со конзервативен пристап (КЕП), забележан е поголем процент присуство на бактеријата *E. faecalis* (86 %), во споредба со забите обработени со традиционален пристап (ТЕП), каде што овој процент изнесувал 50 %. Поради ограничениот пристап кај минимално инвазивната подготовка на каналите, би можело да се појават тешкотии при иригацијата на каналите, како што се заглавување на иглата, појава на таканаречен „vapor lock“ ефект, како и проблеми при користење на ултразвучна и сонична активација на иригансите¹⁶.

Друг значаен аспект на ендодонтската терапија е темелната дезинфекција на каналите, која има клучна улога во отстранувањето на микроорганизмите. Оваа тема е обработена во голем број студии со различни резултати. Во истражувањето на Tüfenkçi и сор.¹⁰⁰, бил користен XP-endo Finisher за активирање на иригацијата кај мандибуларни молари, но не била забележана значајна разлика во редукцијата на *E. faecalis* помеѓу традиционалниот и конзервативниот пристап. Слични резултати беа забележани и во студијата на Barbosa и сор.⁵³, каде што не била забележана разлика во намалувањето на бројот на микроорганизми помеѓу традиционалниот (ТЕП), конзервативниот (КЕП) и ултраконзервативниот (УЕП) пристап.

За разлика од наброените истражувања, други студии покажале дека минимално инвазивниот пристап нема негативно влијание врз ефикасноста на отстранување на остатоците од каналите. Ова го потврдиле студиите на Rover и сор.⁶² кај максиларни молари, како и Rover и сор.⁶³ кај мандибуларни инцизиви. Бидејќи во овие студии биле користени стандардни методи на иригација, неопходно е да се спроведат дополнителни истражувања за поточна проценка на влијанието на минимално инвазивниот пристап врз ефикасноста на чистењето и дезинфекцијата на каналите, особено со примена на современи техники за

иригација. Според препораките на Bóveda и сор.¹⁶, кај заби третиран со минимално инвазивен пристап треба да се користат дополнителни системи за активирање на иригаторот за постигнување подобар ефект на дезинфекција.

Примената на минимално инвазивниот пристап во секојдневната практика сè уште е дискутабилна. Претераното намалување на пристапни кавитет може да ги загрози следните фази на ендодонтскиот третман, отежнувајќи или оневозможувајќи го наоѓањето на влезовите во каналите, како и чистењето, обликувањето и полнењето на каналите.^{5, 22, 62, 65} Истовремено, тоа го зголемува ризикот од јатрогени компликации, како што се промашени канали, девијации и/или кршење на инструментите.^{101, 102}

Во истражувањето на Lima и сор.⁵⁶, кај мандибуларните молари била забележана послаба ефикасност на инструментирањето и поголема акумулација на детритус при примена на ултраконзервативен пристап во споредба со традиционалниот. Слично на тоа, студијата на Tüfenkçi и сор.¹⁰³ покажала дека при користење на минимален пристапен кавитет дошло до поголема апикална екструзија на остатоци, односно истуркување на отпадниот материјал преку врвот на коренот во периапикалното ткиво. Зголемено количество останато пулпно ткиво, забележано е и во студијата на Silva и сор.⁶⁵, каде што кај максиларните премолари бил применет ултраконзервативен пристап.

Една од значајните карактеристики на овие пристапни кавитети се однесува на инструменталната обработка на каналите, со оглед на тоа дека неинструментирани површини можат да станат места за колонизација на биофилм и потенцијален извор на перзистентна инфекција, што може негативно да влијае на успешноста на ендодонтското лекување.^{104, 105}

Анализата на литературата покажува различни наоди по ова прашање: во студијата на Perez и сор.¹⁰⁶, Barbosa и сор.⁵³, Silva и сор.¹⁰⁷, Chandolu и сор.¹⁰⁸ по инструменталната обработка на каналите бил забележан поголем процент необработени површини во коренските канали кај конзервативниот пристап (КЕП) во споредба со традиционалниот пристап (ТЕП). Во студијата на Krishan и сор.²² поголем процент неинструментирани површини бил забележан кај дисталните канали на долните молари каде што бил применет конзервативен КЕП пристап. Исто така, во студиите на Barbosa и сор.⁵³, Lima и сор.⁵⁶, Xia и сор.⁶⁸, Pereira и сор.⁶⁰ бил забележан поголем процент необработени површини на каналите кога бил применет конзервативен и ултраконзервативен пристап во споредба со традиционалниот пристап.

Меѓутоа, истражувањата спроведени од Rover и сор.⁶², и Moore и сор.⁵⁸ покажале спротивни резултати, односно типот на пристапниот кавитет нема влијание врз квалитетот на инструменталната обработка – примена на

конзервативниот пристап (КЕП) не предизвикало негативен ефект врз спроведувањето на обработката на каналите. Во студиите на Sabeti и сор.⁶⁴, Rover и сор.⁶² и Peng и сор.¹⁰⁹ инструменталната обработка на каналите била слична кај двата пристапи (ТЕП и КЕП) без значајна разлика. Резултатите од студијата на Wang и сор.¹¹⁰ покажаа дека не е забележана разлика во количината на отстрането дентинско ткиво во средната и апикалната третина на каналот помеѓу различните типови пристапни кавитети (ТЕП, КЕП и ВЕП). Ова укажува дека дизајнот на пристапниот кавитет нема значајно влијание врз количеството на отстрането ткиво во овие делови на каналот. Дополнително, според наодите на Gagliardi и сор.¹¹¹ и Zhao и сор.¹¹², причината за ваквите резултати може да се припише на високата флексибилност на инструментите користени во истражувањето, кои овозможуваат подобро приспособување на морфологијата на коренските канали.

Во некои студии е забележано дека транспортирањето на каналите честопати е поврзано со недостаток на праволиниски пристап. Таквите наоди укажуваат на отстапување од оригиналната анатомија на каналите. Во истражувањето на Rover и сор.⁶² е забележана промена во апикалниот дел на палатиналниот канал кај максиларни молари, додека во студијата на Krishan и сор.²² конзервативниот пристап (КЕП) негативно влијаел на подготовката на дисталниот канал кај долните молари. Во студијата на Alovisi и сор.¹¹³ е забележана промена кај мезијалните канали на мандибуларните молари. Слично на тоа, и Eaton и сор.¹¹⁴ пријавиле девијација на каналите кај мандибуларните молари. Во истражувањето на Moore и сор.⁵⁸ не биле забележани значајни разлики во сочувувањето на оригиналната позиција на каналот и транспортирањето на каналите помеѓу традиционалниот (ТЕП) и конзервативниот (КЕП) пристап кај максиларни молари.

Границата на издржливост на инструментите за време на работа во закривени канали може да биде надмината, што го зголемува ризикот од нивно кршење.^{115, 59} Поради недостаток на праволиниски пристап, конзервативниот пристап (КЕП) го зголемува оптоварувањето на ендодонтските инструменти, па во студијата на Kosti и сор.¹¹⁶ е забележано дека фреквенцијата на кршење на инструментите се зголемува за 35 % кога аголот на закривеност надминува 30 степени. Процедурата за отстранување на скршените инструменти често бара дополнително отстранување на дентинска маса, што доведува до ослабнување на структурата на забот и ја нарушува концепцијата на минимално инвазивна стоматологија³³.

Bürklein и сор.¹¹⁷ наведуваат дека транспортирањето на каналите зависи од степенот и радиусот на закривеноста на каналот, како и од карактеристиките на инструментите. Студијата на Wang и сор.¹¹⁰ го испитувала влијанието на три вида кавитети: традиционален (ТЕК), конзервативен (КЕК) и воден ендодонтски кавитет (ВЕК) врз ефикасноста на инструментацијата на каналите кај максиларните молари, при што било забележано дека дизајнот на пристапниот кавитет немал

влијание врз транспортирањето на каналите кога биле користени инструментите ProGlider и ProTaper Gold.

Познато е дека анатомските варијации на попречниот пресек на коренските канали можат значително да влијаат врз ефикасноста на инструментацијата, бидејќи неправилно обликуваните и овални канали честопати остануваат делумно необработени. Во достапната литература постојат студии кои укажуваат на разлики во квалитетот на полнењето и успешноста на ретретманот кај заби третиран со минимално инвазивен пристап. Сепак, се смета дека и формата на попречниот пресек на каналот има значително влијание врз овие резултати.

Така, во истражувањето на Niemi и сор.¹¹⁸ било забележано дека по ретретманот на мандибуларни премолари со овални канали, повеќе материјал за полнење останува на сидовите на каналите кај заби третиран со конзервативен пристап (КЕП) во споредба со оние кај кои е користен традиционален пристап. Спротивно на тоа, Silva и сор.⁶⁵ не забележале значителни разлики во квалитетот на полнењето на каналите, односно во присуството на празнини кај максиларни премолари со кружен попречен пресек на каналите, без оглед на тоа дали е применет традиционален (ТЕП) или ултраконзервативен пристап (УЕП).

Во студијата на Krishan и сор.²², исто така, била забележана разлика во квалитетот на полнењето на дисталниот канал кај мандибуларните молари кога бил користен конзервативниот ендодонтски пристап (КЕП). Оваа разлика може да се објасни со фактот дека дисталниот канал честопати има овален попречен пресек како што покажале и претходните студии на Wu и сор.¹¹⁹ и Raqué и сор.¹²⁰ претставува предизвик за соодветна инструментација, бидејќи стандардните инструменти не успеваат целосно да ги обработат сите сидови на таквите канали.

Квалитетот на полнењето на каналите кај минимално инвазивните пристапни кавитети е испитан во повеќе студии кои, сепак, покажуваат неусогласени резултати. Така, во истражувањето на Barbaros и сор.⁵³, спроведено на мандибуларни молари, како и во студијата на Reddy и сор.⁷⁸ на трети молари, не била забележана разлика во присуството на празнини во каналите помеѓу конзервативниот и традиционалниот пристап. Слични наоди се забележани и во трудот на Xia и сор.⁶⁸ кај премолари, како и во истражувањето на Silva и сор.¹²¹, кое ги опфатило максиларните премолари — во двата случаи не е забележана значајна разлика во квалитетот на полнењето помеѓу минимално инвазивниот и традиционалниот пристап.

Спротивно на тоа, во истражувањето на Rovera и сор.⁶³, кај инцизиви третиран со минимален пристап, биле забележани празнини во полнењето. Исто така, Lima и сор.⁵⁶ кај мандибуларни молари покажале дека ултраконзервативниот пристап бил поврзан со поголемо присуство на празнини во полнењето во споредба

со традиционалните методи. Присуството на празнини во внатрешноста на каналното полнење може да овозможи задржување на микроорганизми и штетни супстанции, што може негативно да влијае врз ефикасноста на ендодонтскиот третман ¹²².

Во некои студии, како што се истражувањата на Barbosa и сор.⁵³, Lima и сор.⁵⁶ и Pereira и сор.⁶⁰, покрај намалениот квалитет на полнењето на каналите кај минимално инвазивниот пристап, било забележано и присуство на остатоци од материјалот за полнење во пулпната комора. Овие остатоци можат негативно да влијаат на естетиката на забот и со тек на време да доведат до појава на дисколорација на коронката ^{97, 123}.

Очекувано е резултатите во литературата да се разликуваат, а тоа може да се должи на повеќе различни фактори. Еден од често занемарените аспекти е токму морфологијата на забот. Со цел да се зголеми точноста и валидноста на добиените податоци, одделни студии препорачуваат при избор на примероци да се земат предвид и внатрешните и надворешните морфолошки карактеристики на забот.

Во одредени студии не е прецизирано на кој начин биле избрани забите за испитување ^{54, 47, 124, 78} додека во други истражувања примероците биле селектирани врз основа на надворешните димензии на забите и/или анализа на конвенционални радиографски снимки.^{41, 55, 59, 61, 67}

Се смета дека најсигурен критериум за селекција на заби е употребата на micro-CT технологијата, бидејќи овозможува детална и прецизна проценка и на надворешната и на внатрешната анатомија на забот. Овој метод е применет во девет студии, во кои не била забележана разлика во отпорноста на фрактура помеѓу забите со различни типови на пристапни кавитети.^{52, 53, 60, 62, 63, 121, 69}

Покрај недостигот на усогласеност на експерименталните примероци во одредени студии, некои автори истакнуваат дека резултатите би биле поизедначени доколку експерименталните и контролни групи биле внимателно усогласени врз основа на морфолошките карактеристики на забите, возраста на примероците и условите на нивното чување. Според Versiani и сор.¹²⁵, контролната група има клучна улога во секое научно истражување, бидејќи овозможува проверка на точноста на добиените податоци и служи како референтна вредност за споредба со резултатите од експерименталните групи.

Како методолошки недостаток се истакнува неземањето предвид на староста на забите, како и условите на чување (вид на раствор и времетраење на чување) по екстракцијата, што е важно за изборот на примероците во експерименталните и контролни групи. Студијата на Agola и сор. ¹²⁶ нагласува дека цврстината на

дентинот кај помлади лица (17–30 години) е значително поголема во споредба со дентинот кај постари лица (50–80 години).

Меѓу дополнителните методолошки недостатоци коишто треба да се земат предвид се и фактот дека кај некои експериментални групи каналите не биле соодветно исполнети или обработени, додека кај одредени примероци не била извршена реставрација со реставративни материјали, за разлика од други студии каде што забите биле реставрирани. Исто така, за проценка на отпорноста на фрактура биле користени различни тестови, вклучувајќи статички, динамички и термомеханички тестови. Топлинското и механичкото циклирање служат за симулација на функцијата на цвакање и природниот процес на стареење во усната шуплина.

Некои студии користеле напредни методи, како што е анализата со конечно-елементски метод (FEA), кој овозможува виртуелна реконструкција на забот и симулација на механичко оптоварување, претставувајќи потенцијално решение за претходно наведените методолошки недостатоци.

Според Costa и сор.¹²⁷, основната цел на ендодонтската пристапна препарација е да се овозможи непречен влез на инструментите во каналниот систем. Ефикасноста на овој процес во голема мера зависи од добрата визуелизација на каналите, бидејќи без адекватен преглед можно е одредени канали да останат неоткриени, што може негативно да влијае на исходот од ендодонтската терапија. Во студијата на Silva и сор.⁶⁹ се истакнува дека искусен клиничар, со примена на соодветна опрема како што е дентален микроскоп и ултразвучни продолжетоци, може успешно да ги лоцира каналите дури и при ограничено работно поле кое е карактеристично за контрахирањето на пристап. Сепак, примената на овој пристап во секојдневната клиничка пракса може да биде отежната, бидејќи бара висок степен на стручност, време, посветеност, како и конкретни услови – вклучувајќи ја клиничката слика на забот, присуството на кариозна лезија и состојбата на околните ткива.

И во здравствената заштита, како и во ендодонцијата, важно е да се воспостави рамнотежа помеѓу отстранувањето на забното ткиво (биолошка цена) и постигнувањето на ефикасна дезинфекција на каналите (терапевтска корист). Иако минимално инвазивниот пристап има за цел зачувување на што е можно поголем дел од цврстата забна супстанција, често се занемарува значењето на целосната дезинфекција на каналите, што може негативно да влијае врз крајниот исход на терапијата. Се верува дека помалото губење на дентин придонесува за поголема механичка отпорност на забот, но голем број истражувања укажуваат дека ваквиот пристап не е доволно поткрепен со цврсти научни докази ⁶⁹.

ЦЕЛИ НА ИСПИТУВАЊЕТО

Тенденцијата на современата медицина е во насока на минимален инвазивен третман што е добро прифатено, но и целосно научно поткрепено. И во ендодонцијата се следат тие чекори, па препарирањето на минимален пристапен кавитет е една од главните теми во областа.

Оваа процедура има за цел да го максимизира зачувувањето на дентинското ткиво. Оваа идеја е поддржана бидејќи се смета дека е ефикасен начин за намалување на фреквенцијата на фрактури на забите по третманот.

Целта на оваа студија беше:

- да се спореди *in vitro* фрактурна отпорност на интактни молари во споредба со заби кои се ендодонтски третирани;
- да се спореди *in vitro* фрактурна отпорност на ендодонтски третирани и реставрирани заби со традиционален ендодонтски пристап (ТЕП) и конзервативен ендодонтски пристап (КЕП),
- да се спореди можноста за лоцирање на влезовите на коренските канали,
- да ја спореди можноста за правилно обликување и оптурација на коренските канали,
- да се провери дали постои разлика помеѓу традиционалниот (ТЕП) и конзервативниот (КЕП) пристап во однос на хомогеноста на полнењето, должината на полнењето во различни сегменти на каналот (коронарен, среден и апикален дел на забот),
- да се провери дали типот на кавитет традиционалниот (ТЕП) и конзервативниот (КЕП) пристап влијае на квалитетот на ендодонтското полнење во различни проекции на забот, односно во вестибуларно-оралната и мезиодисталната проекција кај обработените заби.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

За потребите на овој магистерски труд беа искористени 35 екстрахирани долни трајни молари. Испитување се изврши на интактни заби, без присуство на кариозни лезии со целосно формиран апекс и без историја на ендодонтски третман. До испитувањето, забите беа дезинфицирани, потопени и чувани во дестилирана вода на температура од 4°C.

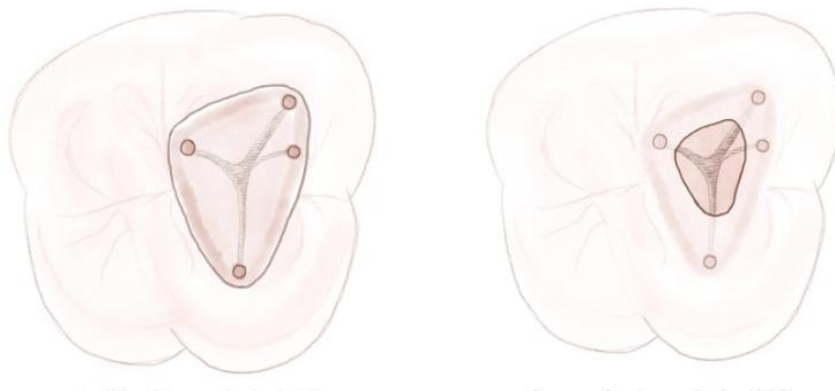
По случаен избор забите беа поделени во 2 испитувани групи кои се состоеја од 15 заби и една контролна група од 5 заби. Групите се разликуваа според обликот на пристапниот кавитет: I група- беше направен традиционален пристапен кавитет според Шилдеровите препораки, група II – беше препариран конзервативен пристапен кавитет.

Група 1 - традиционални пристапен кавитет (ТПК): Покривот на комората на пулпата беше целосно отстранет за да се овозможи непречен пристап до орифициумот на коренскиот канал. Во оваа група на заби беше целосно отстранет покривот на пулпата, што овозможи одлична видливост на влезовите на коренските канали на пулпата, без разлика колкав дел од структурата на забот требаше да биде „жртвуван“. Кај моларите се пристапи од оклузалната површина на забот. Подготовката на пристапен кавитет се изведе со помош на високотуражна машина и со округли дијамантски борер. По отстранувањето на тврдата забна супстанција, подготовката во дентинот се изведе со употреба на тркалезни и фисурни челични борери.

Група 2 -конзервативен пристапен кавитет (КПК): Кај забите од оваа група се пристапи исто од централната фисура со турбина и кружен дијамантски борер, а до влезовите на коренските канали вршехме проширување само по потреба, при што максимално го чувавме покривот на пулпината комора, а се отстрануваше само колку да се забележат и отворот влезовите на коренските канали, но без отстранување целосно на ткивото преку нив. За ова проширување исто користевме фисурни челични борери.

Контролната група се состоеше од пет интактни молари, според критериумот за вклучување.

По откривање на отворите на главни коренски канали, во сите групи, ендодонскиот третман ќе биде ист, односно обработката на коренски канали ќе биде идентична.



Слика 1: а) традиционален ендодонтски пристап, б) конзервативен пристап

Првично, проодноста на коренските канали и glide path го направивме со К-тип #10 (Dentsply/Maillefer Instruments S.A., Ballaigues, Швајцарија) додека врвот на инструментот не се забележеше на излезот од апикалниот отвор. Обработката на каналите беше извршена со машинска инструментација (Woodpeckerendo Radar Plus - Desk-Type Brushless Endomotor) и системот на канални турпии Azure (Endostar). За време на ендодонтски третман, како средство за иригација беше користен 2,5 % натриум хипохлорит кој наизменично беше депониран со помош на ProRinse странично вентилирани 30-G игли (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa). По подготовката, каналите беа дополнително иригирани со 17% EDTA и истата беше оставена во каналот 2 мин. Со по 2 ml дестилирана вода во секој канал се отстрани EDTA, а каналите беа исушени со стерилни хартиерни апсорбенти. Коренските канали беа наполнети со материјал за дефинитивно полнење и гутаперка штифтови. За полнење употребивме PD Swiss EndoFill Dental Root Filling Material (прашок + ликвид) според упатствата на производителот.

По дефинитивно полнење на коренски канали поставивме дефинитивна композитна реставрација Evetric Refill туба (Ivoclar Vivadent), ќе ја поставувавме во слоеви со максимална дебелина од 2 mm или 1,5 mm, а исто така го користевме Evetric Bond адхезивен систем. За полимеризација се употребуваше лед-ламба Bluephase Style M8 (Ivoclar) со интензитет $800 \text{ mW/cm}^2 \pm 10 \%$

По завршување на целата постапка, за да утврдиме колкави се можностите за правилна обработка на коренските канали во двете групи со различните пристапни кавитети, забите ги снимавме со рендген апарат во две проекции: вестибуло-орално и мезиодистално. Преку снимките ја проценувавме: формата на обработениот канал, исполнетоста на коренските канали со полнењето и должината на исполнетост.

По 24 часа, примероците беа извадени од водена бања и поставени во подготвени калапи. За изработка на калапите беше користен Eksmal 1 (слика2), еднокомпонентен прашкаст материјал на база на цемент, карактеризиран со висок модул на еластичност. Материјалот беше измешан со соодветно количество вода за да се добие хомогена и соодветна конзистенција, погодна за фиксирање на забите до коренскиот дел. Подготвените примероци потоа се чуваа на собна температура со 100 % влажност до моментот на спроведување на тестирањето, со цел цементната маса да се стврдне правилно.



Слика 2: Материјал на база на цемент

Тестирањето беше изведено во лабораторијата „Геодизајн инженеринг“ (Скопје, РС Македонија). За потребите на истражувањето беше користена универзална тест-машина Full Automatic CBR Testing Profi x6 Plus (Yüksel Kaya Makina, Анкара, Турција) (слика 3), со можност за детекција на притисок до 50 kN. Примероците беа изложени на статички притисок, при што беа поставувани под прав агол. Компресивната сила дејствуваше вертикално врз забот, преку металниот потиснувачки овален дел на машината, сè додека не дојде до фрактура. Во моментот на пукање на забот, притисокот нагло опаѓаше. Вредностите на притисокот во моментот на фрактура беа прикажани на екранот на машината во единицата kgF, а за потребите на истражувањето резултатите беа претворени во њутни (N).



Слика 3: Универзална тест-машина



Слика 4: Заб поставен во универзална
тест машина

Секој заб од испитуваните, како и од контролната група, беше поставен во универзалната тест-машина (слика 4), при што се мереше максималното оптоварување потребно за да се предизвика фрактура на забот, која беше евидентирана и визуелно (слика 5, 6).

Над центарот на примерокот се аплицираше товар врз примерокот со брзина од $0,75 \pm 0,25$ mm/мин. до моментот кога примерокот ја достигнуваше границата на точката на фрактура.

Добиените резултати беа статистички обработени и презентирани.



Слика 5, 6: Фрактура на заб

СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА

Статистичката обработка на податоците добиени од истражувањето беше направена во статистичкиот програм Statistical Package for the Social Sciences programme (SPSS Inc, Chicago, Illinois) верзија 25.0. За тестирање на дистрибуцијата на податоците беше користен Shapiro Wilk's W test.

Добиените податоци се прикажани табеларно и графички. Категориските (атрибутивни) варијабли се прикажани со апсолутни и релативни броеви. Нумеричките (квантитативни) варијабли се прикажани со просек, стандардна девијација, минимални и максимални вредности, медијана и интерквартилен ранг. За компарирање на двете ендодонтски техники беа користени непараметарски тестови за две групи независни примероци (Pearson Chi square test, Fischer exact test и Mann-Whitney U test).

Статистичката сигнификантност беше дефинирана на ниво на $p < 0,05$.

РЕЗУЛТАТИ

Во истражувањето беа анализирани 30 мандибуларни моларни заби, поделени во две групи во однос на користената техника на ендодонски третман во правење на пристапен кавитет:

група А составена од 15 заби со традиционален ендодонски пристапен кавитет;

група Б, составена од 15 заби со конзервативен ендодонски пристапен кавитет.

Испитувањето се однесуваше на:

1. мерење на фрактурната резистенција на забите,
2. квалитетот на постигнатото ендодонска терапија.

За да направиме анализа на квалитетот на ендодонската терапија се задржавме на два параметри кои можат да се забележат на рендгенграфските снимки: хомогеност на полнењето, кое се проценуваше според отсуството или постоење на празнини во самото полнење; апикалното протегање на полнењето, односно должината на полнењето во однос на апикалниот отвор. На секој заб поединечно беа анализирани сите три коренски канали, а секој канал беше поединечно испитан и забележан наодот во однос на третините – коронарна, средна и апикална третина.

1. Хомогеност на полнењето

Коронарна третина Мезиобукален корен

Споредбата на двете ендодонски техники на правење пристапен кавитет во однос на исполнетоста на коронарната третина на мезиобукалниот корен на РТГ-снимка во вестибуло-орален правец не се потврди како статистички сигнификантна ($p=0,169$). Исполнетоста на забите од група А почесто од забите од група Б беше без празнини - 13 заби (86,67 %) vs 10 заби (66,67 %), мали неправилности почесто беа забележани кај забите од група Б - 5 заби (33,33 %) vs 1 заб (6,67%), големи неправилности беа детектирани само кај 1 заб (6,67 %) од група А. Овие опишани разлики меѓу забите со техника на традиционален и конзервативен пристапен кавитет не беа доволни да се потврдат и статистички како сигнификантни. (табела 1, слика 1)

Табела 1. Исполнетост на коронарната третина на мезиобукалниот корен/РТГ- снимка во вестибуло-орален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ вестибуло-орален правец				
Мезиобукални корен				
Коронарна третина	група			p-level
	N	А-традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	23	13 (86,67)	10 (66,67)	p=0,169
се забележуваат мали неправилности	6	1 (6,67)	5 (33,33)	
големи празнини или полнењето недостасува	1	1 (6,67)	0	

p(Fisher's exact test)

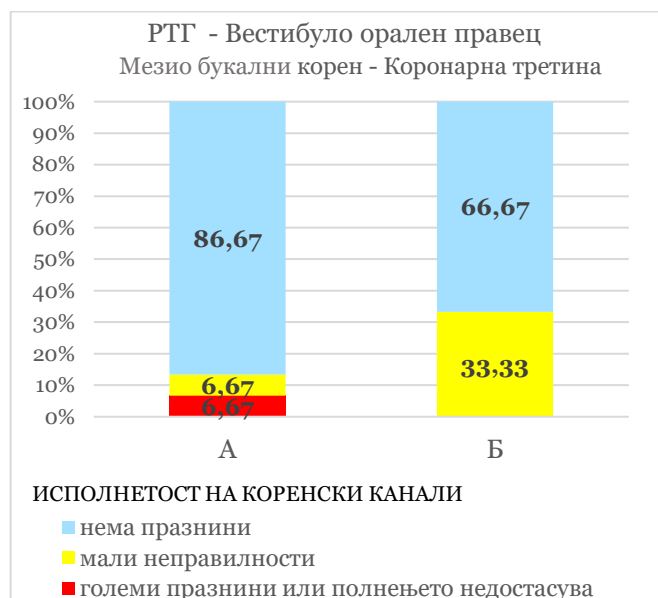


График 1. Графички приказ на исполнетоста на коронарната третина на мезиобукалниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Исполнетоста на коронарната третина на мезиобукалниот корен на РТГ-снимка во мезиодистален правец меѓу двете групи заби третирани со различна ендодонтска техника на правење пристапен кавитет не беше статистички сигнификантно различна ($p=1,0$). Без празнини во исполнетоста беа 8 заби (53,33 %) од група А и 7 заби (46,67 %) од група Б, мали неправилности беа забележани кај 6 заба (40 %) од група А и 7 заба (46,67 %) од група Б, големи неправилности беа детектирани само кај 1 заб (6,67%) поединечно од група А и група Б, и овие разлики беа недоволни за статистичка сигнификантност. (табела 2, слика 2)

Табела 2. Исполнетост на коронарната третина на мезиобукалниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ мезиодистален правец				
Мезиобукални корен				
Коронарна третина	група			p-level
	N	традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	15	8 (53,33)	7 (46,67)	p=1.0
се забележуваат мали неправилности	13	6 (40)	7 (46,67)	
големи празнини или полнењето недостасува	2	1 (6,67)	1 (6,67)	

p(Fisher's exact test)

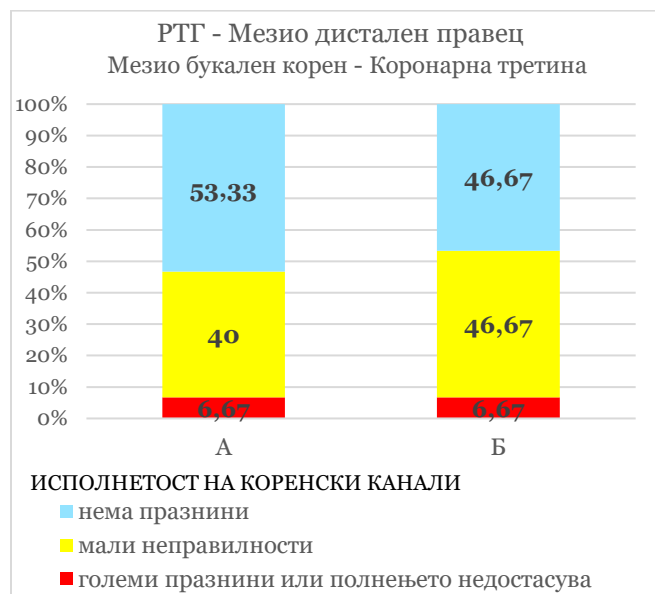


График 2. Графички приказ на исполнетоста на коронарната третина на мезио булакелниот корен/РТГ снимка во мезио - дистален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Иако не беше утврдена статистички значајна разлика меѓу двете групи во мезиобукалниот корен, подобри резултати покажаа забите со традиционален пристап. Малите неправилности почесто се забележуваа на снимките од мезиодистален правец, додека во коронарната третина не беа регистрирани поголеми дефекти, што укажува дека обработката и полнењето на овој дел најчесто се успешни поради поголемата ширина на каналите.

Средна третина мезиобукален корен

На РТГ снимка во вестибуло-орален правец, во средната третина на мезио букален корен во двете групи беше детектирана идентична исполнетост на коренските канали ($p=1,0$): без празнини во исполнетоста кај 9 заби (60%) поединечно во двете групи, со мали неправилности кај 5 заби (33,33 %) поединечно во двете групи, со големи празнини или без полнење кај 1 заб (6,67%) поединечно во двете групи. (табела 3, слика 3)

Табела 3. Исполнетост на средната третина на мезиобукален корен/РТГ снимка во вестибуло-орален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ вестибуло-орален правец				
Мезиобукален корен				
Средна третина	група			p-level
	N	А-традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	18	9 (60)	9 (60)	p=1,0
се забележуваат мали неправилности	10	5 (33,33)	5 (33,33)	
големи празнини или полнењето недостасува	2	1 (6,67)	1 (6,67)	

p(Fisher's exact test)



График 3. Графички приказ на исполнетоста на средната третина на мезиобукален корен/РТГ снимка во вестибуло-орален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Кај 7 заба (46,67 %) од група А и 2 заба (13,33 %) од група Б, густината на полнење на средната третина на мезиобукален корен на РТГ-снимка во мезиодистален правец беше без празнини, кај 7 заба (46,67%) од група А и 11 заби (73,33 %) од група Б беа забележани мали неправилности во полнењето, кај 1 заби (6,67 %) од група А и 2 заба (13,33 %) од група Б беше забележано големо присуство на празнини. (табела 4, слика 4)

Статистичка несигнификантна беше разликата во исполнетоста на забите во средната третина на мезиобукалниот корен на РТГ-снимка во мезиодистален правец во зависност од типот на ендодонтскиот третман на правење пристапен кавитет ($p=0,129$). (табела 4)

Табела 4. Исполнетост на средната третина на мезиобукален корен/РТГ снимка во мезиодистален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ мезиодистален правец				
Мезиобукален корен				
Средна третина	група			p-level
	N	традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	9	7 (46,67)	2 (13,33)	p=0,129
се забележуваат мали неправилности	18	7 (46,67)	11 (73,33)	
големи празнини или полнењето недостасува	3	1 (6,67)	2 (13,33)	

p(Fisher's exact test)

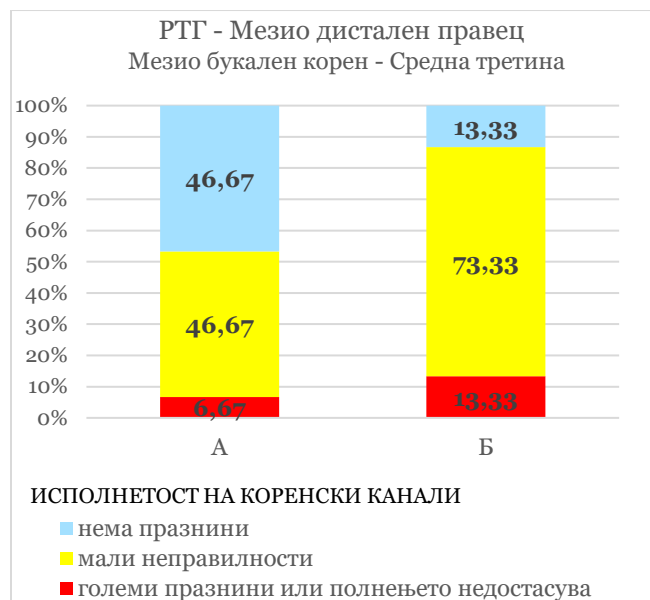


График 4. Графички приказ на исполнетоста на средната третина на мезио букалниот корен/РТГ снимка во мезио - дистален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Во средната третина на мезиобукалниот корен не беше утврдена статистичка значајна разлика меѓу групите, но празнините се појавуваа многу почесто отколку во коронарната третина. Овие неправилности беа особено изразени на мезиодисталните снимки и најчесто се јавуваа во деловите со закривување на коренот.

Апикална третина – мезиобукален корен

Кај 8 заби (53.33%) од група А и 5 заби (33.33%) од група Б, густината на полнење на мезиобукален корен во апикалната третина на РТГ-снимка во вестибуло-орален правец беше без празнини, кај 4 заби (26.67%) од група А и 6 заба (40%) од група Б беа забележани мали неправилности во полнењето, кај 3 заба (20%) од група А и 4 заби (26.67%) од група Б беше забележано големо присуство на празнини. (табела 5, слика 5)

Статистичка несигнификантна беше разликата во исполнетоста на забите во апикалната третина на мезиобукалниот корен на РТГ-снимка во вестибуло-орален правец во зависност од типот на ендодонтскиот третман на правење пристапен кавитет ($p=0,642$). (табела 5)

Табела 5. Исполнетост на апикалната третина на мезиобукален корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ вестибуло-орален правец				
Мезиобукален корен				
Апикална третина	група			p-level
	N	А-традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	13	8 (53,33)	5 (33,33)	p=0.642
се забележуваат мали неправилности	10	4 (26,67)	6 (40)	
големи празнини или полнењето недостасува	7	3 (20)	4 (26,67)	

p(Fisher's exact test)

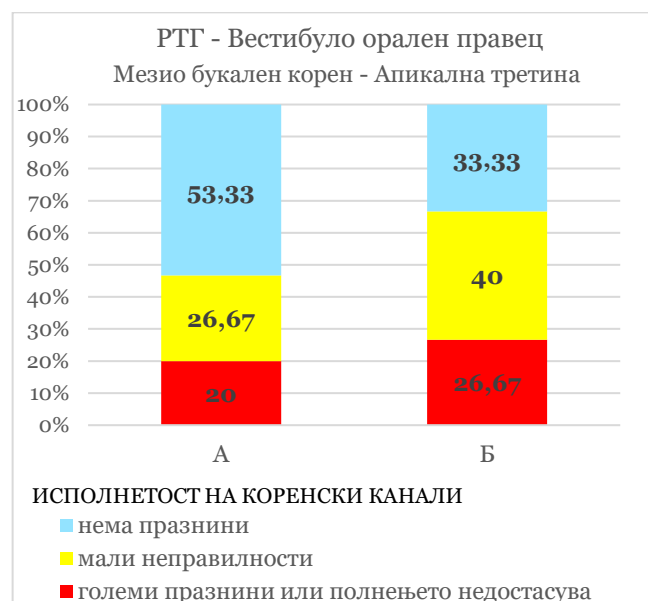


График 5. Графички приказ на исполнетоста на апикалната третина на мезиобукален корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет

Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Статистички несигнификантна беше разликата во исполнетоста на мезиобукалниот корен во апикалната третина, на РТГ-снимка во мезиодистален правец, меѓу забите од двете групи ($p=0,805$). (табела 18)

Кај забите со традиционален ендодонтски пристапен кавитет незначајно почесто од забите со конзервативен ендодонтски пристапен кавитет не беа забележани празнини во исполнетоста – 6 заба (40 %) vs 4 заба (26,67 %), слична беше застапеноста на мали неправилности во двете групи – 6 заба (40 %) vs 7 заба (46,67 %), и слична беше застапеноста на големо присуство на празнини во исполнетоста – 3 заба (20 %) vs 4 заба (26,67 %). (табела 6, слика 6)

Табела 6. Исполнетост на апикалната третина на мезиобукалниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ мезиодистален правец				
Мезиобукален корен				
	група			p-level
Апикална третина	N	традиционален ендодонтски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонтски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	10	6 (40)	4 (26,67)	p=0,805
се забележуваат мали неправилности	13	6 (40)	7 (46,67)	
големи празнини или полнењето недостасува	7	3 (20)	4 (26,67)	

p(Fisher's exact test)

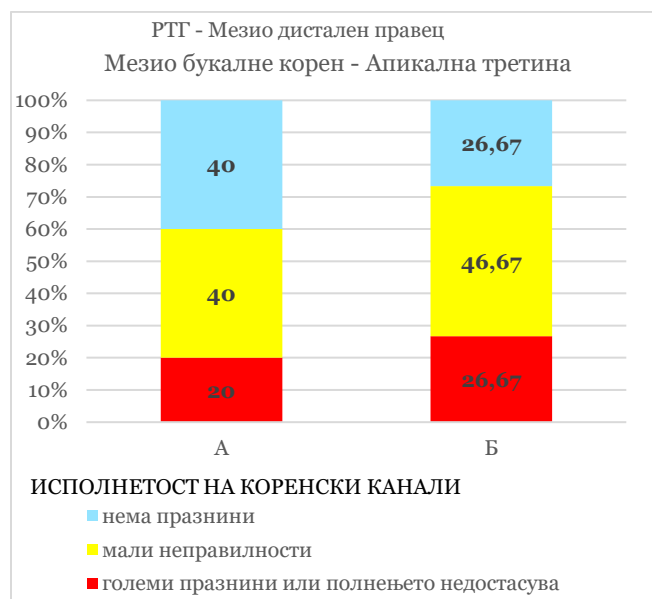


График 6. Графички приказ на исполнетоста на апикалната третина на мезиобукалниот корен/РТГ снимка во мезиодистален правец

А - традиционални ендодонтски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонтски пристапен кавитет

Во апикалната третина не беше утврдена статистички значајна разлика во квалитетот на каналното полнење помеѓу традиционалниот и конзервативниот пристап. И во двете групи се забележуваат поголем број празнини и непотполно полнење. Интересно е што не се воочува значајна разлика помеѓу проценките добиени од вестибуло-оралната и мезиодисталната проекција, што може да се објасни со фактот дека каналите во апикалниот дел најчесто имаат заоблена форма. Комплексната анатомска структура на апексот ја отежнува хомогената кондензација на материјалот и го ограничува формирањето на јасно изолирани празнини.

Коронарна третина - мезиолингвален корен

Исполнетоста на коронарната третина на мезиолингвалниот корен на РТГ-снимка во вестибуло-орален правец не зависеше сигнификантно од типот на ендодонски третман ($p=1,0$) и беше идентична во двете групи: најчесто со еднаква густина на полнење на коренот без празнини - 8 заба (53,33 %) поединечно во двете групи, со неравномерна густина на полнење на коренот со мало присуство на празнини - 6 заби (40,0%) поединечно во двете групи, со неравномерна густина на полнење на коренот со големо присуство на празнини - 1 заб (6,67 %) поединечно во двете групи. (табела 7, слика 7)

Табела 7. Исполнетост на коронарната третина на мезиолингвалниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ вестибуло-орален правец				
Мезиолингвален корен				
Коронарна третина	група			p-level
	N	А-традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	16	8 (53,33)	8 (53,33)	p=1,0
се забележуваат мали неправилности	12	6 (40)	6 (40)	
големи празнини или полнењето недостасува	2	1 (6,67)	1 (6,67)	

p(Fisher's exact test)

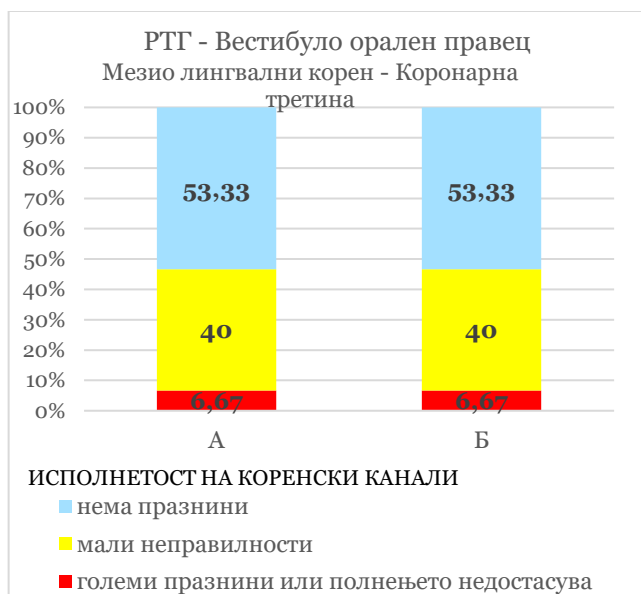


График 7. Графички приказ на исполнетоста на коронарната третина на мезиолингвалниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

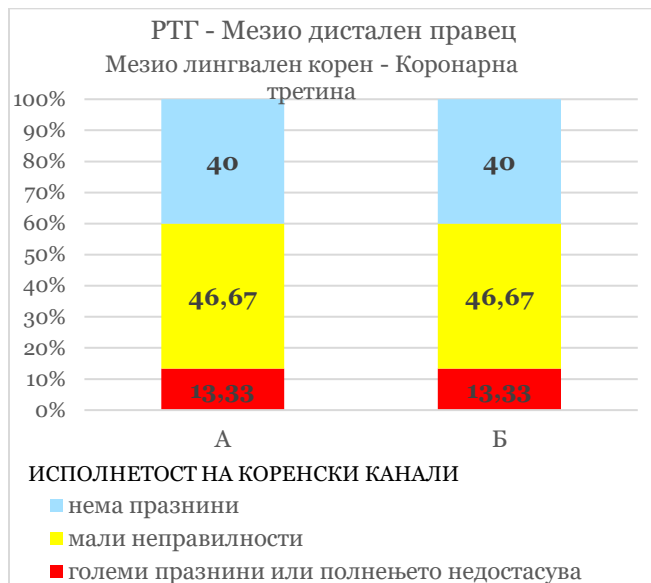
А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Исполнетоста на забите на РТГ снимка во мезио-дистален правец, во коронарната третина на мезио лингвален корен не зависеше сигнификантно од типот на ендодонски третман ($p=1,0$) и беше идентична во двете групи: 6 (40 %) заба поединечно во двете групи со еднаква густина на полнење на коренот без празнини; 7 (46,67 %) заба поединечно во двете групи со нерамномерна густина на полнење на коренот со мало присуство на празнини; 2 заба (13,33 %) поединечно во двете групи, со нерамномерна густина на полнење на коренот со големо присуство на празнини. (табела 8, слика 8)

Табела 8. Исполнетост на коронарната третина на мезиолингвалниот корен/РТГ снимка во мезиодистален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ мезиодистален правец				
Мезиолингвален корен				
Коронарна третина	група			p-level
	N	традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	12	6 (40)	6 (40)	p=1,0
се забележуваат мали неправилности	14	7 (46,67)	7 (46,67)	
големи празнини или полнењето недостасува	4	2 (13,33)	2 (13,33)	

p(Fisher's exact test)



А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

График 8. Графички приказ на исполнетоста на коронарната третина на мезиолингвалниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

Нема статистички значајна разлика во квалитетот на полнењето помеѓу двете групи. Подобрите резултати беа забележани на снимките од вестибуло-орален правец, додека на мезиодисталните снимки се забележа поголем број празнини кај двете групи.

Средна третина – мезиолингвален корен

Во средната третина на мезиолингвален корен, РТГ снимката во вестибуло-орален правец детектираше 7 заба (46,67 %) од група А и 8 заба (53,33 %) од група Б без празнини во исполнетоста на коренот, 5 заба (33,33 %) поединечно од група А и група Б со мали неправилности во исполнетоста, 3 заба (20%) од група А и 2 заба (13,13 %) од група Б со големи празнини во исполнетоста на коренот или без полнење. (табела 9, слика 9)

Согласно добиените резултати од статистичката анализа, видот на ендодонтски третман немаше сигнификантно влијание на исполнетоста на средната третина на мезиолингвалниот корен на РТГ-снимка во вестибуло-орален правец ($p=1.0$). Густината на полнење на коренските канали кај забите третиран со техника на традиционален и конзервативен ендодонтски пристапен кавитет беше слична. (табела 9)

Табела 9. Исполнетост на средната третина на мезиолингвалниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ вестибуло-орален правец				
Мезиолингвален корен				
Средна третина	група			p-level
	N	А-традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	15	7 (46,67)	8 (53,33)	p=1,0
се забележуваат мали неправилности	10	5 (33,33)	5 (33,33)	
големи празнини или полнењето недостасува	5	3 (20)	2 (13,33)	

p(Fisher's exact test)

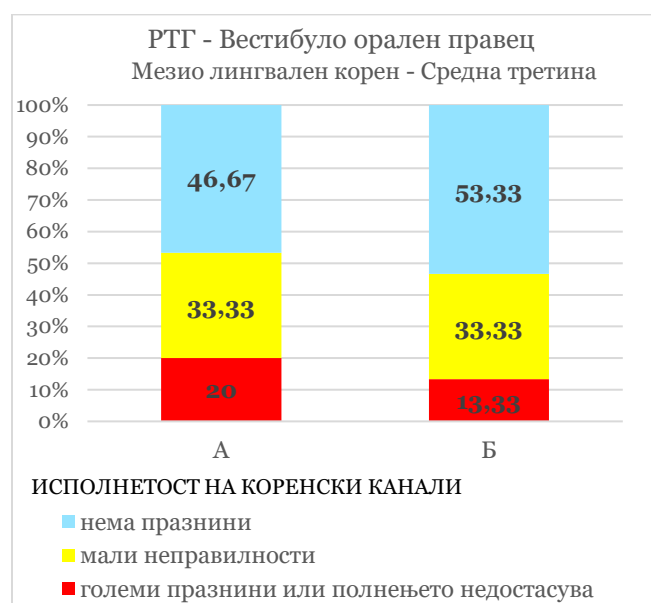


График 9. Графички приказ на исполнетоста на средната третина на мезио лингвален корен/РТГ снимка во вестибуло-орален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Кај 5 заба (33,33 %) од група А и 2 заба (13,33 %) од група Б, густината на полнење на мезиолингвален корен во средната третина на РТГ снимка во мезиодистален правец беше без празнини, кај 7 заби (46,67%) од група А и 10 заби (66,67 %) од група Б беа забележани мали неправилности во полнењето, кај 3 заба (20 %) од група А и исто толку заби од група Б беше забележано големо присуство на празнини. (табела 10, слика 10)

Статистичка несигнификантна беше разликата во исполнетоста на забите во средната третина на мезиолингвалниот корен на РТГ-снимка во мезиодистален правец во зависност од типот на ендодонтскиот третман на правење пристапен кавитет ($p=0,484$). (табела 10)

Табела 10. Исполнетост на средната третина на мезиолингвалниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ мезиодистален правец				
Мезиолингвален корен				
Средна третина	група			p-level
	N	традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	7	5 (33.33)	2 (13.33)	p=0,484
се забележуваат мали неправилности	17	7 (46.67)	10 (66.67)	
големи празнини или полнењето недостасува	6	3 (20)	3 (20)	

p(Fisher's exact test)

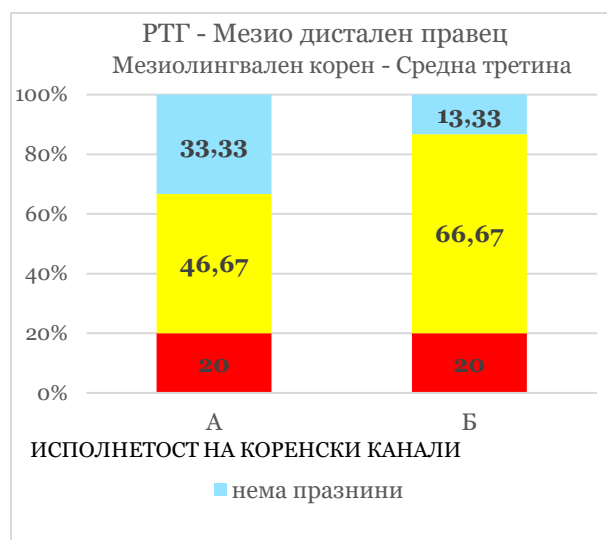


График 10. Графички приказ на исполнетоста на средната третина на мезио лингвалниот корен/РТГ снимка во мезиодистален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Разлика во средната третина кај двете групи на пристапниот кавитет се забележуваа ситни неправилности кај конзервативниот тип и тоа на РТГ-снимката во мезиодистален правец.

Апикална третина – мезиолингвален корен

Споредбата на двете ендодонтски техники во однос на исполнетоста на апикалната третина на мезиолингвалниот корен во вестибуло-орален РТГ правец не се потврди како статистички сигнификантна ($p=1,0$). Идентичен број на заби од група А и од група Б беа без празнини - 5 заба (33,33%) поединечно, мали неправилности незначајно почесто беа забележани кај забите од група Б - 6 заба (40,0 %) vs 5 заба (33,33 %), големи неправилности или недостаток на полнење незначајно почесто кај забите од група А - 5 заби (33,33 %) vs 4 заба (26,67 %) од група Б. Овие опишани разлики меѓу двете групи не беа доволни да се потврдат и статистички како сигнификантни. (табела 11, слика 11)

Табела 11. Исполнетост на апикалната третина на мезиолингвалниот корен/РТГ снимка во вестибуло-орален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ вестибуло-орален правец				
Мезиолингвален корен				
Апикална третина	група			p-level
	N	А-традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	10	5 (33,33)	5 (33,33)	p=1,0
се забележуваат мали неправилности	11	5 (33,33)	6 (40)	
големи празнини или полнењето недостасува	9	5 (33,33)	4 (26,67)	

p(Fisher's exact test)

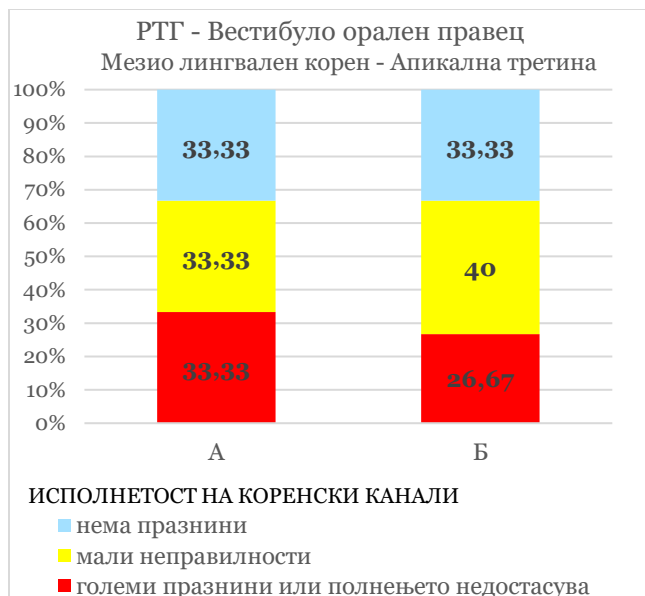


График 11. Графички приказ на исполнетоста на апикалната третина на мезио лингвалниот корен/РТГ снимка во вестибуло-орален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Во апикалната третина на мезиолингвалниот корен, РТГ-снимката во мезиодистален правец детектираше 3 заба (20 %) од група А и 2 заба (13,33 %) од група Б без празнини во исполнетоста на коренот, 6 заба (40 %) од група А и 8 заба (53,33 %) од група Б со мали неправилности во исполнетоста, 6 заби (40%) од група А и 5 заба (33,13 %) од група Б со големи празнини во исполнетоста на коренот или без полнење. (табела 12, слика 12)

Согласно добиените резултати од статистичката анализа, видот на ендодонтски третман немаше сигнификантно влијание на исполнетоста на забите во апикалната третина на мезиолингвалниот корен на РТГ снимка во мезиодистален правец ($p=0,796$). Густината на полнење на коренските канали кај забите третирани со техника на традиционален и конзервативен ендодонтски пристапен кавитет беше слична. (табела 12)

Табела 12. Исполнетост на апикалната третина на мезиолингвалниот корен/РТГ снимка во мезиодистален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ мезиодистален правец				
Мезиолингвален корен				
Апикална третина	група			p-level
	N	традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	5	3 (20)	2 (13,33)	p=0,796
се забележуваат мали неправилности	14	6 (40)	8 (53,33)	
големи празнини или полнењето недостасува	11	6 (40)	5 (33,33)	

p(Fisher's exact test)

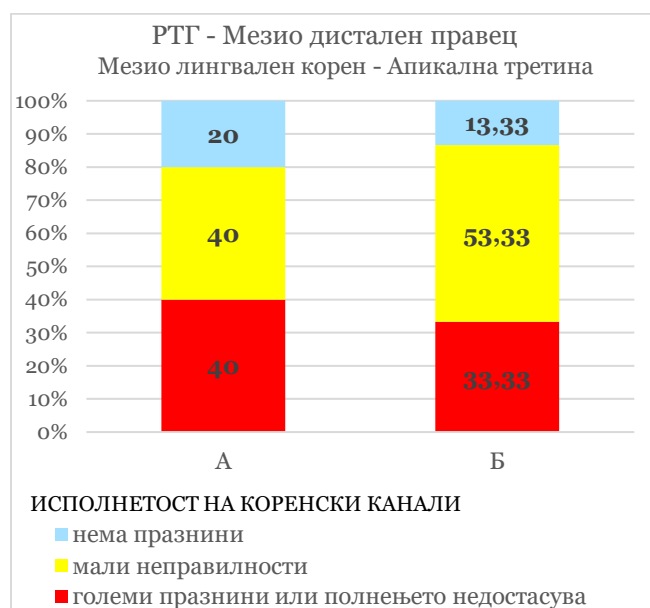


График 12. Графички приказ на исполнетоста на апикалната третина на мезиолингвалниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Во апикалната третина статистички не беше утврдена значајна разлика меѓу двете групи. Кај традиционалниот пристап, на вестибуло-орална снимка резултатите беа рамномерно распределени, додека на мезиодисталната снимка доминираа големи празнини (40 %). Кај конзервативниот пристап резултатите беа подобри, што веројатно се должи на поголемата суперпозиција на коренските структури во мезиодисталниот правец, особено кај долните молари, што ја отежнува точната проценка на полнењето.

Коронарна третина - Дистален корен

На РТГ-снимка во вестибуло-орален правец, во коронарната третина на дисталниот корен, 9 заба (60%) со традиционален и 8 заба (53,33%) со конзервативен ендодонтски пристапен кавитет имаа еднаква густина на полнење на коренот без празнини, 6 заба (40%) со традиционален и 7 заба (46,67%) со конзервативен ендодонтски пристапен кавитет имаа нерамномерна густина на полнење на коренот со мало присуство на празнини. Не беше потврдена статистичка сигнификантна разлика во исполнетоста на забите во коронарната третина на дисталниот корен на РТГ-вестибуло-орален правец, а во зависност од користената техника на ендодонтски третман на правење пристапен кавитет ($p=0,712$). (табела 13, слика 13)

Табела 13. Исполнетост на коронарната третина на дисталниот корен/РТГ снимка во вестибуло-орален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ вестибуло-орален правец				
Дистален корен				
Коронарна третина	група			p-level
	N	А-традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	17	9 (60)	8 (53.33)	$X^2=0,136$ $p=0,712$
се забележуваат мали неправилности	13	6 (40)	7 (46.67)	

X^2 (Pearson Chi-square)

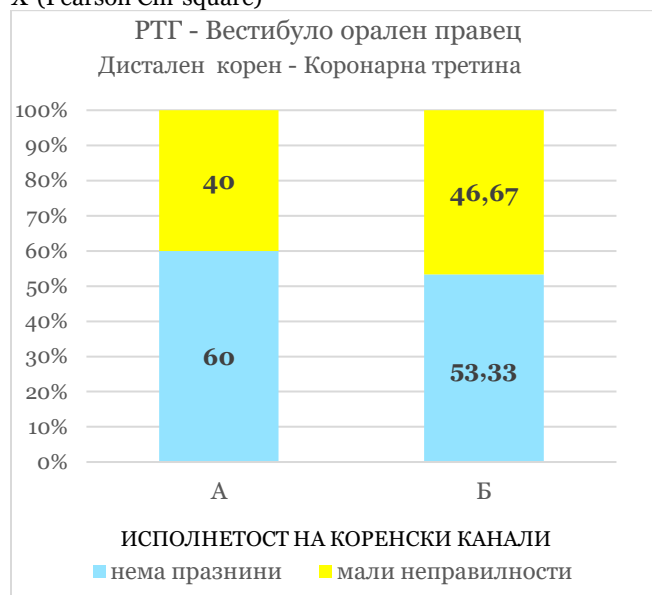


График 13. Графички приказ на исполнетоста на коронарна третина на дисталниот корен/РТГ снимка во вестибуло-орален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Статистички несигнификантна беше исполнетоста на коронарната третина на дисталниот корен во мезиодистални РТГ-правец меѓу забите од двете групи ($p=0,715$); 7 заба (46,67 %) од група А и 8 заба (53,33 %) од група Б немаа празнини во густината на исполнетост, мали неправилности во исполнетоста беа забележани кај 8 заба (53,33 %) од група А и 7 заба (46,67 %) од група Б. (табела 14, слика 14)

Табела 14. Исполнетост на коронарната третина на дисталниот корен/РТГ снимка во мезиодистален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ мезиодистален правец				
Дистален корен				
Коронарна третина	група			p-level
	N	традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	15	7 (46,67)	8 (53,33)	$X^2=0,13$ $p=0,715$
се забележуваат мали неправилности	15	8 (53,33)	7 (46,67)	

X^2 (Pearson Chi-square)

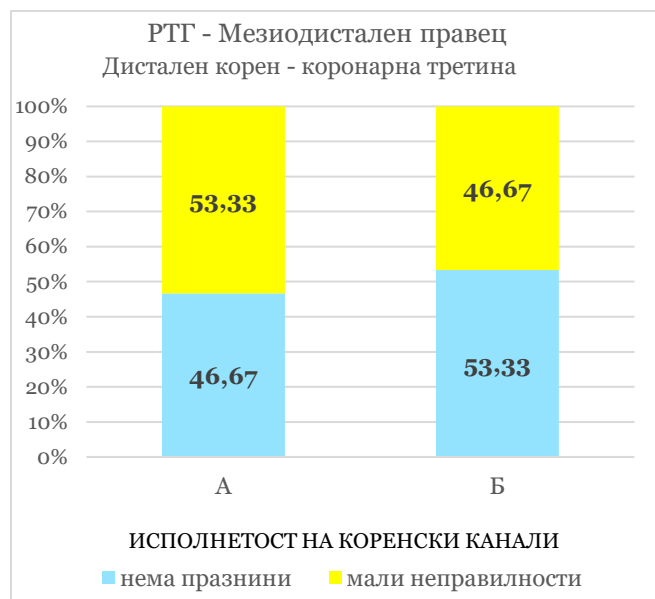


График 14. Графички приказ на исполнетоста на коронарна третина на дисталниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет

Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Статистички не е утврдена значајна разлика меѓу двете групи заби во однос на квалитетот на полнењето, ниту пак во рендгенските проекции во двата правци.

Средна третина – дистален корен

Во средната третина на дисталниот корен, на РТГ-снимка во вестибуло-орален правец, еднаква густина на полнење на коренот почесто беше забележана кај забите од група А – 11 заба (73,33 %) vs 8 заба (53,33 %); мали неправилности почесто беа забележани кај забите од група Б – 7 заба (46,67 %) vs 3 заба (20%); големи празнини беа забележани или полнењето комплетно недостасуваше кај 1 заб (6,67 %) од група А. (табела 15, слика 15)

Тестираната разлика во исполнетоста на средната третина на дисталниот корен во РТГ вестибуло-орален правец, меѓу забите третиран со техника на традиционален и конзервативен ендодонтски пристапен кавитет не беше статистички сигнификантна ($p=0,245$). (табела 15)

Табела 15. Исполнетост на средната третина на дисталниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ вестибуло-орален правец				
Дистален корен				
Средна третина	група			p-level
	N	А-традиционален ендодонтски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонтски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	19	11 (73,33)	8 (53,33)	p=0,245
се забележуваат мали неправилности	10	3 (20)	7 (46,67)	
големи празнини или полнењето недостасува	1	1 (6,67)	0	

p(Fisher's exact test)

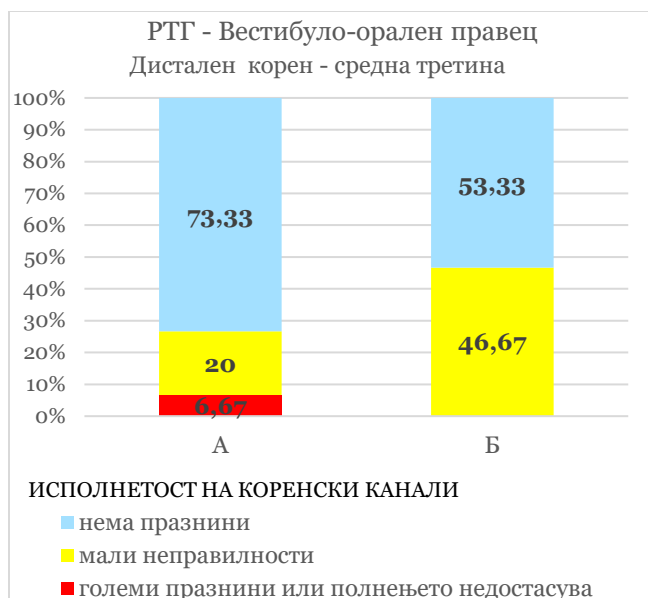


График 15. Графички приказ на исполнетоста на средната третина на дисталниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Споредбата на двете ендодонтски техники во однос на исполнетоста на средната третина на дисталниот корен во мезиодистален РТГ правец не се потврди како статистички сигнификантна ($p=0,264$). Исполнетост без празнини почесто беше регистрирана кај забите од А - 8 заба (53,33 %) vs 5 заба (33,33%), мали неправилности почесто беа забележани кај забите од група Б - 9 заба (60,0%) vs 4 заба (26,67 %), големи празнини или отсуство на полнење почесто кај забите од група А – 3 заби (20 %) vs 1 заб (6,67 %). Опишаните разлики меѓу двете групи заби не беа доволни да се потврдат и статистички како сигнификантни. (табела 16, слика 16)

Табела 16. Исполнетост на средната третина на дисталниот корен/РТГ снимка во мезиодистален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ мезиодистален правец				
Дистален корен				
Средна третина	група			p-level
	N	традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	13	8 (53,33)	5 (33,33)	p=0,264
се забележуваат мали неправилности	13	4 (26,67)	9 (60)	
големи празнини или полнењето недостасува	4	3 (20)	1 (6,67)	

p(Fisher's exact test)

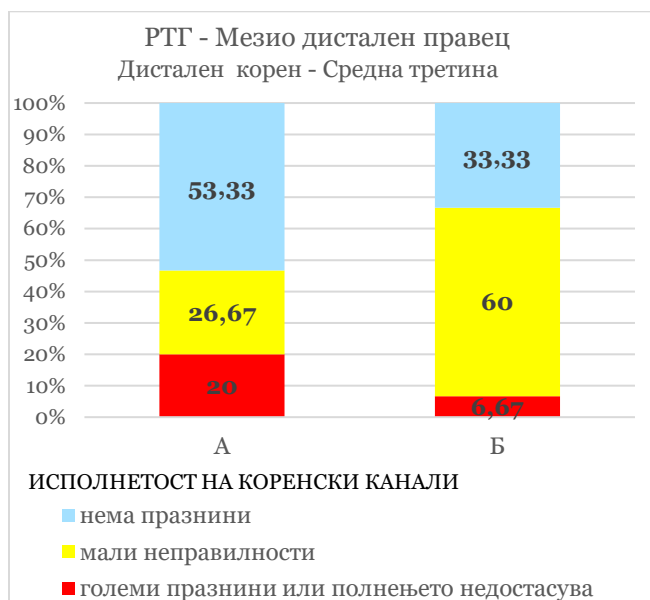


График 16. Графички приказ на исполнетоста на средна третина на дисталниот корен/РТГ снимка во мезиодистален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Забележано е дека кај традиционалниот пристап во средната третина на каналите се појавуваат поголеми празнини. Снимките што клинички ги гледаме можат да дадат поинакви податоци, што може да отстапува од реалната состојба, што потврдиме со рендген-снимките во мезиодистална проекција. Постои значајна разлика во квалитетот на полнењето кога се споредуваат снимките во вестибуло-орална и мезиодистална проекција. Кај конзервативниот пристап добиени се нешто послаби резултати во однос на квалитетот на полнењето, но таа разлика не беше статистички значајна. Нехомогености или помали неправилности во полнењето се јавуваат кај двата типа пристап, при што најголем степен на неправилности беше забележан во апикалната третина, а најуспешни резултати во коронарната третина на каналот. Кај пошироките канали нехомогеноста е поизразена, па затоа во такви случаи не се препорачува примена на single-cone техника, бидејќи остава преголеми празнини, за разлика од потесните канали каде што оваа техника е поприфатлива.

Апикална третина – дистален корен

Статистички несигнификантна беше разликата во исполнетоста на апикалната третина на дисталниот корен во РТГ вестибуло-орален правец, меѓу забите од двете групи ($p=0,134$). (табела 17)

Кај забите со традиционален ендодонтски пристапен кавитет незначајно почесто од забите со конзервативен ендодонтски пристапен кавитет не беа забележани празнини во исполнетоста – 10 заба (66,67 %) vs 5 заба (33,33 %), незначајно поретко беа детектирани мали неправилности – 5 заба (33,33 %) vs 8 заба (53,33 %). Големо присуство на празнини во исполнетоста беа забележани само кај забите од групата со конзервативен ендодонтски пристапен кавитет – 2 заба (13,33%). (табела 17, слика 17)

Табела 17. Исполнетост на апикалната третина на дисталниот корен/РТГ снимка во вестибуло-орален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ вестибуло-орален правец				
Дистален корен				
Апикална третина	група			p-level
	N	А-традиционален ендодонтски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонтски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	15	10 (66,67)	5 (33,33)	p=0,134
се забележуваат мали неправилности	13	5 (33,33)	8 (53,33)	
големи празнини или полнењето недостасува	2	0	2 (13,33)	

p(Fisher's exact test)

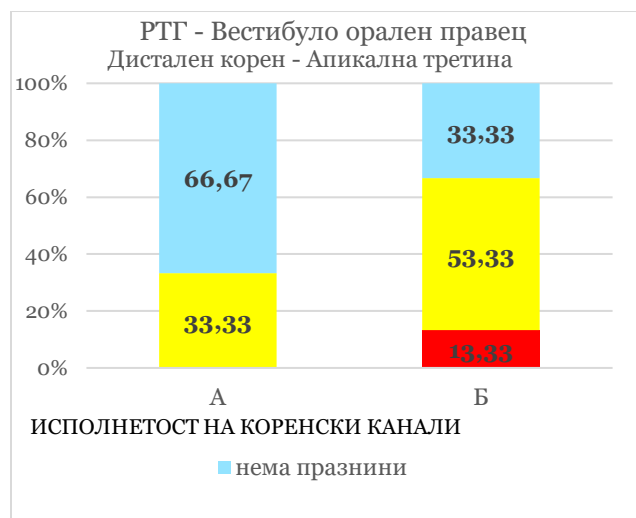


График 17. Графички приказ на исполнетоста на апикална третина на дисталниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

А - традиционални ендодонтски пристапен кавитет

Б - конзервативен ендодонтски пристапен кавитет

На РТГ снимка во мезиодистален правец, во апикалната третина на дисталниот корен, 7 заби (46,67 %) со традиционален и 3 заба (20 %) со конзервативен ендодонтски пристапен кавитет имаа еднаква густина на полнење на коренот без празнини, 7 заба (46,67%) со традиционален и 10 заби (66,67 %) со конзервативен ендодонтски пристапен кавитет имаа нерамномерна густина на полнење на коренот со мало присуство на празнини, 1 заб (6,67%) со традиционален и 2 заба (13,33 %) со конзервативен ендодонтски пристапен кавитет имаа нерамномерна густина на полнење на коренот со големо присуство на празнини. Не беше потврдена статистичка сигнификантна разлика во исполнетоста на забите во апикалната третина на дисталниот корен на РТГ-снимка во мезиодистален правец, а во зависност од користената техника на ендодонтски третман на правење пристапен кавитет ($p=0,408$). (табела 18, слика 18)

Табела 18. Исполнетост на апикалната третина на дисталниот корен/РТГ снимка во мезиодистален правец

ИСПОЛНЕТОСТ НА КОРЕНСКИ КАНАЛИ				
РТГ-мезиодистален правец				
Дистален корен				
Апикална третина	група			p-level
	N	традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
нема празнини	10	7 (46,67)	3 (20)	p=0,408
се забележуваат мали неправилности	17	7 (46,67)	10 (66,67)	
големи празнини или полнењето недостасува	3	1 (6,67)	2 (13,33)	

p(Fisher's exact test)

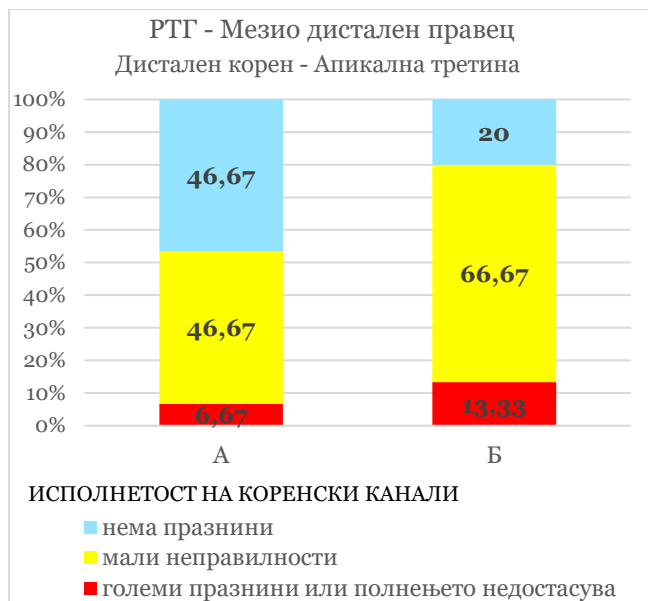


График 18. Графички приказ на исполнетоста на апикална третина на дисталниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет

Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Кај конзервативниот пристап е забележан послаб квалитет на полнењето во апикалната третина, но разликата во споредба со традиционалниот пристап не беше статистички значајна. Ова може да се должи на потешките услови за соодветна обработка во апикалниот дел, како и на ограничениот пристап што го отежнува постигнувањето на хомогено и квалитетно полнење.

Одонтометрија

На РТГ-снимка, во вестибуло-орален правец, должината на полнење на мезиобукалниот корен не беше сигнификантно различна кај двете групи заби ($p=0,375$). (табела 10)

Должина на полнење $\leq 0,5$ mm беше измерено кај 4 заба (26,57 %) од група А и 6 заба (40 %) од група Б; должина на полнење од 0,6 до 1,5 mm беше измерено кај 3 заба (20 %) од група А и исто толку заби од група Б; должина на полнење ≥ 2 mm кај 3 заба (20 %) од група А и 5 заба (33,33 %) од група Б; преполнето полнење на коренскиот канал беше регистрирано кај 5 заба (33,33 %) од група А и 1 заб (6,67 %) од група Б. Опишаните разлики во должината на полнење меѓу забите третирани со две различни ендодонтски техники на правење пристапен кавитет не беа доволни за статистичка сигнификантност. (табела 19, слика 19)

Табела 19. Должина на полнење на мезиобукалниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

ДОЛЖИНА НА ПОЛНЕЊЕ СПОРЕД КОРЕНСКИОТ КАНАЛ РТГ вестибуло-орален правец				
МЕЗИО БУКАЛЕН КОРЕН	група			p-level
	N	А-традиционални ендодонски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
0 – 0.5 mm	10	4 (26,67)	6 (40)	$p=0,375$
0.6 – 1.5 mm	6	3 (20)	3 (20)	
≥ 2 mm	8	3 (20)	5 (33,33)	
преполнето	6	5 (33,33)	1 (6,67)	

p(Fisher's exact test)

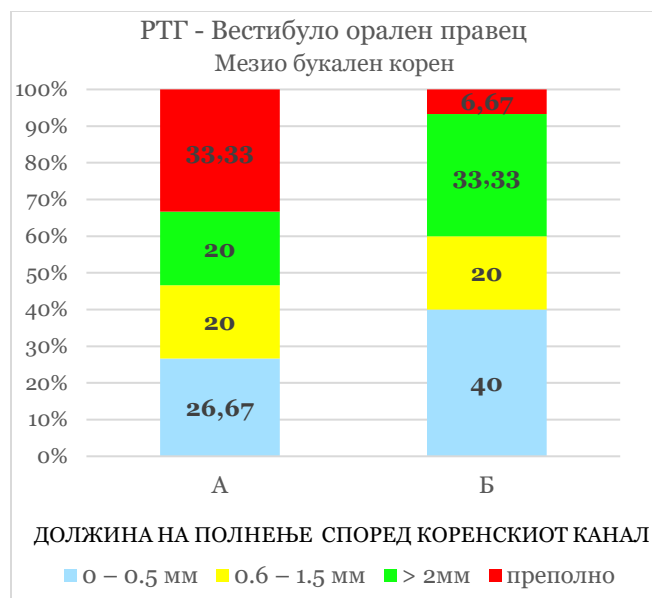


График 19. Графички приказ на исполнетоста на мезиобукалниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

На РТГ-снимка во мезиодистален правец, должината на полнење на мезиобукалниот корен не беше сигнификантно различна кај двете групи заби ($p=0,695$). (табела 20)

Должина на полнење $\leq 0,5$ mm беше измерено кај 6 заба (40 %) од група А и 7 заба (46,67 %) од група Б; должина на полнење од 0,6 до 1,5 mm беше измерено кај 1 заб (6,67 %) од група А и 2 заби (13,33 %) од група Б; должина на полнење ≥ 2 mm кај 3 заба (20 %) од група А и 4 заби (26,67 %) од група Б; преполнето полнење на коренскиот канал беше регистрирано кај 5 заба (33,33%) од група А и 2 заба (13,33%) од група Б. Опишаните разлики во должината на полнење меѓу забите третирани со две различни ендодонтски техники на правење пристапен кавитет не беа доволни за статистичка сигнификантност. (табела 20, слика 20)

Табела 20. Должина на полнење на мезиобукалниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

ДОЛЖИНА НА ПОЛНЕЊЕ СПОРЕД КОРЕНСКИОТ КАНАЛ РТГ мезиодистален правец				
МЕЗИО БУКАЛЕН КОРЕН	група			p-level
	N	традиционални ендодонски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
0 – 0,5 mm	13	6 (40)	7 (46,67)	p=0,695
0,6 – 1,5 mm	3	1 (6,67)	2 (13,33)	
≥ 2 mm	7	3 (20)	4 (26,67)	
преполно	7	5 (33,33)	2 (13,33)	

p(Fisher's exact test)

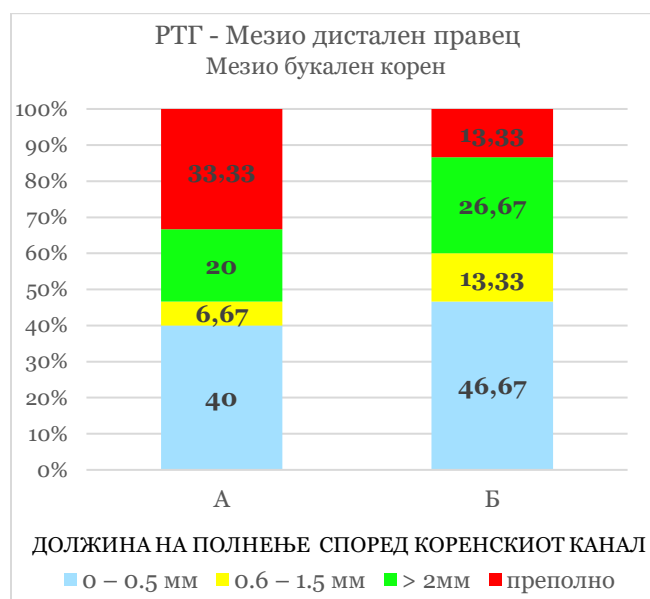


График 20. Графички приказ на исполнетоста на мезиобукалниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Должината на каналните полнења беше нешто подобра кај конзервативниот пристап во споредба со традиционалниот, иако разликата не достигна статистичка значајност. Причината може да биде подобрата насоченост на инструментите и прецизната контрола на работната должина кај конзервативниот пристап поради зачуваната анатомија на каналите.

Должина на полнење на мезиолингвалниот корен $\leq 0,5$ mm на РТГ-снимка во вестибуло-орален правец имаа 5 заба (33,33 %) од група А и 6 заба (40 %) од група Б; должина на полнење од 0,6 до 1,5 mm имаа 2 заба (13,33 %) од група А и 3 заба (20 %) од група Б; должина на полнење ≥ 2 mm имаа 4 заба (26,67 %) од група А и 5 заба (33,33 %) од група Б; преполнето полнење имаа 4 заба (26,67 %) заба од група А и 1 заб (6,67 %) од група Б. (табела 21, слика 21)

Разликите меѓу двете групи заби во однос на застапеноста на полнењето на мезиолингвалните корени што завршува до радиографскиот врв, завршува пократко од радиографскиот врв, завршува кратко од радиографскиот врв и завршува преку радиографскиот врв, не беа доволни да се потврдат и статистички како сигнификантни ($p=0,671$). (табела 21)

Табела 21. Должина на полнење на мезиолингвалниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

ДОЛЖИНА НА ПОЛНЕЊЕ СПОРЕД КОРЕНСКИОТ КАНАЛ РТГ вестибуло-орален правец				
МЕЗИО ЛИНГВАЛЕН КОРЕН	група			p-level
	N	А-традиционални ендодонски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
0 – 0,5 mm	11	5 (33,33)	6 (40)	p=0,671
0,6 – 1,5 mm	5	2 (13,33)	3 (20)	
≥ 2 mm	9	4 (26,67)	5 (33,33)	
преполнето	5	4 (26,67)	1 (6,67)	

p(Fisher's exact test)

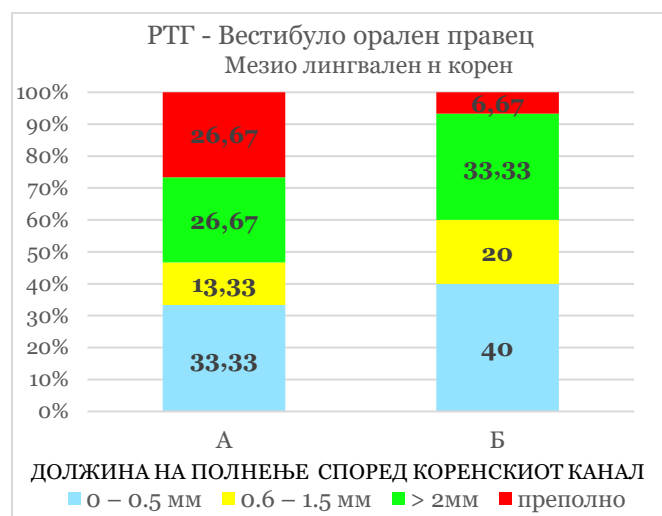


График 21. Графички приказ на исполнетоста на мезиолингвалниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Разликите меѓу двете групи заби во однос на модалитетите на должината на полнење на мезио лингвалните корени: завршува до радиографскиот врв, завршува пократко од радиографскиот врв, завршува кратко од радиографскиот врв и завршува преку радиографскиот врв во РТГ-мезиодистален правец не беа статистички сигнификантно различни ($p=0,794$). (табела 22)

Кај 3 заба (20 %) од група А и 4 заба (26,67 %) од група Б должината на полнење на мезиолингвалниот корен беше $\leq 0,5$ mm, кај 4 заба (33,33 %) од група А и 3 заба (20%) од група Б должината на полнење беше од 0,6 до 1,5 mm, кај четири заба (26,67%) од група А и 6 заба (40 %) од група Б должината на полнење беше ≥ 2 mm,; преполнето полнење имаа 4 заба (26,67%) од група А и 2 заба (13,33%) од група Б. (табела 22, слика 22)

Табела 22. Должина на полнење на мезиолингвалниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

ДОЛЖИНА НА ПОЛНЕЊЕ СПОРЕД КОРЕНСКИОТ КАНАЛ РТГ мезиодистален правец				
МЕЗИОЛИНГВАЛЕН КОРЕН	група			p-level
	N	традиционални ендодонски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
0 – 0,5 mm	7	3 (20)	4 (26.67)	p=0,794
0,6 – 1,5 mm	7	4 (26,67)	3 (20)	
> 2 mm	10	4 (26,67)	6 (40)	
преполно	6	4 (26,67)	2 (13,33)	

p(Fisher's exact test)

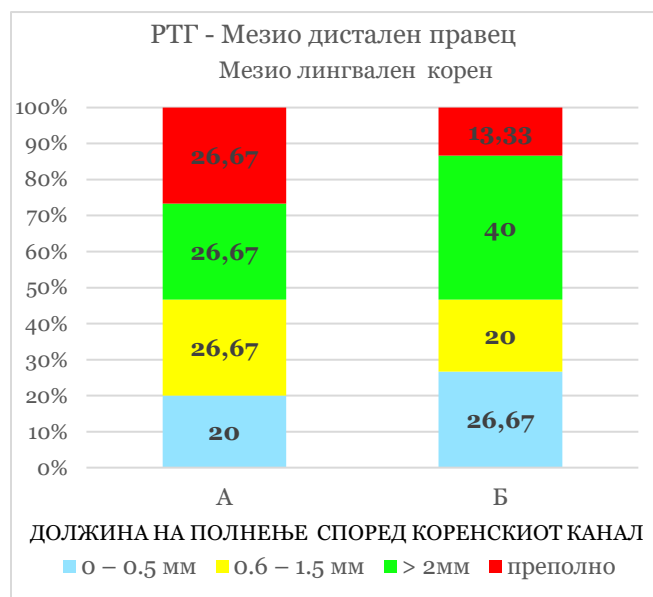


График 22. Графички приказ на исполнетоста на мезиолингвалниот корен/РТГ, РТГ-снимка во мезиодистален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Нема статистички значајна разлика во должината на полнењето меѓу конзервативниот и традиционалниот пристап. Сепак, кај традиционалниот пристап се забележува мал процент на случаи каде што полнењето го надминало апексот, што може да се објасни со поширок пристап и поголема отвореност на каналот, што го отежнува прецизното регулирање на работната должина на инструментите.

На РТГ-снимка во вестибуло-орален правец, во групата заби со техника на традиционален ендодонтски пристапен кавитет, доминираа заби со прифатливо полнење на дисталниот корен, односно должината на полнење е до 0,5 mm – 11 заба (73,33%); кај останатите четири заба (26,67 %) од оваа група беше регистрирано преполнето полнење. Во групата заби со техника на конзервативен ендодонтски пристапен кавитет осум заба (53,33 %) имаа прифатливо полнење; три заба (20 %) имаа кратко-недоволно полнење на дисталниот корен, со должина на полнење од 0,6 до 1,6 mm; еден заб (6,67 %) имаа кратко-недоволно полнење на дисталниот корен, со должина на полнење ≥ 2 mm; три заба (20%) имаа преполнето полнење. (табела 23, слика 23).

Статистичката анализа овие разлики во должината на полнење на дисталниот корен во зависност од ендодонтската техника на пристапен кавитет не ги потврди како сигнификантни ($p=0,242$). (табела 23)

Табела 23. Должина на полнење на дисталниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

ДОЛЖИНА НА ПОЛНЕЊЕ СПОРЕД КОРЕНСКИОТ КАНАЛ				
РТГ вестибуло-орален правец				
ДИСТАЛЕН КОРЕН	група			p-level
	N	А-традиционални ендодонски пристапен кавитет n (%)	Б-конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
0 – 0,5 mm	19	11 (73,33)	8 (53,33)	p=0,242
0.6 – 1,5 mm	3	0	3 (20)	
≥ 2 mm	1	0	1 (6,67)	
преполно	7	4 (26,67)	3 (20)	

p(Fisher's exact test)

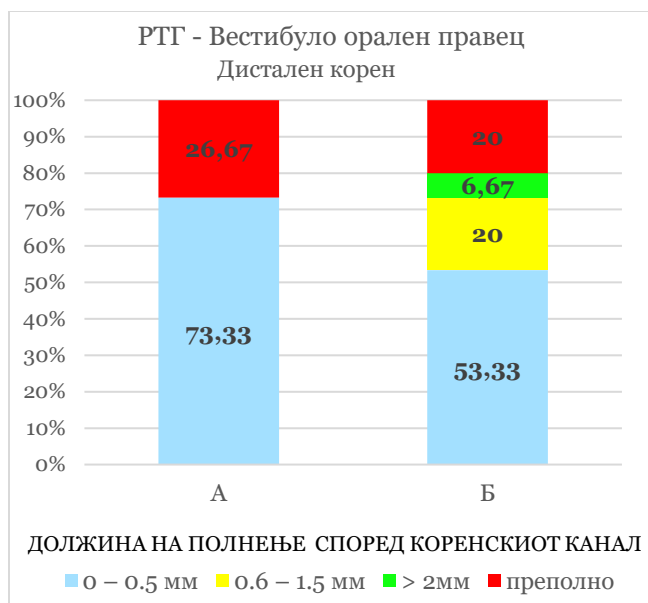


График 23. Графички приказ на исполнетоста на дисталниот корен/РТГ-снимка во вестибуло-орален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Кај забите третирани со техника на традиционален ендодонтски пристапен кавитет на РТГ-снимка во мезиодистален правец, почесто од забите третирани со техника на конзервативен ендодонтски пристапен кавитет полнењето на дисталниот корен беше прифатливо, со должина на полнење до 0,5 – осум заба (53,33 %) vs шест заба (40%) и почесто беше преполнето – пет заба (33,33 %) vs три заба (20 %); во оваа група заби поретко од забите третирани со техника на конзервативен ендодонтски пристапен кавитет регистриравме кратко-недоволно полнење на дисталниот корен, со должина на полнење од 0,6 до 1,6 mm – 2 заба (13,33 %) vs четири заба (26,67 %). Кратко-недоволно полнење на дисталниот корен, со должина на полнење ≥ 2 mm беше регистрирано само кај два заба (13,33%) третирани со техника на конзервативен ендодонтски пристапен кавитет. (табела 24, слика 24)

Статистичката анализа овие разлики во должината на полнење на дисталниот корен во зависност од ендодонтската техника на пристапен кавитет не ги потврди како статистички сигнификантни ($p=0,502$). (табела 24)

Табела 24. Должина на полнење на дисталниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

ДОЛЖИНА НА ПОЛНЕЊЕ СПОРЕД КОРЕНСКИОТ КАНАЛ РТГ мезиодистален правец				
ДИСТАЛЕН КОРЕН	група			p-level
	N	традиционален ендодонски пристапен кавитет n (%)	конзервативен ендодонски пристапен кавитет n (%)	
0 – 0.5 mm	14	8 (53,33)	6 (40)	p=0,502
0,6 – 1,5 mm	6	2 (13,33)	4 (26,67)	
> 2 mm	2	0	2 (13,33)	
Преполно	8	5 (33,33)	3 (20)	

p(Fisher'exact test)

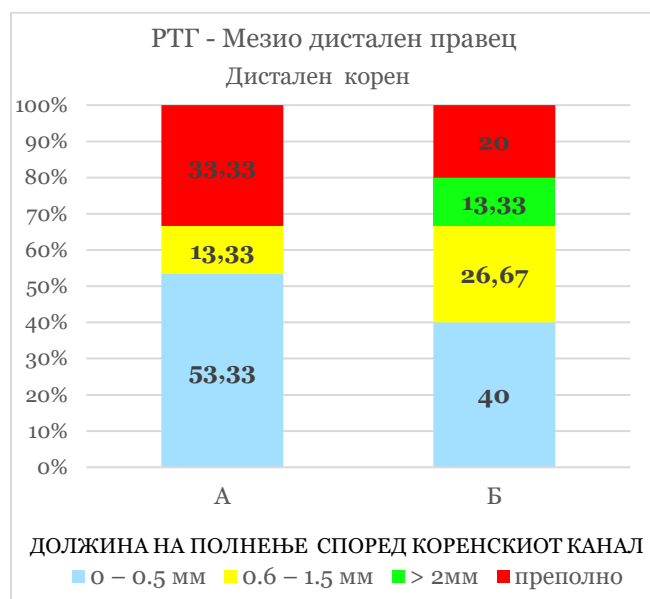


График 24. Графички приказ на исполнетоста на дисталниот корен/РТГ-снимка во мезиодистален правец

А - традиционални ендодонски пристапен кавитет
Б - конзервативен ендодонски пристапен кавитет

Кај дисталниот корен нема статистички значајна разлика во должината на полнењето меѓу традиционалниот и конзервативниот пристап. Сепак, кај традиционалниот пристап полнењата беа претежно соодветни или малку преполнети, што може да се објасни со поголемата ширина на каналите. Кај конзервативниот пристап се појавуваше поголема варијабилност (соодветно, недоволно, преполнети) поради потесниот и ограничен пристап којшто ја отежнува контролата на работната должина.

Кршливост

Во групата заби третирани со техника на традиционален пристапен кавитет просечната кршливост изнесуваше $1573,33 \pm 716,6$ N, со минимална и максимална кршливост од 700 и 3400 N; во групата заби третирани со техника на конзервативен пристапен кавитет просечната кршливост изнесуваше $2650,0 \pm 1206,9$ N, со минимална и максимална кршливост од 1000 и 4500 N. Кај 50 % заби од групата А беше измерена кршливост поголема од 1500 N (медијана 1500), додека кај 50 % заби од група кршливоста беше поголема од 2500 N (медијана 2500). (табела 25, слика 25)

Двете групи заби сигнификантно се разликуваа во однос на кршливоста на забите ($p=0,0135$), која се должи на значајно поголема кршливост на забите третирани со техника на конзервативен ендодонтски пристапен кавитет. (табела 25)

Табела 25. Кршливост на заби – традиционален vs конзервативен ендодонтски пристапен кавитет

КРШЛИВОСТ НА ЗАБИ				
група	статистички параметри			
	N	mean $\pm$ SD	min- max	median (IQR)
традиционални ендодонски пристапен кавитет	15	$1573,33 \pm 716,6$	700 – 3400	1500(1100-1800)
конзервативен ендодонски пристапен кавитет	14	$2650,0 \pm 1206,9$	1000 – 4500	2500(1600-3300)
контролна група	5	3998 ± 1531	1270 – 4820	4600 (4500–4800)
p-value	Z=2,47 *p=0,0135			

Z(Mann-Whitney U test)

*sig $p < 0.05$

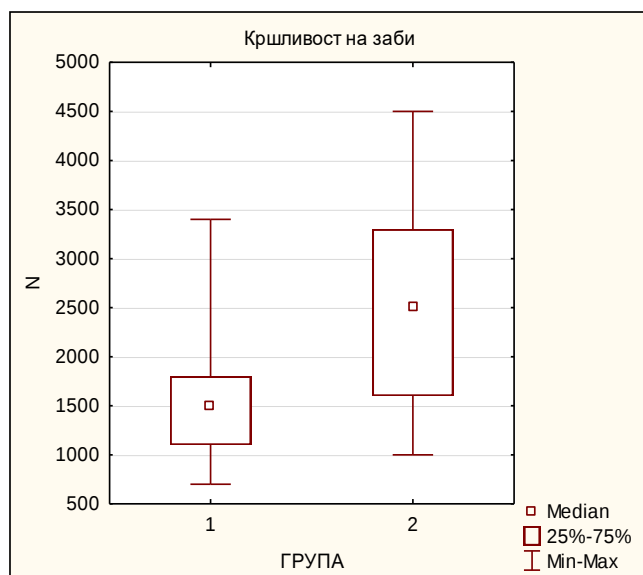


График 25. Графички приказ на кршливоста на забите кај двата ендодонтски третмани

ДИСКУСИЈА

Успехот на ендодонтската терапија не се гледа само во отстранување на болката и елиминација на инфекцијата, туку и во постигнување на долгорочна стабилност и целосна функционалност на третираниот заб. Долгорочниот успех на терапијата зависи од повеќе фактори на кои треба да се обрне внимание за време на изведувањето на постапката – пред сè од начинот на изработка на пристапниот кавитет, чистењето и обликувањето на коренските канали, квалитетното тридимензионално полнење на каналите и секако реставрирањето на забот по терапијата.

Соочени со предизвиците во секојдневната клиничка практика, станува очигледно дека забите на кои е направена ендодонтска терапија често доживуваат фрактури, по што многупати следува екстракција на тој заб. Тоа нè наведе да ја разгледаме можноста дали дизајнот на пристапниот кавитет во ендодонцијата може да има влијание отпорноста кон фрактура. Тргувајќи од оваа клиничка дилема, основната цел на ова истражување беше да се испита дали и до кој степен стеснетиот облик на пристапен кавитет можат да влијаат врз фрактурната резистенција на забот.

Типот на пристапниот кавитет може да варира во од состојбата на забите, возраста на пациентите (секундарен дентин), претходната деструираност на забот, што бара внимателен пристап кон локациите на коренските канали.

Според литературата постојат голем број на „штедливи“ ендодонтски пристапи кои се опишани во областа на минимална инвазивна ендодонција. Elmatary и сор.³⁷ разликуваат седум групи минимално инвазивните трепанациски кавитети: традиционален пристап, конзервативен пристап, конзервативен пристап со дивергентни сидови, ултраконзервативен нинџа пристап, Truss пристап, пристап воден спрема постојниот кариес и пристап кој се базира на претходната реставрација.

Во нашето испитување не се решивме да направиме споредба само на два типа пристапни кавитети – традиционалниот и конзервативниот.

Традиционалниот ендодонтски пристап (ТЕП) е пристапот кој се изучува на стоматолошките факултети и правилата за неговата изработка се опишани многу одамна. Според ТЕП потребно е да се отстрани целиот покрив на пулпината комора, па и да се прошири во правец мезиодистално за да се постигне праволиниски пристап до коренските канали и да се неутрализира кривината која евентуално

постои на коренот. Исто така поволно е што влезовите на коренските канали се сосема видливи и со обична инспекција.

Конзервативниот ендодонтски пристап (КЕП) ја сочувуваат структурата на забот и биомеханичките својства на дентинот. Меѓутоа со овој пристап остануваат поголем процент на недопрени површини на дентинот, дебридменот е покомплициран и останува поголем волумен на резидуален дебрис. Исто така пристапот до влезовите на коренските канали е донекаде индиректен поради преостанатите делови од покривот на пулпината комора.

Се поставува важно прашање: кои се причините за фрактура на забите по ендодонтски третман и што доведува до намалена отпорност на забот и скратување на неговиот функционален век? Еден од клучните фактори кои придонесуваат за фрактури кај забите со ендодонтска терапија е губењето на забна супстанција, која може да биде предизвикана од кариесот и забот кој ќе се третира, а изработката на традиционалниот пристапен кавитет се наведува како втор значаен причинител за таа загуба.¹²⁸ Kishen и сор.³¹ во својата работа нагласува дека губењето на дентин, било да е јатроген или нејатроген по потекло, може да доведе до механичко откажување на забот под влијание на функционалните оптоварувања.

Бидејќи заедничка цел како на клиничарите така и на пациентите е максимално да се продолжи животниот век ендодонтски лекуван заб по отстранувањето на болката и успешната терапија, резултатите од ова истражување имаат посебно значење, што е во согласност со наодите на бројни претходни истражувања кои исто така ја истакнуваат важноста на зачувувањето на забната структура за зголемување на отпорноста на фрактури.

Според достапните податоци во литературата, помеѓу 4,6% до 7,5% од ендодонтски третирани забите, и тоа најчесто моларите и премоларите се екстрахирани во период од 4 до 5 години по терапијата^{129, 130}, при што фрактурите во 47% од случаите се причините за екстракциите^{131, 26}. Овие фрактури често се поврзуваат со значајна загуба на забна супстанција²⁶. За подобра прогноза на ендодонтски третирани молари и премолари се препорачува поставување коронка.

Резултатите од нашето испитување потврдуваат дека забите со конзервативниот ендодонтски пристап покажува значително поголема отпорност на фрактури во споредба со забите со традиционалниот пристап. Просечната сила на кршење кај забите со традиционален пристапен кавитет беа 1573.33N, додека кај забите со конзервативен пристап изнесуваше 2650 N. Анализата на податоците откри статистички значајна разлика во фрактурната отпорност помеѓу забите третирани со избраните два вида пристапни кавитети, при што забите со конзервативни пристапен кавитет покажаа поголема механичка стабилност под оптоварување.

И покрај бројните истражувања, наодите често се контрадикторни. Додека некои истражувања укажуваат на статистички значајна разлика во фрактурната отпорност во корист на КЕП, други не нашле разлика помеѓу конзервативните и традиционалните пристапи. Во литературата има повеќе студии кои ја испитувале отпорност на забите на фрактура. Потврдено е дека минимално инвазивни пристапни кавитети обезбедуваат поголема фрактурна отпорност во споредба со традиционален ендодонтски пристап (ТЕП). Во трудовите на Krishan и сор.²², Plotino и сор.²¹, Makati и сор.⁴⁷, Abou-Elnaga и сор.¹³ и Saberi и сор.⁵⁰.

Добиените резултати од нашето истражување се согласни со наодите на Plotino и сор.²¹, кои покажале дека примена на конзервативен ендодонтски кавитет (КЕК) значително ја зголемува отпорноста на забот на фрактура во споредба со забите кај кои е применет традиционален ендодонтски кавитет (ТЕК). Assif и сор.¹³² покажале дека конзервативниот пристап значително придонесува за зачувување на отпорноста на забот на фрактури, додека Al-Omiri и сор.¹³³ ја нагласил улогата на дизајнот на реставрациите во долгорочната стабилност на забот по терапијата.

Во литературите има испитувања кои сметаат дека податоци кои се разликуваат од нашите, тврдејќи дека фрактурната резистенција не зависи од дизајнот на пристапниот кавитет. На пример, Corsentino и сор.⁴¹ во своето истражување покажале дека типот на пристапниот кавитет сам по себе не е клучен фактор во отпорноста на забот на фрактури. Нашите резултати не беа во согласност ниту со наодите на Moore и сор.⁵⁸, како и со студијата на Rover и сор.⁶², во кои не е утврдена статистички значајна разлика во отпорноста на фрактури меѓу забите со традиционални (ТЕК) и конзервативни (КЕК) пристапни кавитети. Важно е да се напомене дека во двете спомнати студии, како и во нашето истражување, биле испитувани максиларни молари.

Поврзани со нашите наоди се и резултатите од студијата на Krishan и сор.²², во која е покажано дека забите со конзервативни пристапни кавитети (КЕП) имаат значително поголема отпорност на фрактура во споредба со оние со традиционални кавитет (ТЕК), особено кај премоларите и моларите. Исто така, отпорноста на забите третирани со КЕП пристап не се статистички значајно разликувала од отпорноста на нетретираниите, интактни забите. Неопходно е да се напомене дека во нивното испитување, забите по ендодонтска терапија не биле реставрирани, за разлика од нашето истражување каде забите по завршување на ендодонтската терапија ги реставриравме со композитен материјал. Ние сметаме дека со реставрацијата се приближуваме до клиничките услови, каде реставрацијата спаѓа во стандардна процедура по завршена ендодонтска терапија. Сепак, присуството на реставрација може да претставува дополнителен фактор кој влијае на отпорноста на забот на фрактура, со оглед на тоа што современите композитни материјали.

Реставрациите може да ја повратат отпорноста на забот на фрактура до 72% во однос на отпорноста на интактните (нетретираните) забите ¹³⁴. Според Morgano и сор. ³⁶ долгорочниот успех на ендодонтски третирани забите во голема мера зависи од зачувувањето на забната структура и квалитетот на завршната коронарна реставрација. Затоа може да се претпостави дека нашите резултати се делумно условени не само од типот на пристапниот кавитет (КЕП или ТЕП), туку и од влијанието на реставративниот материјал, што треба да се земе предвид при интерпретацијата на биомеханичката отпорност на забот. Сепак, наидуваме на различни мислења, бидејќи Cobankara и сор.¹³⁵ покажале дека ниту една од реставративните техники користени во нивното истражување не успеала целосно да ја обнови фракционата отпорност изгубената за време на подготовката на пристапната кавитација. Во истражувањето на Maske и сор. ⁵⁷ заклучи е дека на фрактурната отпорност на забот не влијае ниту обликот на кавитетот, ниту реставративната постапка.

Интересен е трудот на Özyürek и сор.⁴² во кој авторите истакнуваат дека губитокот на маргиналните сидови, било мезијалниот или дисталниот, како што е кај кариесите од II класа, значително влијае на намалување на фрактурната отпорност на забот, без разлика на големината на отворањето на оклузалната површина, што претставува основна разлика помеѓу ТЕК и КЕК кавитетите. Овие наоди сугерираат дека зачувувањето на забната структура – особено маргиналните сидови и перицервикалниот дентин – има поголемо клиничко значење за отпорноста на забот од самиот избор на дизајн на пристапниот кавитет. Во прилог на ова тврдење е испитувањето на Nagasiri и сор.²⁷ каде се прикажува дека петгодишната стапка на преживување на молари по ендодонтски третман без протетски надомест кај многу оштетени коронки била само 36 %, но со сочувано забно ткиво таа иста стапка се зголемува на 78 %. Реставрациите со директни композити имале подобра стапка на преживување од тие реставрирани со амалгам.

Резултатите на нашето истражување за фрактурната отпорност на забите по минимално инвазивна ендодонтска подготовка укажуваат на одредени сличности, но и разлики во споредба со претходно објавените студии. Со оглед на присутните разлики во литературите, се поставува прашањето што е причината за тие отстапувања. Многу автори сметаат дека можеен причинител лежи во изразените методолошки разлики меѓу спроведените истражувања. ^{21, 41, 50, 62}

Разликите може да се резултат на изборот на забите на пр. молари или премолари или антериорни заби.^{55, 54} Според Kang и сор. ¹³⁶ и Qian и сор.¹³⁷, морфологијата на коронката и коренот се смета за важен ризик-фактор којшто учествува во фрактурата на забот. Иако тоа сè уште не е потврдено, изоставувањето на анатомско совпаѓање на примероците ја доведува во прашање веродостојноста на добиените резултати. Се претпоставува дека фактори како што се волуменот на

пулпарната комора, како и дебелината, висината и вкупниот волумен на преостанатите цврсти забни ткива, можат да имаат значително влијание врз отпорноста на забот на фрактура. Овие параметри можат прецизно да се одредат со користење на микро-СТ технологија, со што се обезбедува сигурна основа за споредба ⁶⁹.

Забележани се варијации во начинот на подготовка и полнење на каналите. Важно е да се нагласи дека сè уште не постои единствен и стандардизиран протокол за подготовка на забите за испитување на фрактурната резистенција. Во некои студии испитувања се правени на празни канали или на нереставрирани заби.^{22, 55, 58, 64} Авторите веројатно сакале да ги елиминираат дополнителните фактори кои би можеле да влијаат на резултатите.

Важен аспект е и начинот на чување на примероците. Забите користени во нашето истражување, како и во студиите на Krishan и сор.²², Moore и сор.⁵⁸, Plotino и сор.²¹, Corsentino и сор.⁴¹ и Sabeti и сор.⁶⁴ по екстракцијата биле чувани во физиолошки раствор на температура од 4°C со цел да се одржи хидратацијата на ткивата. Дехидратацијата на дентинот може негативно да влијае на неговата цврстина и структурен интегритет, што директно влијае на резултатите од испитувањата на фрактурната отпорност.

Разликите во добиените резултати делумно може да се должат на различните методи за испитување на фрактурната отпорност. Во нашето истражување, како и во студиите на Krishan и сор.²² и Moore и сор.⁵⁸, биле применети статички тестови, додека автори како Sabeti и сор.⁶⁴, Corsentino и сор.⁴¹ и Rover и сор.⁶² користеле динамички методи кои пореалистично ги симулираат клиничките услови, како на пример цвакањето.

Начинот на кој се врши екстракцијата на забот исто може да има влијание врз конечните резултати од испитувањето. Силите кои се применуваат при отстранување на забот можат да предизвикаат микрооштетувања што потенцијално влијаат на механичката отпорност на забот при понатамошна анализа. Сепак, за методите кои биле користени при екстракција на заби во достапните студии, не се наведени конкретни податоци.

Врз основа на достапните информации и разликите во применетите методи, може да се заклучи дека *in vitro* студиите имаат одредени ограничувања и не можат во целост да ги реплицираат сите услови кои постојат во усната шуплина, па оттаму не можат да понудат целосно сигурни и конечни резултати кои би ја одразиле клиничката реалност. Отпорноста на оптоварување кај ендодонтски третирани заби зависи од повеќе фактори, вклучувајќи го бројот на соседни заби, бројот на

оклузални контакти, положбата на забот во забната аркада и апикалниот статус – услови кои не можат целосно да се репродуцираат во *in vitro* средина.⁵⁰

На основа добиените податоци и резултати од ова истражување, може да се заклучи дека е можно во одредена мера да се намали кршливоста на ендодонтски третираните заби со зачувување на што поголема количина на забна структура. Ова се постигнува со примена на конзервативни пристапни кавитети (КЕК), користење на инструменти со помал конус при обликувањето на каналите, како и со соодветно надоместување на изгубеното тврдо забно ткиво со соодветни ресторативни материјали. Меѓутоа, важно е да се нагласи дека изборот на видот на пристапната кавитет зависи пред сè од клиничките услови и големината на кариозната лезија. Овие прашања остануваат значајни предизвици во праксата, но како што се гледа од резултатите на ова истражување, изборот на вистинскиот пристап и техники играат клучна улога во долгорочниот успех и зачувување на интегритетот на забот.

Втората цел на ова истражување беше да се утврди дали дизајнот на пристапниот кавитет влијае на квалитетот на успехот на ендодонтската терапија. Имено, како што беше претходно истакнато, успешната ендодонтска терапија не подразбира само сочувување на забот во функција што е можно подолго, туку и правилно изведена обработка и полнење на каналите. Квалитетното полнење на каналите е предуслов за успешно затворање на каналите и спречување на дополнителна микробиолошка контаминација која може да доведе до постоперативни компликации. Со квалитетната ендодонтска терапија се спречува појава на постоперативната болка, како и развој или рецидив на периапикални инфекции. Разбирањето на влијанието на различни дизајни на пристапни кавитети врз оваа важна компонента на терапијата може да придонесе за напредок во ендодонцијата и да ги подобри исходите на лечењето.

Постои дилема дали минимално инвазивните пристапи можат да го компромитираат квалитетот на ендодонтскиот третман (дебридменот, дезинфекцијата и оптурацијата)? Вообичаено е мислењето дека со помал пристапен кавитет сите предуслови за добра ендодонција се намалени. Ова е едно од темите на кои има доста разлики во мислењата.

Постојат повеќе методи со кои може да се процени квалитетот на ендодонтската терапија. Некои од испитувањата се бактериолошки и се однесуваат на детекција на преживеаните бактерии по обработката. Еден од ваквите трудови е оној на Barbosa и сор.⁵³ Кои не нашле разлика во бројот на бактерии кај канали со 3 типа пристапни кавитети- традиционален, конзервативен и Truss, при анализа на нивниот број пред и по обработката. Al-Ani AM и сор.¹³⁸ според направеното *in vivo* испитување, исто така сметаат дека нема разлика во намалување на бактериите кај забите со препариран традиционален или конзервативен пристапен кавитет. Meѓутоа Vieira и сор.⁹⁶ преку qPCR анализа, ги споредуваат забите со

традиционалниот и конзервативниот кавитет и идентификуваат зголемен бактериска број кај конзервативниот.

Друга група испитувања се фокусира на испитување на преостанатиот дебрис во каналите. При анализа на овој параметар во трудовите на Rover и сор.⁶³ и Silva и сор.⁶⁵ не се покажа статистички значајни разлики во бројот на дентински остатоци во коренските канали врз основа на различните техники на пристапни кавитети применети на примероците. Слични резултати биле пронајдени во трудот на Ballester и сор.⁷⁶ кои не покажуваат разлика во преостанатиот дебрис кај претходно споменатите кавитети, но укажуваат дека има статистички поголемо количество на дентински остатоци по обликувањето на каналот доколку е изработен ултралесниот пристапен кавитет.

Квалитетот на ендодонтската терапија сепак најчесто се испитува преку изгледот на оптурацијата во коренските канали. Начините на испитувања се различни - можат да бидат тестови на микропропустливост, компјутерски или микрокомпјутерски испитувања. Во нашето истражување, со цел да утврдиме дали типот на пристапен кавитет влијае на квалитетот на ендодонтската терапија, процената на квалитетот ја вршеме преку изгледот на полнењето преку рендгенграфски снимки, што е всушност и единственото испитување на квалитет кое може да се спроведе во клинички услови. Параметрите кои ги испитувавме беа оние кои можат да се проследат и со клиничките испитувања и тоа: должината на полнењето во однос на апикалниот отвор и постоење на микропорозности, односно хомогеноста на полнењето што говори за правилна обработка и полнење. Како клинички прифатливо и ефикасно полнење го сметавме она кое завршува на 0,5–1,5 mm од апексот, канали каде што не се забележуваше присуство на празнини, со рамномерен конусен облик што ја следи морфологијата на каналот по целата должина – од коронарниот до апикалниот дел.

Имајќи го предвид фактот дека дводимензионалните радиографски снимки имаат свои ограничувања и не овозможуваат прикажување на сите анатомски детали како современите тродимензионални техники, како што е СВСТ, одлучивме секој заб да го снимиме од два правци – вестибуло-орално и мезијалнодистално. На тој начин добивме покомплетни информации за квалитетот на полнењето и ја намаливме можноста за преклопување на анатомските структури, што е честа појава кај стандардните радиографски снимки. Важно е да се напомене дека, со оглед на тоа што нашето истражување беше спроведено *in vitro*, беше можно да се реализира снимање во мезиодистален правец, што во клиничката практика е невозможно да се направи.

Во нашето истражување квалитетот на полнењето го проценувавме и преку детекција на празнини низ полнењето. Присуство на празнини во полнењето беше проценувано поединечно за секоја третина од коренот – коронарна, средна и апикална.

Врз основа на спроведената статистичка анализа, утврдивме дека меѓу испитаните групи нема значајна разлика во однос на квалитетот на ендодонтското полнење на коренските канали, определен преку појава на празнини низ полнењето. Иако резултатите покажаа дека полнењата кај забите со традиционален кавитет се нешто подобри во однос на хомогеноста, разликата не беше статистички сигнификантна.

Слична студија спровеле и Reddy и сор.⁷⁸ кои освен испитување на отпорноста на фрактури, ги испитувале и квалитетот на полнење на каналите кај нееруптирани импактирани трајни молари. Резултатите се приближни до нашите, особено и поради изборот на забите. Во овој труд исто така не беше потврдени статистичка разлика меѓу квалитетот на полнењето кај забите со изработени традиционалниот (ТЕП) и конзервативниот (КЕП) пристапен кавитет, иако авторите користат СВСТ технологија. Нивните резултати целосно се совпаѓаат со нашите и според присуството на празнини во полнењето помеѓу ТЕП и КЕП, особено во апикалната третина. Студијата спроведена од Barbosa и сор.⁵³ се однесува на ефикасноста на инструментацијата на каналите, како и присуството на микроорганизми кај долните молари. Нивните резултати се совпаѓаат со нашите во делот што се однесува на квалитетот на полнењето на каналите, каде што не беше утврдена значајна разлика во присуството на празнини помеѓу традиционалниот (ТЕП) и конзервативниот (КЕП) пристап.

Сепак постојат и автори кои укажуваат дека конзервативниот пристапен кавитет го спречува соодветното полнење на коренските канали. Rover и сор.⁶² наоѓаат пропорционално многу повеќе празнини во полнењето кај коренските канали со конзервативниот пристап, во однос на тие со традиционалниот. Слични наоди прикажува и студијата на Pereira и сор.⁶⁰ спроведена на максиларни премолари. И во овој труд беше забележано присуство на празнини во полнењето, како и остатоци од материјал во пулпната комора кај забите третирани со конзервативниот пристап.

Освен разликата меѓу двете испитувани групи кои се однесуваат на забите каде е изработен различен пристапен кавитет, нашите резултати покажуваат и некои други особености на полнењето.

Појавата на празнини во форма на меурчиња е честа компликација за време на воведувањето на полнењата со помош на шприц или лентула. По вметнувањето на главниот гутаперка конус, заробениот воздух во апикалниот дел често се останува во самото полнење или се прераспределува во други делови од каналот¹³⁹. Овие празнини се класифицирани како отворени или затворени, секоја со различни клинички импликации. Отворените празнини се особено негативни по значењето и претставуваат простори во полнењето на коренскиот канал кои комуницираат директно со сидовите на дентинот или надворешната средина. Овие празнини можат да послужат како канали за навлегување на бактерии и движење на течности, што потенцијално го зголемува ризикот од реинфекција, коронарна

микропропусност и апикален пародонтитис. Присуството на празнини во полнењето може да доведат до реинфекција или да ја влошат прогнозата на лекувањето. Особено неповолен прогностички значај имаат празнините што се наоѓаат во апикалната и средната третина од каналот, додека забите со празнини во коронарниот дел или без празнини имале подолг период на опстанок ¹⁴⁰.

Во студијата на Silva и сор. ⁶⁵ се истакнува дека според досегашните наоди, обликот на коренскиот канал во попречен пресек може да има значајно влијание врз успешното ендодонтско полнење, а тоа исто така претставува предизвик при отстранувањето на материјалот од пулпната комора кај забите каде што е применет минимално инвазивен пристап.

Во однос на испитувањата по третини во нашата студија, најмалку празнини беа најдени во коронарната третина од коренските канали, нивниот број постепено расте во средната третина, и најмногу неправилности имаше во апикалната третина, а разликата беше сигнификантна. Овој наод е во согласност со наодите на Arvaneh и сор. ¹⁴¹ кои ги потврдуваат нашите резултати. Feng и сор. ¹³⁹ исто така наоѓа сигнификантна разлика помеѓу заробените меурчиња во полнењето во однос на нивната распределба меѓу третините на коренските канали. Причината за овој наод најверојатно се должи на фактот дека конструкцијата на ротационите инструменти е таква што најголема коничност има во коронарната третина. Резултатите сугерираат дека препарацијата особено во апикалниот регион треба да биде дополнително третирана или со рачни инструменти или со пошироки ротациони инструменти. Овој наод ја нагласува важноста од избор на соодветни инструменти приспособени на почетните анатомски состојби, со што би се подобрила оптурацијата на коренскиот канал и би се обезбедило висококвалитетно и трајно запечатување.

При споредба на снимките направени од мезиодистален и вестибуло-орален правец на забите се утврди дека полош изглед полнењата имаат на мезиодисталните снимки. Појава на неправилностите и празнините се забележува многу повеќе на снимките од мезио-дистален правец, што беше особено видливо кај пошироките дистални канали. Причината веројатно е техниката на полнење со една гутаперка колче кое остава можност голем дел од волуменот на каналот да биде исполнет со цементот за оптурација, во кои се задржуваат меурчињата на воздух. Колку рендгенграфските снимки се неверодостојни и дека не ја прикажуваат анатомијата и терапијата на коренските канали говори и испитувањето на Кагобаг и сор. ¹⁴² кој врши споредба меѓу откривањето и идентификација на каналите со 2D радиографија и микро-КТ снимањето. Тие укажуваат на ограничувањата на 2D радиографиите во прецизно идентификување на конфигурациите на коренските канали. Но исто така посочуваат дека класичните снимки се најдостапните во клиничката пракса, но притоа треба да се води сметка за ангулацијата на проекцијата на РТГ-зракот како би ги подобриле сознанијата за нашата терапија. Микро-КТ обезбедува висока точност во

идентификувањето на конфигурациите на коренскиот канал, не може да се користи клинички поради високата доза на зрачење и долгото време на изложеност. Иако и микро-КТ и СВСТ се тродимензионални модалитети на снимање, тие служат за различни намени.

Исто така, во рамките на истражувањето ја проценуваме должината на полнењето во однос на радиографскиот апекс. Бројни студии покажале дека соодветното полнење на коренскиот канал се дефинира кога завршува на 0,5–1 mm од апекс. Секое отстапување од оваа должина може значително да влијае врз неуспехот на терапијата. Нашите резултати покажаа дека и во однос на правилно одредената должина типот на пристапен кавитет нема сигнификантно влијание. Сепак иако разликата не беше сигнификантна, кај забите со традиционалниот кавитет имаше многу почесто наоди на преполнети канали, особено кај палатиналниот, а со конзервативниот на недополнети канали.

Еден од поважните аспекти поврзани со полнењето на каналите е присуството на материјал за полнење во пулпната комора кај забите третирани со КЕП пристап, што е забележано и во нивната и во нашата студија. Оваа појава може да се објасни со ограничениот видливост и пристап поради минимално отворениот кавитет, што во голема мера ги одредува условите за работа. Присуството на материјал во пулпната комора може негативно да влијае на естетскиот исход на терапијата, бидејќи може да дојде до промена на бојата на забот во видливите региони ⁹⁷.

Исто така, важно е да се истакне дека за време на обработката на каналите во нашето истражување не се случија процедурни компликации, како што е фрактура на ендодонтски инструмент. Ова е особено значајна кај забите третирани со минимално инвазивен пристап, каде што пристапот и видливоста за време на работата се значително ограничени. Обидите за отстранување на фрактурираните инструменти често бараат дополнително, непотребно отстранување на дентин, со што не само што се слабее структурата на забот, туку се нарушува и основниот концепт на минимално инвазивната препарација.³³ Во достапната литература се пронајдени само две студии кои забележуваат случаи на фрактура на инструменти – во студијата на Barbosa и сор. ⁵³ кај забите со КЕП пристап, како и во истражувањето на Lima и сор. ⁵⁶, каде што фрактура на инструмент беше регистрирана кај забите третирани со UltraAC пристап.

Од сè наведено може да се заклучи дека примената на минимално инвазивниот пристап во секојдневната стоматолошка практика треба да се приспособи на конкретните клинички услови на секој заб, односно да се прилагоди на дадената ситуација. Ова вклучува големината на кариесната лезија и положбата на забот во усната празнина, бидејќи овие фактори влијаат на видливоста и го олеснуваат локализирањето на каналите и дезинфекцијата, со што се намалува можноста за јаторогени грешки.

Минимално инвазивниот пристап може да се опише како „меч со две острици“, бидејќи е неопходно внимателно да се балансира помеѓу зачувувањето на што поголем дел од забната структура и обезбедувањето на соодветна инструментација за правилна биомеханичка обработка и полнење на каналите. Конзервативниот минимален пристапен кавитет може успешно да се примени доколку постојат услови за негово изведување, а доколку забот не е претходно оштетен. Примена на современи технологии, како што се оперативен микроскоп, флексибилни NiTi инструменти и 3D снимања. Покрај тоа, неопходно е и големо искуство на стоматологот.

Штедењето на забната супстанција при изготвување на пристапниот кавитет во ендодонцијата, останува препорака, но при тоа треба да се води сметка да не се загрози квалитетот на третманот на коренскиот канал. Различни критериуми можат да го водат ендодонтот да го процени оптималниот пристапен кавитет, што варира од случај до случај.

ЗАКЛУЧОЦИ

Врз основа на добиените резултати од нашето истражување и нивната статистичка обработка, можеме да наведеме неколку заклучоци:

- Истражувањето покажа дека постои статистички значајна разлика во фрактурната отпорност меѓу интактните заби и забите кај кои е изведена ендодонтска обработка, без разлика на применетиот тип на пристап.
- Утврдено е дека постои статистички значајна разлика во фрактурната отпорност помеѓу традиционалниот (ТЕП) и конзервативниот (КЕП) ендодонтски пристап, при што кај конзервативниот фрактурната отпорност беше помала.
- Квалитетот на ендодонтското полнење, оценуван преку хомогеноста и должината на каналното полнење, не зависи од видот на пристапниот кавитет. Иако квалитетот на ендодонтската терапија кај забите со традиционалниот пристап беа подобри донекаде од оние со конзервативниот, статистички не е регистрирана сигнификантна разлика меѓу двете испитувани групи.
- Снимките направени во два правци: вестибуло-орален и мезиодистален правец овозможуваат подетална анализа на хомогеноста на полнењето. Кај мезиодисталниот правец почесто се регистрираат празнини и нерамномерности во полнењето, додека кај вестибуло-оралните снимки полнењето изгледа похомогено.
- Потребно да се пронајде баланс помеѓу зачувувањето на структурата на забот и минимално инвазивниот пристап.
- Минимално инвазивната стоматологија, применета при оформување на пристапниот кавитет, може да бидат успешна ако стоматологот добро ја познава анатомијата на забот и применува современи методи, но пред сè, изборот на начин на лекување зависи од условите што ги диктира индивидуалниот случај.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aliuddin S, Prakash P, Mohiuddin S, Ravula S, Nallamilli L, Dutt A. Historical Milestones in Endodontics: Review of Literature. *Int J Prev Clin Dent Res.* 2017 Jan 1;4:56–8.
2. Granados JM. Conservative endodontic access – cone beam computed tomography (CBCT)-guided preparation and its impact on endodontic referrals [dissertation]. Farmington (CT): University of Connecticut School of Medicine and Dentistry; 2017 Jun 29.
3. Kuriakose A, Joy B, Mathew J, Hari K, Joy J, Kuriakose F. Modern Concepts in Endodontic Access Preparation: A Review. 2018;9(9):4.
4. Vats S, Mishra P, Nikhil V. Modern access cavity concept: a review. *Int J Res Rev.* 2021;8(2):450-3.
5. Gluskin AH, Peters CI, Peters OA. Minimally invasive endodontics: challenging prevailing paradigms. *Br Dent J.* 2014 Mar;216(6):347–53.
6. Showkat N, Singh G, Singla K, Sareen K, Chowdhury C, Jindal L. Minimal invasive dentistry: literature review. *J Curr Med Res Opin.* 2020;3(9):631–6.
7. Gutmann JL. Minimally invasive dentistry (Endodontics). *J Conserv Dent JCD.* 2013;16(4):282–3.
8. Ericson D, Kidd E, McComb D, Mjör I, Noack MJ. Minimally Invasive Dentistry--concepts and techniques in cariology. *Oral Health Prev Dent.* 2003;1(1):59–72.
9. Trope M, Serota KS. Bio-Minimalism : Trends and Transitions in Endodontics. *Smile Dent J.* 2016 Sep;11(3):12–7.
10. Mukherjee P, Patel A, Chandak M, Kashikar R. Minimally invasive endodontics: a promising future concept: a review article. *Int J Sci Study.* 2017;5(1):245–51.
11. Patel S, Rhodes J. A practical guide to endodontic access cavity preparation in molar teeth. *Br Dent J.* 2007 Aug;203(3):133–40.
12. Chan MYC, Cheung V, Lee AHC, Zhang C. A Literature Review of Minimally Invasive Endodontic Access Cavities - Past, Present and Future. *Eur Endod J.* 2022 Mar;7(1):1-10.

13. Abou-Elnaga MY, Alkhawas MAM, Kim HC, Refai AS. Effect of Truss Access and Artificial Truss Restoration on the Fracture Resistance of Endodontically Treated Mandibular First Molars. *J Endod.* 2019 Jun;45(6):813-817.
14. Schroeder KP, Walton RE, Rivera EM. Straight line access and coronal flaring: effect on canal length. *J Endod.* 2002 Jun;28(6):474-6.
15. Clark D, Khademi J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Dent Clin North Am.* 2010 Apr;54(2):249-73.
16. Bóveda C, Kishen A. Contracted endodontic cavities: the foundation for less invasive alternatives in the management of apical periodontitis. *Endod Top.* 2015;33(1):169–86.
17. Soares PV, Santos-Filho PC, Gomide HA, Araujo CA, Martins LR, Soares CJ. Influence of restorative technique on the biomechanical behavior of endodontically treated maxillary premolars. Part II: strain measurement and stress distribution. *J Prosthet Dent.* 2008 Feb;99(2):114-22.
18. Lang H, Korkmaz Y, Schneider K, Raab WH. Impact of endodontic treatments on the rigidity of the root. *J Dent Res.* 2006 Apr;85(4):364-8.
19. Pereira JR, McDonald A, Petrie A, Knowles JC. Effect of cavity design on tooth surface strain. *J Prosthet Dent.* 2013 Nov;110(5):369-75.
20. Plotino G, Buono L, Grande NM, Lamorgese V, Somma F. Fracture resistance of endodontically treated molars restored with extensive composite resin restorations. *J Prosthet Dent.* 2008 Mar;99(3):225-32.
21. Plotino G, Grande NM, Isufi A, Ioppolo P, Pedullà E, Bedini R, Gambarini G, Testarelli L. Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth with Different Access Cavity Designs. *J Endod.* 2017 Jun;43(6):995-1000
22. Krishan R, Paqué F, Ossareh A, Kishen A, Dao T, Friedman S. Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars. *J Endod.* 2014 Aug;40(8):1160-6.
23. Ree M, Schwartz RS. The endo-restorative interface: current concepts. *Dent Clin North Am.* 2010 Apr;54(2):345-74.
24. Tang W, Wu Y, Smales RJ. Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J Endod.* 2010 Apr;36(4):609-17.
25. Lam PP, Palamara JE, Messer HH. Fracture strength of tooth roots following canal preparation by hand and rotary instrumentation. *J Endod.* 2005 Jul;31(7):529-32.

26. Tzimpoulas NE, Alisafis MG, Tzanetakakis GN, Kontakiotis EG. A prospective study of the extraction and retention incidence of endodontically treated teeth with uncertain prognosis after endodontic referral. *J Endod*. 2012 Oct;38(10):1326-9.
27. Nagasiri R, Chitmongkolsuk S. Long-term survival of endodontically treated molars without crown coverage: a retrospective cohort study. *J Prosthet Dent*. 2005 Feb;93(2):164-70.
28. Marvaniya J, Agarwal K, Mehta DN, Parmar N, Shyamal R, Patel J. Minimal Invasive Endodontics: A Comprehensive Narrative Review. *Cureus*. 2022 Jun 16;14(6):e25984.
29. Wolters WJ, Duncan HF, Tomson PL, Karim IE, McKenna G, Dorri M, et al. Minimally invasive endodontics: a new diagnostic system for assessing pulpitis and subsequent treatment needs. *Int Endod J*. 2017 Sep;50(9):825-9.
30. Soares CJ, Santana FR, Silva NR, Preira JC, Pereira CA. Influence of the endodontic treatment on mechanical properties of root dentin. *J Endod*. 2007 May;33(5):603-6.
31. Kishen A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. *Endod Top*. 2006;13(1):57-83.
32. Nazari A, Bajaj D, Zhang D, Romberg E, Arola D. Aging and the reduction in fracture toughness of human dentin. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2009 Oct;2(5):550-9.
33. Silva EJNL, Pinto KP, Ferreira CM, Belladonna FG, De-Deus G, Dummer PMH, Versiani MA. Current status on minimal access cavity preparations: a critical analysis and a proposal for a universal nomenclature. *Int Endod J*. 2020 Dec;53(12):1618-1635.
34. Jiang W, Bo H, Yongchun G, LongXing N. Stress distribution in molars restored with inlays or onlays with or without endodontic treatment: a three-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent*. 2010 Jan;103(1):6-12.
35. Bürklein S, Schäfer E. Minimally invasive endodontics. *Quintessence Int*. 2015 Feb;46(2):119-24.
36. Morgano SM, Rodrigues AH, Sabrosa CE. Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am*. 2004 Apr;48(2):vi, 397-416.
37. Elmatary A, Moawad E, Heidarifar O, Stone S. Endodontic access cavity preparation: challenges and recent advancements. *Br Dent J*. 2025 Apr;238(7):469-475.
38. Auswin MK, Ramesh S. Truss access: new conservative approach on access opening of a lower molar. A case report. *J Adv Pharm Educ Res*. 2017;7(3):115-8.

39. Mookhtiar H, Hegde V, Srilatha S, Chopra M. Conservative endodontics. A truss access case series. *Int J Appl Dent Sci*. 2019;5(4):213-8.
40. Connert T, Krug R, Eggmann F, Emsermann I, ElAyouti A, Weiger R, et al. Guided Endodontics versus Conventional Access Cavity Preparation: A Comparative Study on Substance Loss Using 3-dimensional-printed Teeth. *J Endod*. 2019 Mar;45(3):327-31
41. Corsentino G, Pedullà E, Castelli L, Liguori M, Spicciarelli V, Martignoni M, Ferrari M, Grandini S. Influence of Access Cavity Preparation and Remaining Tooth Substance on Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth. *J Endod*. 2018 Sep;44(9):1416-1421.
42. Özyürek T, Ülker Ö, Demiryürek EÖ, Yılmaz F. The Effects of Endodontic Access Cavity Preparation Design on the Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth: Traditional Versus Conservative Preparation. *J Endod*. 2018 May;44(5):800-805.
43. Al Amri MD, Al-Johany S, Sherfudhin H, Al Shammari B, Al Mohefer S, Al Saloum M, Al Qarni H. Fracture resistance of endodontically treated mandibular first molars with conservative access cavity and different restorative techniques: An in vitro study. *Aust Endod J*. 2016 Dec;42(3):124-131.
44. Chen G, Fan W, Mishra S, El-Atem A, Schuetz MA, Xiao Y. Tooth fracture risk analysis based on a new finite element dental structure models using micro-CT data. *Comput Biol Med*. 2012 Oct;42(10):957-63.
45. Yuan K, Niu C, Xie Q, Jiang W, Gao L, Huang Z, Ma R. Comparative evaluation of the impact of minimally invasive preparation vs. conventional straight-line preparation on tooth biomechanics: a finite element analysis. *Eur J Oral Sci*. 2016 Dec;124(6):591-596.
46. Karobari MI, Aziz AFA, Makandar SD, Ghani NRNA, Halim MS, Noorani TY. Fracture resistance of teeth with truss endodontic access: an in vitro study and literature review. *Eur J Gen Dent*. 2021;10(1):44-9.
47. Makati D, Shah NC, Brave D, Singh Rathore VP, Bhadra D, Dedania MS. Evaluation of remaining dentin thickness and fracture resistance of conventional and conservative access and biomechanical preparation in molars using cone-beam computed tomography: An *in vitro* study. *J Conserv Dent*. 2018 May-Jun;21(3):324-327.
48. Marinescu AG, Cîrligeriu LE, Boscornea-Puşcu SA, Horhat RM, Sgîia S, Stoia DI, et al. Fracture strength evaluation of teeth with different designs of endodontic access cavities. *Rom J Oral Rehabil*. 2020;12(2):76-84.

49. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod.* 2007 Feb;33(2):81-95.
50. Saberi EA, Pirhaji A, Zabetiyan F. Effects of Endodontic Access Cavity Design and Thermocycling on Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2020 Apr 23;12:149-156.
51. Santosh SS, Ballal S, Natanasabapathy V. Influence of Minimally Invasive Access Cavity Designs on the Fracture Resistance of Endodontically Treated Mandibular Molars Subjected to Thermocycling and Dynamic Loading. *J Endod.* 2021 Sep;47(9):1496-1500.
52. Augusto CM, Barbosa AFA, Guimarães CC, Lima CO, Ferreira CM, Sassone LM, Silva EJNL. A laboratory study of the impact of ultraconservative access cavities and minimal root canal tapers on the ability to shape canals in extracted mandibular molars and their fracture resistance. *Int Endod J.* 2020 Nov;53(11):1516-1529.
53. Barbosa AFA, Silva EJNL, Coelho BP, Ferreira CMA, Lima CO, Sassone LM. The influence of endodontic access cavity design on the efficacy of canal instrumentation, microbial reduction, root canal filling and fracture resistance in mandibular molars. *Int Endod J.* 2020 Dec;53(12):1666-1679.
54. Chlup Z, Žižka R, Kania J, Příbyl M. Fracture behaviour of teeth with conventional and mini-invasive access cavity designs. *J Eur Ceram Soc.* 2017;37(14):4423-9
55. Ivanoff CS, Marchesan MA, Andonov B, Hottel TL, Dandarov Y, Mandova S, et al. Fracture resistance of mandibular premolars with contracted or traditional endodontic access cavities and class II temporary composite restorations. *Endod Pract Today.* 2017;11(1):7-14.
56. Lima CO, Barbosa AFA, Ferreira CM, Ferretti MA, Aguiar FHB, Lopes RT, Fidel SR, Silva EJNL. Influence of ultraconservative access cavities on instrumentation efficacy with XP-endo Shaper and Reciproc, filling ability and load capacity of mandibular molars subjected to thermomechanical cycling. *Int Endod J.* 2021 Aug;54(8):1383-1393.
57. Maske A, Weschenfelder VM, Soares Grecca Vilella F, Burnett Junior LH, de Melo TAF. Influence of access cavity design on fracture strength of endodontically treated lower molars. *Aust Endod J.* 2021 Apr;47(1):5-10.
58. Moore B, Verdelis K, Kishen A, Dao T, Friedman S. Impacts of Contracted Endodontic Cavities on Instrumentation Efficacy and Biomechanical Responses in Maxillary Molars. *J Endod.* 2016 Dec;42(12):1779-1783.

59. Özyürek T, Yılmaz K, Uslu G. Shaping Ability of Reciproc, WaveOne GOLD, and HyFlex EDM Single-file Systems in Simulated S-shaped Canals. *J Endod.* 2017 May;43(5):805-809.
60. Pereira RD, Leoni GB, Silva-Sousa YT, Gomes EA, Dias TR, Brito-Júnior M, Sousa-Neto MD. Impact of Conservative Endodontic Cavities on Root Canal Preparation and Biomechanical Behavior of Upper Premolars Restored with Different Materials. *J Endod.* 2021 Jun;47(6):989-999.
61. Roberto R, Sousa YT, Dias T, Machado R, Perreira RD, Leoni GB, Palma-Dibb RG, Rodrigues MP, Soares CJ, Teich S, Sousa-Neto MD. Biomechanical behavior of maxillary premolars with conservative and traditional endodontic cavities. *Quintessence Int.* 2019;50(5):350-356.
62. Rover G, Belladonna FG, Bortoluzzi EA, De-Deus G, Silva EJNL, Teixeira CS. Influence of Access Cavity Design on Root Canal Detection, Instrumentation Efficacy, and Fracture Resistance Assessed in Maxillary Molars. *J Endod.* 2017 Oct;43(10):1657-1662.
63. Rover G, de Lima CO, Belladonna FG, Garcia LFR, Bortoluzzi EA, Silva EJNL, Teixeira CS. Influence of minimally invasive endodontic access cavities on root canal shaping and filling ability, pulp chamber cleaning and fracture resistance of extracted human mandibular incisors. *Int Endod J.* 2020 Nov;53(11):1530-1539.
64. Sabeti M, Kazem M, Dianat O, Bahrololumi N, Beglou A, Rahimipour K, Dehnavi F. Impact of Access Cavity Design and Root Canal Taper on Fracture Resistance of Endodontically Treated Teeth: An Ex Vivo Investigation. *J Endod.* 2018 Sep;44(9):1402-1406.
65. Silva AA, Belladonna FG, Rover G, Lopes RT, Moreira EJJ, De-Deus G, Silva EJNL. Does ultraconservative access affect the efficacy of root canal treatment and the fracture resistance of two-rooted maxillary premolars? *Int Endod J.* 2020 Feb;53(2):265-275.
66. Silva EJNL, Attademo RS, da Silva MCD, Pinto KP, Antunes HDS, Vieira VTL. Does the type of endodontic access influence in the cyclic fatigue resistance of reciprocating instruments? *Clin Oral Investig.* 2021 Jun;25(6):3691-3698.
67. Spicciarelli V, Marruganti C, Marzocco D, Martignoni M, Ounsi H, Grandini S. Influence of endodontic access cavity design on fracture strength of maxillary incisors and premolars and on fatigue resistance of reciprocating instruments. *Front Dent Med.* 2020;1:575010.

68. Xia J, Wang W, Li Z, Lin B, Zhang Q, Jiang Q, Yang X. Impacts of contracted endodontic cavities compared to traditional endodontic cavities in premolars. *BMC Oral Health*. 2020 Sep 7;20(1):250.
69. Silva EJNL, De-Deus G, Souza EM, Belladonna FG, Cavalcante DM, Simões-Carvalho M, Versiani MA. Present status and future directions - Minimal endodontic access cavities. *Int Endod J*. 2022 May;55 Suppl 3:531-587.
70. Elkholy MMA, Nawar NN, Ha WN, Saber SM, Kim HC. Impact of Canal Taper and Access Cavity Design on the Life Span of an Endodontically Treated Mandibular Molar: A Finite Element Analysis. *J Endod*. 2021 Sep;47(9):1472-1480.
71. Guler MS. Effect of access cavity designs on stress distribution. *Emerging Mater Res*. 2020;9(1):220-5.
72. Jiang Q, Huang Y, Tu X, Li Z, He Y, Yang X. Biomechanical Properties of First Maxillary Molars with Different Endodontic Cavities: A Finite Element Analysis. *J Endod*. 2018 Aug;44(8):1283-1288.
73. Saber SM, Hayaty DM, Nawar NN, Kim HC. The Effect of Access Cavity Designs and Sizes of Root Canal Preparations on the Biomechanical Behavior of an Endodontically Treated Mandibular First Molar: A Finite Element Analysis. *J Endod*. 2020 Nov;46(11):1675-1681.
74. Wang Q, Liu Y, Wang Z, Yang T, Liang Y, Gao Z, Fang C, Zhang Y. Effect of Access Cavities and Canal Enlargement on Biomechanics of Endodontically Treated Teeth: A Finite Element Analysis. *J Endod*. 2020 Oct;46(10):1501-1507.
75. Zhang Y, Liu Y, She Y, Liang Y, Xu F, Fang C. The Effect of Endodontic Access Cavities on Fracture Resistance of First Maxillary Molar Using the Extended Finite Element Method. *J Endod*. 2019 Mar;45(3):316-321.
76. Ballester B, Giraud T, Ahmed HMA, Nabhan MS, Bukiet F, Guivarc'h M. Current strategies for conservative endodontic access cavity preparation techniques-systematic review, meta-analysis, and decision-making protocol. *Clin Oral Investig*. 2021 Nov;25(11):6027-6044.
77. Gaikwad A, Pandit V. In vitro evaluation of the strength of endodontically treated teeth after preservation of soffit and pericervical dentin. *IP Indian J Conserv Endod*. 2021;1(3):93-6.
78. Reddy NG, Naga SG, Kumar MM, Srinivas N, Mettu S, Animireddy D. Influence of access cavity design on the fracture resistance and root canal filling efficacy in simulated

young permanent molars using cone-beam computed tomography. An in vitro study. *Endodontology*. 2020;32(3):130-6.

79. Tsotsis P, Dunlap C, Scott R, Arias A, Peters OA. A survey of current trends in root canal treatment: access cavity design and cleaning and shaping practices. *Aust Endod J*. 2021 Apr;47(1):27–33.

80. Iandolo A, Iandolo G, Malvano M, Pantaleo G, Simeone M. Modern technologies in Endodontics. *G Ital Endodonzia*. 2016 Jun 1;30(1):2–9.

81. Pettiette MT, Metzger Z, Phillips C, Trope M. Endodontic complications of root canal therapy performed by dental students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. *J Endod*. 1999 Apr;25(4):230–4.

82. Abdellatif D, Capar ID, Sarah F, Iandolo A, Meyer C, Mancino D. Access cavity in endodontics: Balancing precision, preservation, and clinical needs. *J Conserv Dent Endod*. 2025 Jun;28(6):573-587.

83. Alaçam T, Tinaz AC, Genç O, Kayaoglu G. Second mesiobuccal canal detection in maxillary first molars using microscopy and ultrasonics. *Aust Endod J*. 2008 Dec;34(3):106-9.

84. Das S, Warhadpande MM, Redij SA, Jibhkate NG, Sabir H. Frequency of second mesiobuccal canal in permanent maxillary first molars using the operating microscope and selective dentin removal: A clinical study. *Contemp Clin Dent*. 2015 Jan-Mar;6(1):74-8.

85. Saygili G, Uysal B, Omar B, Ertas ET, Ertas H. Evaluation of relationship between endodontic access cavity types and secondary mesiobuccal canal detection. *BMC Oral Health*. 2018 Jul 6;18(1):121.

86. Mendes EB, Soares AJ, Martins JNR, Silva EJNL, Frozoni MR. Influence of access cavity design and use of operating microscope and ultrasonic troughing to detect middle mesial canals in extracted mandibular first molars. *Int Endod J*. 2020 Oct;53(10):1430-1437.

87. Corbella S, Del Fabbro M, Tsesis I, Taschieri S. Computerized tomography technique for the investigation of the maxillary first molar mesiobuccal root. *Int J Dent*. 2013;2013:614898.

88. Briseño-Marroquín B, Paqué F, Maier K, Willershausen B, Wolf TG. Root Canal Morphology and Configuration of 179 Maxillary First Molars by Means of Micro-computed Tomography: An Ex Vivo Study. *J Endod*. 2015 Dec;41(12):2008-13.

89. Betancourt P, Navarro P, Muñoz G, Fuentes R. Prevalence and location of the secondary mesiobuccal canal in 1,100 maxillary molars using cone beam computed tomography. *BMC Med Imaging*. 2016 Dec 1;16(1):66.
90. Görduysus MO, Görduysus M, Friedman S. Operating microscope improves negotiation of second mesiobuccal canals in maxillary molars. *J Endod*. 2001 Nov;27(11):683-6.
91. Fogel HM, Peikoff MD, Christie WH. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar: a clinical study. *J Endod*. 1994 Mar;20(3):135-7.
92. Nair PN. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2004 Nov 1;15(6):348-81.
93. Nair PN. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J*. 2006 Apr;39(4):249-81.
94. Mannan G, Smallwood ER, Gulabivala K. Effect of access cavity location and design on degree and distribution of instrumented root canal surface in maxillary anterior teeth. *Int Endod J*. 2001 Apr;34(3):176-83.
95. Falakaloğlu S, Silva E, Topal B, İriboz E, Gündoğar M. Shaping ability of modern Nickel-Titanium rotary systems on the preparation of printed mandibular molars. *J Conserv Dent*. 2022 Sep-Oct;25(5):498-503.
96. Vieira GCS, Pérez AR, Alves FRF, Provenzano JC, Mdala I, Siqueira JF Jr, Rôças IN. Impact of Contracted Endodontic Cavities on Root Canal Disinfection and Shaping. *J Endod*. 2020 May;46(5):655-661.
97. Lenherr P, Allgayer N, Weiger R, Filippi A, Attin T, Krastl G. Tooth discoloration induced by endodontic materials: a laboratory study. *Int Endod J*. 2012 Oct;45(10):942-9.
98. Marchesan MA, James CM, Lloyd A, Morrow BR, García-Godoy F. Effect of access design on intracoronary bleaching of endodontically treated teeth: An ex vivo study. *J Esthet Restor Dent*. 2018 Mar;30(2):E61-E67.
99. Neelakantan P, Khan K, Hei Ng GP, Yip CY, Zhang C, Pan Cheung GS. Does the Orifice-directed Dentin Conservation Access Design Debride Pulp Chamber and Mesial Root Canal Systems of Mandibular Molars Similar to a Traditional Access Design? *J Endod*. 2018 Feb;44(2):274-279.

100. Tüfenkçi P, Yılmaz K. The Effects of Different Endodontic Access Cavity Design and Using XP-endo Finisher on the Reduction of *Enterococcus faecalis* in the Root Canal System. *J Endod*. 2020 Mar;46(3):419-424.
101. Silva EJNL, Rover G, Belladonna FG, De-Deus G, da Silveira Teixeira C, da Silva Fidalgo TK. Impact of contracted endodontic cavities on fracture resistance of endodontically treated teeth: a systematic review of in vitro studies. *Clin Oral Investig*. 2018 Jan;22(1):109-118.
102. Pedullà E, La Rosa GRM, Virgillito C, Rapisarda E, Kim HC, Generali L. Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-titanium Rotary Instruments according to the Angle of File Access and Radius of Root Canal. *J Endod*. 2020 Mar;46(3):431-436.
103. Tüfenkçi P, Yılmaz K, Adigüzel M. Effects of the endodontic access cavity on apical debris extrusion during root canal preparation using different single-file systems. *Restor Dent Endod*. 2020 Jun 4;45(3):e33.
104. Versiani MA, Alves FR, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF, Provenzano JC, Rôças IN, Sousa-Neto MD, Siqueira JF Jr. Micro-CT evaluation of the efficacy of hard-tissue removal from the root canal and isthmus area by positive and negative pressure irrigation systems. *Int Endod J*. 2016 Nov;49(11):1079-1087.
105. Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, Bruniera JF, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *Int Endod J*. 2017 Apr;50(4):398-406.
106. Perez Morales MLN, González Sánchez JA, Olivieri Fernández JG, Laperre K, Abella Sans F, Jaramillo DE, Terol FD. TRUShape Versus XP-endo Shaper: A Micro-computed Tomographic Assessment and Comparative Study of the Shaping Ability-An In Vitro Study. *J Endod*. 2020 Feb;46(2):271-276.
107. Silva EJNL, Lima CO, Barbosa AFA, Lopes RT, Sassone LM, Versiani MA. The Impact of TruNatomy and ProTaper Gold Instruments on the Preservation of the Periradicular Dentin and on the Enlargement of the Apical Canal of Mandibular Molars. *J Endod*. 2022 May;48(5):650-658.
108. Chandolu V, Mandava J, Borugadda R, Sirisha K, Kumar KR, Goteti S, Nallamilli LSR. Influence of access cavity design on root canal instrumentation efficacy in molars - An *in vitro* study. *J Conserv Dent Endod*. 2024 Mar;27(3):268-273.

109. Peng W, Zhou X, Gao Y, Xu X. Effect of Access Cavity Preparation on Dentin Preservation, Biomechanical Property, and Instrumentation Efficacy: A Micro-Computed Tomographic Study. *J Endod.* 2022 May;48(5):659-668.
110. Wang D, Wang W, Li YJ, Wang YR, Hong T, Bai SZ, Tian Y. The effects of endodontic access cavity design on dentine removal and effectiveness of canal instrumentation in maxillary molars. *Int Endod J.* 2021 Dec;54(12):2290-2299.
111. Gagliardi J, Versiani MA, de Sousa-Neto MD, Plazas-Garzon A, Basrani B. Evaluation of the Shaping Characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in Curved Canals. *J Endod.* 2015 Oct;41(10):1718-24.
112. Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2014 Nov;40(11):1860-4.
113. Alovisei M, Pasqualini D, Musso E, Bobbio E, Giuliano C, Mancino D, Scotti N, Berutti E. Influence of Contracted Endodontic Access on Root Canal Geometry: An In Vitro Study. *J Endod.* 2018 Apr;44(4):614-620.
114. Eaton JA, Clement DJ, Lloyd A, Marchesan MA. Micro-Computed Tomographic Evaluation of the Influence of Root Canal System Landmarks on Access Outline Forms and Canal Curvatures in Mandibular Molars. *J Endod.* 2015 Nov;41(11):1888-91.
115. Lopes HP, Vieira MV, Elias CN, Gonçalves LS, Siqueira JF Jr, Moreira EJ, Vieira VT, Souza LC. Influence of the geometry of curved artificial canals on the fracture of rotary nickel-titanium instruments subjected to cyclic fatigue tests. *J Endod.* 2013 May;39(5):704-7.
116. Kostic E, Zinelis S, Molyvdas I, Lambrianidis T. Effect of root canal curvature on the failure incidence of ProFile rotary Ni-Ti endodontic instruments. *Int Endod J.* 2011 Oct;44(10):917-25.
117. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. *J Endod.* 2012 Jun;38(6):850-2.
118. Niemi TK, Marchesan MA, Lloyd A, Seltzer RJ. Effect of Instrument Design and Access Outlines on the Removal of Root Canal Obturation Materials in Oval-shaped Canals. *J Endod.* 2016 Oct;42(10):1550-4.

119. Wu MK, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000 Jun;89(6):739-43.
120. Paqué F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. *J Endod.* 2010 Apr;36(4):703-7.
121. Silva EJNL, Lima CO, Barbosa AFA, Augusto CM, Souza EM, Lopes RT, De-Deus G, Versiani MA. Preserving dentine in minimally invasive access cavities does not strength fracture resistance of restored mandibular molars. *Int Endod J.* 2021 Jun;54(6):966-974.
122. Lee AH, Cheung GS, Wong MC. Long-term outcome of primary non-surgical root canal treatment. *Clin Oral Investig.* 2012 Dec;16(6):1607-17.
123. Marchesan MA, Lloyd A, Clement DJ, McFarland JD, Friedman S. Impacts of Contracted Endodontic Cavities on Primary Root Canal Curvature Parameters in Mandibular Molars. *J Endod.* 2018 Oct;44(10):1558-1562.
124. Mustafa M, AlJeaidi ZA, AlQahtani AR, Abuelqomsan MAS, Alofi RS, Alghomlas ZI, et al. Comparative analysis of fracture strength of remaining tooth structure after endodontic treatment with various access cavity preparation techniques. *Open Dent J.* 2020;14:681-6.
125. Versiani MA, Souza E, De-Deus G. Critical appraisal of studies on dentinal radicular microcracks in endodontics: methodological issues, contemporary concepts, and future perspectives. *Endod Top.* 2015;33:87-156.
126. Arola D, Reprogl RK. Effects of aging on the mechanical behavior of human dentin. *Biomaterials.* 2005 Jun;26(18):4051-61.
127. Costa FFNP, Pacheco-Yanes J, Siqueira JF Jr, Oliveira ACS, Gazzaneo I, Amorim CA, Santos PHB, Alves FRF. Association between missed canals and apical periodontitis. *Int Endod J.* 2019 Apr;52(4):400-406.
128. Rezaei Dastjerdi M, Amirian Chaijan K, Tavanafar S. Fracture resistance of upper central incisors restored with different posts and cores. *Restor Dent Endod.* 2015 Aug;40(3):229-35
129. Chen SC, Chueh LH, Hsiao CK, Wu HP, Chiang CP. First untoward events and reasons for tooth extraction after nonsurgical endodontic treatment in Taiwan. *J Endod.* 2008 Jun;34(6):671-4.

130. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *Int Endod J*. 2011 Jul;44(7):610-25.
131. Touré B, Faye B, Kane AW, Lo CM, Niang B, Boucher Y. Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: a prospective study. *J Endod*. 2011 Nov;37(11):1512-5.
132. Assif D, Nissan J, Gafni Y, Gordon M. Assessment of the resistance to fracture of endodontically treated molars restored with amalgam. *J Prosthet Dent*. 2003 May;89(5):462-5.
133. Al-Omiri MK, Al-Wahadni AM. An ex vivo study of the effects of retained coronal dentine on the strength of teeth restored with composite core and different post and core systems. *Int Endod J*. 2006 Nov;39(11):890-9.
134. Hamouda IM, Shehata SH. Fracture resistance of posterior teeth restored with modern restorative materials. *J Biomed Res*. 2011 Nov;25(6):418-24.
135. Cobankara FK, Unlu N, Cetin AR, Ozkan HB. The effect of different restoration techniques on the fracture resistance of endodontically-treated molars. *Oper Dent*. 2008 Sep-Oct;33(5):526-33.
136. Kang SH, Kim BS, Kim Y. Cracked Teeth: Distribution, Characteristics, and Survival after Root Canal Treatment. *J Endod*. 2016 Apr;42(4):557-62.
137. Qian Y, Zhou X, Yang J. Correlation between cuspal inclination and tooth cracked syndrome: a three-dimensional reconstruction measurement and finite element analysis. *Dent Traumatol*. 2013 Jun;29(3):226-33.
138. Al-Ani AM, Ali AH, Koller G. Assessment of Bacterial Load and Post-Endodontic Pain after One-Visit Root Canal Treatment Using Two Types of Endodontic Access Openings: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Dent J (Basel)*. 2024 Apr 1;12(4):88
139. Feng Y, Bergeron BE, Zhang S, Sun D, Fisher K, Tay FR, Fan B. Apical negative pressure-enhanced sealer infiltration for obturating long oval-shaped root canals with the single-cone technique. *J Dent*. 2025 Sep;160:105909
140. Cheung GS. Survival of first-time nonsurgical root canal treatment performed in a dental teaching hospital. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002 May;93(5):596-604.

141. Arvaneh S, Schwesig R, Haghighat S, Gernhardt CR. Quality of Single-Cone Obturation Using Different Sizes of Matching Gutta-Percha Points of Two Reciprocating Single-File Systems in Curved and Straight Root Canals. *Medicina (Kaunas)*. 2025 Mar 7;61(3):465.
142. Karobari MI, Ahmed HMA, Bin Khamis MF, Ibrahim N, Noorani TY. Comparative evaluation of root canal morphology in mandibular first premolars with deep radicular grooves using direct vision, dental operating microscope, 2D radiographic visualisation and micro-computed tomography. *PLoS One*. 2025 Jul 31;20(7):e0329439.