

Usporedba apikalnog propuštanja kod tri tehnike punjenja korijenskih kanala

Beljan, Antonela

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, School of Medicine / Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:171:400042>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-02**



Repository / Repozitorij:

[MEFST Repository](#)



SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET

Antonela Beljan

**USPOREDBA APIKALNOG PROPUŠTANJA KOD
TRI TEHNIKE PUNJENJA KORIJENSKIH KANALA**

Diplomski rad

Akadska godina:

2016. / 2017.

Mentorica:

Doc. dr. sc. Ivana Medvedec Mikić, dr. med. dent.

Split, srpanj 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET

Antonela Beljan

**USPOREDBA APIKALNOG PROPUŠTANJA KOD
TRI TEHNIKE PUNJENJA KORIJENSKIH KANALA**

Diplomski rad

Akadska godina:

2016. / 2017.

Mentorica:

Doc. dr. sc. Ivana Medvedec Mikić, dr. med. dent.

Split, srpanj 2017.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Anatomija pulpnog prostora	2
1.2. Kemomehanička preparacija kanala.....	5
1.2.1. Mehanička obrada korijenskog kanala	5
1.2.2. Kemijska obrada korijenskog kanala	7
1.3. Punjenje korijenskih kanala	8
1.3.1. Materijali za punjenje korijenskog kanala	8
1.3.2. Tehnike punjenja korijenskih kanala.....	11
2. CILJ I HIPOTEZE.....	16
3. MATERIJALI I METODE.....	18
3.1. Prikupljanje i priprema uzoraka.....	19
3.2. Statistička analiza.....	23
4. REZULTATI.....	24
5. RASPRAVA	28
6. ZAKLJUČAK	31
7. LITERATURA.....	33
8. SAŽETAK	38
9. SUMMARY	40
10. ŽIVOTOPIS	42

Veliko hvala mojoj mentorici doc. dr. sc. Ivani Medvedec Mikić, na potpori, razumijevanju i savjetima prilikom pisanja ovog rada.

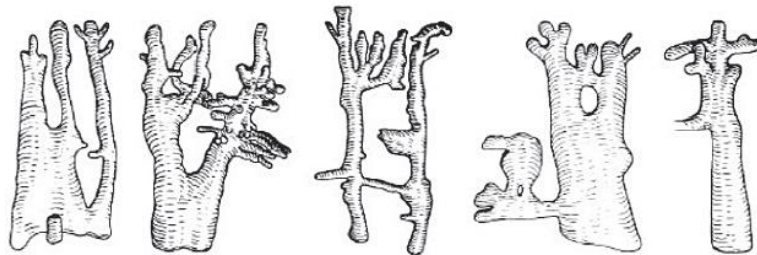
Hvala svima koji su svojim djelovanjem doprinijeli ovom istraživanju.

Najveće hvala mojoj obitelji na beskrajnoj podršci i razumijevanju tijekom razdoblja studiranja.

1.1. Anatomija pulpnog prostora

Zub se sastoji od dva glavna anatomska dijela, korijena i krune, koji su putem cervikalnog područja povezani u cjelinu. Endodontski prostor je središnji dio zuba okružen dentinom, a oblikom i veličinom odgovara morfološkom obliku krune i korijena zuba. Dijeli se na koronarni (pulpna komorica) i radikularni dio (korijenski kanal). Pulpna komorica zauzima središnji dio krune zuba, a čine ju rogovi pulpe (produžeci pulpnog tkiva koji se pružaju u predio ispod kvržica) i dno pulpne komorice na kojem se nalaze ulazi u korijenske kanale i razvojne linije korijenova zuba tzv. autoputevi (1).

Korijenski kanal teži zauzeti središnji položaj unutar korijena zuba. Sastavljen je od koronarne, srednje i apikalne trećine, a završava apikalnim otvorom (*foramen apicis dentis*) u području kojeg dentin prelazi u cement. Glavni korijenski kanal komunicira s parodontnim tkivom putem lateralnih i akcesornih kanala koji čine složenu trodimenzionalnu mrežu (Slika 1) (2).





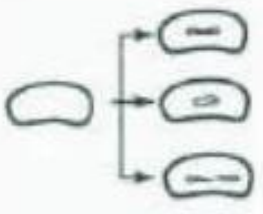
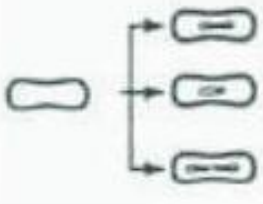


Slika 1. Trodimenzionalan prikaz složenih oblika apikalnog dijela korijenskog kanala.

Preuzeto iz: Walton RE, Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. 3. izd..

Philadelphia, London, New York, St Louis, Sydney, Toronto: WB Saunders company; 2002.

Korijenske kanale možemo klasificirati prema njihovom poprečnom presjeku na okrugle, ovalne, izduženo ovalne, u obliku bubrega, čunja i pješčanog sata (Slika 2), a prema toku i završetku kanala razlikujemo 7 različitih tipova (Slika 3) (2).

Osnovni oblici korijena i korijenskih kanala na poprečnom presjeku		
1.	Okrugli (round)	
2.	Ovalni (oval)	
3.	Izduženo ovalni (deep oval)	
4.	Čunjasti (bowling pin)	
5.	Bubrežasti (kidney, bean)	
6.	Oblik pješčanog sata (hourglass)	

Slika 2. Oblici korijena i korijenskih kanala na poprečnom presjeku.

Preuzeto iz: <http://sonda.sfg.hr/wp-content/uploads/2015/04/Stipeti%C4%87-A-.-et-al.-Anatomija-pulpnog-prostora.pdf>.

Tip (Njemirovskij)	Korijenski kanal <i>korijenski kanal apeksni otvor</i>	Opis
I.	1-1-1	jedan korijenski kanal koji teče cijelom dužinom korijena i završava jednim apeksnim otvorom
II.	2-1-1 ili 2-2-1	dva korijenska kanala koja se u srednjoj ili apeksnoj trećini spajaju i završavaju zajedničkim apeksnim otvorom
III.	1-2-1	jedan korijenski kanal koji se u srednjoj trećini dijeli na dva kanala koja se u apeksnoj trećini spajaju opet u jedan koji završava jednim apeksnim otvorom
IV.	2-2-2	dva korijenska kanala koja se odvojeno protežu cijelom korijenom i završavaju odvojenim apeksnim otvorima
V.	1-2-2 ili 1-1-2	jedan korijenski kanal koji se u srednjoj ili apikalnoj trećini odvaja u dva kanala koji zasebno završavaju svaki sa svojim apeksnim otvorom
VI.	2-1-2	dva korijenska kanala koja se u srednjoj trećini spajaju u jedan da bi se potom ponovo odvojili i završili svaki sa svojim apeksnim otvorom
VII.	3-3-3	tri korijenska kanala koja se zasebno protežu duž čitavog korijena i svaki završava sa svojim apeksnim otvorom

Slika 3. Klasifikacija korijenskih kanala prema njihovom toku i završetku.

Preuzeto iz: <http://sonda.sfzg.hr/wp-content/uploads/2015/04/Stipeti%C4%87-A.-et-al.-Anatomija-pulpnog-prostora.pdf>.

1.2. Kemomehanička preparacija kanala

Cilj mehaničke preparacije korijenskog kanala je uklanjanje inficiranog dentinskog tkiva i njegovo pravilno oblikovanje u svrhu konačne opturacije sredstvima za punjenje. Neovisno o tehnici instrumentacije velika područja intrakanalnog prostora ostaju neinstrumentirana zbog složene anatomije endodontskog prostora (lateralni i akcesorni kanali, istmusi, slijepa proširenja, ramifikacije) (3). Iz tog razloga neophodna je istovremena irigacija korijenskog kanala odgovarajućim kemijskim sredstvima kako bi se adekvatno uklonile bakterije koje uzrokuju periradikularne infekcije. Takav princip obrade korijenskog kanala nazivamo kemomehaničkom ili biomehaničkom preparacijom (4).

1.2.1. Mehanička obrada korijenskog kanala

Tehnike instrumentacije korijenskog kanala mogu biti ručne i strojne. Ručne tehnike podijeljene su u dvije skupine, apikalno-koronarnu (standardna, *step-back*, pasivna *step-back* i *balance-force* tehnika) i koronarno-apikalna (*step-down*, *double-flared*, *crown-down* i *canal-master* tehnika).

***Step-back* tehnika**

Osnovni instrumenti potrebni za ručno širenje i oblikovanje korijenskog kanala su proširivač, strugač i *headstroem* strugač. Standardizirani su prema ISO sustavu brojevima i kodirani bojama radi jednostavnije uporabe.

Step-back tehnika danas je najčešće korištena tehnika instrumentacije kojom se postiže koničan oblik korijenskog kanala. Nakon izrade ravnog pristupa u korijenski kanal, određuje se radna duljina pomoću tanke iglice i apeks lokatora kojim se prati je li iglica dosegula unutarnji apikalni otvor. Na kruni zuba odredi se stabilna referentna točka i prema njoj postavi stoper na instrumentu. Dobivena radna duljina prenese se na endodontsku mjerku i može se započeti instrumentacija korijenskog kanala. Početna ili „inicijalna“ iglica je ona koja prva zapne u području unutarnjeg apikalnog otvora. Nakon nje slijedi instrumentacija na istoj radnoj duljini s 2 – 3 veće iglice, a zadnja iglica kojom je instrumentiran apeks označava glavnu iglicu ili *master apical file* (MAF). Nakon toga slijedi *step-back* postupak sa 4 – 5 većih iglica kojima je radna duljina kraća za 0,5 – 1 mm od glavne iglice kako bi se postigao koničan oblik korijenskog kanala i omogućilo dobro punjenje. Između svake iglice potrebno

je napraviti rekapitulaciju, odnosno provjeru radne duljine MAF-om kako bi se spriječilo formiranje dentinskog čepa i irigaciju 2,5 % otopinom natrijeva hipoklorita. Instrumentacija se završava K- strugačem ili *headstroem* strugačem u veličini MAF-a čime se nastale stepenice zaglade (5).

ProTaper

Osnovne karakteristike nikal-titan (Ni-Ti) instrumenata koji se koriste u *ProTaper* tehnici su nestalni konicitet i promjena kuta navoja. Presjek im je trokutast s konveksnim stranicama koje povećavaju reznú aktivnost instrumenta (6). Modificirani zaobljeni vršak *ProTaper* instrumenta nema rezni učinak već omogućava prodiranje instrumenta uz minimalan pritisak prema apeksu (7).

Ova tehnika podrazumijeva uporabu 6 instrumenata od kojih su 3 „*shaping*“ i 3 „*finishing*“ instrumenta (8). U odnosu na stari sustav (*ProTaper Rotary*), u novom, osuvremljenom dodana su tri instrumenta za reviziju – D1, D2, D3, instrumenti za završnu obradu – F4, F5 te opturator *ProTaper* i šiljci gutaperke (9). Konicitet „*shaping*“ instrumenata povećava se duž njihovog radnog dijela, a konicitet „*finishing*“ instrumenata opada. Optimalan broj radnih okretaja je 300 u minuti. Prije instrumentacije odredi se radna duljina ručnim instrumentom #15 i kanal se ispere otopinom natrijevog hipoklorita u svrhu boljeg vlaženja radnog instrumenta. Nakon toga se pristupa instrumentaciji koronarne i srednje trećine kanala „*shaping*“ instrumentima (S1 i S2). S1 se uvodi do 2/3 kanala, a nakon toga S1 i S2 do pune radne duljine. Apikalna trećina se instrumentira „*finishing*“ instrumentima te ovisno o širini kanala završava odgovarajućim iz seta (Slika 4) (10,11).



Slika 4. *ProTaper* instrumenti.

Preuzeto: <https://coupdoc.com/dentsply-maillefer-protaper-universal-25mm-6-pack.html>.

1.2.2. Kemijska obrada korijenskog kanala

Budući da ne postoji idealna tehnika kojom bi se korijenski kanali u potpunosti očistili od ostataka pulpnog tkiva i mikroorganizama, neophodno je učestalo ispiranje korijenskih kanala kemijskim otopinama – irigantsima. Svojstva idealnog irigansa su: otapanje organske i anorganske tvari, antimikrobno djelovanje, netoksičnost, mala površinska napetost i podmazivanje (12). Na tržištu još ne postoji idealno sredstvo koje zadovoljava sve navedene potrebe, te se stoga preporuča upotreba nekoliko različitih (13).

Natrijev hipoklorit (NaOCl)

Sol je hipoklorne kiseline koja se razgrađuje uz osobađanje elementarnog klora koji razara proteine pretvarajući aminoskupine u kloramine. Na taj način rastvara organski sadržaj unutar korijenskog kanala. Osim toga, djeluje antibakterijski te ima učinak ispiranja koji pomaže u uklanjanju dentinskih strugotina. Koristi se u rasponu od 0,5- 5,25 % (najčešće 2,25 %), a učinkovitost djelovanja poboljšava se povećanjem volumena i zagrijavanjem otopine. Toksičan je za periapikalno tkivo stoga je nužno labavo postavljanje igle u kanal uz lagano izvlačenje prilikom aplikacije kako bi se spriječilo njegovo apikalno potiskivanje.

Etildiamintetraoctena kiselina (EDTA)

Pripada skupini kelatora koji služe za uklanjanje anorganskih komponenti zaostalih nakon čišćenja i širenja korijenskog kanala (zaostatni sloj). Demineralizacija rezultira uklanjanjem zaostatnog sloja i odčepljivanjem dentinskih tubulusa što omogućava lakši prodor dezinficirajućeg sredstva, a na posljetku i bolju svezu trajnog punila. Preporuča se ispiranje 17 % EDTA-om jednu minutu prije završnog ispiranja natrijevim hipokloritom.

Klorheksidin (CHX)

Njegove karakteristike su širok antimikrobni spektar, produženo djelovanje i niska toksičnost. Koristi se u koncentraciji od 0,2 – 2 %. Zabilježeno je njegovo antifungicidno djelovanje i učinkovitost prema endodontski perzistentnom mikroorganizmu *E. faecalis*. Najveći nedostatak mu je nemogućnost otapanja nekrotičnog tkiva i uklanjanje zaostatnog sloja (12).

Na kraju svake kemomehaničke obrade korijenskog kanala, na stijenkama kanala zaostaje zaostatni sloj i debris, koji se sastoji od dentinskog i pulpnog tkiva, bakterija i endotoksina (14,15). Zaostatni sloj se uklanja djelovanjem NaOCl- a tijekom 30 sekundi i 15

% ili 17 % otopinom EDTA- e, koja se ostavlja u kanalu 1 minutu (16). Nakon uklanjanja zaostatnog sloja, kanal se ispiri antimikrobnim sredstvom kako bi se uklonile preostale bakterije u intrakanalnim nepravilnostima i dentinskim tubulusima. U tu svrhu se koristi NaOCl (2,5 – 6 %) tijekom 30 sekundi ili CHX tijekom 1 minute. Na kraju je potrebno NaOCl isprati fiziološkom otopinom. Umjesto kombinacije EDTA i NaOCl- a ili CHX- a, korijenski kanal se može isprati samo QMiX- om, koji djeluje antimikrobno i uklanja zaostatni sloj (17,18) (Tablica 1).

Tablica 1. Protokoli završnog ispiranja korijenskog kanala.

Protokol 1	Protokol 2	Protokol 3
NaOCl, 30 s	NaOCl, 30 s	NaOCl, 30 s
EDTA, 60 s	EDTA, 60 s	*QMiX, 60 s
CHX, 60 s	NaOCl, 30 s	

*QMiX- kombinacija 2 % CHX, EDTA i deterdženta

1.3. Punjenje korijenskih kanala

Cilj punjenja korijenskog kanala je uspostaviti nepropusno brtvljenje cijelom dužinom kanalnog sustava od unutrašnjeg apikalnog otvora, uzduž lateralnih stijenki korijenskog kanala sve do njegova ulaza. Kvaliteta apikalnog i koronarnog brtvljenja jednako je važna u dugoročnom uspjehu endodontskog zahvata (1).

1.3.1. Materijali za punjenje korijenskog kanala

Prema Grossmanu (19), idealan materijal za punjenje korijenskih kanala trebao bi zadovoljiti slijedeća svojstva:

- Jednostavno unošenje u korijenski kanal
- Dobro apikalno i lateralno brtvljenje
- Stalan volumen (nepoželjno je skvrčavanje nakon unošenja)
- Netopivost i nepropuštanje vlage
- Bakteriostatskičnost
- Radioopaktnost
- Nemogućnost bojenja zubnog tkiva

- Nemogućnost iritacije periradikularnih tkiva
- Mogućnost steriliziranja prije unošenja
- Lako uklanjanje iz korijenskog kanala

Ne postoji idealno sredstvo koje u potpunosti zadovoljava sva tražena svojstva, stoga se pri punjenju rabe dva ili više materijala istovremeno. Najčešće se kombinira polutvrđi materijal (gutaperka štapići) i punilo koje stvrdnjava u kanalu (cement) (20).

Obzirom na konzistenciju, materijali za punjenje korijenskih kanala dijele se na (20):

1. Meka punila koja trajno ostaju meka (paste)
2. Meka punila koja stvrdnjavaju (cementi)
3. Polutvrda punila
4. Tvrda punila
5. Materijali za retrogradno punjenje

Meka punila koja trajno ostaju meka

To su paste na bazi kalcij hidroksida koje se nakon nekog vremena resorbiraju iz kanala, pa se ne koriste za trajno punjenje. Djeluju antimikrobno zahvaljujući alkaličnom pH (oko 12) te se koriste kao dezinfekcijski uložak između endodontskih posjeta. U dodiru s vezivnim tkivom kalcijev hidroksid proizvodi teško topljive kalcijeve soli, koje se talože na površinu materijala, pa je otpuštanje iona vremenski i prostorno ograničen proces (20).

Meka punila koja stvrdnjavaju u korijenskom kanalu

To su cementi koji se unose u kanal u mekoj konzistenciji, a nakon određenog vremena u njemu stvrdnjavaju (20):

- Kloroperka i Eukaperka se dobivaju otapanjem gutaperke u kloroformu i eukaliptolu. Stvrdnjavaju hlapljenjem otapala što dovodi do poroznosti materijala. Kloroform je kancerogen pa se više ne koristi.
- Jodoform pasta ima jaki antiseptični učinak, ali se više ne preporuča kao sredstvo za punjenje jer se teško uklanja iz kanala i dovodi do dugotrajne iritacije i boli prilikom prepunjenja.
- Cementi temeljeni na kalcijevom hidroksidu dolaze kao dvokomponentni materijal sastavljen od baze (kalcijev hidroksid ili kalcijev oksid, kontrastno sredstvo, punilo,

plastifikatori) i katalizatora (salicilatni ester) koji miješanjem stvrđavaju u kiseloj reakciji stvaranjem kalcij-salicilat kelatora.

- Cinkoksid eugenol cementi su dugo vremena bili najzastupljeniji materijal za punjenje korijenskih kanala. Danas se ne koriste jer su topivi u tkivnim tekućinama, a nereagirani eugenol slabi masu cementa i djeluje toksično.

Cementi temeljeni na umjetnim smolama su danas najprihvaćeniji materijali za punjenje korijenskih kanala (20):

- *Diaket*, poliketonski cement, posjeduje dobra fizikalna svojstva. Nakon miješanja postaje ljepljiv i dobro adherira na stijenke dentina. Prije stvrđavanja otapa masti i organsko tkivo, a za vrijeme stvrđavanja lagano kontrahira što se kompenzira apsorpcijom tragova vlage iz kanala.
- *AH-26*, epoksi smola, dugo stvrđava u kanalu otpuštajući tragove formaldehida pa je toksičan.
- *AH-plus* je epoksi smola s poboljšanim svojstvima (brže stvrđavanje i bolji radioopacitet te nema čestice srebra kao prethodni materijal i ne boja tvrda zubna tkiva)

Polutvrda punila

Gutaperka je najčešće rabljeni materijal za punjenje korijenskih kanala (19). Dolazi u dva kristalična (alfa i beta gutaperka) i amorfnom obliku koji mogu prelaziti jedan u drugi. Na tržištu se pojavljuje u formi standardiziranih i nestandardiziranih štapića koji se sastoje od 18 – 22 % gutaperke, 56 – 75 % cink oksida, 1,5 do 17 % metalnih sulfata te 1 – 4% voskova i smole (20). Nedostatci gutaperke su manjak čvrstoće i adhezivnosti pa je tek u kombinaciji sa cementom najbliže idealnom sredstvu za punjenje korijenskih kanala (21).

Tvrda punila

Nekada korišteni srebrni štapići, zbog korozije i citotoksičnosti čistog srebra, danas su potpuno napušteni (20).

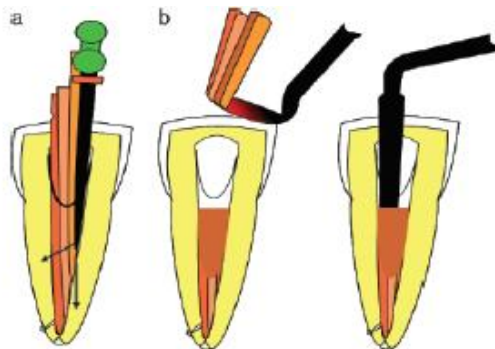
Materijeli za retrogradno punjenje

Prilagođeni su uvjetima rada u vlažnom mediju. Danas se osim dentalnih amalgama bez cinka koriste staklenoionomerni cementi, *Super EBA* (Stident International, Staines, Middx, Velika Britanija), *IRM* (DeTrey, Dentsply, Konstanz, Njemačka) i *MTA* (DeTrey, Dentsply, Konstanz, Njemačka) (20,21).

1.3.2. Tehnike punjenja korijenskih kanala

a) Hladna lateralna kondenzacija

Nakon oblikovanja i sušenja korijenskog kanala odabire se osnovni gutaperka štapić (engl. *master apical point*, MAP). On svojom veličinom odgovara posljednjem instrumentu koji je širio kanal do pune radne duljine (engl. *master apical file*, MAF). U apikalnoj trećini tijesno dodiruje sve stijenke kanala kako bi dobro zabrtvio apikalnu konstrikciju i onemogućio apikalno propuštanje. U srednjoj trećini kanala postoji prostor između gutaperke i stijenke kanala koji će biti popunjen sekundarnim gutaperka štapićima. Glavni štapić gutaperke, obložen cementom, uvodimo u kanal do označene radne duljine koja odgovara položaju referentne točke na zubu. Za potiskivanje štapića prema stijenci kanala koristi se *spreader* odabrane veličine. Njime ulazimo 1 – 2 milimetra kraće od radne duljine i kondenziramo gutaperku apikalno i lateralno. Na taj način osiguran je prostor za sekundarni štapić gutaperke koji je 1 – 2 broja manji od odabranog *spreadera*. Postupak se ponavlja sve dok *spreader* više ne ulazi dublje od 3 – 4 milimetara, odnosno kada su ispunjene apikalna i srednja trećina kanala. Višak gutaperke odstrani se zagrijanim instrumentom, a potom se pomoću *pluggera* (nabijača) vrši vertikalna kondenzacija gutaperke u koronarnom dijelu kako bi se ona bolje prilagodila stijenkama kanala (Slika 5) (1).



Slika 5. Tehnika hladne lateralne kondenzacije.

Preuzeto iz: <http://www.rpcendo.com/45va9r1lk17/Modulo3/PDF13.pdf>.

Ova tehnika se najčešće rabi za punjenje korijenski kanala. Prednosti su joj jednostavna izvedba i kontrola unosa materijala. Ipak, nedostatak je to što oduzima relativno puno vremena, a punjenje nije toliko homogeno kao što to izgleda na radiogramu (22).

b) Termoplastične tehnike punjenja

Tehnika tople lateralne kondenzacije

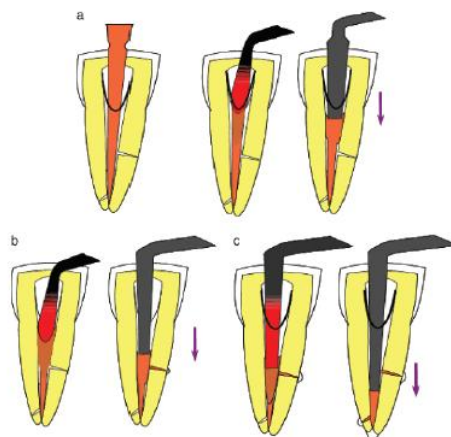
Ova tehnika punjenja razvijena je kao kompromis između hladne lateralne i tople vertikalne kondenzacije (23). Prije samog punjenja, korijenski kanal se obloži jednim od punila i postavi se glavni gutaperka štapić uz nekoliko pomoćnih. Kondenzacija postavljenih štapića gutaperke vrši se zagrijanim instrumentom, vrlo sličnim potiskivaču (*spreaderu*), kojim se istovremeno izvode vertikalne i rotacijske kretnje kako bi se spriječilo izvlačenje rastopljene gutaperke. U kanal se zatim unosi sekundarni štapić gutaperke i potiskuje pokretima lateralne kondenzacije sve dok se kanal ne napuni do kraja (24).

Tehnika ultrazvučne kondenzacije gutaperke

Ultrazvučno aktivirani potiskivač stvara toplinu i na taj način omekšava gutaperku. Pokazalo se da je ultrazvučno kondenzirana gutaperka homogenija i kompaktnija u usporebi s klasičnom lateralnom kondenzacijom. Na taj način je smanjeno apikalno propuštanje (25).

Tehnika vruće vertikalne kondenzacije

U ovoj tehnici služimo se posebnim setom nabijača (*pluggera*) za apikalnu, srednju i koronalnu trećinu korijenskog kanala. Glavna gutaperka (MAP) obloži se punilom i postavi 2 – 3 milimetra od apeksa. Zagrijanim nabijačem gutaperka se potisne apikalno i vertikalno se kondenzira. Postupak se ponavlja napredujući prema koronalno upotrebom nabijača šireg promjera koji odgovaraju širini korijenskog kanala (Slika 6).



Slika 6. Tehnika vruće lateralne kondenzacije.

Preuzeto: <http://www.rpcendo.com/45va9r1lk17/Modulo3/PDF13.pdf>.

Prednosti ove tehnike punjenja jesu manje praznine i bolja adaptacija gutaperke uz zidove kanala. Nedostatci su relativno velika obrada kanala, upotreba otvorenog plamena za zagrijavanje nabijača, opasnost od vertikalne frakture i prepunjenja korijenskog kanala.

Danas se rabe uređaji s električnim nabijačima kao što su *Touch'n Heat 5004* (Analytic Tehnology, Redmond, WA, SAD) i *System B* (Analytic Tehnology, Redmond, WA, SAD). Na taj način održava se stalna temperatura nosača topline, čime se postiže bolja homogenost punjenja. Međutim, predugo zadržavanje instrumenta može oštetiti parodont i dovesti do eksterne resorpcije korijena (24).

Tehnika termo-mehaničke kompakcije

U ovoj tehnici punjenja gutaperka se omekšava trenjem i potiskuje prema apeksu rotirajućim instrumentom (kompaktorom). Kompaktor je instrument s oštricama vrlo sličnim *headstroem* pilicama, ali okrenutim u suprotnom smjeru (prema vrhu instrumenta). Glavni gutaperka štapić, obložen punilom, unosi se u kanal za 0,5 – 1 mm kraće od radne duljine. Kompaktor u veličini glavnog štapića gutaperke, postavlja se u kolječničnik s malim brojem okretaja (10 do 15 tisuća u minuti) i uvodi u kanal bez pritiska. Nakon jedne sekunde postiže najveću brzinu i omekšava gutaperku. Potom se potisne apikalno do 2 mm kraće od radne duljine. Nakon 5 sekundi kompaktor se postupno izvlači iz korijenskog kanala pri maksimalnoj brzini kako ne bi zaostale praznine ispunjene zrakom. Iako ova tehnika zahtjeva vrlo malo vremena, nedostatak joj je moguće štetno djelovanje na periapikalna tkiva zbog visoke temperature koju razvija na apeksu zuba (više od 100° Celzijevih) (24).

c) Injekcijske tehnike zagrijane gutaperke

Visokotemperaturna termoplastična gutaperka

Ova tehnika punjenja prvi put je opisana od strane Yee i suradnika 1997. godine, a podrazumijeva unošenje tekuće gutaperke u kanal špricom (*Obtura I*) (21). Poboljšana verzija ove tehnike je *Obtura II* (Obtura-Spartan Corporation., Algonquin, Illinois, SAD). Sastoji se od električne šprice nalik pištolju koja zagrijava gutaperku na 200° Celzijevih i srebrnih kanila za održavanje topline. Ovaj sustav koristi regularnu beta gutaperku *beta flow* i *easy flow* u obliku kuglica. Nakon oblaganja kanala punilom, injicira se gutaperka. Potrebna je vertikalna kondenzacija radi bolje adaptacije gutaperke uz stijenke korijenskog kanala (24).

Niskotemperaturna plastična gutaperka – *Ultrafil*

Sustav niskotemperaturne plastične gutaperke, *Ultrafil* (Hygenic Corp., Akron, OH, SAD) sastoji se od injekcijske šprice, gutaperka kanila s iglom veličine ručnog instrumenta #70 i malog stolnog grijača. Gutaperka se grije 15 minuta na 70° Celzijevih radi postizanja tekućeg stanja. Igla se postavi 6 do 8 mm kraće od radne duljine kanala i injicira se lagano povlačeći špricu u koronalnom smjeru (27).

d) *Thermafil*

Thermafil tehnika (Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma, SAD) podrazumijeva punjenje korijenskog kanala termoplastičnom gutaperkom u alfa-fazi pomoću *Thermafil* obturatora (Slika 7). U početku se on izrađivao od nehrđajućeg čelika, a danas se sastoji od plastike obložene alfa- fazom gutaperke, graduiranog nastavka i plastičnog drška. Postoji u veličinama od #15 do #140. Nakon preparacije korijenskog kanala, potvrđivačem (*verifierom*) se provjeri radna duljina i odabere obturator sukladan promjeru potvrđivača koji se potom stavlja u specijalni grijač (*ThermaPrep Plus*, Tulsa Dental Products, Tulsa, Oklahoma, SAD). Zagrijani nosač s gutaperkom postavlja se u korijenski kanala do pune radne duljine, a višak se uklanja zagrijanim instrumentom ili svrdlom (*Therma-cut*).



Slika 7. *Thermafil* obturator.

Preuzeto: <http://www.rpcendo.com/45va9r1lk17/Modulo3/PDF13.pdf>.

Prednosti ove tehnike su jednostavnost i brzina izvođenja te uspješno punjenje zakrivljenih korijenskih kanala (24). Najveći nedostatak je veća stopa prepunjenja korijenskog kanala u usporedbi s hladnom lateralnom kondenzacijom (28).

e) Tehnika jedne gutaperke (*Single Cone*)

Tehnika jedne gutaperke podrazumijeva uporabu jednog štapića gutaperke koji svojim promjerom i konicitetom u potpunosti odgovara zadnjem instrumentu koji je instrumentirao kanal. Ova tehnika je vrlo jednostavna za primjenu i zahtjeva manji utrošak vremena. U

odnosu na hladnu lateralnu kondenzaciju, rezultira homogenijim punjenjem bez mogućnosti zaostataka zraka i punila koji inače zaostaju između pojedinih štapića gutaperke (29,30).

Za svaku tehniku postoje određene indikacije i kontraindikacije za uporabu. Pravilan izbor tehnike punjenja korijenskog kanala ovisi o brojnim čimbenicima kao što su anatomske-morfološke obilježja endodontskog prostora, uvjeti rada, materijali koje koristimo te sklonost terapeuta prema određenoj tehnici punjenja (24). Najveći uspjeh postizemo postavljenjem ispravne indikacije za određenu tehniku i njenom pravilnom izvedbom.

2. CILJ I HIPOTEZE

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati apikalnu propusnost ispuna korijenskih kanala obrađenih tehnikom hladne lateralne kondenzacije, tehnikom jedne gutaperke (*Single-cone*) i tehnikom termoplastične gutaperke na nosaču (*Thermafil*) u kontroliranim uvjetima vakuuma.

Nulte hipoteze su:

- tehnika hladne lateralne kondenzacije pokazat će manje apikalnog propuštanja u odnosu na preostale dvije tehnike punjenja korijenskih kanala zuba;
- između navedenih tehnika punjenja korijenskih kanala zuba neće biti statistički značajne razlike u apikalnom propuštanju.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Prikupljanje i priprema uzoraka

Ovo istraživanje provedeno je na jednokorijenskim zubima gornje i donje čeljusti koji su prikupljeni na Odjelu za oralnu kirurgiju Stomatološke poliklinike u Splitu. Prije obrade zubi su čuvani u 10 % otopini formalina, a potom su premješteni u 3 % vodikov peroksid u svrhu uklanjanja ostataka organskih tkiva na površini korijena. Nakon mehaničkog čišćenja rotacijskim četkicama i kiretama, pohranjeni su u sterilnu fiziološku otopinu u kojoj su se nalazili do kraja instrumentacije.

Kruna zuba uklonjena je na caklinsko-cementnom spojištu turbinskim fisurnim svrdlom uz stalno vodeno hlađenje. Ručnim instrumentom 10/.02 (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Švicarska) utvrđen je broj kanala i ispitana njihova prohodnost. Zubi s jednim prohodnim korijenskim kanalom uzeti su u obzir za istraživanje, a zubi s frakturama, internom resorpcijom i karijesom korijena isključeni su iz istraživanja. Od ukupno 62 jednokorijenska zuba, njih 49 zadovoljilo je navedene kriterije.

Pulpno tkivo uklonjeno je pulpektiratorom (DentsplyMaillefer, Tulsa, OK, SAD). Radna duljina određena je umetanjem iglice 10/.02 (DentsplyMaillefer, Tulsa, OK, SAD) do apeksa zuba te oduzimanjem 1 mm od dobivene mjere. Svi ulazi u korijenske kanale obrađeni su svrdlima *Gates Glidden* veličine 3 i 4 (VDW GmbH, Munchen, Njemačka). Prije instrumentacije zubi su nasumično podijeljeni u 4 skupine. Prva skupina sadržavala je 15 zubi namijenjenih ručnoj tehnici instrumentacije i kasnijem punjenju hladnom lateralnom kondenzacijom. Druga skupina od 15 zubi također je ručno obrađena, a naknadno punjena tehnikom *Thermafil* (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Švicarska). Treća skupina od 15 zubi instrumentirana je strojno, sustavom *ProTaper* (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Švicarska) i punjena tehnikom jedne gutaperke. Četvrta skupina od 4 zuba služila je kao kontrola izolacije zubi (2 zuba kao pozitivna i 2 kao negativna kontrola).

Prve dvije skupine zubi i kontrolne skupine, instrumentirane su u području apeksa do proširivača 35/.02 i nakon toga tehnikom *step-back* do proširivača 50/.02 uz irigaciju 2,5 % otopinom natrijeva hipoklorita. Između svakog instrumenta napravljena je rekapitulacija, odnosno provjera prohodnosti korijenskog kanala proširivačem 35/.02. Na kraju instrumentacije, stijenke korijenskog kanala zaglađene su *headstroem* pilicama u jednakoj veličini. Zaostatni sloj uklonjen je djelovanjem 17 % EDTA kroz jednu minutu. Nakon toga

napravljena je završna irigacija 2,5 % natrijevim hipokloritom i sušenje kanala *paper point* u veličini 35/.02.

Treća skupina zubi instrumentirana je strojno sustavom *ProTaper* (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Švicarska). Instrumentacija je započela iglicom S1 do 2/3 radne duljine korijenskog kanala, zatim je istom iglicom obrađen kanal do pune radne duljine. Slijedeća iglica S2 postavljena je na punu radnu duljinu, kao i iglice za završnu obradu korijenskog kanala F1, F2 i F3 (30/.08). Između svake iglice korijenski kanala je ispiran sa 2,5 % natrijevim hipokloritom. Završno ispiranje napravljeno je po jednakom protokolu kao i kod ručne instrumentacije.

Svi instrumentirani zubi tretirani su 70 %-tnim alkoholom i posušeni papirnatim štapićima neposredno prije punjenja. Kao punilo u svim tehnikama punjenja korišten je *AH-plus* cement (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Švicarska).

Prva skupina zubi (hladna lateralna kondenzacija)

Master gutaperka, obložena cementom, postavljena je na punu radnu duljinu i lateralno kondenzirana crvenim potiskivačem 25/.02. Zatim je umetnut sekundarni štapić gutaperke (20/.02) i također lateralno kondenziran. Postupak se ponavljao sve dok potiskivač nije dosezao dublje od 2 mm u masu gutaperke.

Druga skupina zubi (Thermafil)

Thermafil obturator veličine #35 odabran je pomoću potvrđivača (*verifiera*) i stavljen u specijalni grijač za omekšavanje gutaperke *ThermaPrep* (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, Oklahoma, SAD) na 10 sekundi. Potvrđivačem je unesena mala količina punila (*AH-plus*) pokretom obrnutim od kazaljke na satu. Plastični obturator zatim je izvađen iz pećice i postavljen na punu radnu duljinu u korijenski kanal.

Treća skupina zubi (tehnika jedne gutaperke)

Kanali su napunjeni *ProTaper* gutaperkom istog konicitet kao i instrument koji je zadnji instrumentirao kanal. *ProTaper* štapić gutaperke F3 obložen je punilom (*AH Plus*) i postavljen do pune radne duljine.

Višak gutaperke je u svim tehnikama punjenja uklonjen zagrijanim nabijačem (Hu-Friedy, Bernhard Quentin GmbH, Leimen, Njemačka), a ostatak vertikalno kondenziran nabijačem broj 8 (Hu-Friedy, Bernhard Quentin GmbH, Leimen, Njemačka).

Svi uzorci koronalno su zabrtvljeni adhezivnom tehnikom – samojetkajućim adhezivom (Dentsply, DeTrey GmbH, 7846 Konstanz, Njemačka) i tekućim kompozitom (Tetric EvoFlow, Ivoclar Vivadent, Lihtenštajn) te stavljeni u termostat na 37° Celzijevih kroz tjedan dana u svrhu potpunog stvrdnjavanja punila. Nakon toga izolirani su s dva sloja laka za nokte i crvenim voskom (Margin wax hard, Industria Zingardi, Italija) sve do 2 mm od apeksa.

Četvrta (kontrolna) skupina sadržavala je 4 zuba – 2 su služila kao pozitivna kontrola, a 2 kao negativna. Zubi pozitivne kontrole punjeni su štapićima gutaperke bez upotrebe punila, a zubi negativne kontrole su ostavljeni neispunjenima. Nakon koronalnog brtvljenja tekućim kompozitom, zubi pozitivne kontrole prekriveni su s 2 sloja laka za nokte i voskom sve do 2 mm od apeksa, a zubi negativne kontrole su u potpunosti izolirani lakom i voskom.

Svi uzorci stavljeni su u vakuumsku posudu uz dodatak metilenskog modrila (Slika 8). Zrak je istisnut pomoću vakuumske pumpe (Thermo Scientific Nalgene 5311-0250 Vacuum Desiccator) i postignut je tlak od 75 torra (Slika 9). Nakon pola sata, uzorci su premješteni u termostat na 37° Celzijevih, gdje su ostali uronjeni u metilensko modrilo dodatnih tjedan dana. Potom su isprani pod mlazom vode, a oštrim skalpelom uklonjeni su vosak i lak (Slika 10). Pomoću dijamantnog diska napravljeni su početni urezi s labijalne i oralne površine korijena, te su longitudinalno raskoljeni. Kvantitativni prodor boje očitana je pod stereomikroskopom (Olympus CX21) pod povećanjem 4 x '0,10 i uz pomoć kalibrirane mrežice na postolju dobiveni su podaci u milimetrima. Sva mjerenja rađena su od strane istog ispitivača u 2 vremenska perioda, a za potrebe analize izračunata je aritmetička sredina za svaki pojedini uzorak. Prodor boje mjeren je od apikalnog foramena do najkronarnije obojane točke unutar korijenskog kanala.



Slika 8. Prikaz uzoraka uronjenih u metilensko modrilo.



Slika 9. Vakumska posuda (Thermo Scientific Nalgene 5311-0250 Vacuum Desiccator).



Slika 10. Prikaz obojanih uzoraka raspoređenih po skupinama.

3.2. Statistička analiza

Statistička analiza napravljena je pomoću statističkog softvera IBM SPSS 22,0 (IBM Corp. Armonc, SAD). Deskriptivna statistika korištena je za dobivanje osnovnih statističkih parametara (srednje vrijednosti, standardne devijacije, standardne pogreške, minimalne i maksimalne vrijednosti). Normalnost raspodjele podataka provjerena je Shapiro - Wilk testom. Za usporedbu podataka između tri ispitivane skupine koristio se neparametrijski Kruskal - Wallis i Dunnov post - hoc test. *P*- vrijednosti manje od 0,05 smatrane su statistički značajnim.

4. REZULTATI

Rezultati ovoga istraživanja pokazuju da je periapikalno propuštanje prisutno, neovisno o tehnici punjenja korijenskoga kanala.

Svi uzorci pozitivne kontrolne skupine rezultirali su potpunim obojenjem korijenskog kanala, dok je kod negativne kontrolne skupine zaštitni lak u potpunosti spriječio prodor boje. Potpuno obojenje korijenskog kanala i punjenja zabilježeno je kod 4 uzorka hladne lateralne kondenzacije i 3 uzorka tehnike jedne gutaperke.

Iz srednjih vrijednosti ispitivanih skupina možemo zaključiti da je najmanje propuštanje boje zabilježeno kod *Thermafil* tehnike, a slijede ju tehnika jedne gutaperke i hladna lateralna kondenzacija kao skupina s najvećom propusnosti boje (Tablica 2).

Tablica 2. Prikaz srednje vrijednosti, standardne devijacije, standardne pogreške, minimalne i maksimalne vrijednosti za svaku ispitivanu skupinu.

	n*	Sv	Sd	Sp	Min	Max
HL*	15	4,67	±4,19	1,08	0,3	11,5
SC*	15	3,61	±4,36	1,12	0,9	11,2
TH*	15	1,17	±0,86	0,22	0,2	3,75
Poz.kontrola	2	10,25	±1,77	1,25	9,0	11,5
Neg.kontrola	2	0	-	-	0	0

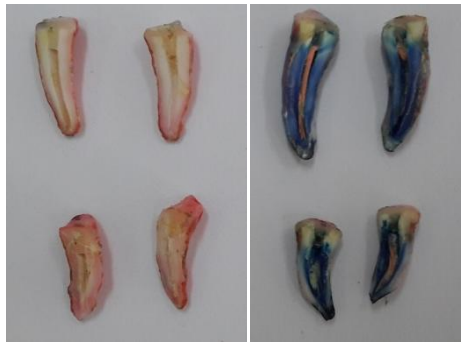
*HL- hladna lateralna kondenzacija, SC- tehnika jedne gutaperke (*single-cone*), TH- *Thermafil*, n- broj uzoraka. Vrijednosti Sv, Min i Max izražene su u milimetrima.

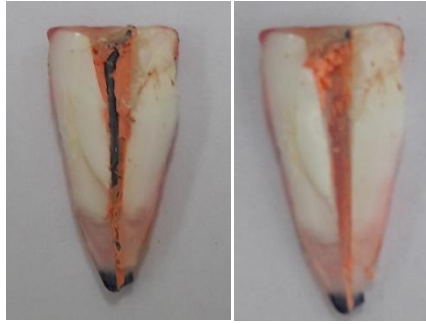
Tehnika jedne gutaperke rezultirala je manjim apikalnim propuštanjem u usporedbi s hladnom lateralnom kondenzacijom, ali razlika nije bila statistički značajna ($P > 0,05$). *Thermafil* je pokazao najmanji prodor boje, međutim statistički značajna razlika zabilježena je jedino u odnosu na hladnu lateralnu kondenzaciju ($P < 0,05$) (Tablica 3).

Tablica 3. Usporedna analiza ispitivanih skupina.

	<i>P</i> -vrijednost*
HL – Th	0,003
HL – SC	0,105
Th – SC	0,442

**P* < 0,05- statistički značajno, Kruskal - Wallis post - hoc.

**Slika 11.** Uzorci negativne i pozitivne kontrole nakon bojanja.**Slika 12.** Uzorak iz skupine jedne gutaperke nakon vertikalnog raskoljavanja, s čistim stijenkama korijenskog kanala.



Slika 13. Primjer uzorka iz skupine *Thermafil* prije i nakon uklanjanja punjenja.



Slika 14. Uzorak iz skupne hladne lateralne kondenzacije, prije i nakon uklanjanja punjenja, s potpunim prodorom boje unutar korijenskog kanala.



Slika 15. Potpuno obojenje korijenskog kanala zabilježeno nakon uklanjanja punjenja. Uzorak iz skupine tehnike jedne gutaperke.

Punjenje korijenskog kanala je posljednji, ali iznimno bitan korak u endodontskoj terapiji. Iz tog razloga razvijene su razne *in vitro* metode kojima se ispituje apikalno propuštanje različitih tehnika punjenja. Neke od tih metoda uključuju mjerenje prodora radioaktivnih izotopa (31), elektrokemijske propusnosti (32), bakterijske penetracije (33), filtracije tekućine (34) te prodora boje (35-40) unutar stijenki korijenskog kanala. U ovome istraživanju korištena je metoda prodora boje u kontroliranim uvjetima vakuuma.

Svrha ovog istraživanja bila je utvrditi postoji li apikalno propuštanje i ukoliko postoji, izmjeriti ga i procijeniti razlike između tri različite tehnike punjenja korijenskih kanala (hladna lateralna kondenzacija, tehnika jedne gutaperke i *Thermafil*). Iako su sve tri tehnike pokazale apikalno propuštanje, *Thermafil* je rezultirao najmanjim. To se može objasniti boljim prilijeganjem termoplastične gutaperke u alfa-fazi, uz stijenke korijenskog kanala.

Najveća propusnost punjenja dobivena je tehnikom hladne lateralne kondenzacije. Zabilježen je prodor boje od 4,67 mm, što je više od rezultata Sheakespearea i Donnelya (35) koji su za istu tehniku punjenja zabilježili prodor od 1,38 mm. Razlika u rezultatima može se objasniti uporabom različitih boja i metoda bojanja uzoraka. U ovome radu rabljeno je metilensko modriilo, a Shakespeare i Donnelly (35) koristili su Indija-boju. Ahlberg i suradnici (36) dokazali su da metilensko modriilo, zbog svoje manje molekularne mase, prodire dublje u korijenski kanal u odnosu na Indija-boju. Također, u ovome istraživanju korišten je vakuum, a Sheakespeare i Donnelly (35) koristili su se pasivnim bojanjem uzoraka. Prema istraživanju Spangberga i suradnika (37), zaostali mjehurići zraka unutar punila mogu ometati pasivan prodor boje unutar korijenskog kanala. Oliver i Abbott (38) dokazali su da uporaba vakuuma (25 mmHg) kroz 5 minuta uzrokuje potpuno prodiranje boje unutar zaostalih mjehurića zraka, dok pasivno bojanje prodire unutar njih 20,7 +/- 5,4 %. S druge strane, Ferreira i suradnici (39) u svome su istraživanju pokazali da nema statistički značajne razlike u prodoru boje u apikalnoj trećini korijena kod tehnike pasivnog prodora boje i uporabe vakuuma, te da se razlike očituju u srednjoj i koronarnoj trećini kanala. To znači da propusnost u potpunosti ovisi o kvaliteti brtvljenja apikalnog dijela korijenskog kanala. Simons i suradnici (40) potvrđuju ovu pretpostavku navodeći da je prodor boje nesmetan ako boja prođe prvih 0,5 mm u korijenski kanal. Green i suradnici (27), tehnikom hladne lateralne kondenzacije dobili su propuštanje od 7,6 mm, što je više od rezultata dobivenih u našem istraživanju. To se može objasniti uporabom različitih punila. Da apikalno propuštanje ovisi o vrsti primjenjenog punila, dokazali su Shafer i Zandbiglar (41) u istraživanju topivosti različitih vrsta punila,

gdje se *AH-plus* pokazao boljim od punila na bazi kalcij hidroksida, cinkoksideugenola, staklenoionomera ili poliketona.

Thermafil se u ovom istraživanju pokazao učinkovitiji u odnosu na hladnu lateralnu kondenzaciju ili tehniku jedne gutaperke, što je sukladno istraživanju Betty i suradnika (42). Dummer i suradnici (22) promatrali su propusnost boje u ravnim i zakrivljenim korijenskim kanalima kod hladne lateralne kondenzacije i *Thermafila*. Kod ravnih korijenski kanala nisu uočili statistički značajnu razliku između te dvije tehnike rada. Gencoglu i suradnici (43) uspoređivali su tehniku hladne lateralne kondenzacije, *System B*, *Quick Fill* i *Thermafil*. Tehnike termoplastične gutaperke na nosaču (*Quick Fill* i *Thermafil*) pokazale su značajno manje propuštanje boje od hladne lateralne kondenzacije. Suprotno tome, Lares i El Deeb (44) zabilježili su veći prodor boje kod *Thermafila* nego kod hladne lateralne kondenzacije. Nepodudaranje rezultata može biti posljedica vještine terapeuta u izvođenju određene tehnike, uporabe različitih uzoraka u istraživanju, korištenja drugačijih boja i punila te različitog prikazivanja i očitavanja rezultata.

Istraživanje Ugura i suradnika (45) nije pokazalo statistički značajne razlike između tehnike jedne gutaperke, hladne lateralne kondenzacije i *Thermafila*. Međutim, oni su za potrebe instrumentacije svih uzoraka koristili strojni sustav *ProTaper*. Suprotno tome, Tasdemir i suradnici (46) su dokazali da je adaptacija gutaperke tehnikom jedne gutaperke, u rasponu do 2 mm od apeksa, značajno veća nego kod hladne lateralne kondenzacije nakon strojne obrade korijenski kanala. Iz toga možemo zaključiti da na apikalno propuštanje, osim tehnike punjenja, ovisi i izbor tehnike instrumentacije korijenskog kanala.

U ovom istraživanju korišteni su jednokorijenski zubi s jednim ravnim korijenskim kanalom i relativno mali broj uzoraka. Zubi stražnjeg segmenta imaju složeniju anatomiju i veći broj zavijenih korijenskih kanala, što može predstavljati izazov u liječenju. Iz tog razloga, potrebno je provesti daljnja istraživanja na većem broju uzoraka te usporediti tehnike punjenja obrzirom na mogućnost brtvljenja ravnih i zavijenih korijenskih kanala. Također, trebalo bi ispitati tehnike punjenja s obzirom na mogućnost zatvaranja lateralnih i akcesornih kanalića, količinu periapikalne ekstruzije materijala za punjenje, razvijanje vertikalnih sila prilikom postupka punjenja, kako bi dobili bolji uvid u njihovu kvalitetu.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata ovoga istraživanja možemo zaključiti slijedeće:

1. Sve tri tehnike rezultirale su apikalnim propuštanjem boje;
2. Najmanje propuštanje zabilježeno je kod *Thermafila*, zatim kod tehnike jedne gutaperke pa hladne lateralne kondenzacije;
3. Statistički značajno manje apikalno propuštanje primijećeno je kod *Thermafila* u usporedbi s hladnom lateralnom kondenzacijom ($P < 0,05$);
4. Između hladne lateralne kondenzacije i tehnike jedne gutaperke, te *Thermafila* i tehnike jedne gutaperke nema statistički značajne razlike ($P > 0,05$).

7. LITERATURA

1. Walton RE, Torabinejad M. Principles and practice of endodontics. 3. izd.. Philadelphia, London, NewYork, St Louis, Sydney, Toronto: WB Saunders company; 2002.
2. Njemirovskij Z. Endodoncija – patologija i terapija zubne pulpe. 2. hrv. izd. Zagreb: Izdavački zavod Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti; 1974.
3. Paque 'F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel- titanium rotary instrumentation: a micro- computed tomography study. J Endod. 2010;36:703-7.
4. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. Endod Topics. 2005;10:77-102.
5. Paliska J, Janković B. Ručna instrumentacija – step back. Sonda. 2009;9(17):57-60.
6. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on failure rate of ProTaper rotary instruments. J Endod. 2004;30(4):228-30.
7. Blum JY, Machtou P, Ruddle CJ, Micallef JP. The analysis of mechanical preparations in extracted teeth using protaper rotary instruments: value of the safety quotient. J Endod. 2003;29(9):567-75.
8. West JD. Introduction of a new rotary endodontic system: progressively tapered files. Dent Today. 2001;20:50-57.
9. Giuliani V, Cocchetti R, Pagavinu G. Efficacy of ProTaper universal retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. J Endod. 2008;34(11):1381-4.
10. Ruddle CJ. The ProTaper endodontic system. Endod Pract. 2002;34-44.
11. Martin D AJ, Machtou P. Mechanized endodontics: the ProTaper system, principles and clinical protocol. Rev Odontstomatol. 2002;33-42.
12. Opačak I, Medvedec I, Prpić-Mehičić G. Sredstva za ispiranje korijenskih kanala. Sonda. 2009;10(19):58-62.
13. Siqueira JF Jr, Rocas IN, Santos SR, et al. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. J Endod. 2002;28(3):181.
14. Paque F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instrumentation: a micro-computed tomography study. J Endod. 2010;36:703–7.
15. Paque F, Laib A, Gautschi H, et al. Hard-tissue debris accumulation analysis by high-resolution computed tomography scans. J Endod. 2009;35:1044–7.

16. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod.* 2006;32:389-98.
17. Wang Z, Shen Y, Ma J, Haapasalo M. The effect of detergents on the antibacterial activity of disinfecting solutions in dentin. *J Endod.* 2012;38:948-53.
18. Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J.* 2012;45:363-71.
19. Ingle JJ, Bakland LK, Baumgartner JC. *Ingle's Endodontics 6.* 6.izd. Hamilton: BC Decker Inc; 2008.
20. Jerolimov V, ur. *Osnove stomatoloških materijala* [Internet]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2005 [citirano 10. srpnja 2017.]. Dostupno na: http://bib.sfzg.hr/files/user/ipelivan/Osnove_stomatoloskih_materijala.pdf.
21. Zjača K, Prskalo K. Materijali za punjenje korijenskih kanala. *Sonda.* 2004;6(11):83-5.
22. Dummer PM, Lyle L, Rawles J, Kennedy JK. A laboratory study of root fillings in theeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or Thermafil obturators. *Int Endod J.* 1994;27(1):32-8.
23. Harty FJ. *Endodontics in clinical practice.* 3. izd.. Bristol: John Wright and Sons Ltd; 1976.
24. Miletić Karlović I, Anić I. Termoplastične tehnike punjenja. *Sonda.* 2007;14(15):33-7.
25. Baumgardner KR, Krell KV. Ultrasonic condensation of gutta-percha: An in vitro dye penetration and scanning electron microscopic study. *J Endod.* 1990;16:253-9.
26. Yee FS, Marlin J, Krakow AA, Gron P. Three-dimensional obturation of the root canal using injection molded thermoplasticized dental gutta-percha. *J Endod.* 1977;3:168-74.
27. Green HA, Wong M, Timothy A, Ingram III. Comparison of the sealing ability od four obturation tehniques, *J Endod.* 1990;16(9):423-28.
28. Clark DS, Van Himel T. Comparison of warm gutta-percha obturation tehniqe and lateral condensation. *J Endod.* 2001;27(11):692-5.
29. Gordon MP, Love RM, Chandler NP. An evaluation of 06 tapered gutta-percha cones for filling of 06 taper prepared curved root canals. *Int Endod J.* 2005;38:87-96.
30. Hembrough MW, Steiman HR, Belanger KK. Lateral condensation in canals prepared with nickel titanium rotary instruments: an evaluation of the use of three different master cones. *J Endod.* 2002;28:516-9.
31. Besse H, Normand B, Labarre P, Woda A. An evaluation of four methods of root canal preparation using ¹⁴C urea. *J Endod.* 1991;2:54-8.

32. Inan U, Aydemir H, Tasdemir T. Leakage evaluation of three different root canal obturation techniques using electrochemical evaluation and dye penetration evaluation methods. *Aust Endod J.* 2007;33(1):18-22.
33. Bal AS, Hicks ML, Barnett F. Comparison of laterally condensed .06 and .02 tapered Gutta-Percha and sealer in vitro. *J Endod.* 2001;27(12):786-8.
34. Moradi S, Lomee M, Gharechahi M. Comparison of fluid filtration and bacterial leakage techniques for evaluation of microleakage in endodontics. *Dent Red J (Isfahan).* 2015;12(2):109-14.
35. Shakespeare GC, Donnelly JC. An in vitro comparison of apical microleakage after obturation with JS Quick-Fill or lateral condensation. *J Endod.* 1997;23:312-4.
36. Ahlberg KM, Assavanop P, Tay WM. A comparison of the apical dye penetration patterns shown by methylene blue and india ink in root-filled teeth. *Int Endod J.* 1995;28(1):30-4.
37. Spangberg LS, Acierno TG, Yongbum Cha B. Influence of entrapped air on the accuracy of leakage studies using dye penetration methods. *J Endod.* 1989;15(11):548-51.
38. Oliver CV, Abbott PV. Entrapped air and its effects on dye penetration of voids. *Endod Dent Traumatol.* 1991;7:135-8.
39. Ferreira R, Bombana AC, Sayegh IJ. In vitro analysis of the penetration of methylene blue dye in human radicular dentin using different methods of impregnation. *Aust Endod J.* 2008;34(3):110-4.
40. Simons J, Ibanez B, Friedman S, Trope M. Leakage after lateral condensation with finger spreaders and D-11-T spreaders. *J Endod.* 1991;17(3):101-4.
41. Schäfer E, Zandbiglari T. Solubility of root canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J.* 2003;36(10):660-9.
42. Beatty RG, Baker PS, Haddix J, Hart F. The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. *J Am Dent Assoc.* 1989;119(5):633-7.
43. Gencoglu N, Garip Y, Bas M, Samani S. Comparison of different root canal filling techniques: Thermafil, Quick Fill, Sytem B, and lateral condensation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93:333-6.
44. Lares C, el Deeb ME. The sealing ability of Thermafil obturation technique. *J Endod.* 1990;16(10):474-9.

45. Inan U, Aydin C, Tunca YM, Basak F. In vitro evaluation of matched-taper single-cone obturation with a fluid filtration method. *J Can Dent Assoc.* 2009;75(2):123.
46. Tasdemir T, Yesilyurt C, Ceyhanli KT, Celik D, Er K. Evaluation of apical filling after root canal filling by 2 different techniques. *J Can Dent Assoc.* 2009;75(3):201a-201d.

Cilj: Cilj rada bio je ispitati propusnost ispuna korijenskih kanala izrađenih tehnikom hladne lateralne kondenzacije, tehnikom jedne gutaperke i tehnikom *Thermafil* u kontroliranim uvjetima vakuuma.

Materijali i metode: U istraživanju je korišteno 49 jednokorijenskih zubi koji su podijeljeni u 3 skupine po 15 uzoraka, te pozitivna i negativna kontrola sa po 2 zuba. Dvije skupine instrumentirane su ručno, tehnikom *step-back* i ispunjene tehnikom hladne lateralne kondenzacije i tehnikom *Thermafil*. Treća skupina instrumentirana je strojno, sustavom *ProTaper* i ispunjena tehnikom jedne gutaperke. Nakon sedmodnevnog stvrdnjavanja, uzorci su premazani izolacijskim lakom i voskom te stavljeni u vakuumsku posudu s dodatkom metilenskog modrila. Zrak je istisnut uz pomoć vakuumske pumpe i postignut je tlak od 75 torra. Uzorci su longitudinalno raskoljeni i izmjeren je linearni prodor boje uz pomoć stereomikroskopa.

Rezultati: Srednje vrijednosti dobivenih mjerenja bile su $4,67 \pm 4,19$ mm kod hladne lateralne kondenzacije, $3,61 \pm 4,36$ mm kod tehnike jedne gutaperke i $1,17 \pm 0,86$ kod tehnike *Thermafil*. Temeljem dobivenih rezultata statistički znatno manji prodor boje dobiven je tehnikom *Thermafil* u usporedbi s tehnikom hladne lateralne kondenzacije.

Zaključak: Iako je *Thermafil* tehnika rezultirala najmanjim prodorom boje, sve tri tehnike punjenja pokazale su apikalno propuštanje.

Diploma Thesis Title: Comparison of apical leakage in root canals obturated with three different gutta-percha techniques

Objectives: The aim of this study was to assess leakage of root canals obturated using different techniques: cold lateral condensation, single-cone technique and Thermafil technique under controlled vacuum conditions.

Material and Methods: Forty-nine single-rooted teeth were divided into three groups of 15 samples each, and positive and negative control group with two samples in each of them. Two groups were instrumented using manual (Step-back) technique and obturated by cold lateral condensation and Thermafil techniques. Third group was instrumented using rotary (ProTaper) technique and obturated with single-cone guttapercha. After a one-week setting period, the samples were covered by insulating varnish and wax and placed in a vacuum flask containing methylene blue dye. The air was evacuated with a vacuum pump to a pressure of 75 torr. The samples were sectionated longitudinally and the linear extent of dye penetration was measured.

Results: Group mean linear dye penetration values were: cold lateral condensation 4.67 ± 4.19 mm, single-cone 3.61 ± 4.36 mm, and Thermafil 1.17 ± 0.86 mm. The results indicate significantly lower dye-penetration in samples obturated using Thermafil technique, when compared to the samples obturated using cold lateral condensation.

Conclusion: Even though Thermafil technique resulted in the least amount of a dye-penetration, all obturation techniques showed apical leakage.

OSOBNI PODACI

Ime i prezime: Antonela Beljan

Državljanstvo: hrvatsko

Datum i mjesto rođenja: 8. prosinca 1992., Đakovo, Republika Hrvatska

Adresa: Vatroslava Lisinskog 10, 31400 Đakovo

Elektronička pošta: antonela.beljan@mefst.hr

OBRAZOVANJE

- 1999.- 2007. Osnovna škola „Ivan Goran Kovačić“, Đakovo
- 2007.- 2011. „Gimnazija A. G. Matoša“, Đakovo
- 2011.- 2017. Medicinski fakultet u Splitu, integrirani studij „Dentalna medicina“

MATERINSKI JEZIK

- Hrvatski

OSTALI JEZICI

- Engleski B1 razina
- Njemački B1 razina

AKTIVNOSTI

- Demonstratorica na katedri Endodoncija s restaurativnom dentalnom medicinom