

UNIVERZITET "PRIVREDNA AKADEMIJA" NOVI SAD

STOMATOLOŠKI FAKULTET - PANČEVO

Mr Irena Melih

**EKSPERIMENTALNO I KLINIČKO ISPITIVANJE
ADHEZIJE RAZLIČITIH MATERIJALA ZA
PUNJENJE KANALA KORENA**

Doktorska disertacija

Pančevo, 2015.

UNIVERSITY "BUSINESS ACADEMY" NOVI SAD
SCHOOL OF DENTAL MEDICINE - PANČEVO

M.Sc. Irena Melih

**EXPERIMENTAL AND CLINICAL EVALUATION
OF ADHESION OF DIFFERENT MATERIALS FOR
THE ROOT CANAL OBTURATION**

Doctoral dissertation

Pančevo, 2015.

REZIME

Najpoželjnija osobina materijala za opturaciju je adhezivnost, još od vremena kada je dokazano da gutaperka nema sposobnost vezivanja za zidove kanala korena. Povećanjem adhezije za dentinske zidove, značajno se smanjuje apikalno i koronarno mikrocurenje, i poboljšava se zaptivanje. Napredak adhezivnih tehnologija u stomatologiji je doveo do implementiranja adhezivnih sistema u endodonciju. Tako su se uvodili novi sistemi sa ciljem da se stvori monoblok, pri čemu bi konus, siler i dentin kanala korena ostvarili jednu kohezivnu jedinicu. Istraživanja su pokazala da se primenom ovih sistema značajno redukuje apikalno mikrocurenje kao i da se povećava otpornost lečenog zuba na pritisak

Cilj istraživanja bio je da se u *in vitro* i u *in vivo* uslovima ispitaju adhezivna svojstva savremenih i konvencionalnih materijala za opturaciju i da se utvrdi u kojoj meri ona utiču na zaptivanje kanala korena zuba.

U metodologiji istraživanja za proučavanje adhezivnosti tri različita materijala korišćena su dva eksperimentalna modela: *Push-out* test i skening elektronska mikroskopija. *In vivo* studija je izvedena po modelu prospektivne kliničke studije. Testirana su tri materijala, dva konvencionalna i jedan novi: AH Plus siler, Acroseal siler i Resilon sistem. Pored adhezivnosti samih testiranih materijala, ispitivan je i uticaj metode uklanjanja razmaznog sloja i tehnike opturacije na adhezivnost materijala. Za eksperimentalni deo istraživanja korišćeno je 300 ekstrahovanih mandibularnih premolara. Nakon endodontske obrade zubi su podeljeni u dve grupe na osnovu metode kojom je uklanjan razmazni sloj. U prvoj grupi razmazni sloj je uklanjan pomoću rastvora EDTA, dok je u drugoj uklanjan pomoću Er:YAG lasera. Nakon toga zubi svake grupe su podeljeni u tri podgrupe u odnosu na ispitivani materijal. U svakoj podgrupi uzorci su opturirani pomoću dve tehnike opturacije: monokone ili hladne lateralne kondenzacije. Iz svake podgrupe po 15 uzoraka je odvojeno za *Push-out* test, a preostalih 10 je posmatrano pod skening elektronskom mikroskopijom. U okviru kliničke studije tokom dvogodišnjeg perioda praćena je uspešnost terapije postignuta sa tri različita materijala kod endodontski lečenih zuba sa dijagnozom pulpopatije.

Rezultati *Push-out* testa su pokazali da je da je utvrđena statistički značajna razlika ($P < 0,05$) u prosečnim vrednostima adhezivnosti ispitivanih materijala. Nije bilo

statistički značajne razlike između AH Plus silera sa gutaperkom i Resilon sistema. Acroseal siler je pokazao statistički značajno ($P < 0,05$) lošiju adheziju u odnosu na druga dva ispitivana materijala. Možemo da kažemo da je statistički značajno bolja ($P < 0,05$) adhezija materijala za dentin ostvarena kod grupe kod koje je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA u odnosu na grupu u kojoj je uklanjan laserom. Na osnovu rezultata možemo reći da je statistički značajno bolja ($P < 0,05$) adhezija ostvarena kod uzoraka koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije.

Rezultati skening elektronske mikroskopije su pokazali da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u adaptaciji za dentinski zid između uzoraka koji su opturirani sa tri različita materijala. Nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u adaptaciji između uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom sa gutaperkom i Resilon sistemom. Statistički značajno ($P < 0,017$) lošija adaptacija je ostvarena primenom Acroseal silera i gutaperke u odnosu na druga dva ispitivana materijala. Tehnika uklanjanja razmaznog sloja nije uticala na adaptaciju uzoraka opturiranih određenim materijalima. Možemo reći da je bolja adaptacija materijala za dentinske zidove uočena kod uzoraka koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije.

Rezultati kliničke studije su pokazali da je uspešan terapijski ishod uočen u 97% slučajeva, kao i da nije bilo statistički značajne razlike u ishodu terapije koje su postignute različitim materijalima za opturaciju.

Zaključuje se da je Resilon, kao novi adhezivni materijal na bazi metakrilata pokazao dobru adhezivnost i da se može koristiti podjednako uspešno kao AH Plus siler i gutaperka. Na žalost, nije pokazao superiornost da bi potisnuo gutaperku iz savremene endodontske prakse i zamenio je. Tehnika opturacije utiče na adhezivnost materijala za opturaciju i prednost treba dati tehnici hladne lateralne kondenzacije. Tehnika uklanjanja razmaznog sloja takođe utiče na adhezivnost materijala za opturaciju.

KLJUČNE REČI: adhezija, zaptivanje, sileri, Resilon, Push-out test, SEM, klinička studija

NAUČNA OBLAST: Stomatološke nauke

UŽA NAUČNA OBLAST: Endodoncija

ABSTRACT

The most preferred properties of sealer is adhesiveness, since it was proved that the gutta-percha had no ability to bind to the root canal walls. Increasing of the adhesion to dentin walls significantly reduced apical and coronal microleakage, and ensure an adequate seal. The progress of adhesive technology in dentistry has led to the implementation of adhesive systems in Endodontics. A new systems were introduced in order to create a monoblock, where the cone, sealer and dentin of the root canal achieve a cohesive unit. Studies have shown that use of this system significantly reduces apical microleakage and increase the resistance to fracture of the treated tooth.

The aim of the study was to establish *in vitro* and *in vivo* examination of the adhesive properties of conventional and advanced materials for root canal obturation and to determine how they affect the sealing of the root canal.

For evaluating the adhesiveness of three different materials, two experimental models were used: Push-out bond test and scanning electron microscopy. In vivo studies have been performed on the model of prospective clinical trials. Three materials were tested, two conventional and one new: AH Plus sealer, Acroseal sealer and Resilon system. In addition, the influence of smear layer removal techniques and obturation techniques on adhesion of different materials were examined. In the investigation 300 extracted mandibular premolars were used. After endodontic treatment the teeth were divided into two groups based on the technique of removing the smear layer. In the first group, the smear layer was removed by the EDTA solution, and in the second group with a Er:YAG laser. After that, the teeth of each group were divided into three subgroups with in regards to the test material. In each subgroup samples were obturated using two techniques: monocone or cold lateral condensation. From each subgroup, 15 samples were singled out for Push-out bond test, and the remaining 10 were observed under scanning electron microscopy. Within the clinical studies in teeth obturated with investigated materials, success of therapy was followed over a two year period.

Results of the Push-out bond test showed statistically significant difference ($P < 0.05$) in adhesion of investigated materials. There were no statistically significant differences between AH Plus sealer and Resilon system. Acroseal sealer showed a statistically significant ($P < 0.05$) poorer adhesion compared to the other two tested materials. It can be said that significantly better adhesion to dentin was achieved in the

group in which the smear layer was removed by EDTA solution compared to the laser group. Based on the results it can be said that significantly better adhesion was achieved when cold lateral condensation technique was applied.

The results of scanning electron microscopy showed that there were statistically significant differences ($P < 0.05$) in the adaptation of three different materials to the dentinal wall. There was no statistically significant difference ($P > 0.017$) in the adaptation between AH Plus sealer group and Resilon group. Statistically significant poorer adaptation was achieved using Acroseal sealer and gutta-percha in comparison to the two other tested materials ($P < 0.017$). The smear layer removing technique did not affect on the adaptation of tested materials. It can be said that better adaptation of materials to the dentin walls was found in samples obturated by cold lateral condensation technique.

Results of clinical studies have demonstrated that a successful therapeutic outcome was observed in 97% of cases. There was no statistically significant difference ($P > 0,05$) in the outcome of therapy that are achieved with different materials.

It can be concluded that the Resilon, as the new adhesive material based on methacrylates showed good adhesion and can be used equally well as AH Plus sealer and gutta-percha. Unfortunately, it was not superior enough to suppress the gutta-percha from contemporary endodontic practice and replace it. Obturation techniques affect the adhesion of sealer and priority should be given to the technique of cold lateral condensation. The technique of removing the smear layer affect the adhesion of sealer too.

KEYWORDS: adhesion, sealing, obturation materials, Resilon, Push-out bond test, Er:YAG laser, SEM, clinical study

SCIENTIFIC FIELD: Dental Sciences

AREA: Endodontics

Posvećeno

Mojim roditeljima,

*sa čijeg luka je odapeta strela mog ličnog i profesionalnog
stremljenja...*

Hvala vam!

Mojim sinovima,

*za podstrek, da u životu svakim danom pomeraju svoje
granice...*

Ovaj rad ne bi ugledao svetlost dana bez podrške i pomoći dragih ljudi kojima se ovim putem zahvaljujem:

Pre svega, beskrajno hvala mojoj mentorki, prof. Ankici Jakovljević na nesebičnoj pomoći i podršci u toku svake faze izrade ovog rada.

Hvala mom ocu, prof. Žarku Barbariću na kritičkom sagledavanju, savetima, kao i na praktičnoj podršci.

Hvala Dr Stevanu Maksimoviću iz Vojno-tehničkog instituta na pokušaju izrade analize koničnih elemenata kao i na pomoći u realizaciji Push-out testa.

Hvala Marijani, jer bez njene svakodnevne pomoći ne bih uspela,

Hvala mom suprugu, na velikom razumevanju i podršci koju mi je bezrezervno pružio ...

Irena Melih

**Priprema zuba za eksperimentalna istraživanja izvedena su u laboratoriji Stomatološkog fakulteta u Pančevu.*

**Push- out bond test je urađen u laboratoriji Vojno-tehničkog instituta u Žarkovu, Beograd.*

** Istraživanja skening-elektronskom mikroskopijom su obavljena u Univerzitetskom centru za elektronsku mikroskopiju Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu.*

**Klinička istraživanja su izvedena na Klinici za dentalnu patologiju i endodonciju, Stomatološkog fakultetu u Pančevu.*

SADRŽAJ

1.UVOD.....	1
1.1. Adhezija opturacionih materijala za dentin kanala korena.	4
1.1.1. Anatomija kanala korena i tehnika preparacije	5
1.1.2. Saniranje pristupnog kaviteta	6
1.1.3. Razmazni sloj.....	7
1.1.3.1. Metode za uklanjanje razmaznog sloja.....	8
1.1.4. Materijali za opturaciju.....	11
1.1.4.1. Konusi.....	11
1.1.4.1.1. Gutaperka.....	12
1.1.4.1.2. Resilon	13
1.1.4.2.Sileri.....	14
1.1.4.2.1. Sileri na bazi cink oksid eugenola.....	16
1.1.4.2.2. Sileri na bazi kalcijum hidroksida.....	18
1.1.4.2.3. Sileri na bazi epoksi smola.....	19
1.1.4.2.4. Sileri na bazi metakrilata.....	21
1.1.5. Tehnike opturacije.....	25
1.1.5.1. Tehnike sa čvrstim konusom.....	26
1.1.5.1.1. Monokona tehnika.....	26
1.1.5.1.2. Hladna lateralna kondenzacija.....	26
1.1.5.2. Tehnike sa razmekšalom gutaperkom.....	27
1.2. Testovi za ispitivanje adhezije – kvaliteta zaptivanja.....	28
1.2.1. Testovi mikrocurenja.....	28
1.2.2. Mikroskopski testovi.	30

1.2.3. Testiranje fizičkih sila.....	31
1.2.4. Klinička ispitivanja	33
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	35
3. MATERIJAL I METODE RADA.....	37
3.1. Materijali korišćeni u istraživanju.....	37
3.2. Metodologija ispitivanja.....	40
3.2.1. <i>In vitro</i> ispitivanja.....	40
3.2.1.1. Ispitivanja Push- out testom.....	44
3.2.1.2. Ispitivanja skening elektronskom mikroskopijom (SEM).....	46
3.2.2. <i>In vivo</i> ispitivanja.....	47
3.3. Statistička obrada dobijenih rezultata.....	48
4. REZULTATI.....	51
4.1. Rezultati <i>in vitro</i> ispitivanja sa statističkom obradom.....	51
4.1.1. Rezultati ispitivanja adhezije dobijeni Push - out testom.....	51
4.1.1.1. Komparacija jačine adhezije testiranih materijala.....	51
4.1.1.2. Uticaj metode uklanjanja razmaznog sloja (URS) na adhezivnost testiranih materijala	61
4.1.1.3. Uticaj tehnike opturacije na adheziju testiranih materijala.....	68
4.1.2. Rezultati ispitivanja adhezije dobijeni skening elektronskom mikroskopijom..	75
4.1.2.1. Komparacija adhezije testiranih materijala.....	79
4.1.2.2. Uticaj tehnike uklanjanja razmaznog sloja na kvalitet adhezije testiranih materijala.....	95
4.1.2.3. Uticaj tehnike opturacije na kvalitet adhezije testiranih materijala.....	105

4.2. Rezultati <i>in vivo</i> istraživanja sa statističkom obradom.....	115
5. DISKUSIJA.....	121
5.1. Diskusija materijala i metoda.....	121
5.2. Diskusija eksperimentalnih ispitivanja.....	124
5.2.1. Diskusija rezultata dobijenih <i>Push - out</i> testom.....	124
5.2.2. Diskusija rezultata dobijenih SEM-om.....	130
5.3. Diskusija kliničkih ispitivanja.....	134
6. ZAKLJUČCI.....	138
7. LITERATURA.....	141

1. UVOD

Primarna etiologija pulpnih i periapikalnih oboljenja je bakterijske prirode. Zbog toga je za uspešnost endodontskog tretmana potrebno uraditi hemomehaničku preparaciju celokupnog kanalnog sistema sa uklanjanjem patogenih mikroorganizama i postići trodimenzionalno punjenje sa zaptivanjem celokupnog kanalnog prostora. Ostaci pulpe, nekrotičnog tkiva, bakterija i bioprodukata opstaju u nedostupnim delovima kanala i nakon hemomehaničke obrade. Hermetičkim zaptivanjem postojeće bakterije ostaju zarobljene i inaktivne. Takođe, time je onemogućen prodor novih patogenih mikroorganizama iz oralne sredine kao i njihovo dalje širenje ka periapikalnim tkivima sa mogućnošću izazivanja infekcije. I na kraju, zaptivanjem apikalne regije sprečava se razmena fluida sa unošenjem nove infekcije. Kanalno punjenje se u savremenoj endodonciji postiže kombinacijom dva materijala: glavnog koji je kompatibilan, dimenziono stabilan i lako uklonljiv - konusa i materijala koji omogućava zaptivanje - silera. Idealno bi bilo da siler obloži konus i da ovakva kompaktna struktura, bez zjapova adherira za dentinske zidove i obezbedi hermetičko zaptivanje kanalnog prostora.

Najpoželjnija osobina materijala za opturaciju je adhezivnost, još od vremena kada je dokazano da gutaperka nema sposobnost vezivanja za zidove kanala korena. Adhezivnost endodontskih silera je definisana kao kapacitet da adheriraju za dentin kanala korena sa jedne, kao i za konus sa druge strane. Povećanjem adhezije za dentinske zidove, značajno se smanjuje apikalno i koronarno mikročurenje, pa se samim tim dobija adekvatno zaptivanje. Sileri su se vremenom usavršavali u težnji da se pronađe onaj koji će zaista ispuniti zahteve savremene nauke i kliničke prakse. Tokom vremena usavršavali su se i poboljšavali sileri iz različitih grupa: cink oksid eugenola, kalcijum-hidroksida, glasjonomera, epoksi smola. Na žalost, ni jedan od njih nije odgovorio u potpunosti potrebama savremene endodoncije.

Napredak adhezivnih tehnologija u stomatologiji je doveo do implementiranja adhezivnih sistema u endodonciju. Tako su se uvodili novi sistemi sa ciljem da se stvori monoblok, pri čemu bi konus, siler i dentin kanala korena ostvarili jednu kohezivnu jedinicu. Nedavna istraživanja su pokazala da se primenom ovih sistema značajno

redukuje apikalno mikrocurenje kao i da se povećava otpornost lečenog zuba na pritisak. Tako se 2004. godine na tržištu pojavio novi materijal - Resilon. On je po sastavu jedna vrsta industrijskog poliuretana, a sastojao se iz konusa, silera i prajmera. Danas se na tržištu nalazi novi, poboljšani Resilon SE koji poseduje konus i samonagrizajući siler. Smanjivanjem broja koraka, tj. izbacivanjem prajmera, okakšana je njegova aplikacija u kanal korena. Pored težnje da se dobije kompaktno punjenje koje predstavlja jedinstven sistem sa zidovima kanala korena, osim dobrom adhezijom Resilon se može pohvaliti još jednom prednošću. Zahvaljujući dvostrukom vezivanju sistema, nakon inicijalne svetlosne polimerizacije ulaza u kanale moguće je postaviti trajni ispun. Koronarno zaptivanje koje se postiže trajnom restauracijom je od dokazane važnosti za dugoročnu prognozu lečenog zuba. To znači i smanjenje broja poseta za pacijenta što nije od zanemarljive važnosti. Od prvih dana pa do danas, naučne studije kompariraju ovaj sistem sa konvencionalnim materijalima i utvrđuju da li je moguće jedan zameniti drugim.

Tokom hemomehaničke preparacije na zidovima kanala korena se stvara razmazni sloj. On je sastavljen od organskog i neorganskog debrija, ali i bakterija koje su zaostale u kanalu. Pored prisustva mikroorganizama kojima razmazni sloj služi kao supstrat za razmnožavanje, on predstavlja i fizičku barijeru na zidovima kanala korena: sprečava penetraciju silera u dentinske tubule, ometa njihovu adheziju i dovodi do mikrocurenja između zida kanala korena i punjenja. Na taj način smanjuje se kvalitet opturacije, pa je uklanjanje razmaznog sloja neophodno. Nekoliko hemijskih supstanci se koristi u tu svrhu, ali kombinacija NaOCl i EDTA danas se može smatrati zlatnim standardom. EDTA, kao helatno sredstvo, uklanja neorgansku komponentu koja je zaostala nakon organolitičkog dejstva NaOCl. Brojne studije su pokazale da je i ova kombinacija, ipak nedovoljno uspešna. Dokazana je uspešnost kod pravih kanala, ali u apikalnim trećinama zakrivljenih kanala molara nije se pokazala dovoljno efikasna.

Šezdesetih godina prošlog veka primena lasera je uvedena u medicinsku nauku i kliničku praksu. Nedugo zatim, počinje njegova primena i u stomatologiji. Brojni laseri su našli primenu od CO₂, preko diodnih do visokoenergetskih kao što su Er:YAG i Nd:YAG. Danas, postoje brojne indikacije za primenu lasera u endodonciji. Samo neke od njih su: direktno prekrivanje pulpe, pulpotomija, oblikovanje kanala korena,

dezinfekcija, kao i uklanjanje razmaznog sloja. Naučno je dokazano da efikasno uklanja razmazni sloj, povećava adheziju dentina i deluje antibakterijski. Postoji stalna težnja da se superiornom tehnologijom zameni kombinacija NaOCl i EDTA sa ciljem da se dobiju još bolji rezultati.

Za postizanje hermetičkog, trodimenzionalnog punjenja, pored izbora adekvatnog materijala bitna je i sama tehnika opturacije. Cilj je da se unese što više gutaperke koja će ispuniti sve neregularnosti kanala, ali i da se tehnika izvodi brzo i jednostavno. Sve tehnike opturacije se dele na tehnike sa hladnom i na tehnike sa razmekšalom gutaperkom. Iako se tehnikama sa razmekšalom gutaperkom dobija homogeno punjenje koje ispunjava sve iregularnosti kanala i dalje su tehnike sa hladnom gutaperkom najčešće korišćene. Hladna lateralna kondenzacija je danas najšire primenjivana tehnika u svetu. Ipak, na našim prostorima i dalje se u praksi najčešće koristi monokona tehnika. Iz tih razloga, za ovo istraživanje izabrane su baš te dve tehnike.

Ostvarivanje dobre adhezije opturacionog materijala za zidove kanala korena zavisi od mnogobrojnih faktora. Prvo, od svih faza endodontske terapije koje prethode fazi opturacije, a zatim i od mnogobrojnih faktora koji utiču na samu opturaciju, a to su: izbor materijala, izbor same tehnike punjenja, kao i izbor tehnike za uklanjanje razmaznog sloja. Ova istraživanja predstavljaju još jedan pokušaj da se dođe do odgovora na pitanje: kojom se kombinacijom svih relevantnih faktora može postići najbolje kanalno punjenje. To kanalno punjenje bi bilo sa dobrim hermetičkim zaptivanjem i bez mikrocurenja, a približilo bi se idealu kojem danas težimo. Jer kako su već rekla velika imena savremene endodoncije i dalje “sve curi”...

1.1. Adhezija opturacionih materijala za dentin kanala korena

Danas je poznato da glavni uzrok neuspeha endodontskog lečenja leži u lošem zaptivanju punjenja kanala (apeksno i koronarno), što dovodi do perkolacije fluida i zajedno sa prodorom mikroorganizmima dovodi do infekcije u periapeksu. Oko četvrtine savremene endodontske literature je posvećeno mikrocurenju i zaptivanju punjenja, tj. adheziji materijala za zidove kanala korena. Do curenja obično dolazi između kanalnog punjenja i dentinskog zida. Postoje studije koje pokazuju da je curenje moguće između konusa i silera ili da ide kroz sam siler.

Jedan od najbitnijih ciljeva endodontske terapije je hermetičko zaptivanje, sa potpunim odvajanjem endodonta od parodonta. Fizičke osobine neophodne za ostvarivanje ovog cilja, su adhezija materijala za dentin kanala korena i dimenzionalna stabilnost materijala za opturaciju.

Adhezija predstavlja sposobnost spajanja dva različita materijala privlačenjem atoma i molekula. Ukupna snaga predstavlja skup mehaničkih, fizičkih i hemijskih sila koje deluju na jedinici površine. Mehanička adhezija uslovljena je hrapavošću dodirnih površina i zasniva se na retenciji prilikom međusobnog spajanja. Fizička adhezija je posledica specifične građe i delovanja međumolekulskih privlačnih sila. Hemijska adhezija se postiže premeštanjem elektrona (kovalentna veza), primanjem i otpuštanjem elektrona (jonska veza) ili međumolekulskim silama (vodonična veza) na graničnim površinama dva materijala (1). Zahvaljujući adheziji govori se o hermetičkom zaptivanju. Ukoliko je adhezija loša dolazi do mikrocurenja.

U savremenoj endodontskoj literaturi navedeni su određeni faktori (2) koji utiču na kvalitet zaptivanja i to su:

1. Anatomija samog kanala korena kao i tehnika preparacije:
2. Saniranje pristupnog kaviteta
3. Prisustvo razmaznog sloja na zidovima kanala korena
4. Vrsta materijala za punjenje kanala korena
5. Debljina silera i tehnika opturacije

1.1.1. Anatomija kanala korena i tehnika preparacije

U toku endodontske terapije kanali se obrađuju ručnim ili mašinskim instrumentima. Da li će celokupna površina kanala korena biti obrađena zavisi od morfologije samog kanala korena kao i od veličine instrumenta koji se koristi.

Unutrašnja anatomija zuba je veoma kompleksna. Još je Hess 1925. godine uradio veliku studiju i došao do zaključka da se kanal korena sastoji od jednoj centralnog kanala i od lateralnih delova (3). Pri tome, lateralna komponenta može da predstavlja veliku zapreminu, što komplikuje ceo endodontski tretman, sa otežanim čišćenjem i oblikovanjem, kao i uklanjanjem sadržaja, pogotovo ukoliko je inficiran.

Na poprečnom preseku kanali su različitih oblika. Mogu biti kružnog, ovalnog ili iregularnog. Zbog oblika endodontskih proširivača, jedino je kružni oblik kanala pogodan za instrumentaciju. Ovalni i iregularni oblici su česti u krunične dve trećine kanala, dok se kružni oblik javlja najčešće u apeksnom delu (2). Wu je sa saradnicima došao do rezultata da se ovalni kanali javljaju u 25 % slučajeva ispitivanih zuba (4). Oni su definisali kao ovalan kanal onaj kod koga je odnos dužeg i kraćeg prečnika veći od dva puta. Često se nalaze u distalnim kanalima mandibularnih molara i premolara. Takođe su zaključili da je u apikalnih 5 mm kanal ili ovalnog ili trakastog oblika. Zbog svega navedenog, veliki problem se javlja kod debridmana i instrumentacije ovih kanala. Isti autori su došli do zaključka da je 65 % ovih kanala nedovoljno obrađeno kada se koristi tehnika balansiranih sila (5).

O kanalima C-oblika prvi u literaturi su govorili Kuk i Koks (6). Najčešće se javljaju kod donjeg drugog molara, kod donjeg prvog i drugog molara kao i kod donjeg prvog premolara. Umesto da postoji nekoliko odvojenih ulaza u kanal, komora pulpe je u obliku trake koja ima oblik slova C. Počinje mezijalno, a zatim savija polukružno ka bukalno ili oralno do distalnog dela gde se završava. Ispod ulaza u kanale, anatomski se javljaju u dve varijante: sa jednim kanalom koji zadržava ovaj oblik ili sa tri ili više odvojenih kanala koji su atipični. Druga varijanta je mnogo češća (6). Češći su kod određenih etničkih grupa (7). Istraživanja su pokazala da je incidenca u Kini i Japanu 31,5%. Ovalni i iregularni oblici predstavljaju teškoću u procedurama čišćenja i oblikovanja, jer se veliki deo kanala nalazi van domašaja kanalnih instrumenata.

Neadekvatnom obradom i čišćenjem, kompromitovane su i ostale faze u terapiji kanala korena.

Savremena shvatanja nauke su da praktično kod svakog kanala korena, bez obzira na morfologiju nakon kompletne instrumentacije zaostaju netaknute regije. Analize mikrokomjuterizovanom tomografijom pokazuju da 35-50% zidova kanala na molarima ostaje netaknuto nakon obrade (8), (9), (10).

1.1.2. Saniranje pristupnog kaviteta

Značaj restauracije endodontski lečenih zuba je naširoko obrađivan u literaturi. Dokazano je da loše koronarno zaptivanje utiče na pojavu apikalnog parodontitisa, kao posledica prodora bakterija (11). Torabinejad je pokazao da mikroorganizmi iz *Staphylococcus* grupe postavljeni na ulaze u kanale za 19 dana dosegnu apeks, a mikroorganizmi iz *Proteus* familije za 42 dana. Izlaganje materijala za punjenje dejstvu pljuvačke i bakterija ugrožava kvalitet punjenja pa je potrebno na ulaze u kanale postaviti cement koji dobro zaptiva (11). Naučno je dokazano da oralni patogeni mikroorganizmi mogu dovesti do degradacije materijala za opturaciju (12). Takođe dokazano je da kod adekvatno opturiranih kanala, neadekvatna restauracija može dovesti do neuspeha (13).

Ray i Trope su u svojoj studiji upoređivali značaj restauracije i endodontskog punjenja na očuvanje periapikalnog zdravlja (13). Došli su do zaključka da se najbolji rezultati postižu kombinacijom adekvatnog punjenja i adekvatne restauracije. Procenat zuba bez periapikalnih promena u ovom slučaju je bio 91,4 %. Upoređujući kombinaciju adekvatna restauracija - neadekvatno punjenje sa neadekvatnom restauracijom - adekvatnim punjenjem, došli su do zaključka da je prva kombinacija u 80 % slučajeva bila uspešna, dok je uspeh druge kombinacije zabeležen u 75,7%. Takođe je uočeno da je kod neadekvatne restauracije i adekvatnog punjenja veća učestalost pojave periapikalnih lezija nego u obrnutom slučaju.

Jedna novija studija o značaju dobrog koronarnog zaptivanja iz 2009. godine dolazi do istih zaključaka (14). Rađene su mnogobrojne studije o kvalitetu zaptivanja materijala za privremeno zatvaranje. Pojedini autori predlažu Cavit, kao materijal za privremeno zatvaranje sa najboljim adhezivnim svojstvima (15). Cink fosfatni i

polikarboksilatni cementi nisu pokazali dobro zaptivanje, dok su glas jonomer cementi imali sposobnost da preveniraju bakterijsko mikrocurenje (16).

Zabrinjavajući podatak je da se mikrocurenje ipak javlja i nakon postavljanja trajne restauracije. Studije su pokazale da je mikrocurenje prisutno i kod amalgamskih i kod kompozitnih ispuna, čak i kada se nalaze ispod metalnih kruna (17). Wolcott je sa saradnicima došao do zaključka da glas jonomer cementna barijera postavljena preko ulaza u kanale bolje sprečava bakterijsko mikrocurenje od drugih sredstava (18). Na osnovu svega, pojedini autori (19) smatraju da je kod kanala koji su izloženi dejstvu oralne sredine više od 3 meseca indikovani tretman.

1.1.3. Razmazni sloj

Svaki put kada se dentin obrađuje ručnim ili mašinskim instrumentima male partikle mineralizovanog kolagenog matriksa rasipaju se po površini i stvaraju razmazni sloj. Sa ulaskom skening elektronske mikroskopije u stomatologiju postalo je moguće identifikovati ovaj sloj, što je prvi uradio Eick 1970 godine (20). Sa svojim saradnicima je utvrdio da se razmazni sloj u kavitetu sastoji od čestica veličine 0,5 - 15 μ m. Razmazni sloj iz kaviteta i iz kanala korena nije isti. McComb je sa saradnicima 1975. godine prvi put opisao razmazni sloj koji ostaje na zidovima kanala korena nakon instrumentacije (21). Oni su utvrdili da se u ovom slučaju osim dentina nalaze i citoplazmatični produžeci odontoblasta, tkivo pulpe i bakterije. Pashley je 1992. utvrdio da se razmazni sloj sastoji od neorganskog i organskog dela koji uključuje delove odontoblasta, mikroorganizme i nekrotične delove (22). Ovaj amorfni sloj prekriva dentinske zidove i zatvara ulaze u dentinske kanaliće. Ponekad su delovi razmaznog sloja potisnuti u dentinski kanal do dubine od nekoliko milimetara. Zbog toga, dugo godina je postojala dilema da li treba uklanjati razmazni sloj ili ne? Pojedini autori su smatrali da treba da ostane očuvan jer zatvara dentinske tubule i ograničava penetraciju bakterija i njihovih toksina (23). Drugi su smatrali da ga treba potpuno ukloniti jer sadrži zarobljene bakterije i predstavlja put mikrocurenja (24).

Danas prevladava mišljenje da razmazni sloj treba ukloniti i za to postoji nekoliko razloga:

- sastoji se od bakterija i njihovih produkata i nekrotičnog tkiva (21). Bakterije mogu da prežive, da se razmnožavaju, pa razmazni sloj predstavlja rezervoar patogenih mikroorganizama,
- može biti supstrat za bakterije koji potpomaže dublju penetraciju u tubule,
- može da ograniči penetraciju iriganasa, medikamenata kao i adheziju opturacionog materijala za dentin kanala korena (25);

U skladu sa poslednjim, u jednoj SEM studiji je komparirana penetracija tri različita silera (AH Plus, Apexit i Roth 811) u dentinske tubule, u uslovima sa razmaznim slojem i bez njega (26). Autori su došli do zaključka da je prisustvo razmaznog sloja uticalo na dubinu prodora silera u dentinske tubule. Shahravan je sa saradnicima u jednoj velikoj studiji ex vivo ispitivao uticaj uklanjanja razmaznog sloja na redukciju mikrocurenja. Došli su do zaključka da uklanjanje razmaznog sloja poboljšava zaptivanje, dok sama tehnika opturacije, kao ni vrsta silera nisu bile statistički značajne (27).

1.1.3.1. Metode za uklanjanje razmaznog sloja

Savremene naučne studije su dale dokaz da razmazni sloj treba uklanjati i za to postoje različite metode:

1. uklanjanje pomoću rastvora,
2. ultrazvučno uklanjanje i
3. uklanjanje laserom.

1. *Mnogobrojni rastvori* se koriste za uklanjanje razmaznog sloja. Količina razmaznog sloja koja će biti uklonjena zavisi od pH vrednosti rastvora i od dužine trajanja irigacije. Najčešće upotrebljavani rastvori su :

Natrijum hipohlorit (NaOCl) je najčešće korišćen rastvor za irigaciju. Upotrebljava se u koncentracijama od 0,5 - 5,25 %. Njegova sposobnost da uklanja organsku komponentu je dobro poznata, odlično je antimikrobno sredstvo i ukoliko se primenjuje na pravi način, nije toksičan (28). Kada se natrijum hipohlorit razgrađuje, oslobađaju se hloriti koji se javljaju ili kao hipohlorna kiselina (HOCl) ili kao hipohloritni joni (OCl^-). U zavisnosti od pH rastvora oslobađaju se jedni ili drugi, i

ispoljavaju svoj biološki efekat. U alkalnim rastvorima dominiraće hipohloritni joni koji imaju jako oksidativno dejstvo i razgrađujući efekat (29). Sa druge strane, u kiselim rastvorima dominira hipohlorna kiselina koja ispoljava baktericidno dejstvo, jer mali molekuli penetriraju kroz bakterijsku membranu i dovode do degradacije proteina (30). Efikasnost NaOCl raste sa povećanjem temperature (31). Još uvek je otvoreno pitanje za koju se koncentraciju rastvora treba odlučiti, kao i koliki stepen oštećenja tkiva nastaje ukoliko se rastvor ekstudira periapikalno. Minimalno je nadražajan na vitalna tkiva kada je u niskim koncentracijama (0,5-1%) (32), ali je u većim koncentracijama (2,5-5%) jak iritans (33). Takođe, način plasiranja irigansa igra ulogu u kvalitetu uklanjanja razmaznog sloja (34). U svojim istraživanjima in vitro Baumgartner 1992. godine dolazi do zaključka da je 1 % rastvor podjednako delotvoran kao 2,5 % ili 5, 25% ukoliko se primenjuje u dovoljnoj količini i dovoljno dugo (35). Ipak, pored mnogobrojnih prednosti, sam nema sposobnost da ukloni razmazni sloj. Zbog toga je upotpunjen primenom helatnih sredstava.

Za uklanjanje neorganske komponente potrebno je koristiti *helatna sredstva* kao što su: limunska kiselina, poliakrilna kiselina, taninska, fosforna ili EDTA. Ni jedno od ovih sredstava nije idealno, poseduju mnogobrojne prednosti i nedostatke (36). Limunska kiselina bolje uklanja razmazni sloj od poliakrilne, mlečne i fosforne kiseline, ali ne i od rastvora EDTA (37). EDTA je najpoznatije helatno sredstvo koji reaguje sa jonima kalcijuma iz dentina i gradi rastvorljivi kalcijum helat. U naučnim studijama je pokazano da EDTA dekalifikuje dentin do dubine od 20-30 μm za vreme od 5 minuta (38). Godinama usavršavao se rastvor dodavanjem novih komponenti kao što su urea peroksid, amonijum bromid i tetraciklini, da bi se dobio irigans kojim je moguće ukloniti razmazni sloj i koji će delovati antibakterijski. Torabinejad je 2003. sa saradnicima dao formulu novog rastvora koji je kombinacija tetraciklina, kiseline i detrdženta - MTAD. Oni su zaključili da je taj novi rastvor efikasniji u uklanjanju razmaznog sloja od rastvora EDTA (39). Ukoliko se MTDA koristi kao završna irigacija, nakon NaOCl, ne menja značajno strukturu dentinskih tubula. Pronađeno je da brže demineralizuje dentin (40), a bakterijska penetracija kroz napunjenje kanale je podjednaka kod oba rastvora (41). Mnogobrojni autori su se ipak složili da je najefikasnija kombinacija za uklanjanje razmaznog sloja primena rastvora EDTA i NaOCl (42). Goldman je sa saradnicima istraživao različite kombinacije koncentracija

ova dva rastvora i došao do zaključka da je najefikasnija kombinacija 10 ml 17 % EDTA i 10 ml 5,25% NaOCl (43). Ovakav redosled predlažu i drugi autori zbog toga što se rastvorom EDTA poništava dejstvo NaOCl (44).

2. Ultrazvučno uklanjanje

Primena dentalnog ultrazvuka u endodonciji počela je 80-tih godina prošlog veka. Termin *pasivna ultrazvučna irigacija* prvi put uvodi Weller (45). Sam termin nije baš najadekvatniji jer je proces aktivan, ali se odnosi na prošireni kanal u kome ultrazvučna igla nema mehaničko dejstvo na dentinske zidove. Igla se pokreće slobodno i irigans može da lakše penetrira u apikalne delove kanala korena (46) pa je samim tim debridman kanala bolji (47). Pokušana je i aktivacija NaOCl ultrazvučnim uređajem i rezultat je bio zadovoljavajući. U određenim radovima je dobijena površina dentina bez razmaznog sloja (48). Kasnija istraživanja su dovela do mišljenja da NaOCl aktiviran ultrazvukom ne može da potpuno ukloni razmazni sloj (49). Mayer je poredio pasivnu ultrazvučnu irigaciju sa konvencionalnom irigacijom i došao do zaključka da nema statistički značajne razlike u kvalitetu uklanjanja razmaznog sloja (50).

3. Uklanjanje laserom

Od kada je Mejmjen (Maiman) 1960. godine zvanično predstavio prvi laser, više od stotinu različitih tipova laserskih sistema je razvijeno za različite primene u industriji i medicini. Reč laser je akronim za **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation (pojačanje svetlosti stimulisanom radijacionom emisijom). Brz razvoj laserske tehnologije kao i dobro razumevanje interakcije tkiva sa laserskim zrakom proširio je spektar mogućih aplikacija u endodonciji. Pronalazak fleksibilnih vlakana i novih endodontskih nastavaka, omogućio je primenu ove tehnologije kod brojnih endodontskih procedura uključujući: dijagnozu pulpnih oboljenja, prekrivanje pulpe, pulpotomiju, obesličavanje kanala, uklanjanje razmaznog sloja, kao i endodontsku hirurgiju.

Prvi laser koji je dao rezultat o efikasnom uklanjanju debrija sa zidova kanala je bio argon laser (51). Iradijacija Nd:YAG laserom je dovela do otapanja dentina, rekristalisanja strukture i stvaranja površine koja je izgledala kao glazirana (52). CO₂

laser se koristio da ukloni organsku komponentu, da učvrsti hidroksiapatit i da otvori dentinske tubule (53). Poslednjih godina, za uklanjanje razmaznog sloja se koristi Er:YAG laser. Ovo je laser u čvrstom stanju kod koga je aktivni medijum erbijum-jitrijum- aluminijum-garnet (Er: Y₃Al₅O₁₂). Dokazano je da efikasno uklanjanja razmazni sloj i otvara dentinske tubule (54), (55).

Još od kraja 90 godina prošlog veka, naučne studije pokušavaju da odgovore na pitanje da li je efikasnije uklanjanje razmaznog sloja postignuto hemijskim rastvorima ili laserskom iradijacijom. Kalyoncuoglu sa saradnicima upoređuje kvalitet uklanjanja razmaznog sloja pomoću dva rastvora (EDTA, MTAD) i dva lasera (Er:YAG i Nd:YAG) metodom skening elektronske mikroskopije. Rezultati pokazuju da su najbolji rezultati postignuti primenom rastvora EDTA i NaOCl. Drugi autori porede dve vrste lasera (Er:YAG i Nd:YAG) i pokazuju da bolje rezultate ostvaruje Er:YAG laser, ali pri tom ni jedan ne uklanja razmazni sloj u potpunosti (56). Postoje oprečni rezultati sličnih istraživanja. Tako, Takeda u svom radu (54) upoređuje tri irigansa (EDTA, fosforna kis., limunska kis.) i dva lasera (Er:YAG i CO₂) i dolazi do zaključka da je Er:YAG laser najefikasniji u uklanjanju razmaznog sloja. Savremena nauka pokušava da kombinuje iradijaciju Er:YAG laserom sa različitim irigansima, i dolazi do rezultata da kombinaciji sa NaOCl i EDTA rastvorima daje najbolje rezultate (57).

1.1.4. Materijali za opturaciju

Kada se govori o materijalima za opturaciju, mora se napomenuti da se koristi veliki broj različitih materijala. S obzirom da idealan materijal ne postoji, opturacija je kombinacija dva materijala: osnovnog, koji je kompatibilan sa tkivima, koji se lako uklanja iz kanala, ali ne obezbeđuje zaptivanje i materijala koji obezbeđuje hermetičko zaptivanje - silera.

1.1.4.1 Konusi

Metali su se koristili hiljadama godina za opturaciju kanala. Od početka 20 veka pa sve do 60-tih godina dominira upotreba srebra, jer se smatralo da srebrni kočići oslobađaju jone srebra koji imaju baktericidan efekat. Danas se zna da se joni srebra ne oslobađaju spontano iz kočića, a u dodiru sa periapikalnim tkivima srebro korodira i deluje nadražajno. Dokazano je da na mikroskopskom nivou postoji korozija i u

slučajevima koji su klinički i radiografski izgledali uspješni (58). Iz tih razloga, srebrni kočičisu izbačeni iz upotrebe. Danas su zamenjeni titanijumskim konusima, koji su biokompatibilni ali i njihova klinička primena nije zaživela. Osnovni materijal za opturaciju kanala korena i dalje je gutaperka.

1.1.4.1.1. Gutaperka

Gutaperka je prirodni kaučuk, koagulirani sok drveta *Isonandra percha*, sa malajskog arhipelaga ili iz Južne Amerike. Za stomatologiju su važne njegove dve kristalne forme: α i β . β fazu predstavlja čvrst oblik gutaperke koji ima sposobnost kompakcije. Kada se razmekša, prelazi u α fazu, postaje lepljiva i može se ulivati pod pritiskom. Nedostatak α faze je kontrakcija pri hlađenju. Dentalna gutaperka sadrži 20 % gutaperke, 65 % cinka, 10% radiopakera i 5 % sredstava za postizanje plastičnosti. Iako gutaperka nije najzastupljeniji sastojak, ona služi kao matriks. Cink oksid služi kao punilac, dok su vosak i smola zaduženi za plastičnost. Metalni sulfati, kao što je $Ba(SO)_4$, se dodaju zbog rendgenkontrastnosti. Pod pritiskom se može oblikovati u željeni oblik. Zbog svoje kompresibilnosti, kondenzovana gutaperka se prilagođava zidovima kanala. Može se razmekšati na toploti ili rastvoriti. Ne rastvara se u vodi, ne razgrađuju je slabe kiseline i baze. Sa promenama temperature, pokazuje slabu ekspanziju i kontrakciju i ima malu toplotnu provodljivost. Rastvara se u organskim rastvaračima kao što su hloroform ili eukaliptusovo ulje. Jednom izložena hloroformu, gutaperka se skuplja na jednu trećinu zapremine. Ova značajna promena čini je nepogodnim materijalom za punjenje. Samim tim gutaperka se odvajala od zidova kanala, nastaju praznine i dolazi do curenja fluida kroz kanal korena.

Na tržištu se može naći u vidu standardizovanih konusa, dodatnih konusa i konusa veće koničnosti za opturaciju ili u komadićima za Obtura aparat. Standardizovani konusi odgovaraju po dijametru i koničnosti (2%) instrumentima za obradu kanala prema ISO standardu i mogu se naći u različitim veličinama (ISO 10-140). Konusi veće koničnosti mogu da budu od 2% do 12 % koniciteta. Suština je da konus zauzme što veću zapreminu kanala, tako da se koriste konusi koji maksimalno prate oblik i dimenziju proširivača, bilo ručnih ili mašinskih. Takođe imamo i gutaperku na nosaču za Termafil tehniku. Konuse ne treba izlagati vazduhu, ni svetlosti jer

menjaju osobine. Zbog toga što se ne može sterilisati toplotom, studije sugerišu da pre upotrebe treba izvršiti dezinfekciju potapanjem u 5,25 % NaOCl na 1 minut (59).

Gutaperka ispunjava dosta zahteva koji se traže od materijala za opturaciju. Biološki, ne pokazuje znake ćelijske ni tkivne toksičnosti. Nikada nisu zabeležene sistemske toksične reakcije na gutaperku. Alergijske reakcije su izuzetno retke. Posebna pažnja je pridana uticaju povišene temperature na periodoncijumski ligament posle ubrizgavanja razmekšale gutaperke u kanale korena. Zna se da porast temperature od 10 °C koji traje 1 minut kritična vrednost. Ukoliko povećanje temperature traje 5 minuta dolazi do oštećenja kosti. Termomehanička kompakcija dovodi do porasta od skoro 10 °C, ali nakon 15-30 sekundi dolazi do hlađenja (60). Tako da se oštećenje tkiva ne očekuje zbog brzog hlađenja i zbog izolacionog svojstva dentina. Gutaperka poseduje mala antimikrobna svojstva koja potiču od cink oksida. Različiti proizvođači dodaju supstance da bi pojačali antimikrobno delovanje. Ne otpušta hemijske supstance koje iritiraju tkiva. Lako se unosi i lako se uklanjaja iz kanala. Ne prebojava zub i rendgen je kontrastna. Međutim, ne obezbeđuje hermetičko zaptivanje i zato je obavezna upotreba silera.

1.1.4.1.2. Resilon

Koncept koji podrazumeva primenu adhezivnih tehnologija u fazi opturacije odavno je predmet brojnih istraživanja (61). Te studije pokazuju da adhezivni materijali na bazi smola imaju mogućnost da redukuju stepen mikročurenja. Jedan od novih sistema za opturaciju je Resilon. Resilon je vrsta industrijskog poliuretana, prilagođen za upotrebu u endodonciji. Osmišljen je da zameni gutaperku i može se koristiti uz mnogobrojne tehnike opturacije. Deo je sistema koji čine prajmer, siler i konus. Resilon konusi se sastoje od poliestra, metakrilatne smole, bioaktivnog stakla i radioopakernih punioca. Ovaj novi materijal se pokazao kao biokompatibilan, netoksičan, nemutagen i dobio je odobrenje za upotrebu od strane nadležnih organa u US (US Food and Drug Administration).

Dostupan je u konvencionalnim i standardizovanim konusima kao i u partiklima za Obtura II aparat. Za tehnike punjenja sa termoplastičnom gutaperkom temperatura zagrevanja Resilona je 150 ° C i manja je od temperature na kojoj se zagreva gutaperka

(200 °C). U jednom istraživanju su upoređivane karakteristike Resilona i gutaperke i to: tačka topljenja, toplotni kapacitet, entalpijske promene pri topljenju i toplotno provođenje. Nije bilo razlike u tački topljenja ova dva materijala, ali je Resilon imao veći toplotni kapacitet i manju provodljivost, pa zbog toga termoplastičnost ne postižu na istim temperaturama .

Sušтина ovog materijala je da sa svojim silerom gradi monoblok, kao jednu kohezivnu jedinicu. Smatra se da zbog toga postiže bolje zaptivanje i da doprinosi ojačanju zuba. Jedna od prvih studija o ovom materijalu je obavljena od strane Šipera (62). Cilj eksperimentalnog istraživanja je bio da se uporedi bakterijska penetracija kroz dva materijala: Resilon i AH 26 sa gutaperkom. Od mikroorganizama su korišćeni *S. mutans* i *E. faecalis*. Zubi su opturirani pomoću dve tehnike, hladnom lateralnom i toplom vertikalnom kondenzacijom. Sve grupe su testirane na *S. mutans*, a Resilon grupe i na *E. faecalis*. Rezultati su pokazali da je statistički manja penetracija mikroorganizama kroz sve Resilon grupe, što znači da je postignuto bolje zaptivanje.

1.1.4.2. Sileri

Uloga silera je da obezbede zaptivanje glavnog opturacionog materijala, konusa, za zidove kanala korena. Takođe, treba da ispuni šupljine i nepravilnosti kanala, lateralne i akcesorne kanale kao i prostore između gutaperka poena u tehnikama lateralne kondenzacije. Služi i kao lubrikant za vreme opturacije. Grosman (63) je jos kasnih 70-tih godina naveo osobine koje bi trebalo da poseduje idealnan siler:

- Lako se meša,
- Pri mešanju postaje lepljiv da bi omogućio dobru atheziju za zidove kanala,
- Ostvaruje hermetičko zaptivanje, lateralno i apikalno,
- Radiosenzitivn je,
- Nema kontrakcije pri vezivanju,
- Ne prebojava zubna tkiva,
- Bakteriostatski deluje, ili bar ne potpomaže razvoj bakterija,
- Sporo se vezuje,
- Nerastvorljiv je u tkivnim tečnostima,
- Ne iritira periradikularna tkiva,

- Lako se uklanja iz kanala korena ukoliko je potrebno.

Na žalost, siler sa svim ovim osobinama ne postoji. Trebalo bi da bude biokompatibilan i da ga periradikularna tkiva tolerišu (64). Ali svi sileri pokazuju toksičnost kada su sveže zamešani (65). Ipak, ona znatno opada sa vezivanjem silera. Sileri su resorptivni kada se izlože tkivnim tečnostima (66). Supstance oslobođene iz silera mogu dovesti do proliferativne aktivnosti ćelija periradikularnih tkiva (67) pa ga iz tih razloga ne treba prebacivati preko apeksa tokom opturacije. Osteogenetski potencijal je proučavan, pogotovo kod silera na bazi kalcijum hidroksida (68). Smatra se da poseduju osteogenetski potencijal, ali je diskutabilna sposobnost silera da održe visoku vrednost pH tokom vremena (69).

Bez obzira što ni jedan siler nije odgovorio na sve Grossmanove zahteve, savremena nauka proširuje zahteve na koje treba da odgovori jedan siler (Waltonovi kriterijumi) i dodaje još:

- Kreiranje monobloka
- Dugotrajna stabilnost
- Atezivnost (za zidove kanala i glavni opturacioni materijal)
- Povećanje otpornosti zuba
- Cena

Tokom vremena usavršavali su se sileri iz različitih grupa: cinkoksid eugenola, epoksi smola, glasjonomer cemenata, kalcijum hidroksida , silikona i metakrilatnih smola.

Kod silera na bazi **glasjonomer cemenata** je bio pokušaj da se iskoriste biokompatibilnost i dobra adhezija za dentin bazirana na hemijskoj vezi koju oni ostvaruju. Uvedeni su pre dvadeset godina i bili su prisutni na tržištu bez obzira na dokazanu dezintegraciju i mikrocorenjenje. Predstavnik ove grupe silera je *Ketac-Endo*.

Sileri na bazi **silikona** su uvedeni u endodonciju da bi se iskoristile njegove osobine: otpornost na vlagu, hemijska stabilnost i atezivna svojstva. Ovi materijali su već naširoko bili primenjivani u industriji. Oni pokazuju odlične biološke osobine (70). Predstavnici su *Roeko-Seal* i *Gutta-Flow*. Gutta-Flow je nastao kao težnja da se ubace

partikli gutaperke u silernakon čega su sledila mnoga istraživanja. Tako su pojedini autori ispitivali adheziju 4 različita silera i pokazali da je zaptivanje Gutta-Flow silera zadovoljavajuće (71).

1.1.4.2.1. Sileri na bazi cink oksid eugenola

Mnogo godina sileri iz ove grupe su bili najpopularniji i najčešće korišćeni sileri, tako da u radu sa njima postoji veliko kliničko iskustvo. Osnovna odlika svih silera iz ove grupe je da prah sadrži cink oksid (preko 50 %), a tečnost eugenol. Predstavnici ove grupe su *Rikertov* i *Grosmanov siler*. Rikertov siler je najjednostavniji iz ove grupe: prah cink oksida je pomešan sa eugenolom uz dodatak srebra radi rendgenkontrastnosti. On se komercijalno javlja na tržištu kao *Kerr Pulp Canal Sealer*, kome je zbog antiseptičnosti dodat timol jodid. U Grosmanovom sileru, pored cink oksida i eugenola, dodate su i soli bizmuta i barijuma. On se na tržištu javlja kao *Roth 801* i kao *ProcoSol*. Na evropskom tržištu osnovnom sastavu je dodat i paraformaldehid zbog antimikrobnog dejstva i oni su poznati pod imenima *N2* i *Endomethasone*. Endomethasone sadrži i kortikosteroide, koji smanjuju kliničke nelagodnosti i inflamaciju, ali istovremeno nepovoljno utiču na proces zarastanja.

Pored navedenih silera u upotrebi su još i: *Kerr-ov cement*, *Hermetic*, *Roth 801*, *Tubli-seal*, *Fill canal*, *Endofi* i *Nogenol*. Mogućnost zaptivanja i biološka svojstva ovih silera su lošije od silera iz drugih grupa. Nedostaci su još i rastvorljivost u tkivnim tečnostima, toksičnost kao i diskoloracija krunice zuba.

Mnogi autori se bave problematikom zaptivanja. Danas preovlađuje mišljenje da je i apikalno i koronarno mikrocurenje veće nego kod silera iz drugih grupa. Jedan od razloga za to je rastvorljivost ove grupe silera. Dandakis (72) se bavio problemom zaptivanja tri silera: TopSeal-a, Roth 811 i Apexita. Zubi su opturirani hladnom lateralnom kondenzacijom gutaperke, a mikrocurenje je utvrđivano metodom prodora boje, 2 % metilen plavog. Mikrocurenje se javilo u svim grupama. Najmanje je bilo kod zuba opturiranih sa TopSeal-om, silerom na bazi epoksi smole, a najveće kod zuba opturiranih Roth 811 silerom, odnosno kod silera na bazi cink oksida.

Rađena je i jedna velika eksperimentalna studija *in vivo*, o uticaju koronarnog mikrocurenja na pojavu inflamacije u periapeksu (73). Istraživanje je rađeno na psima.

Zubi su opturirani sa dve vrste silera: Sealer-om 26 i Roth-om, metodom lateralne kondenzacije. Zubi nisu trajno zatvarani. Nakon 90 dana životinje su žrtvovane, a preparati pripremljeni za histološku analizu. Rezultati su pokazali da je u grupi zuba opturiranoj sa Sealer-om 26 uočena manja pojava inflamacije u periapeksu nego kod zuba opturiranih sa Roth-om.

Međutim, nailazi se i na drugačije stavove. U jednoj novijoj studiji *in vitro* (74), ispitivana je sposobnost zaptivanja tri materijala, od kojih je jedan sistem Resilon, a druga dva su Roth i AH Plus u kombinaciji sa gutaperkom. Mikrocurenje je ispitivano metodom filtracije fluida. Rezultati pokazuju da nije bilo statistički značajne razlike u mikrocurenju kod sva tri silera.

Sileri na bazi cink oksid eugenola se odlikuju antimikrobnim dejstvom, koje je jače nego kod drugih silera i pripisuje se eugenolu. Tako Mickel (75) dokazuje da Roth 801 ima jači inhibitorni efekat na *E. faecalis* u poređenju sa Sealapex-om, AH Plus-om i Kerr-om. Endomethasone je takođe pokazao odličan antimikrobni efekat. Tako Gomez (76) upoređuje antimikrobnu aktivnost 5 različitih silera na pet mikroorganizama: *C. albicans*, *Staph.aureus*, *E. faecalis*, *Strep. sanguis* i *Ac. naeslundii*. Endomethasone i Endofill su pokazali jače dejstvo od AH Plus i Sealer 26 silera.

Biokompatibilnost silera na bazi cink oksid eugenola je tema mnogobrojnih istraživanja. Eugenol, kao glavni sastojak ima nisku sistemsku toksičnost, ali je poznato da je kontaktni alergen. Tako je Bernath (77) radio istraživanja *in vivo* na majmunima, ispitujući tip i vrstu inflamatornog odgovora koju izazivaju 4 različita silera kod adekvatno napunjenih i prepunjenih kanala. Koristio je AH 26, Apexit, Endomethasone i Grosmanov siler. Kod adekvatno opturiranih kanala reakcija se javila kod kanala napunjenih sa Endomethasone-om i AH 26 silerom. Kod prepunjenih kanala, svi sileri su dali reakciju, samo je ona varirala u zavisnosti od tipa silera. Tako su Apexit i Grosmanov siler izazvali najblažu imunološku reakciju, dok je Endomethasone izazvao najjaču reakciju. Sileri koji sadrže paraformaldehid pokazuju veoma jaku toksičnost, čak izazivaju i neurotoksične efekte (78). Po preporuci Evropskog udruženja endodontologa, sileri iz ove grupe koji sadrže formaldehid nisu prikladni za upotrebu zbog njihovog toksičnog potencijala.

Ovi sileri su laki za rukovanje, mešaju se u glatku pastu, radno vreme je dovoljno dugo za opturaciju, kao i za radiografsku kontrolu pre vezivanja.

1.1.4.2.2. Sileri na bazi kalcijum hidroksida

Veliki uspeh preparata na bazi kalcijum hidroksida u terapiji očuvanja vitaliteta pulpe, kao i u terapiji inficiranih kanala, doveo je do ideje da se upotrebe i kao sileri za trajnu opturaciju. Cilj je bio da se stimuliše periapikalno izlečenje sa reparacijom kosti zbog oslobađanja hidroksilnih jona iz kalcijum hidroksida.

Na tržištu se javio veliki broj silera na bazi kalcijum- hidroksida, kao što su: *CRCS (Calabiotic Root Canal sealer)*, *Sealapex*, *Apexit*, *Sealer 26*, *Vitapex*.

Mehanička svojstva su im lošija od silera iz epoksi grupe. Studije pokazuju veliku zapreminsku ekspanziju, razgradnju i visoku rastvorljivost tokom dugog perioda opservacije. Ovi sileri su porozni i to utiče na hermetičko zaptivanje. Osetljivi su na tkivnu tečnost i rastvaraju se u prisustvu vlage (79). Ispitujući mikrocurenje silera iz ove grupe, mnoge studije su dale slične rezultate, i to: veliko mikrocurenje i slabo zaptivanje. U istraživanjima in vitro, gde je utvrđivana jačina veze silera za dentin i gutaperku i to fizičkim testiranjem veze, Sealapex je dao loše rezultate, lošije od KetacEndo i AH 26 silera (80). Takođe merenjem penetracije u dentinske tubule SEM-om, Sealapex pokazuje najslabiju penetraciju kada se upoređuje sa AH Plus i Pulp Canal Sealer-om (81).

Sileri iz ove grupe su dobro primljeni u praksi zbog svoje biološke uloge. Čist kalcijum-hidroksid je jak antiseptik sa pH 12, koji lako neutrališe kiselu sredinu. U dodiru sa okolnim tkivom izaziva lokalnu nekrozu, koja je ograničena jer u dodiru sa CO₂ stvara teško rastvorljivu so CaCO₃. Na taj način stimuliše reparaciju tkiva. Zbog toga je jedan od bitnih parametara za kvalitet silera iz ove grupe sposobnost otpuštanja Ca jona i podizanja pH vrednosti u kanalu. Silva (82) je upoređivao otpuštanje jona kalcijuma kod silera iz ove grupe. Došao je do rezultata da Sealapex pokazuje najveći potencijal u otpuštanju jona. Bez obzira na sve, prilično je diskutabilno koliko mogu da podstiču reparaciju i regeneraciju nakon vezivanja materijala. Mnoge studije upoređuju

i zarastanje u periapeksu kod zuba opturiranih silerom na bazi kalcijum hidroksida i sa silerima iz drugih grupa. Tako pojedini eksperimenti pokazuju da nakon medikacije, zubi koji su opturirani silerom na bazi kalcijum hidroksida pokazuju bolji stepen reparacije u periapeksu (83).

Antimikrobni efekat ovih materijala je tema brojnih in vitro istraživanja, u kojima je dokazano da antimikrobno dejstvo postoji, pa čak i da raste sa vremenom zbog degradacije silera. Mehanizam je uslovljen visokom pH vrednošću. Međutim, puferski kapacitet tkivnih tečnosti smanjuje antimikrobni efekat, pa je često ipak manji od dejstva koje imaju sileri na bazi cink oksid eugenola (75).

Po pitanju citotoksičnosti, postoje određene kontroverze. Tako da pojedini autori navode da je u odnosu na silere iz grupe veštačkih smola i eugenolata, njihova toksičnost najmanja (84). Rezultati drugih studija pokazuju da je Sealapex toksičniji od AH Plusa, jer on uopšte ne pokazuje toksično dejstvo (85).

Dobrim osobinama silera na bazi kalcijum hidroksida se smatraju: manipulativnost, rendgenkontrastnost, kao i mogućnost lakog uklanjanja iz kanala rotirajućim instrumentima.

1.1.4.2.3. Sileri na bazi epoksi smola

Ovo je grupa silera koja dominira u savremenoj endodontskoj praksi. Poseduju dobra mehanička svojstva i ostvaruju dobro zaptivanje. Alergijske reakcije na njih su relativno retke. Citotoksičnost im je umerena do slaba. Antimikrobna svojstva su dobra, pogotovo kada su sveže zamešani.

Najuspešniji su iz AH serije. Prototip je lansiran pre više od 50 godina u Švajcarskoj kao AH 26. To je bis-fenolna smola sa metenaminom koji utiče na polimerizaciju.

AH 26 je siler koji se dugo upotrebljavao u endodonciji. Viskozaan je, dobro atherira za dentin i gutaperku (80), dobro se lepi za zidove kanala. Zbog dugog vremena vezivanja (1-2 dana) ne dolazi do pucanja materijala i odvajanja od zidova kanala. Vezuje se u relativno vlažnoj sredini. Izuzetno je fluidan, pa je pogodan za opturaciju uskih, gracilnih, zakrivljenih kanala. Međutim, baš zbog fluidnosti i velike viskoznosti,

postoji opasnost od prebacivanja u periapiks, što nije dobro jer je ovaj siler neresorptivan. Pri vezivanju silera se oslobađa formaldehid, koji ima jako antimikrobno dejstvo, ali i toksično deluje na periapikalna tkiva. U *in vitro* i *in vivo* istraživanjima AH 26 je mutagen, posebno u sveže zamešanom stanju. Ipak, koncentracija formaldehida je više nego 300 puta manja od one koja se oslobađa iz ZOE silera (86). Rendgen kontrasnost je postignuta dodavanjem srebra, tako da mu je upotreba ograničena na bočnu regiju, jer je moguće prebojavanje kruničnog dela zuba.

AH plus je nastao u težnji da se otklone negativne osobine AH 26 silera, kao što su prebojavanje zuba i toksično dejstvo na periapikalna tkiva, a da se još više naglase njegove pozitivne osobine. Tako ova pasta ima kraće vreme vezivanja (8 h), mnogo manju količinu formaldehida i ne sadrži srebro. Zbog brzine vezivanja, povećan je stres, pa je kontrakcija ovog materijala veća od kontrakcije kod AH 26 silera. Međutim, pojedine eksperimentalne studije su pokazale da je zaptivanje kod oba materijala sličnog kvaliteta (87). Određena istraživanja *in vitro* su pokazala da se uklanjanjem razmaznog sloja pojačava atezija materijala za dentin (26). Slabo je rastvorljiv u salivi i vodi (88), lako ga rastvaraju hloroform i haloten (89). Čak je u nekim eksperimentima potvrđeno da ima sposobnost antimikrobnog delovanja(90). U studijama o citotoksičnosti, daje inflamatornu reakciju, ali manju nego sileri iz ZOE ili metakrilatne grupe, a i pronađeno je da opada sa vremenom (91). Atezivnost i zaptivanje su mu bolji nego kod drugih silera iz svoje grupe (92), kao i od silera iz drugih grupa .

Diaket je siler koji sadrži polivinil hlorid polimere i ojačan je helatima. U *in vitro* studijama je pokazao dobru atezivnost, dobro zaptivanje kanala, malu kontrakciju kao i nerastvorljivost u tkivnim tečnostima. Pokazao se dobro u *in vitro* testovima, uključujući i studije o biokompatibilnosti, gde je dokazana bolja biokompatibilnost u odnosu na druge silere (93).

Acroseal je siler na bazi epoksi smole kome je dodat kalcijum hidroksid. Pokušano je da se ukrste i iskoriste pozitivne osobine obe grupe silera, tako da se dobije poboljšana epoksi smola koja potpomaže periapikalnu reparaciju. Nerastvorljiv je u vodi, kompatibilan sa svim opturacionim tehnikama. U istraživanju penetracije silera u dentinske tubule, pokazuje dobru penetraciju, ali ipak lošiju od AH Plus silera (94). U

studijama mikrocurenja, pokazuje lošije zaptivanje od AH Plus silera i RealSeal silera (95). Biokompatibilnost mu je zadovoljavajuća (96).

Sileri na bazi epoksi smola imaju dobre mehaničke osobine i pokazuju dobru adaptaciju za dentin. Posle početne ekspanzije, pokazuju malu kontrakciju kada se testiraju u dužim vremenskim intervalima. Generalno, pokazuju bolje zaptivanje od silera iz drugih grupa. Ateziju različitih silera za dentin i gutaperku je proučavao Lee (80), metodom testiranja zatezne čvrstoće. Upoređujući Kerr, Sealapex, AH 26 i Ketac-Endo, došao je do podataka da je najjaču vezu i za dentin i za gutaperku ostvario AH 26. Sevimay (97) je upoređivao apikalno zaptivanje i adaptaciju za dentin kod zuba opturisanih sa AH Plus i EndoRez silerom, metodom lateralne kondenzacije. Mikrocurenje je ispitivano metodom pasivne difuzije metilen-plavog, a rezultati su pokazali statistički manje mikrocurenje u AH Plus grupi. i analiza SEM-om je pokazala bolju penetraciju AH Plus-a u dentinske tubule. Orucoglu (98) je ispitivao apikalno zaptivanje tri silera na bazi smole: AH Plus-a, Diaket-a i EndoREZ-a, metodom filtracije fluida. Zubi su opturisani metodom lateralne kondenzacije. Diaket je pokazao najmanje, a EndoREZ najveće mikrocurenje.

Sileri iz ove grupe su laki za manipulaciju. Radiokontrastnost im je dobra. Ova grupa silera je ispunila mnogobrojna očekivanja i našla veliku primenu u praksi. Danas se smatra najuspešnijom grupom, a njen predstavnik AH Plus se koristi za komparaciju sa novijim materijalima.

1.1.4.2.4. Sileri na bazi metakrilata

Pored predvidljivih rezultata koje su dali konvencionalni materijali u *in vitro* i *in vivo* uslovima, nastavilo se sa istraživanjima u pravcu alternativnih silera koji se vezuju za kanal korena kao i za konusni materijal (99), (100). Nakon kliničke primene samokondicionirajućih, samonagrizajućih i samovezujućih adhezivnih sistema u restaurativnoj stomatologiji (101), pokušano je uvođenje ovih sistema i u endodonciju. Ideja je bila da ovi adhezivni kanalni sileri ostvare tesnu vezu sa celokupnim kanalnim prostorom i stvore monoblok (102). Termin monoblok znači da je kanal napunjen sa čvrstom masom koja se sastoji od više materijala koji grade jedinstvenu celinu, zaptivajući kanal bez zjapova i povećavajući otpornost na frakturu tretiranog zuba

(103). Do danas, četiri generacije materijala na bazi metakrilatne smole je izbačeno na tržište, podvrgnuto očima naučne i kliničke javnosti.

Prva generacija - Hidron (Hydron Technologies, Inc, Pompano Beach, FL), pojavila se 70-tih godina prošlog veka. Materijal se injekciono ubacivao u kanal gde se na licu mesta polimerizovao i činio celokupnu masu kanala korena. Pokazano je da je bio jednostavan za upotrebu, neiritativan za tkiva, visoko adaptilan uz zidove kanala i ukoliko bi se ekstrudirao periapikalno imao je sposobnost da kalcifikuje (104). Bez obzira na in vitro studije, u in vivo uslovima nije se pokazao uspešan (105), pa je već 80-tih godina izbačen iz upotrebe.

Drugoj generaciji pripadaju sileri koji ne zahtevaju upotrebu dentin ateziva. Osmišljeni su da se lako ulivaju u akcesorne kanale i dentinske tubule. EndoRez (Ultradent Product Inc, South Jordan, UT) je dvostruko vezujući, hidrofilni siler na bazi metakrilata, koji se može koristiti u vlažnoj sredini i ima sposobnost penetracije u dentinske tubule. Koristi se uz gutaperka konuse ili sa specijalnim EndoRez poenima koji su gutaperka prevučena smolom. U kombinaciji sa klasičnim gutaperka poenima pokazuje slabije vezivanje za kanal u odnosu na druge silere (106). U istraživanjima o citotoksičnosti EndoREZ se nije pokazao kao biokompatibilan materijal, jer je dao poznu hipersenzitivnu reakciju (107).

Treća generacija samo nagrizajućih silera sastojala se od samo-nagrizajućeg prajmera i dvostruko vezujućeg silera i toj grupi pripada Resilon (Resilon Ressearch LLC, Madison, CT). Resilon je dimetakrilat polikapronlaktom, termoplastični materijal za punjenje kanala korena. Komercijalno se javlja na tržištu kao RealSeal (Sybron Endo, Orange, CA), Epifani (Pentron Clinical Technologies), Resinate (Obtura Spartan Corp, Fenton, MO) i kao Smart (Discus Dental Culver City, CA). Unapređen je jer se samo-nagrizajući prajmer redukovao sa dve bočice na jednu. Bitno je napomenuti da primena samo-nagrizajućih prajmera omogućava postizanje dobre adhezije materijala i bez uklanjanja razmaznog sloja. Kiseli prajmer se nanosi na površinu dentina i penetrira kroz razmazni sloj i izaziva demineralizaciju superficijalnog dentina. Ipak je dokazano da nisu dovoljno agresivni i da prisustvo razmaznog sloja ipak može ugroziti adheziju sistema, pogotovo u apikalnoj trećini (108).

Četvrta generacija silera na bazi metakrilatne smole je unapređena jer je eliminisan korak samo-nagrizanja. Kiseli monomeri smole koji su bili deo prajmera kod treće generacije sada su inkorporirani u siler na bazi smole da bi poboljšali njegovu adheziju za dentin kanala korena. Kombinacija kiseline, prajmera i silera u jednom samo-nagrizajućem i samo-vezujućem sileru je napredak koji skraćuje vreme aplikacije i umanjuje mogućnost proceduralnih grešaka u toku svih prethodnih koraka. U ovu grupu pored MetaSEAL-a spada i RealSeal SE.

Jedna od prvih studija o Resilonu je obavljena od strane Šipera (62). Cilj eksperimentalnog istraživanja je bio da se uporedi bakterijska penetracija kroz dva materijala: Resilon i AH 26 sa gutaperkom. Od mikroorganizama su korišćeni *S. mutans* i *E. faecalis*. Zubi su opturirani pomoću dve tehnike, hladnom lateralnom i toplom vertikalnom kondenzacijom. Sve grupe su testirane na *S. mutans*, a Resilon grupe i na *E. faecalis*. Rezultati su pokazali da je statistički manja penetracija mikroorganizama kroz sve Resilon grupe.

Isti autori su rezultate istraživanja *in vitro*, potvrdili studijom *in vivo* na psima (109). Cilj istraživanja je bio da se utvrdi koji materijal će bolje prevenirati nastanak infekcije u periapeksu nakon inokulacije oralnim mikroorganizmima. 56 vitalnih premolara je devitalizovano i opturirano lateralnom i vertikalnom kondenzacijom AH 26 silerom i gutaperkama, a zatim lateralnom i vertikalnom kondenzacijom sa Resilon sistemom. Nakon opturacije, zubi su inokulisani mikroorganizmima iz dentalnog plaka i privremeno zatvoreni, a posle 14 nedelja, životinje su žrtvovane. Delovi vilica sa zubima su pripremljeni za histološku analizu pod svetlosnim mikroskopom. Slaba inflamacija je zapažena u 82 % zuba opturiranih sa AH 26, a samo u 19 % zuba opturiranih Resilonom.

Od tada, Resilon postaje tema mnogih istraživanja pri čemu su ispitivane njegove mnogobrojne osobine. Tako Ping-Xu (110) proučava toksičnost Resilon konusa i silera na ljudske odontoblaste - MG63 ćelije i upoređuje ga sa AH Plus silerom i gutaperkom. Gutaperka se pokazala kao ne toksična na MG63 ćelije *in vitro*, dok je Resilon konus pokazao inicijalnu toksičnost nakon jednog dana, koja je nestala akon trećeg dana. RealSeal siler je bio mnogo toksičniji od AH Plus silera. U jednoj novijoj studiji je upoređivana citotoksičnost AH Plus silera sa silerima iz grupe metakrilata

(Epiphany, MetaSeal i EndoRez) (65) i dokazano je da AH Plus siler najmanje toksičan, a prate ga EndoRez, Epiphany i MetaSeal kao najtoksičniji.

Istraživanja o antimikrobnosti Resilona pokazuju da poseduje mali antimikrobni efekat na testirane mikroorganizme (111), ili ne poseduje uopšte antimikrobna svojstva (112).

Materijal ima sličnu tačku topljenja kao gutaperka (113). Istraživanja biorazgradljivosti pod uticajem hidrolaza, pokazuju da je podložan alkalnoj i enzimskoj degradaciji preko cepanja estarskih veza (114), (115). Pri retreatmanu ga lako uklanjaju kombinacija hloroforma i mašinskih instrumenata, mnogo lakše nego gutaperku (116). Nelson (117) je u svojim eksperimentalnim istraživanjima proučavao vreme sleganja 11 silera među kojima je i Resilon, kako u aerobnoj, tako i u anaerobnoj sredini. Rezultati su pokazali da se u anaerobnoj sredini najbrže vezuje Resilon. U aerobnim sredinama mu treba 30 min.

Nakon aplikacije novog sistema, u *in vitro* uslovima dokazana je smanjena sklonost ka frakturi korena u poređenju sa AH 26 i gutaperkom (100). Međutim, naknadne studije nisu delile isto mišljenje (118), pa je zaključeno da metakrilatni sileri ipak ne ojačavaju koren zuba kao što se na početku smatralo (103).

Mnogi autori su ispitivali kvalitet zaptivanja Resilona, metodologijom mikrocurenja. Nawal (119) je testirao bakterijsko mikrocurenje pomoću *E. faecalis* markera kroz Resilon i Gutta-Flow i komparirao ih sa AH Plus silerom sa gutaperkom. Resilon je dao najbolje, a AH Plus siler najlošije rezultate. Tunga i Bodrumlu (120) koristili su metod filtracije fluida za utvrđivanje mikrocurenja kroz AH 26, AH Plus i Resilon. Potvrdili su superiornost Resilona. Međutim neke novije studije istom metodologijom dobijaju različite rezultate u korist AH Plus silera sa gutaperkom (121), (122), (123).

Rađene su brojne studije ispitivanja jačine adhezije za dentin push-out testom. Tako se Ungor u svom ekperimentalnom istraživanju bavio upoređivanjem jačine veze između Resilon sistema i AH Plus silera sa gutaperkom (124). Zanimljivo je da je ispitivao i kombinacije materijala AH Plus siler sa Resilon konusom i Resilon siler sa gutaperkom. Najjaču vezu sa dentinom su ostvarili Resilon siler sa gutaperka konusom.

Resilon sistem nije dao bolje rezultate od standardne kombinacije AH Plus siler sa gutaperkom. Testiranjem zatezne čvrstoće, slične rezultate su dobili i Sly (125) i Fisher (126). S obzirom na adhezivna svojstva Resilona, rezultati istraživanja jačine veze primenom pomenute metodologije, su bili neočekivano loši. Poboľšanjem i uvođenjem Resilona četvrte generacije, otvorila se potreba za komparacijom novog RealSal SE sa starim sistemom koji je sadržao i prajmer. De-Deus (127) u svojoj studiji komparira adheziju AH Plus silera i gutaperke sa Resilon sistemom i Resilon SE sistemom. Najbolj adheziju je pokazao AH Plus siler, a između Resilona treće i četvrte generacije nije bilo statistički značajne razlike.

U mnogim istraživanjima, kvalitet adhezije materijala za dentin je ispitivan skening elektronskom mikroskopijom (SEM). Iako su studije u početku pokazale bolje zaptivanje silera na bazi metakrilata, naknadne studije su pokazale da se javlja zjap između silera i konusa, kao i između silera i dentina. Šiper je svoje istraživanje bakterijskog mikrocurenja upotpunio skening elektronskom mikroskopijom (62). Utvrdio je da se kod zuba opturiranih AH 26 silerom i gutaperkom javlja uniforman zjap između gutaperke i površine dentina sa silerom. Kod Resilona nije uočen zjap ni između dentin-siler, ni između siler-konus površina. Aptekar je upoređivao novi sa konvencionalnim sistemima pomoću SEM-a (128). Resilon je pokazao bolju penetraciju u dentinske tubule od TubliSeala sa gutaperkom. Ipak, novije studije otkrivaju pukotine između silera i konusa kao i između silera i dentina. U jednoj komparativnoj analizi AH plus je ostvario bolji pripoj u odnosu na silere na bazi metakrilata (129).

1.1.5. Tehnike opturacije

Danas se primenjuju različite tehnike opturacije, a sve sa ciljem da se postigne adherentno, trodimenzionalno punjenje koje će hermetički zatvoriti kanalni sistem i sprečiti pojavu mikrocurenja. Razvojem materijala, razvijale su se i tehnike kojima primenjujemo ove materijale, tako da se danas primenjuju tehnike sa čvrstim konusom i tehnike sa razmekšalim konusom. U ovom delu detaljno će biti opisane samo tehnike sa čvrstim konusom, kao tehnike koje su obuhvaćene ovim istraživanjem.

1.1.5.1. Tehnike sa čvrstim konusom

Ovo su široko primenjivane tehnike, koje su dugo u upotrebi. Vrlo su jednostavne za izvođenje i ne zahtevaju dodatnu i skupu opremu. Tehnike sa čvrstim konusom se baziraju na postavljanju odgovarajućih konusa u kanal, koji se cementiraju u kanalu silerima. Ove tehnike se dele na monokonu tehniku i na tehniku hladne lateralne kondenzacije.

1.1.5.1.1. Monokona tehnika

Ovo je jedna od najstarijih tehnika punjenja kada govorimo o sistemu konus-siler. Uvedena je 60-tih godina prošlog veka sa pojavom standardizacije instrumenata i konusa za opturaciju. Sastoji se od upasivanja jednog pravilno odabranog konusa u kanal. Ovaj konus se naziva master poen ili glavni konus. Jako je bitno da se odabere poen koji veličinom i koničnošću odgovara veličini i obliku obrađenog kanala korena. Odabrani poen se cementira pomoću tankog, uniformnog sloja silera u kanal korena. Homez (130) je došao do podatka da je monokona tehnika izbora kod 16 % flamanskih stomatologa. Prednosti ove tehnike su njena jednostavnost i dobra manipulativnost. Međutim, veliki nedostatak ove tehnike je to što kanal korena ima kružni poprečni presek samo u apikalnom delu i to 2-3 mm od apeksa, tako da samo u tom predelu se može očekivati adekvatno zaptivanje. U preostalom delu kanala, postoji veliki prostor između konusa i dentinskog zida. Taj prostor je ispunjen silerom, a dokazano je da siler u debelom sloju puca. Ovako napunjeni kanali su podložni mikrocurenju, što su i pokazala brojna istraživanja.

Blaga modifikacija ove tehnike se dobija kada se posle stavljanja glavnog konusa u kanal dodaju akcesorni poeni, da bi kanal bio ispunjen sa što više gutaperke.

1.1.5.1.2. Hladna lateralna kondenzacija

Hladna lateralna kondenzacija gutaperke je najčešće primenjivana tehnika na većini stomatoloških fakulteta u svetu (131). Jednostavna je za izvođenje i ne zahteva skupu opremu. Za nju je potreban set posebnih instrumenata, takozvanih kanalnih raširivača, pomoću kojih se lateralno sabijaju konusi u kanalu. Prednosti su dobra

kontrola dužine punjenja (132) i lako izvođenje. Nedostaci su što ne popunjava iregularnosti kanala (5), ne postiže se kompaktnost gutaperke i postoji rizik od frakture korena zuba (133).

Pre punjenja, kanal se obrađuje u obliku konusa, sa završetkom na apikalnoj konstikciji. Dijametar glavnog konusa je određen pomoću poslednjeg proširivača. Glavni konus, određene dužine, se unese u kanal pomoću pincete i ukoliko je dobro određen, zapinje pri izvlačenju iz kanala. Na rendgen snimku se proveriti pozicija konusa u kanalu. Konus se obloži silerom, i ponovo vrati u kanal. Raširivač kojim će se kondenzovati gutaperka se bira na osnovu dužine i koničnosti kanala. Bira se proširivač koji može da se plasira što dublje u kanal korena (134). Dokazano je da ručni raširivači proizvode jače sile u toku kompaktacije nego mali raširivači veličine proširivača (135). Novi raširivači od Ni-Ti legure mogu se plasirati dublje u kanal od čeličnih (136), proizvode manje stresa i raspoređuju bolje proizvedene sile (137). Što je veća koničnost raširivača, veća je i lateralna komponenta proizvedene sile. Uobičajene sile koje se proizvode pri lateralnoj kompaktaciji, kreću se od 1-3 kg (138), dovoljne su da deformišu konus bez rizika po koren (139). Raširivač se postavlja u kanal na dužinu za 1 mm kraću od radne i vertikalnim pokretima u trajanju 10-60 sekundi, deformiše se materijal apikalno i lateralno, i stvara se prostor za pomoćni konus. Proces se ponavlja sve dok se ne ispuni kanalni prostor. Višak gutaperke se ukloni iz komore i lagano vertikalno kondenzuje sa zagrejanim kanalnim nabijačem do 1mm ispod ulaza u kanal.

Pojedini autori su upoređivali uticaj izabrane tehnike na zaptivanje i pojavu mikrocurenja. Tako Wu (140) upoređuje monokonu i hladnu lateralnu tehniku kod dva različita silera. Dolazi do rezultata da je kod zuba opturiranim sa silerima na bazi epoksi smole nije bilo razlike u tehnikama opturacije, dok je kod uzoraka koji su opturirani Endomethasonom bolje rezultate dala tehnika hladne lateralne kondenzacije. Takođe je i Tasdemir (141) došao do zaključka da nije bilo razlike u adheziji koja je postignuta primenom ove dve tehnike opturacije.

1.1.5.2. Tehnike sa razmekšalom gutaperkom

U cilju da se prevaziđu problemi koji su nastali primenom tehnika sa čvrstim konusom, došlo se na ideju da se gutaperka razmekša i postane plastična. Na taj način bi

se dobilo homogenije punjenje. Kod ovih tehnika konus se razmekšava ili pre unošenja u kanal ili u samom kanalu. Razmekšavanje u kanalu može nastati primenom toplote ili rastvarača. Naravno, i kod ovih tehnika je obavezna upotreba silera. U ove tehnike spadaju: topla lateralna kompaktacija, topla vertikalna kompaktacija, injekciona tehnika, termomehanička kompaktacija, tehnika na čvrstom nosaču i tehnika pomoću rastvarača. Glavni nedostaci ovih tehnika su otežana kontrola dužine punjenja i što se zagrevanjem može oštetiti periodoncijum. Povišenje temperature na površini korena zabeleženo u *in vitro* uslovima može da bude 15-30 °C. Zbog toga može da se javi resorpcija korena i ankiloza zuba (60). Osnovne prednosti ovih tehnika su što se razmekšavanjem i kompaktacijom dobija homogeno punjenje koje može da ispuni nepravilnosti kanala. Bez obzira na prednosti, ne postoje dokazi da ove tehnike ostvaruju bolje kliničke rezultate u poređenju sa hladnom lateralnom kondenzacijom.

1.2. Testovi za ispitivanje adhezije – kvaliteta zaptivanja

Da bi se opravdala primena novog materijala i prikazale njegove karakteristike, koristi se veliki broj različitih testova. Testiraju se biološka svojstva (antimikrobnost, citotoksičnost) i tehnološka svojstva (ulivnost, radno vreme, vreme vezivanja, radiosenzitivnost, rastvorljivost, dimenzione promene, adhezivnost). Testovi koji se izvode mogu biti *in vitro* ili *in vivo*. Veoma veliki značaj imaju i kliničke studije, kada se ispitivana osobina *in vitro* prenese u realne uslove.

U studijama u kojima se ispituje adhezivnost materijala za opturaciju primenjuju se: testovi mikrocurenja, mikroskopski testovi, fizički testovi i kliničke studije.

1.2.1. Testovi mikrocurenja

Mikrocurenje predstavlja veoma značajan problem, ne samo u endodonciji, već i u restaurativnoj stomatologiji. Hermetičko zaptivanje kanala korena je obrnuto proporcionalno mikrocurenju koje može da se javi. Kliničke studije koje se bave uzrocima terapijskog neuspeha, pronašle su da je neadekvatna opturacija jedan od uzroka neuspeha, a u *in vitro* studijama je dokazano da neadekvatna opturacija uzrokuje mikrocurenje. Ove naučne studije su ustanovile da ispitivanje apikalnog curenja čestica

ili rastvora između kanalnog punjenja i zidova kanala jeste odgovarajući metod za procenu kvaliteta opturacije.

Metoda linearnog prodora boje je našla široku primenu u određivanju kvaliteta zaptivanja kako koronarno tako i apikalno. Bazira se na pretpostavci da je dubina prodora boje pokazatelj zjapa između kanalnog punjenja i dentinskih zidova. Postoji nekoliko metoda prodora boje. Najjednostavnija je *metoda pasivnog prodora boje*. Kod ove metode, opturirani zubi se premazuju sa dva sloja akrilnog laka za nokte, svuda osim na krajevima gde se ispituje mikrocurenje (apikalno/koronarno). Zatim se potapaju u boju na određen period. Najčešće korišćene boje su: metilen-plavo (142), indijsko mastilo (143) ili srebro (144). Međutim, kod ove metode veličina šupljina i hidrofobnost dentina i materijala utiču na kapilarno curenje boje. Prednost ove tehnike je što se na jednostavan i ekonomičan način možemo upoznati o sposobnostima zaptivanja pojedinih materijala za opturaciju. Nedostatak je što se ne dobijaju kvantitativni rezultati, o zapremini curenja, kao ni o veličini praznina.

Smatra se i da zaostali molekuli vazduha otežavaju prodor boje i da je nemoguće prodor boje kroz sve pukotine bez upotrebe *vakuma*. Ova metoda je slična prethodnoj, samo što se pripremljeni zubi postavljaju u kadicu sa bojom koja je povezana sa vakumskim uređajem. Slab vakum jačine 100 mm Hg stuba deluje 30 minuta. Tada se vakum sporo smanjuje, a zubi ostaju u boji još neko vreme, najčešće 2 dana. Neke studije su rađene sa ovom metodom, ali se smatra da ovaj metod nije klinički relevantan (145).

Jedna novija metoda je *metoda filtracije fluida*. Model je dao Derkson (146) za testiranje restaurativnih materijala, ali je primenu našla i u endodontskim ispitivanjima (121). Ova metoda se bazira na pronalasku puta kojim bi prošla tečnost, pa se meri količina koja prođe kroz punjenje u jedinici vremena. Ovim metodom se dobijaju kvantitativni rezultati i može se pratiti kroz vreme jer se uzorak ne uništava. Nedostatak je što je nemoguće detektovati sve praznine pogotovo u mrtvim prostorima, već samo one na pravcu od krunice prema apeksu (2). Rađena su mnoga istraživanja o tome koja metoda mikrocurenja daje najrealnije podatke o kvalitetu zaptivanja. Camps (147) je u svom eksperimentalnom istraživanju upoređivao apikalno zaptivanje tri različita silera (Pulp Canal Sealer, AH Plus, Ketac-Endo), pomoću dve metode mikrocurenja (pasivna

metoda i metoda filtracije fluida). Rezultati su pokazali da metodom pasivnog prodora boje nije uočena statistički značajna razlika između silera, što se ne može reći za metodu filtracije fluida. U savremenoj naučnoj literaturi dominira metoda filtracije fluida (122).

Pored prodora boje, *bakterijska penetracija* je često korišćena metoda za ispitivanje kvaliteta zaptivanja. Metodu je osmislio Torabinejad (11). Bazirana je na modelu dve komore, gornje i donje između kojih se nalazi zub koji ispituje. Gornja komora sadrži bakterijsku suspenziju, najčešće *E. faecalis*, a u donjoj komori je sterilan medijum. Ukoliko se posle određenog vremena uoči bakterijski rast i u donjoj komori, postoji prodor mikroorganizama kroz punjenje pa se na osnovu toga zaključuje da hermetičko zaptivanje nije postignuto. Ovo je jako često primenjivan metod u mnogim istraživanjima (119). Prednost ove tehnike je što se u njoj koriste bakterije, pa je prodor bakterija značajniji od prodora malih čestica boje. Nedostatak je kompleksnost samog praćenja rezultata jer lako dolazi do greške. Takođe, nije kvantitativan metod, jer prodor i samo jedne bakterije izaziva rast u medijumu.

Jedna nova, savremena metoda za ispitivanje mikrocurenja je *kvantitativna metoda sa glukozom* (148). Bazirana je na stepenu filtracije glukoze kroz punjenje. Koronarno se ubrizga 1mol/L glukoze pod pritiskom od 1,5 KPa. Meri se koncentracija glukoze na apikalnom kraju i koristi se spektrofotometrija. Jedno novije istraživanje upoređuje dve metode za utvrđivanje mikrocurenja, metodu filtracije fluida i metodu penetracije glukoze (149). Autori zaključuju da je metoda penetracije glukoze senzitivnija. Ali, isti autori već sledeće godine dolaze do zaključka da sposobnost glukoze da reaguje sa pojedinim materijalima za punjenje dovodi do limitiranja metode (150).

1.2.2. Mikroskopski testovi

Penetracija silera u dentinske tubule može uticati na adheziju, jer povećanje kontaktne površine između opturacionog materijala i dentina dovodi do poboljšanja zaptivanja (151). Jedna od metodologija izbora kada se govori o adheziji je očitavanje kvaliteta pripoja materijala za dentin. U ovim metodologijama koriste se različiti načini “posmatranja” dodirnih površina. Najčešće primenjivan je skening elektronski

mikroskop (SEM). Takođe, sve češće se koristi konfokalna laser skening mikroskopija (CLSM), a nisu retki ni slučajevi primene TEM-a.

Bez obzira na vrstu mikroskopa pod kojim posmatramo uzorke, metodologija očitavanja rezultata je ista. Bitno je da postoji skala na osnovu koje se gradišu rezultati. Oni su opisno objašnjeni, i svakom opisu je dodeljen broj, zbog statističke obrade. Ovo je kvalitativna metoda i samo oko istraživača igra veliku ulogu u očitavanju rezultata.

Najčešće se sreću studije ispitivanja kvaliteta zaptivanja pomoću SEM-a (94,129,152). Ova metodologija pruža mnogobrojne prednosti. Fotomikrografije nastale SEM-om omogućavaju opservaciju dentinskih tubula i dodirne površine silera za dentin. Detalji same penetracije silera u tubule mogu se uočiti na velikim uveličanjima. Takođe, kada adaptacija nije dobra, moguće je izmeriti zjap koji nastaje između dentinskog zida i silera. Nedostatak ove tehnike je što se na manjim uveličanjima ne mogu uočiti traženi detalji. Ali, zasigurno najveći je nedostatak kompleksna priprema uzoraka zbog čega se mogu javiti artefakti na slici.

Pored studija *in vitro*, rađene su SEM studije i *in vivo*, pri čemu su pod SEM-om posmatrani preseki ekstrahovanih zuba koji su endodontski lečeni u kliničkim uslovima (153). Ove studije su veoma retke. Prvu je uradio Vassiliadis 1994 godine (154). On je pronašao da je penetracija ZOE silera u dentinske tubule bila 200 μm , bez obzira što razmazni sloj nije uklanjan. Penetracija AH 26 je bila najbolja, i išla je do 1000 μm , tako da je na ovaj način potvrđena relevantnost eksperimentalnih studija.

Često se za utvrđivanje kvaliteta adhezije koristi konfokalna laser skening mikroskopija (CLSM) (156), (157). Njena prednost je u tome što može da razlikuje "izvorni" zjap koji nastaje kao posledica neadekvatne adhezije od zjapa nastalog usled vakumske desikacije preparata. Ovo je teško razlikovati pod SEM-om. CLSM ne zahteva pripremu uzoraka i uzorci se posmatraju pod normalnim uslovima, tako da je manja mogućnost nastanka artefajalnih grešaka.

1.2.3. Testiranje fizičkih sila

Uvraženo je mišljenje da endodontski lečeni zubi poseduju veliku sklonost ka frakturi. Uvođenjem adhezivnih tehnika u restaurativnu stomatologiju, načinjen je pokušaj da se ojača zub postavljanjem kompozitnih cemenata i ispuna u koronarni deo

kanala i zuba (157). Nedavno, ovaj koncept je proširen uvođenjem adhezivnih opturacionih materijala u endodonciju sa ciljem da se ojača celokupan kanalni sistem. Adhezija koja spaja materijal za zidove kanala korena se testira na mehaničkim mašinama, u različitim eksperimentalnim procedurama. Testovi mogu biti različiti, ali suštinski u svima se meri jačina, tj. sila kojom se endodontski materijal vezuje za dentinski zid.

Jedan od testova je test koji meri zateznu čvrstoću (*tensile bond strength*) opturacionih materijala. Tako Lee (80) u svom istraživanju meri na posebnoj VitroDYN univerzalnoj mašini silu koja je potrebna da se različiti opturacioni materijali izvuku iz specijalno napravljenih kalupa. Testirana su četiri silera u kombinaciji sa gutaperkom. Najslabiju vezu sa dentinom je ostvario Kerr siler, zatim Sealapex, pa KetacEndo, dok je najbolja veza uočena kod AH 26 silera. Ovaj test je izuzetno osetljiv, tako da male promene u preparatu ili distribuciji sile dovode do velikih disproporcija u rezultatima (158).

Druga vrsta testa meri silu smicanja (*shear bond strength*) (159). Preparacija uzoraka podrazumeva ulivanje materijala u specijalne kalupe koji se postavljaju na univerzalnu mašinu i dejstvom sila smicanja pokušava se odljubljivanje materijala od kalupa. Veliki problem ove vrste testiranja je pozicioniranje sile u odnosu na dodirne površine. Dejstvo sile se nalazi na udaljenosti od dodirnih površina, pa se stvara obrtni momenat koji deluje na sam uzorak (160). Tako se u jednoj studiji kompariraju adhezivni sileri: RealSeal, RealSeal SE i MetaSeal sa AH Plus silerom koji služi kao kontrolna grupa. Najbolje rezultate je ostvario MetaSeal sa Resilon konusom i gutaperka konusom. RealSealSE je pokazao jaču adheziju od običnog RealSeal sistema treće generacije. AH Plus siler je pokazao najmanju jačinu veze bilo da je bio u kombinaciji sa gutaperkom ili sa resilon konusom.

Ipak u najviše radova koji testiraju jačinu veze se koristi metodologija *Push-out bond testa* (161). Možda bi se moglo prevesti kao sila istiskanja, ali jasno je da je ovo test koji se koristi u medicini da se oceni mehanizam adhezije implanta za dentin ili kost. Smatra se da ova metodologija daje preciznije i tačnije rezultate o adheziji materijala (162) u poređenju sa drugim fizičkim testovima (163). Objašnjenje treba tražiti u tome što se kidanje veze dešava paralelno sa konus- siler- dentin površinama, a

to reprodukuje kliničke uslove (164). Ovim testom se mogu dobiti saznanja o razlikama u jačini veze na različitim nivoima kanala, što je od velike važnosti (165). Do danas, veliki broj materijala za opturaciju je ispitivan ovim testom (106), (166), (126). U metodologiji se koriste isečci korena, debljine (visine) 1 mm. Testiranje se vrši na univerzalnoj Instron mašini. Isečci se postavljaju u kalupe, tako da koronarna, veća površina bude sa donje strane. Na punjenje deluje teg, statičkom silom, brzinom 0,5 mm/ min. Sila koja dovodi do kidanja veze dentin - punjenje, tj do istiskivanja materijala iz isečka, beleži se kompjuterski ili na grafiku u N. Sila se fizičkim formulama prevodi u MPa, tj pritisak koji se primenjuje. Pojedine studije su ispitivale uticaj promera tega na jačinu sile koja dovodi do raskidanja veze (167). Utvrđeno je da teg većeg promera daje veću silu raskidanja, ali rezultati nisu bili statistički značajni. Ovim testu se daje prednost jer se siler postavlja u direktan kontakt sa intrakanalnim dentinom za razliku od testova gde se uliva u ravne koronarne dentinske isečke. Organizacija tubularnog sistema je potpuno drugačija, pa se u ovom testu siler prilagođava dentinskom zidu, penetrira u dentinske kanaliće stvarajući mehaničku retenciju koja imitira kliničke uslove.

1.2.4. Klinička ispitivanja

Istraživanja *in vitro* adhezivnosti materijala za opturaciju, nemaju pravu težinu ukoliko nisu potvrđena kliničkim studijama. Najbitniji test, kada govorimo o kvalitetu opturacije je dugovečnost zuba bez simptoma i znakova patoloških stanja. Publikovane studije o kliničkom iskustvu sa različitim materijalima su veoma oskudne. Tradicionalno, za procenu kvaliteta punjenja koriste se radiografske studije praćenja. Veliki problem kod kliničkih studija je standardizacija. Kriterijumi za procenu punjenja mogu biti jasno postavljeni, ali kalibracija istraživača nije jednostavna. Moraju se poštovati kriterijumi za dizajn same studije i za protokol izvođenja da bi rezultate smatrali relevantnim i upotrebljivim.

Uspešna opturacija bazira se na kliničkom i radiografskom uspehu. Klinički znaci i simptomi su uglavnom retki i oskudni, tako da se većina studija bazira na radiografskoj proceni opturacije. Najčešće korišćeni kriterijumi za radiografsku procenu uspeha i neuspeha opturacije su definisani od strane Strindberga (168). Njegova studija

je bila bazirana na 775 endodontski lečenih zuba koji su praćeni i do 10 godina. Uspehom je smatrano stanje gde su konture, širina i struktura periodontalnog ligamenta bile normalne ili blago proširene ukoliko je materijal prebaćen u periapeks. Neuspehom je smatrana prisutna rarefikaciju bez obzira da li se radi o novoj ili je u pitanju stara. Neizvesnim je smatran iz tehničkih razloga neadekvatan snimak, sa nemogućnošću ponovnog snimanja i ekstrahovan zub u vremenskom periodu do 3 godine. Do nedavno je njegov model studije korišćen kao osnovni model kliničkih studija. Postoje i studije koje koriste očitavanje snimka pomoću periapikalnog indeksa (PAI) (169). Kliničke studije o kvalitetu endodontskog lečenja se uglavnom baziraju na proceni uticaja koji na ishod terapije imaju različiti faktori, kao: adekvatna radna dužina, prebaćeno punjenje, inficirana pulpa, itd. Kliničko upoređivanje različitih materijala za opturaciju je veoma retko i takve studije su novijeg datuma. U jednoj prospektivnoj, kohortnoj studiji (170) upoređivan je uticaj različitih materijala za opturaciju kod 1369 endodontski lečenih zuba i pokazano je da je kod zuba opturiranih AH 26, Bioseal, Mynol i Apexit silerom bolja prognoza nego kod zuba opturiranih Pulp Canal Sealerom, Endomethasoneom i Tubliseal-om. Razlika između ispitivanih materijala je bila statistički značajna, a neuspeh je pripisan potencijalu silera na bazi cink-oksida eugenola da izazovu imuni odgovor periapikalnih tkiva. Koristeći PAI sa kalibrisanim istraživačima urađene su brojne studije koje su u kliničkim uslovima komparirale različite materijale za opturaciju (171), (172). Rezultati do kojih su došli pokazali su da u kliničkim uslovima vrsta materijala za opturaciju nije presudna za uspeh terapije. Mnogi drugi faktori kao što su: vitalnost zuba pre terapije, preoperativna prisutnost periapikalne lezije, starost pacijenta i vrsta lečenog zuba, imaju statistički značajan uticaj.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja bio je da se u *in vitro* i u *in vivo* uslovima ispituju adhezivna svojstva savremenih materijala i uporede sa konvencionalnim materijalima za opturaciju i da se utvrdi kako ona utiču na zaptivanje kanala korena zuba.

U skladu sa osnovnim ciljem istraživanja postavljeni su specifični zadaci:

I Zadaci eksperimentalnih istraživanja su bili da se pokaže:

1. U kojoj meri sileri u kombinaciji sa gutaperkom zaptivaju kanal korena?
2. Koji konvencionalni siler poseduje bolja adhezivna svojstva i ostvaruje vezivanje kako za gutaperku, tako i za dentin?
3. Da li i u kojoj meri na adhezivnu vezu konvencionalnih silera utiče primenjena tehnika opturacije kanala korena?
4. Koja tehnika opturacije kanala ima veći uticaj na ostvarivanje dobre adhezije različitih materijala za dentin?
5. Da li na adheziju materijala utiče metoda uklanjanja razmaznog sloja?
6. U kojoj meri priprema dentina različitim metodama uklanjanja razmaznog sloja utiče na kvalitet adhezije ispitivanih materijala sa dentinom?
7. Koja metoda uklanjanja razmaznog sloja efikasnije priprema dentin za uspostavljanje adhezivne veze sa različitim materijalima za opturaciju?
8. Da li istovremena primena različite metode uklanjanja razmaznog sloja i tehnike opturacije kanala utiče na adheziju različitih materijala za opturaciju?
9. Koji faktori utiču na kvalitet pripoja opturacionog materijala za dentin kanala korena?
10. Da li materijal na bazi metakrilata može da odgovori potrebama savremene endodoncije i zameni dosadašnje konvencionalne sisteme za opturaciju kanala korena?
11. Kakvu adheziju ostvaruje novi sistem na bazi metakrilata sa dentinom ?

II Zadatak prospektivne kliničke studije bio je:

1. da se prati određeni broj endodontski lečenih zuba od strane jednog lekara, periodično kontrolisanih kroz dvogodišnji period;
2. da se utvrdi stepen uspešnosti endodontske terapije izvedene različitim materijalima za opturaciju;
3. da se utvrdi da li i u kojoj meri izbor materijala za opturaciju utiče na ishod terapije?

Nulte hipoteze:

- da postoji značajna razlika u adhezivnim svojstvima savremenog i konvencionalnih materijala za opturaciju;
- da metode uklanjanja razmaznog sloja utiču na adhezivnost ispitivanih materijala;
- da tehnike opturacije utiču na adhezivnost ispitivanih materijala.

3. MATERIJAL I METODE RADA

3.1. Materijali korišćeni u istraživanju

U radu su korišćeni sledeći materijali i uređaji:

1. Konusi:

a) Gutaperka je konusni materijal koji se najčešće koristi za opturaciju u kombinaciji sa silerima. To je prirodni proizvod drveta *Isonandra percha*. Javlja se u dve faze, α i β . Sastoji se iz: 20 % gutaperke i 65% cink oksida, 10 % metalnih sulfata i dodataka kao što su: kalfon, pigmenti i metali. Pojedini proizvođači dodaju kalcijum hidroksid ili hlorheksidin da bi poboljšali antimikrobna svojstva i da bi stimulisali apikalno zarastanje. Isporučuje se u različitim dimenzijama (dijametar, dužina i koničnost). U istraživanju su korišćeni standardizovani i dodatni gutaperka poeni veličine ISO (15-40) i koničnosti 4% (Slika 1).

b) Resilon (zaštićeno ime RealSeal) je termoplastični, sintetički materijal za opturaciju na bazi polimera poliester. Resilon konusi se sastoje od poliestra, metakrilatne smole, bioaktivnog stakla i radioopakernih punioca. Korišćeni su standardizovani i dodatni poeni veličine ISO (15-40) i koničnosti 4 %. Resilon konus je specijalno osmišljen i kombinuje se samo sa njihovim silerom (Slika 2).



Slika1: Gutaperka poeni



Slika 2: Resilon (RealSeal SE) sistem

2. Sileri

U radu su korišćeni konvencionalni sileri sa gutaperkom - AH Plus i Acroseal, kao i savremeni materijal na bazi metakrilata Resilon (RealSeal SE).

a) AH Plus (De Trey Dentsply, Germany), je dvokomponentna pasta na bazi polimera epoksi-amina. Materijal se lako meša u odnosu 1:1 na staklenoj pločici ili bloku za mesanje pomoću metalne špatule. Hemijski sastav pasti:

pasta A: bisfenol-A i bisfenol-F (epoksi smole), kalcijum tungsten, cirkonijum oksid, aerosol, pigmenti oksida gvožđa.

pasta B: dibenzildiamini, aminoadamantan, kalcijum tungsten, cirkonijum oksid, silicijum, pigmenti oksida gvožđa

Radno vreme iznosi najmanje 4 sata na temperaturi od 23 C. Vreme vezivanja iznosi najmanje osam sati na temperaturi od 37 C (Slika 3).

b) Acroseal (Septodont, France) predstavlja siler za opturaciju kanala korena na bazi kalcijum hidroksida u smoli. Sastoji se od dve paste: baze i aktivatora. Ove dve paste se mešaju u srazmeri 1:1. Opturira se u kombinaciji sa gutaperka konusima. Hemijski sastav pasti:

baza: enoksolon, metenamin, radiokontrast

aktivator: kalcijum hidroksid, DGEBA, radiokontrast

Radno vreme je do 2 sata, a vreme vezivanja do 24 sata na temperaturi od 37C (Slika 4).

c) RealSeal SE (SybronEndo, USA) je termoplastični, sintetički materijal za opturaciju na bazi polimera poliestera. Sastoji se iz: samonagrizajućeg silera i konusa. RealSeal SE siler se sastoji iz dve paste, koje se automatski mešaju pri istiskanju. Njihov hemijski sastav je:

matriks smole: BisGMA, etoksilat BisGma, uretandimetilakrilat.

punioci: kalcijum hidroksid, barijumsulfat, bizmut oksihlorid i aerosol.

Upotreba ovog materijala za opturaciju kanala podrazumeva rad u više faza:

- uklanjanje razmaznog sloja i završnu irigaciju sa EDTA
- aplikaciju silera
- opturaciju RealSeal konusima
- prosvetljavanje u trajanju od 40 sekundi radi inicijalnog vezivanja.

Nakon inicijalnog koronarnog vezivanja, celokupan siler iz kanala se vezuje se 30 minuta (Slika 2).



3: AH Plus siler



Slika 4: Acroseal siler

3. Irigansi

a) NaOCl - natrijum hipohlorit je organolitičko sredstvo. Rastvara nekrotična i vitalna tkiva i pokazuje jak antimikrobni efekat. Koristi se u koncentraciji od 0,5 do 5,25 %. U istraživanju je korišćen 1% rastvor, magistralno pripremljen na klinikama Stomatološkog fakulteta u Pančevu.

b) EDTA- etilen diamin tetra acetat je helatno sredstvo. Rastvara kalcijum iz dentina, razmekšava dentin i olakšava mehaničku obradu kanala. Nema antibakterijsko delovanje. Najčešće korišćena koncentracija je 17%. U eksperimentu je korišćen 18 % rastvor EDTA (Ultardent, Nemačka).

4. Laser

Er:YAG - AT Fidelis (Fotona, Slovenija). Laser pripada grupi visokoenergetskih lasera. Talasna dužina mu je 2940nm. Tkivo koje ga apsorbuje je voda, tako da nalazi primenu u radu na tvrdim tkivima. Korišćen je nastavak R14 sa precision kvarcom, namenjen uklanjanju razmaznog sloja. Izabrani parametri su: energija od 120 mJ, frekvencija od 15 Hz, snaga od 1.8W (Slika 5).



Slika 5: Er:YAG laser

3. 2. Metodologija ispitivanja

3.2.1. *In vitro* ispitivanja

Uzorak za ovo eksperimentalno istraživanje se sastojao od 300 humanih, sveže ekstrahovanih mandibularnih premolara.

Kriterijumi za selekciju zuba

Svi zubi uključeni u eksperiment su iz grupe mandibularnih premolara, jednokanalni, bez karijesa, fraktura, pukotina, bez interne i eksterne resorpcije, kalcifikacija i sa potpuno formiranim apeksom.

Protokol rada se sastojao od:

1. pripreme ekstrahovanih zuba
2. endodontskog tretmana
3. završne irigacije
4. opturacije
5. testiranja

1. Priprema ekstahovanih zuba

Svi zubi uključeni u eksperiment su nakon ekstrakcije čuvani u 1% hloraminu do kompletiranja uzorka. Organski debris je uklonjan potapanjem uzoraka u 2,5 % NaOCl u toku 8 sati. Krune su uklonjene na 2 mm od cementno -gledne granice, pomoću turbine i fisurnog dijamantskog svrdla. Zubi su zatim ispirani tekućom vodom i čuvani u fiziološkom rastvoru do dalje upotrebe.

2. Endodontski tretman

Nakon toga je urađena eksploracija ulaza i provera prohodnosti kanala proširivačem K 10. Sadržaj je uklanjan nerv ekstirpatorima uz obilnu irigaciju 1% NaOCl. Kanali su obrađivani mašinski pomoću BioRaCe seta (Slika 6) i endomatika. Set se sastojao od 6 mašinskih proširivača, označenih brojevima od 0 do 5. Rad sa rotirajućim NiTi mašinskim instrumentima je podrazumevao uvođenje u kanal proširivača u rotaciji, kao i pokrete kliženja gore, dole. Prvo je uveden proširivač 0 (25, 0.08), proizvoljno, jer je kraći od ostalih. Radna dužina se određivala ručnim proširivačem K10, tako da se od uočenog vrha na apikalnom foramenu oduzimao 1 mm dužine. Zatim se kanal proširivao instrumentima od 1 do 5, na punu radnu dužinu. Specifičnost seta se ogledao u tome što je svaki proširivač pored veličine i konusa imao aktivni, sečivni deo na različitim mestima, tako da svaki instrument obrađuje jedan deo kanala. Kombinacijom svih proširivača iz seta dobijao se potpuno obrađen kanal veličine 40 i koničnosti 0.04. Nakon svakog proširivača rađena je obilna irigacija kanala sa po 5 ml 1% NaOCl.



Slika 6: BioRaCe mašinski proširivači

3. Uklanjanje razmaznog sloja (URS)

Svi obrađeni zubi su podeljeni u dve grupe, po 150 zuba u odnosu na metodu kojom je uklanjani razmazni sloj.

I grupa je brojala 150 zuba. Nakon endodontske obrade u toku koje su zubi obilno ispirani organolitičkim sredstvom, 1 % NaOCl, svaki zub je ispran sa po 5 ml 18 % EDTA.

II grupa je brojala 150 zuba. Razmazni sloj je uklanjani Er:YAG laserom. Korišćeni su parametri: talasna dužina 2940nm, 120 mJ, 15 Hz, 1.8W. Nastavak je uveden do apikalne regije, a zatim se kružnim pokretima izvlačio iz kanala od apeksa, ka ulazu i vraćao u kanal u trajanju od 20 sekundi.

Zubi iz obe grupe su posušeni papirnim poenima i pripremljeni za dalje istraživanje.

4. Opturacija

Obe grupe (I i II grupa) su podeljene u tri podgrupe u zavisnosti od materijala kojim je punjen kanal. Svaka podgrupa je podeljena na još dve grupe, u zavisnosti od tehnike opturacije (Tabela 1).

Tabela 1: Šematski prikaz opturacije u odnosu na primenjeni materijal i tehniku opturacije

Ukupan broj zuba	Metoda URS	Materijali	Tehnika opturacije	Broj zuba
300	EDTA 150	AH Plus / gut.	h. lateralna k.	25
			monokona	25
		Acroseal/ gut.	h. lateralna k.	25
			monokona	25
		RealSeal SE	h. lateralna k.	25
			monokona	25
	ER: YAG laser 150	AH Plus / gut.	h. lateralna k.	25
			monokona	25
		Acroseal / gut.	h. lateralna k.	25
			monokona	25
		RealSeal SE	h. lateralna k.	25
			monokona	25

Izvođenje tehnike opturacije:

Hladna lateralna kondenzacija: gutaperka veličine 40 (0.04) je odmerena na radnu dužinu. Siler je zamešan prema uputstvu proizvođača. Siler se ručno unosio u kanal, pomoću ručnog instrumenta K 35, a glavni gutaperka konus se oblagao silerom i lagano postavljao na određenu radnu dužinu. Lateralna kondenzacija se postizala pomoću raširivača (Slika 7) koji su se uvodili u kanal 1 mm kraće od radne dužine. Nakon lateralnog potiska, stvarao se prostor za nove gutaperka konuse veličine 20 i 25 obložene silerom. Kada bi se ispunio ceo kanal, vrelim instrumentom se odstranjivao višak gutaperke u nivou gledno-cementne granice. Zatim se vršila vertikalna kondenzacija pomoću kanalnih nabijača.



Slika 7: Raširivači i kanalni nabijači

Monokona tehnika opturacije podrazumevala je ručno unošenje silera u kanal pomoću ručnog proširivača K35 i plasiranje jednog konusa gutaperke veličine 40 i koničnosti 0.04 odmerenog na radnu dužinu. Zatim se pomoću vrelog instrumenta otklanjao višak konusa i postavljao privremeni ispun da bi se omogućilo vezivanje silera.

Kada se govori o opturaciji Resilonom, specifičnost rada u odnosu na tehniku sa gutaperkom je podrazumevao:

- završnu irigaciju destilovanom vodom u grupama gde je razmazni sloj uklanjao pomoću 17 % rastvora EDTA,
- umesto gutaperke se koristio Resilon konus,

- nakon završene tehnike opturacije i uklanjanja konusa koji viri iz kanala, ulaz u kanal je prosvetljen 40 sekundi da bi došlo do inicijalnog vezivanja silera.

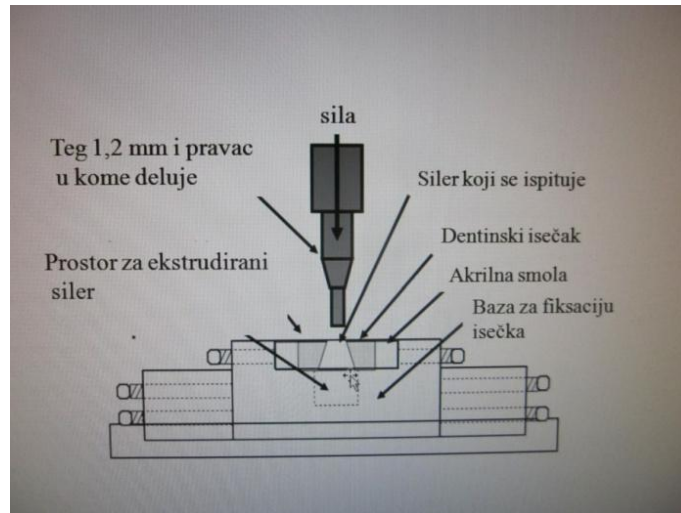
3.2.1.1. Ispitivanja *Push-out* testom

Iz svake grupe uzeto je po petnaest zuba za *Push-out test*, ukupno 180 zuba. Zubi su isečeni poprečno u odnosu na uzdužnu osovinu zuba, pomoću dijamantske šajbne i nasadnika tako da su dobijeni isečci od 1 mm debljine. Svaki isečak je uziman sa koronarne polovine zuba (gde je prečnik punjenja bio veći od 1.2 mm). Pod lupom su posmatrane obe strane isečka da bi se potvrdilo postojanje homogenog punjenja, bez zjapova na dodiru sa dentinom.

Svaki isečak je postavljen na specijalno dizajnirano ležište univerzalne mašine za testiranje, Instron 1122 (Instron, SAD), (Slika 8), tako da mu je apikalna, manja površina okrenuta na gore. Tegić prečnika 1,2 mm je pozicioniran tako da dodiruje samo punjenje. Sila se primenjivala u apikalno-koronarnom pravcu da bi se izbeglo zaglavljivanje zbog koničnosti isečka. Testiranje je izvedeno brzinom 0,5 mm/ min do trenutka raskidanja veze. Veza je smatrana raskinutom kada je došlo do ekstruzije materijala iz isečka. Sila koja je dovela do kidanja veze između punjenja i dentina je zabeležena u dkN na grafikonu testing mašine. Šematski prikaz testa je prikazan na Dijagramu 1.



Slika 8: Instron 1122 univerzalna testing mašina

Dijagram1: Šematski prikaz *Push-out testa*

Da bi se jačina veze prikazala kao pritisak u MPa, sila koja je dovela do kidanja $F (N)$ je podeljena sa površinom adhezije silera $S (mm^2)$ i prikazana formulom

$$P(MPa) = \frac{F (N)}{S (mm^2)}$$

Površina adhezije silera (S) se izračunvala po formuli $S=\pi(R+r)h$, pri čemu je $\pi=3,14$; R je prečnik koronarne strane punjenja (kanala); r je prečnik apikalne strane punjenja, a h je debljina isečka, tj. 1 mm.

Nakon raskidanja veze, prazni iseći su podeljeni longitudinalno na dva dela u bukolingvalnom smeru pomoću dijamantske šajbne i kolenjaka. Posmatrani su pod binokularnom lupom sa uvećanjem 25 puta da bi se odredila priroda raskinute veze između dentina i silera. Ukoliko je dentin bio bez silera, znači da je veza raskinuta na tom nivou, veza je smatrana adhezivnom. Ukoliko je o pucanja veze došlo u samom sileru, i on se nalazi na zidovima kanala, veza je smatrana kohezivnom. Treća varijanta je mešoviti slučaj, koji je kombinacija prethodna dva navedena.

3.1.2.2. Ispitivanja skening elektronskom mikroskopijom (SEM-om)

Po 10 uzoraka iz svake opturacione grupe, ukupno 120, bilo je odvojeno za ispitivanje pod skening elektronskim mikroskopom. Zubi su presečeni u longitudinalnom pravcu sa bukalne i lingvalne strane dijamantskim svrdlom i visokoturažnom mašinom, a zatim frakturirani dletom. Obe polovine su bile postavljene na aluminijumsku ploču, zatim osušene vakuumom, pa prekrivene sa 20 nanometara zlata pomoću BAL-TEC SCD005 SPUTTER COATER-a. Zatim su posmatrane pod skening elektron mikroskopom (JEOL- JSM- 6460LV).

Sposobnost athezije i zaptivanja silera na granici dodira sa dentinskim zidovima sa jedne i sa glavnim konusom sa druge strane je analizirana pod različitim uveličanjima u opsegu od 500 do 10000 puta. Reprezentativne fotomikrografije su uzete da bi se rangirali rezultati korišćenjem modifikovanih Bdigverie i Sluis kriterijuma na sledeći način:

0. Dobra adaptacija silera - ravna linija dodira siler-dentin, bez prisustva defekata i zjapa, sa značajnom penetracijom materijala u otvore dentinskih kanalića
1. Razumna- blago neravna kontaktna površina sa prisustvom zjapa do 2 μm
2. Loša- neravna kontaktna površina sa zjapom od 2 o 15 μm
3. Bez adaptacije- prisutan zjap $>15 \mu\text{m}$, nema adaptacije silera za dentinske zidove.

Napravljene su po tri fotomikrografije svakog uzorka (koronarne, srednje i apikalne trećine) kanala korena. Očitane su vrednosti, a najlošija je uzeta kao referentna.

3.2.2. Ispitivanja *in vivo*

Kliničko ispitivanje je bazirano na epidemiološkom ispitivanju serije obolelih. Za ovo istraživanje je izabrano po principu slučajnosti 30 pacijenata koji su se javili na kliniku za Dentalnu patologiju i Endodonciju Stomatološkog fakulteta u Pančevu sa dijagnozom pulpopatije. U periodu od dve godine praćeni su zubi na kojima je sproveden zahvat vitalne ekstirpacije. Na kraju opservacionog perioda registrovan je broj uspešnih tretmana kao i broj neuspeha.

1. Kriterijumi za selekciju zuba

U istraživanje je uključeno 30 jednokanalnih zuba sa zapaljenskim stanjima pulpe, bez postojanja patoloških promena u periapikalnoj regiji.

2. Endodontski tretman i opturacija

Nakon aplikovanja lokalnog anestetika i trepanacije, urađena je eksploracija ulaza i provera prohodnosti kanala proširivačem K 10. Sadržaj je uklanjan nerv ekstirpatorima uz obilnu irigaciju 1% NaOCl. Kanali su obrađivani mašinski pomoću BioRaCe seta i endomatika. Set se sastojao od 6 mašinskih proširivača, označenih brojevima od 0 do 5. Rad sa rotirajućim NiTi mašinskim instrumentima je podrazumevao uvođenje u kanal proširivača u rotaciji, kao i pokrete kliženja gore, dole uz upotrebu lubrikanta. Prvo je uveden proširivač 0 (25; 0,08), proizvoljno, jer je kraći od ostalih. Radna dužina se određivala pomoću apeks lokatora (Raypex 4), tako da se završavala na nivou fiziološkog foramena. Zatim se kanal proširivao instrumentima od 1 do 5, na punu radnu dužinu. Kombinacijom svih proširivača iz seta dobijao se potpuno obrađen kanal veličine 40 i koničnosti 0,04. Nakon svakog proširivača rađena je obilna irigacija kanala sa po 5 ml 1% NaOCl. Završna irigacija je urađena 18 % EDTA. Nakon toga, svi kanali su isprani sa po 5 ml destilovane vode. Zubi su posušeni papirnim poenima i podeljeni u tri grupe po deset zuba. Zatim su opturisani metodom hladne lateralne kondenzacije sa tri različita materijala: prva grupa (I) AH Plus silerom i gutaperkom; druga grupa (II) Acroseal silerom i gutaperkom; treća grupa je opturisana RealSeal sistemom. Kvalitet punjenja je proveren radiografski odmah po opturaciji. Kontrole su rađene posle perioda od godinu i dve godine.

Nakon godinu dana rađeni su kontrolni pregledi. Praćenje je nastavljeno još godinu dana, da bi period opservacije iznosio 2 godine. Opservacija je izvođena klinički i radiografski. Kod zuba koji su imali subjektivne simptome kao što su: bol, fistula, osetljivost na perkusiju i palpaciju, terapijski ishod je označen kao neuspešan i označen brojem 2. Zubi koji su bili klinički zdravi bez subjektivnih simptoma, podvrgnuti su radiografskoj proceni pomoću Strindbergovih radiografskih kriterijuma.

Radiografski kriterijumi ocene periapikalnog zdravlja :

1. Uspeh- kada su oblik, širina i struktura periodoncijumske linije bili u granicama normalnog tkiva;
2. Neuspeh- kada je utvrđena pojava periapikalne rarefikacije;
3. Nesigurno- kada je postojala dvosmisljena ili tehnički neadekvatna radiografija, koja nije mogla da se ponovi ili je zub izvađen pre isteka opservacionog perioda.

3.3. Statistička obrada dobijenih rezultata

Podaci iz eksperimenta pripremljeni su za statističku analizu unošenjem u računarsku bazu podataka (Excel softerski paket). Podaci dobijeni statističkim analizama prikazani su tabelarno sa uključenim statističkim parametrima neophodnim za donošenje zaključaka u vezi ovih eksperimentalnih istraživanja.

Deskriptivne statistike rezultata dobijenih u ovom eksperimentu dobijene su korišćenjem MEANS procedure statističkog paketa SAS (SAS Institute 2010) za osobinu jačina athezije testiranih materijala dobijeni Push-out testom. Srednja vrednost je prikazana kao mera centralne tendencije, dok su standardna devijacija, standardna greška i koeficijent varijacije prikazani kao mere disperzije. Takođe, prikazana je veličina uzorka za svaku grupu i izračunate su minimalne i maksimalne vrednosti za odgovarajuće grupe uzoraka.

Statistička obrada rezultata ispitivanja kvaliteta adhezije dobijenih skening elektronskom mikroskopijom urađena je korišćenjem MEANS i UNIVARIATE procedure statističkog paketa SAS (SAS Institute 2010). Prikazana je veličina uzorka za svaku grupu i izračunate su minimalne i maksimalne vrednosti za odgovarajuće grupe

uzoraka. Kao mere centralne tendencije prikazani su srednja vrednost, mod i medijana, dok su standardna devijacija, standardna greška i koeficijent varijacije prikazani kao mera disperzije. Takođe su izračunati donja i gornja granica intervala pouzdanosti za verovatnoću $P=0.95$.

U analizama testiranja razlika u variranju osobina korišćena su dva pristupa. Za analize rezultata ispitivanja adhezije dobijenih Push-out testom (kontinuirano varira) korišćene su parametarske metode testiranja, dok su za rezultate ispitivanja adhezije dobijenih skening elektronskom mikroskopijom (ordinarna osobina) primenjene neparametarske analize značajnosti razlika.

Da bi istražili efekte kvaliteta adhezije materijala, tehnike punjenja i metoda uklanjanja razmaznog sloja korišćeni su jednofaktorski, dvofaktorski i trofaktorski modeli analize varijanse (ANOVA). Za ove analize primenjena je GLM procedura iz statističkog paketa SAS (SAS Institute 2010). Pošto je eksperiment uključivao testiranje tri materijala, u slučajevima gde je omnibus F-test (ANOVA) bio statistički značajan, urađena je dodatna analiza razlika srednjih vrednosti koja pruža specifičnu informaciju koje srednje vrednosti se značajno razlikuju između sebe (post-hoc analiza). Testiranje ovih razlika je urađeno korišćenjem Scheffe-ovog testa multipnog poredjenja, i to MEANS opcijom iz GLM procedure (SAS Institute 2010).

Da bi se ispunili osnovni zahtevi neophodni za primenu analize varijanse kao što su homogenost varijansi i normalna distribucija, bilo je neophodno transformisati podatke. Izbor najpovoljnije transformacije izvršen je prema metodu koji su opisali Box i sar. (1978), a program za SAS napisao Fernandez (1992). Primenom navedenog programa izvršena je transformacija inverznom funkcijom originalnih podataka za osobinu jačina adhezije testiranih materijala dobijeni Push-out bond strength testom.

Rezultati ispitivanja adhezije dobijeni skening elektronskom mikroskopijom analizirani su neparametarskim statističkim metodama. Značajnost razlika srednjih vrednosti je testirana 'Wilcoxon-ovom Lambda' statistikom, tj. Kruskal-Wallis-ovim testom u slučajevima gde su prisutne više od dve srednje vrednosti (NPAR1WAY procedura (SAS Institute 2010)).

Pošto je eksperiment uključivao testiranje tri materijala, u slučajevima gde je Kruskal-Wallis-ovim test pokazao statističku značajnost, urađena je dodatna analiza razlika srednjih vrednosti koja pruža specifičnu informaciju koje srednje vrednosti se značajno razlikuju između sebe (post-hock analiza). Detaljno testiranje ovih razlika je urađeno korišćenjem Wilcoxon-ovog testa uz Bonferroni korekciju zbog multipnog poređenja.

Rezultati in vivo istraživanja analizirani su neparametarskom statističkom metodom. Značajnost razlika srednjih vrednosti je testirana 'Wilcoxon-ovom Lambda' statistikom, tj. Kruskal-Wallis-ovim testom.

4. REZULTATI

4.1. Rezultati *in vitro* istraživanja sa statističkom obradom

Rezultati koji su dobijeni u istraživanjima *in vitro* putem dve različite metodologije statistički su obrađeni adekvatnim testovima. Kako su se grupe u oba istraživanja sastojale od istog broja uzoraka, možemo reći da su uzorci oba istraživanja bili balansirani.

4.1.1. Rezultati ispitivanja jačine adhezije dobijeni *Push-out* testom

U ovom delu statističke obrade, urađena je analiza varijanse. Zbog toga što podaci nisu imali normalnu distribuciju, primenjena je transformacija, da bi se postigla željena distribucija. Rezultati su sistematizovani u tri potpoglavlja.

4.1.1.1. Komparacija jačine adhezije testiranih materijala

U ovom poglavlju prikazani su rezultati jačine adhezije materijala i njihova komparacija na različitim nivoima. U prvom delu (A) su statistički obrađeni rezultati jačine adhezije materijala bez obzira na tehniku punjenja i metod uklanjanja razmaznog sloja. U drugom delu (B) su obrađeni rezultati jačine adhezije materijala kada se u obzir uzima i metod uklanjanja razmaznog sloja. U trećem delu (C) u obzir su uzeti i metod uklanjanja razmaznog sloja i tehnika opturacije.

A) Upoređivanjem jačine adhezije samih materijala bez obzira na metodu uklanjanja razmaznog sloja (URS) i tehniku opturacije dobijeni su sledeći rezultati prikazani u Tabeli 2.

Tabela 2: Deskriptivna statistika jačine adhezije testiranih materijala (MPa)

Materijali	N	Sred. vr.	Min. vr.	Max vr.	St. Dev	St. Greš	Koef. Var. %	priroda veze		
								adh.	koh.	meš.
AH Plus gut.	60	1,38 A	0,23	4,56	0,92	0,12	67	35	9	16
Acroseal gut.	60	0,63 B	0,22	1,59	0,29	0,04	46	58	0	2
RealSeal SE	60	1,21 A	0,25	2,87	0,67	0,09	55	34	8	18

*statistički značajne razlike ($P < 0,05$) dobijene Scheffe Post-Hoc testom prikazane su različitim slovima (A, B)

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani sa tri različita materijala, uočeno je da je prosečna vrednost jačine adhezije bila najveća u grupi uzoraka koji su opturirani sa AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 2). Takođe je uočeno da je prosečna vrednost adhezije bila najmanja u grupi uzoraka opturiranih Acroseal silerom sa gutaperkom (Tabela 2). Standardna devijacija, kao mera rasipanja, tj. homogenosti uzorka je takođe bila najveća u AH Plus grupi, a najmanja u Acroseal grupi (Tabela 2). Koeficijent varijacije, kao mera homogenosti standardizovana srednjom vrednošću je pokazao isti obrazac kao u slučaju prosečne vrednosti i standardne devijacije (Tabela 2).

Uporedna statistička analiza je prikazana u Tabeli 3. Trofaktorska analiza varijanse sa interakcijama je pokazala da nema statistički značajnih interakcija, pa je urađena nova analiza varijanse u kojoj nisu uključene interakcije. U trofaktorskoj analizi varijanse je prikazana sttistička značajnost i za metode uklanjanja razmaznog sloja (URS) i za tehnike opturacije, ali će se u ovom delu govoriti samo o materijalima.

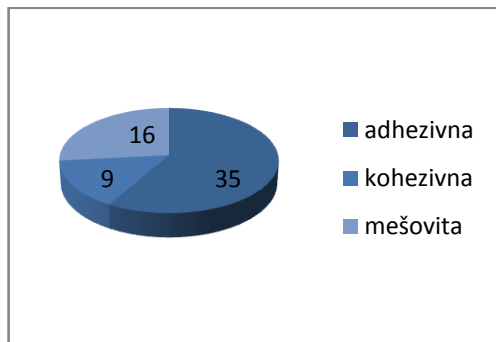
Tabela 3: Trofaktorska analiza varijanse

izvor variranja	broj stepeni slobode	suma kvadrata	sredina kvadrata	F vrednosti	P
Metoda URS	1	0,31	0,31	24,83	0,0001
Materijal	2	1,16	0,58	46,37	0,0001
Teh.opturacije	1	0,73	0,73	58,78	0,0001

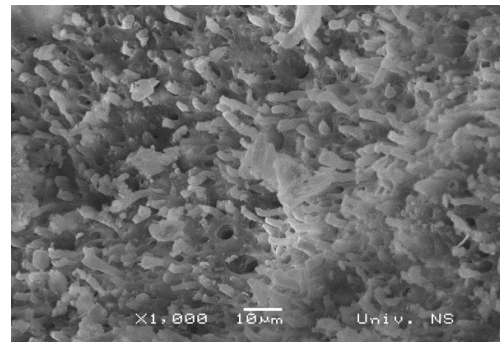
*P- verovatnoća greške analize

Analiza varijanse je pokazala da postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koju ostvaruju različiti materijali za dentin sa značajnošću ($P < 0,05$; Tabela 3). Upoređivanje više od dva elementa zahteva primenu Scheffe Post-Hoc testa. Na osnovu Scheffe Post-Hoc testa može se reći da ne postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koja je ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 2). Takođe, može se reći da je postojala statistički značajna razlika u jačini adhezije između Acroseal silera i gutaperke i druga dva ispitivana materijala ($P < 0,05$; Tabela 2), pri čemu je bolja adhezija ostvarena primenom AH Plus silera i RealSeal SE sistema (Tabela 2).

Priroda raskinute veze ispitivanih materijala nakon *Push-out* testa prikazana je u Tabeli 2. i na Grafikonima 1, 2 i 3.

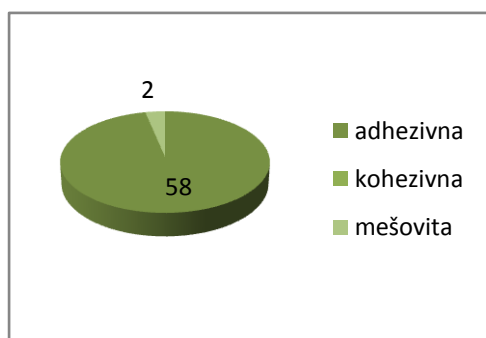


Grafikon 1. Priroda raskinute veze za uzorke opturirane AH Plus silerom i gut. nakon Push-out testa

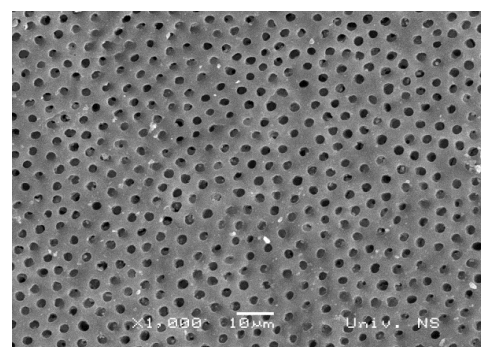


Slika 9. SEM analiza: isečak uzorka opturiranog AH Plus silerom i gut. nakon Push-out testa

Sa Grafikona 1 se može uočiti da je u grupi uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom, kod 35 uzoraka zabeležen adhezivni tip veze, dok je kod 16 zabeležen mešovit, a kod 9 kohezivan tip veze. Na Slici 9. prikazan je rezultat SEM analize isečka uzorka iz grupe opturirane AH Plus silerom i gutaperkom nakon *Push-out* testa. Uočava se mešoviti tip veze, sa smolastim produžecima koji vire iz pojedinih dentinskih tubula, ali takođe i delovi dentina bez silera, sa otvorenim dentinskim tubulima.

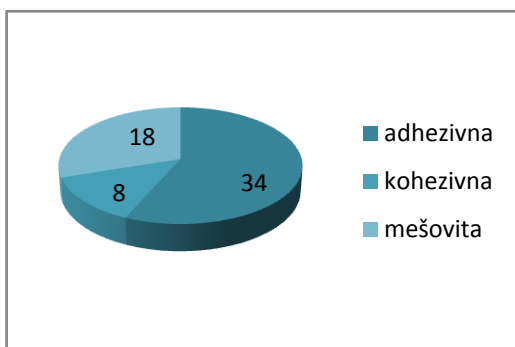


Grafikon 2. Priroda raskinute veze za uzorke opturirane Acroseal silerom i gut. nakon Push-out testa

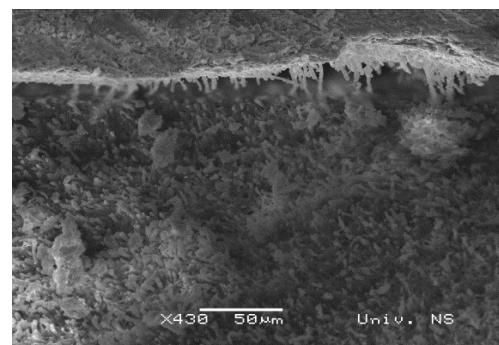


Slika 10. SEM analiza: isečak uzorka opturiranog Acroseal silerom i gut. nakon Push-out testa

Sa Grafikona 2 može se uočiti da je u grupi uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom i gutaperkom, kod 58 uzoraka zabeležen adhezivni tip veze, dok je kod 2 zabeležen mešoviti. Na Slici 10 prikazan je rezultat SEM analize isečka uzorka iz grupe opturirane Acroseal silerom i gutaperkom nakon *Push-out* testa. Na slici se uočava adhezivan tip raskinute veze, površina dentina je bez materijala za opturaciju.



Grafikon 3. Priroda raskinute veze za uzorke opturirane RealSeal SE sistemom Push-out testa



Slika 11. SEM analiza: isečak uzorka opturiranog RealSeal SE sistemom nakon Push-out testa

Sa Grafikona 3. može se uočiti da je u grupi uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom, kod 34 uzoraka zabeležen adhezivni tip veze, dok je kod 18 zabeležen mešoviti, a kod 8 kohezivni tip veze. Na Slici 11. prikazan je rezultat SEM analize isečka uzorka iz grupe opturirane RealSeal SE sistemom nakon *Push-out* testa. Uočava se dominantno kohezivni tip raskinute veze, sa silerom koji prekriva dentin, tj. sa smolastim produžecima koji vire iz dentinskih tubula.

B) Sledeća analiza je podrazumevala ispitivanje specifičnije podgrupe. Rezultati jačine adhezije različitih materijala za opturaciju u grupama gde je razmazni sloj uklanjan ili pomoću EDTA ili pomoću lasera prikazani su u Tabeli 4.

Tabela 4: Deskriptivna statistika adhezije testiranih materijala primenom različitih metoda uklanjanja razmaznog sloja (MPa)

Metoda	Materijal	N	Sred. vr	Min. vr.	Maks. Vr.	Std Dev	St Greš	Koef. var.
EDTA	AH Plus gut.	30	1,54 A	0,53	4,56	1,08	0,20	70
	Acroseal gut.	30	0,75 B	0,36	1,59	0,32	0,06	42
	RealSeal SE	30	1,47 A	0,25	2,87	0,71	0,13	49
Laser	AH Plus gut.	30	1,22 A	0,23	3,61	0,72	0,13	59
	Acroseal gut.	30	0,52 B	0,22	0,89	0,22	0,04	42
	RealSeal SE	30	0,95 A	0,34	2,64	0,50	0,09	53

*statistički značajne razlike ($P < 0,05$) dobijene Scheffe Post-Hoc testom prikazane su različitim slovima (A,B)

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani sa tri različita materijala, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću rastvora EDTA, uočena prosečna vrednost je bila najveća u grupi uzoraka koji su napunjeni sa AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 4). Takođe je uočeno, da je prosečna vrednost adhezije bila najmanja u grupi uzoraka opturiranih Acroseal silerom sa gutaperkom (Tabela 4). Standardna devijacija takođe je bila najveća u AH Plus grupi, a najmanja u Acroseal grupi (Tabela 4). Koeficijent varijacije, kao mera homogenosti standardizovana srednjom vrednošću je pokazala isti obrazac kao u slučaju prosečne vrednosti i standardne devijacije (Tabela 4).

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani sa tri različita materijala, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera prosečna vrednost je takođe bila najveća u grupi uzoraka koji su napunjeni sa AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 4). Takođe je uočena najmanja prosečna vrednost adhezije u grupi uzoraka opturiranih Acroseal silerom sa gutaperkom (Tabela 4). Standardna devijacija je bila

najveća u AH Plus grupi, a najmanja u Acroseal grupi (Tabela 4). Koeficijent varijacije, kao mera homogenosti je pokazao isti obrazac kao u slučaju prosečne vrednosti i standardne devijacije (Tabela 4).

Uporedna statistička analiza je urađena ANOVA testovima. Analiza varijanse za različite materijale u okviru svojih grupa za URS je prikazana u Tabeli 5.

Tabela 5: ANOVA test- Analiza varijanse za različite materijala u određenim grupama za uklanjanje razmaznog sloja

Metoda URS	izvor variranja	broj stepeni slobode	suma kvadrata	sredina kvadrata	F vrednosti	P
EDTA	tip materijala	2	0,509	0,254	14,26	0,0001
Laser	tip materijala	2	0,683	0,342	22,42	0,0001

Analiza varijanse je pokazala da postoji statistički značajana razlika u jačini adhezije koju ostvaruju različiti materijali u grupi uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA sa značajnošću ($P < 0,05$; Tabela 5). Na osnovu Scheffe Post-Hoc testa može se reći da ne postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koja je ostvarena primenom AH Plus silera i gutaperke i RealSeal SE sistema (Tabela 4). Takođe, može se reći da je postojala statistički značajna razlika u jačini adhezije između Acroseal silera sa gutaperkom i druga dva ispitivana materijala ($P < 0,05$; Tabela 4) u grupi uzoraka kod koje je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA. Na osnovu prosečnih vrednosti može se reći da je bolja adhezija ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 4).

Analiza varijanse je pokazala da postoji statistički značajana razlika u jačini adhezije koju ostvaruju različiti materijali za dentin u grupi uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera ($P < 0,05$; Tabela 5). Na osnovu Scheffe Post-Hoc testa može se reći da ne postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koja je ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 4). Takođe, može se reći da je u grupi uzoraka kod koje je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera postojala statistički značajna razlika u jačini adhezije između Acroseal silera sa gutaperkom i druga dva ispitivana materijala ($P < 0,05$; Tabela 4). Na osnovu prosečnih

vrednosti rezultati ukazuju da je bolja adhezija ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 4).

C) U sledećem delu analiza uzoraka je još specifičnija. Upoređivano je po petnaest uzoraka, jer su u obzir uzete i tehnika opturacije i metoda uklanjanja razmaznog sloja, a rezultati su prikazani u Tabeli 6.

Tabela 6: Deskriptivna statistika adhezije testiranih materijala u odnosu i na metodu uklanjanja razmaznog sloja i na tehniku punjenja (MPa)

Metod URS	Tehnik optur.	Materijal	N	Sred. vr.	Min. vr.	Mak Vr.	Std Dev	St Greš	Koe Var %
EDTA	HLK	AH Plus gut	15	2,12 A	0,53	4,56	1,26	0,32	59
		Acroseal gut	15	0,93 B	0,45	1,59	0,33	0,08	36
		RealSeal SE	15	1,89 A	0,82	2,87	0,66	0,17	35
	monok.	AH Plus gut	15	1,04 A	0,25	2,25	0,49	0,13	47
		Acroseal gut	15	0,57 B	0,36	1,04	0,17	0,04	30
		RealSeal SE	15	0,96 A	0,55	1,54	0,32	0,08	33
Laser	HLK	AH Plus gut	15	1,56 A	0,53	3,61	0,87	0,22	56
		Acroseal gut	15	0,62 B	0,35	0,89	0,21	0,06	35
		RealSeal SE	15	1,09 A	0,50	2,64	0,54	0,14	49
	monok.	AH Plus gut	15	0,88 A	0,23	1,27	0,29	0,07	33
		Acroseal gut	15	0,41 B	0,22	0,85	0,17	0,04	41
		RealSeal SE	15	0,82 A	0,34	2,17	0,44	0,11	54

*statistički značajne razlike ($P < 0,05$) dobijene Scheffe Post-Hoc testom prikazane su različitim slovima (A, B)

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, a koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (HLK) sa tri različita materijala uočeno je da je prosečna vrednost bila najveća u grupi

uzoraka koji su napunjeni AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 6). Takođe je uočeno da je prosečna vrednost jačine adhezije bila najmanja u grupi uzoraka opturiranih Acroseal silerom sa gutaperkom (Tabela 6). Standardna devijacija je takođe bila najveća u AH Plus grupi, a najmanja u Acroseal grupi (Tabela 6). Koeficijent varijacije je pokazao malo drugačiji obrazac: najveći je bio u AH Plus grupi, a u ostale dve grupe je pokazao približno istu vrednost (Tabela 6).

Prilikom merenja adhezije kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, a koji su opturirani monokonom tehnikom sa tri različita materijala uočeno je da je prosečna vrednost bila najveća u grupi uzoraka koji su napunjeni sa AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 6). Rezultati su pokazali da je prosečna vrednost jačine adhezije bila najmanja u grupi uzoraka opturiranih Acroseal silerom sa gutaperkom (Tabela 6). Standardna devijacija, kao mera rasipanja uzorka takođe je bila najveća u AH Plus grupi, a najmanja u Acroseal grupi (Tabela 6). Koeficijent varijacije, kao mera homogenosti standardizovana srednjom vrednošću je pokazala isti obrazac: najveća je bila u AH Plus grupi, a najmanja u Acroseal grupi (Tabela 6).

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom, a koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (HLK) sa tri različita materijala uočena prosečna vrednost je bila najveća u grupi uzoraka koji su napunjeni AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 6). Takođe je uočeno da je prosečna vrednost jačine adhezije bila najmanja u grupi uzoraka opturiranih Acroseal silerom sa gutaperkom (Tabela 6). Standardna devijacija je bila najveća u AH Plus grupi, a najmanja u Acroseal grupi (Tabela 6). Koeficijent varijacije je pokazao isti obrazac: najveći je bio u AH Plus grupi, a najmanji u Acroseal grupi (Tabela 6).

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom, a koji su opturirani monokonom tehnikom sa tri različita materijala uočena prosečna vrednost takođe je bila najveća u grupi uzoraka koji su napunjeni AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 6), a najmanja u grupi uzoraka opturiranih Acroseal silerom sa gutaperkom (Tabela 6). Standardna devijacija je bila najveća u RealSeal grupi, a najmanja u Acroseal grupi (Tabela 6). Koeficijent varijacije, kao mera homogenosti standardizovana srednjom vrednošću je pokazala drugačiji obrazac: najveći je bila u RealSeal grupi, a najmanja u AH Plus grupi (Tabela 6).

Uporedna statistička analiza adhezije različitih materijala koji su opturirani određenom tehnikom i kod kojih je razmazni sloj uklonjen određenom metodom je urađena ANOVA testovima i prikazana u Tabeli 7.

Tabela 7: ANOVA test- Analiza varijanse za jačinu adhezije ispitivanih materijala kod određene tehnike punjenja i metode uklanjanja razmaznog sloja (URS)

Metoda URS	Tehnika punjenja	izvor variranja	broj stepeni slobode	suma kvadrata	sredina kvadrata	F vrednosti	P
EDTA	HLK	materijal	2	0,33	0,16	12,12	0,0001
	monokona	materijal	2	0,19	0,09	8,84	0,0006
Laser	HLK	materijal	2	0,36	0,18	13,09	0,0001
	monokona	materijal	2	0,33	0,16	13,88	0,0001

Analiza varijanse je pokazala da u grupi uzoraka koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije i kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koju ostvaruju različiti materijali ($P < 0,05$; Tabela 7). Na osnovu Scheffe Post-Hoc testa može se reći da ne postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koja je ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 6). Takođe, može se reći da je postojala statistički značajna razlika u jačini adhezije između Acroseal silera sa gutaperkom i druga dva ispitivana materijala ($P < 0,05$; Tabela 6), pri čemu je bolja adhezije ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 6).

U grupi uzoraka koji su opturirani monokonom tehnikom i kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA analizom varijanse je pokazano da postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koju ostvaruju različiti materijali za dentin sa značajnošću ($P < 0,05$; Tabela 7). Na osnovu Scheffe Post-Hoc testa može se reći da ne postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koja je ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 6). Takođe, može se reći da je postojala statistički značajna razlika u jačini adhezije između Acroseal silera sa

gutaperkom i druga dva ispitivana materijala ($P < 0,05$; Tabela 6), pri čemu je bolja adhezije ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 6).

Analiza varijanse je pokazala da u grupi uzoraka koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije i kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koju ostvaruju različiti materijali za dentin, sa statističkom značajnošću ($P < 0,05$; Tabela 7). Rezultati Scheffe Post-Hoc testa su pokazali da ne postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koja je ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 6). Takođe, da je postojala statistički značajna razlika u ovoj grupi u jačini adhezije između Acroseal silera sa gutaperkom i druga dva ispitivana materijala ($P < 0,05$; Tabela 6), pri čemu je bolja adhezije ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 6).

Analiza varijanse je pokazala da u grupi uzoraka koji su opturirani monokonom tehnikom i kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koju ostvaruju različiti materijali za dentin sa značajnošću ($P < 0,05$; Tabela 7). Na osnovu Scheffe Post-Hoc testa može se reći da ne postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koja je ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 6). Takođe, može se reći da je postojala statistički značajna razlika u jačini adhezije između Acroseal silera sa gutaperkom i druga dva ispitivana materijala ($P < 0,05$; Tabela 6), pri čemu je bolja adhezije ostvarena primenom AH Plus silera sa gutaperkom i RealSeal SE sistema (Tabela 6).

4.1.1.2. Uticaj metode uklanjanja razmaznog sloja (URS) na adhezivnost testiranih materijala

A) Dobijeni rezultati upoređivanja uticaja različitih metoda uklanjanja razmaznog sloja na jačinu adhezije, bez obzira na vrstu materijala i tehniku opturacije prikazani su u tabeli 8.

Tabela 8: Deskriptivna statistika adhezivnosti testiranih uzoraka u odnosu na metode uklanjanja razmaznog sloja (MPa)

Metoda URS	N	Sred. vr	Min. vr.	Maks. Vr.	Std Dev	St Greš	Koef. Var. %
EDTA	90	1,25	0,25	4,56	0,84	0,09	67
Laser	90	0,90	0,22	3,61	0,59	0,06	66

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću dve različite metode, uočeno je da je prosečna vrednost bila veća u grupi u kojoj je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA (Tabela 8). Standardna devijacija je takođe bila veća u grupi koja je tretirana sa EDTA. Koeficijent varijacije, kao mera homogenosti standardizovana srednjom vrednošću je pokazala drugačiji obrazac: približno su iste vrednosti koeficijenta varijacije u obe grupe (Tabela 8).

Uporedna statistička analiza urađena je ANOVA testom - analizom varijanse i prikazana u Tabeli 3. Kao što je ranije naglašeno, u trofaktorskoj analizi su prikazane značajnosti i za druge dve grupe, ali ćemo se ovde osvrnuti samo na metodu uklanjanja razmaznog sloja (URS).

Tabela 3: Trofaktorska analiza varijanse

Izvor variranja	broj stepeni slobode	suma kvadrata	sredina kvadrata	F vrednosti	P
Metoda URS	1	0,31	0,31	24,83	0,0001
Materijal	2	1,16	0,58	46,37	0,0001
Teh.opturacije	1	0,73	0,73	58,78	0,0001

Analiza varijanse je pokazala da postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije između uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan sa EDTA i kod onih kod

kojih je uklanjan laserom ($P < 0,05$; Tabela 3). Može se reći da je bolja adhezija materijala za dentin ostvarena kod grupe kod koje je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA (Tabela 8 i Tabela 3).

B) Upoređivanjem uticaja metode URS na adhezivnost ispitivanih materijala, bez obzira na tehniku opturacije, dobijeni su sledeći rezultati, prikazani u Tabeli 9.

Tabela 9: Deskriptivna statistika adhezivnosti testiranih materijala u odnosu na metodu URS (MPa)

Materijal	Metoda URS	N	Sred. vr	Min. vr	Maks. vr	Std Dev	St Greš	Koef. Var %
AH Plus	EDTA	30	1,47	0,25	2,87	0,71	0,13	49
gut.	Laser	30	0,95	0,34	2,64	0,50	0,09	53
Acroseal	EDTA	30	0,75	0,36	1,59	0,32	0,06	42
gut.	Laser	30	0,52	0,22	0,89	0,22	0,04	42
RealSeal	EDTA	30	1,54	0,53	4,56	1,08	0,20	70
SE	Laser	30	1,22	0,23	3,61	0,72	0,13	59

Prilikom merenja adhezivnosti uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom prosečna vrednost adhezije je bila veća u grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan pomoću rastvora EDTA (Tabela 9). Standardna devijacija, kao mera homogenosti uzorka takođe je bila veća u grupi koja je tretirana sa EDTA (Tabela 9). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: veći koeficijent varijacije je očitano u grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera (Tabela 9).

Prilikom merenja jačine adhezije uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom prosečna vrednost adhezije je bila veća u grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan sa EDTA (Tabela 9). Standardna devijacija, kao mera rasipanja, tj homogenosti uzorka takođe je veća u grupi koja je tretirana sa EDTA (Tabela 9). Koeficijent varijacije, kao mera homogenosti standardizovana srednjom vrednošću je pokazao isti obrazac: veći koeficijent varijacije je očitano u grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA (Tabela 9).

Prilikom merenja jačine adhezije uzoraka opturiranih RealSeal SE sistemom prosečna vrednost adhezije je bila veća u grupi uzoraka kod koje je razmazni sloj

uklanjan rastvorom EDTA (Tabela 9). Standardna devijacija, kao mera rasipanja, tj. homogenosti uzorka takođe je bila veća u grupi koja je tretirana sa EDTA (Tabela 9). Koeficijent varijacije, kao mera homogenosti standardizovana srednjom vrednošću je pokazivala isti obrazac: veći koeficijent varijacije je očitao u grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA (Tabela 9).

Uporedna statistička analiza kod određenih materijala, o uticaju tehnike uklanjanja razmaznog sloja na jačinu adhezije urađena je ANOVA testovima i prikazana u Tabeli 10.

Tabela 10: ANOVA test-Analiza varijanse uticaja metode uklanjanja razmaznog sloja na adheziju različitih materijala

Materijal	izvor variranja	broj stepeni slobode	suma kvadrata	sredina kvadrata	F vrednosti	P
AH Plus Gut	metoda URS	1	0,18	0,18	10,06	0,0024
Acroseal Gut	metoda URS	1	0,14	0,14	12,52	0,0008
RealSeal SE	metoda URS	1	0,03	0,03	1,44	0,2348

Analiza varijanse je pokazala da u grupi uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom postoji statistički značajna razlika ($P < 0,05$) u adheziji nakon uklanjanja razmaznog sloja pomoću dve različite metode (Tabela 10). Može se reći da su dobijene bolje vrednosti adhezije materijala za dentin kod grupe kod koje je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA, nego u grupi tretiranoj laserom (Tabela 9 i Tabela 10).

Analiza varijanse je pokazala da u grupi uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom i gutaperkom postoji statistički značajna razlika ($P < 0,05$) u adheziji koja se ostvaruje nakon uklanjanja razmaznog sloja sa dve različite metode (Tabela 10). Može se reći da su bolje vrednosti adhezije materijala za dentin kod grupe kod koje je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA u odnosu na grupu tretiranu laserom (Tabela 9 i Tabela 10).

Analiza varijanse je pokazala da u grupi uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom ne postoji statistički značajna razlika ($P>0,05$) u jačini adhezije nakon uklanjanja razmaznog sloja pomoću dve različite metode (Tabela 10).

C) Rezultati upoređivanja uticaja metode za uklanjanje razmaznog sloja na jačinu adhezije testiranih materijala kada je uzeta u obzir i tehnika opturacije prikazani su u Tabeli 11.

Tabela 11: Deskriptivna statistika adhezivnosti testiranih materijala u odnosu na metodu URS (MPa)

Materijal	Tehnika Opturac.	Metoda URS	N	Sred. vr	Min	Mak	Std Dev	St. Greš	Koef. Var %
AH Plus gut.	HLK	EDTA	15	1,89	0,82	2,87	0,66	0,17	35
		Laser	15	1,09	0,50	2,64	0,54	0,14	49
	monokon	EDTA	15	1,45	0,25	2,25	0,49	0,13	47
		Laser	15	0,82	0,34	2,17	0,44	0,11	54
Acroseal gut.	HLK	EDTA	15	0,93	0,45	1,59	0,33	0,08	36
		Laser	15	0,62	0,35	0,89	0,21	0,06	35
	monokon	EDTA	15	0,57	0,36	1,04	0,17	0,04	30
		Laser	15	0,41	0,22	0,85	0,17	0,04	41
RealSeal SE	HLK	EDTA	15	2,12	0,53	4,56	1,26	0,32	59
		Laser	15	1,56	0,53	3,61	0,87	0,22	56
	monokon	EDTA	15	0,96	0,55	1,54	0,32	0,08	33
		Laser	15	0,88	0,23	1,27	0,29	0,07	33

Prilikom merenja adhezivnosti uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom primenom tehnike hladne lateralne kondenzacije, uočeno je da je prosečna vrednost bila veća u grupi uzoraka kod koje je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA (Tabela 11). Standardna devijacija, kao mera homogenosti uzorka takođe je bila veća u grupi koja je tretirana rastvorom EDTA (Tabela 11). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: veći koeficijent varijacije je očit u grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera (Tabela 11). Kada se govori o uzorcima koji su opturirani istim materijalom i monokonom tehnikom (Tabela 11) uočava se veća prosečna vrednost u grupi gde je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA. Standardna devijacija i koeficijent varijacije su pokazali isti obrazac kao i kod uzoraka koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 11).

Prilikom merenja adhezivnosti uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom primenom tehnike hladne lateralne kondenzacije, uočeno je da je prosečna vrednost bila veća u grupi uzoraka kod koje je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA (Tabela 11). Standardna devijacija je takođe bila veća u grupi koja je tretirana sa EDTA (Tabela 11). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: približno su bile iste vrednosti za koeficijent varijacije za obe grupe (Tabela 11). Kod uzoraka koji su opturirani istim materijalom i monokonom tehnikom (Tabela 11) može se uočiti da je prosečna vrednost jačine adhezije bila veća u grupi kojoj je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA. Standardne devijacije se nisu razlikovale, dok je koeficijent varijacije bio veći kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera (Tabela 11).

Prilikom merenja adhezivnosti uzoraka opturiranih RealSeal sistemom i tehnikom hladne lateralne kondenzacije, uočeno je da je veća prosečna vrednost zabeležena u grupi uzoraka kod koje je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA (Tabela 11). Standardna devijacija takođe je bila veća u grupi koja je tretirana rastvorom EDTA (Tabela 11). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: približno su bile jednake vrednosti za koeficijent varijacije u obe grupe (Tabela 11). Kod uzoraka koji su opturirani istim sistemom ali monokonom tehnikom, može se reći da iz Tabele 11 se uočava isti obrazac kao i kod prethodne tehnike: veća prosečna vrednost i standardna devijacija su zabeležene u grupi u kojoj je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, dok su koeficijenti varijacije pokazali istu vrednost (Tabela 11).

Uporedna ispitivanja sa statističkim značajnostima su urađena serijom ANOVA testova. Analiza varijanse za različite materijale koji su opturirani posebnim tehnikama, pri čemu je izvor variranja bio metoda URS je prikazana u Tabeli 12.

Tabela 12: ANOVA test- analiza varijanse kod primene određenog materijala i tehnike punjenja kada je izvor variranja metoda URS

Materijal	Tehnika	izvor variranja	broj stepeni slobode	suma kvadrata	sredina kvadrata	F vrednosti	P
AH Plus gut.	HLK	metoda URS	1	0,17	0,17	15,64	0,0005
	monokona	metoda URS	1	0,03	0,03	1,99	0,1690
Acroseal gut.	HLK	metoda URS	1	0,08	0,08	9,19	0,0052
	monokona	metoda URS	1	0,05	0,05	8,18	0,0079
RealSeal SE	HLK	metoda URS	1	0,03	0,03	1,56	0,2223
	monokona	metoda URS	1	0,004	0,004	0,39	0,5349

Analiza varijanse je pokazala da u grupi uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom primenom tehnike HLK postoji statistički značajna razlika ($P < 0,05$) između metoda za uklanjanje razmaznog sloja (Tabela 12). Može da se kaže da je bolja adhezije materijala za dentin ostvarena kod grupe kod koje je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA (Tabela 11 i Tabela 12). Analiza varijanse je pokazala da kod uzoraka koji su napunjeni istim materijalom i monokonom tehnikom, ne postoji statistički značajna razlika u metodi kojom je uklanjan razmazni sloj (Tabela 12).

Analiza varijanse je pokazala da u grupi uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom i gutaperkom primenom tehnike HLK, postoji statistički značajna razlika ($P < 0,05$) u adheziji materijala za dentin ukoliko je razmazni sloj uklanjan EDTA ili laserom (Tabela 12). Takođe, analiza varijanse pokazuje da i kod uzoraka koji su napunjeni monokonom tehnikom, takođe postoji statistički značajna razlika ($P < 0,05$) u metodi kojom je uklanjan razmazni sloj (Tabela 12). Može da se kaže da je bolja

adhezije materijala za dentin kod obe tehnike opturacije ostvarena kod grupe kod koje je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA (Tabela 11 i Tabela 12).

Analiza varijanse pokazuje da u grupi uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom primenom tehnike HLK ne postoji statistički značajna razlika ($P > 0,05$) u adhezivnosti koja se postiže nakon uklanjanja razmaznog sloja pomoću EDTA ili laserom (Tabela 12). Takođe, analiza varijanse je pokazala da ni kod uzoraka koji su opturirani monokonom tehnikom, ne postoji statistički značajna razlika između dve metode za uklanjanje razmaznog sloja (Tabela 12).

4.1.1.3. Uticaj tehnike opturacije na adheziju testiranih materijala

A) Upoređivanjem uticaja tehnike opturacije na adheziju ispitivanih materijala, bez obzira na metodu uklanjanja razmaznog sloja i vrstu samog materijala dobijeni su sledeći rezultati prikazani u Tabeli 13.

Tabela 13: Deskriptivna statistika jačine sile testiranih uzoraka u odnosu na tehniku opturacije (Mpa)

Tehnika opturacije	N	Sred. vr	Min. vr	Maks. vr	Std Dev	St Greš	Koef. Var.%
HLK	90	1,37	0,35	4,56	0,89	0,09	65
Monokona	90	0,78	0,22	2,25	0,39	0,04	50

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani pomoću dve različite tehnike opturacije, hladnom lateralnom kondenzacijom ili monokonom tehnikom, uočeno je da je prosečna vrednost bila veća u grupi u kojoj su uzorci opturirani hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 13). Standardna devijacija, je bila veća u grupi koja je opturirana hladnom lateralnom kondenzacijom. Koeficijent varijacije, kao mera homogenosti je pokazala isti obrazac: veći koeficijent varijacije je očitian u grupi kod koje su uzorci opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 13).

Uporedna statistička analiza urađena je ANOVA testom - analizom varijanse i prikazana u Tabeli 3.

Tabela 3: Trofaktorska analiza varijanse

Izvor variranja	broj stepeni slobode	suma kvadrata	sredina kvadrata	F vrednosti	P
Metoda URS	1	0,31	0,31	24,83	0,0001
Materijal	2	1,16	0,58	46,37	0,0001
Teh.opturacije	1	0,73	0,73	58,78	0,0001

Analizom varijanse je utvrđeno da postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije koja se postiže nakon opturacije različitim tehnikama sa značajnošću ($P < 0,05$;

Tabela 3). Na osnovu rezultata može se reći da je bolja adhezije ostvorena kod uzoraka koji su napunjeni tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 13 i Tabela 3).

B) U Tabeli 14 su prikazani rezultati uticaja različitih tehnika opturacije na adheziju određenog materijala za punjenje kanala korena.

Tabela 14: Deskriptivna statistika uticaja različitih tehnika opturacije na adheziju određenog materijala (MPa)

Materijal	Tehnika opturac.	N	Sred. vr	Min. vr	Maks. vr	Std Dev	St Greš	Koef. var %
AH Plus gut.	HLK	30	1,49	0,50	2,87	0,72	0,13	48
	monokona	30	0,93	0,25	2,25	0,47	0,09	51
Acroseal gut.	HLK	30	0,78	0,35	1,59	0,32	0,06	41
	monokona	30	0,49	0,22	1,04	0,19	0,03	38
RealSeal SE	HLK	30	1,84	0,53	4,56	1,10	0,20	60
	monokona	30	0,92	0,23	1,54	0,30	0,06	33

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom, pomoću dve različite tehnike opturacije, uočeno je da je prosečna vrednost veća u grupi u kojoj su uzorci opturirani hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 14). Standardna devijacija, kao mera rasipanja, tj. homogenosti uzorka takođe je bila veća u grupi koja je opturirana hladnom lateralnom kondenzacijom. Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: veći koeficijent varijacije je očit u grupi kod koje su uzorci opturirani monokonom tehnikom (Tabela 14).

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom i gutaperkom pomoću dve različite tehnike punjenja, uočeno je da je prosečna vrednost veća u grupi u kojoj su uzorci opturirani hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 14). Standardna devijacija, kao mera rasipanja, tj. homogenosti uzorka takođe je bila veća u grupi koja je opturirana hladnom lateralnom kondenzacijom. Koeficijent varijacije, je pokazao isti obrazac: veći koeficijent varijacije je očit u grupi kod koje su uzorci opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 14).

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom pomoću dve različite tehnike punjenja, uočeno je da je prosečna vrednost

veća u grupi u kojoj su uzorci opturirani hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 14). Standardna devijacija, kao mera rasipanja uzorka takođe je veća u grupi koja je opturirana hladnom lateralnom kondenzacijom. Koeficijent varijacije je pokazao isti obrazac: veći koeficijent varijacije je očitao u grupi kod koje su uzorci opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 14).

Statistička upoređivanja su urađena primenom ANOVA testa, analizom varijanse i prikazana u Tabeli 15.

Tabela 15: ANOVA- analiza varijanse za različite materijale kada je izvor variranja tehnika opturacije

Materijal	izvor variranja	broj stepeni slobode	suma kvadrata	sredina kvadrata	F vrednosti	P
AH Plus gut.	Tehnika opturacije	1	0,23	0,23	13,64	0,0005
Acroseal gut	Tehnika punjenja	1	0,19	0,19	19,04	0,0001
RealSeal SE.	Tehnika punjenja	1	0,33	0,33	20,28	0,0001

Analizom varijanse je utvrđeno da je kod uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u jačini adhezije koja je postignuta različitim tehnikama opturacije (Tabela 15). Na osnovu rezultata može se reći da je bolja adhezije ostvarena kod uzoraka koji su napunjeni tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 14 i Tabela 15).

Analizom varijanse utvrđeno je da kod uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom sa gutaperkom postoji statistički značajna razlika ($P < 0,05$) u jačini adhezije koja je postignuta različitim tehnikama opturacije (Tabela 14). Na osnovu rezultata može se reći da je bolja adhezije ostvarena kod uzoraka koji su napunjeni tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 14 i Tabela 15).

Analizom varijanse utvrđeno je da kod uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom postoji statistički značajna razlika ($P < 0,05$) u jačini adhezije koja je postignuta različitim tehnikama opturacije (Tabela 14). Na osnovu rezultata može se

reći da je bolja adhezije ostvarena kod uzoraka koji su napunjeni tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 14 i Tabela 15).

C) U Tabeli 16 su prikazani rezultati statističke obrade testiranih materijala kada je u obzir uzeta metoda uklanjanja razmaznog sloja, pri čemu su uzorci napunjeni različitim tehnikama opturacije.

Tabela 16: Deskriptivna statistika uzoraka opturiranih testiranim materijalom, nakon uklanjanja razmaznog sloja određenom metodom, u odnosu na tehniku opturacije (MPa)

Materijal	Metoda URS	Tehnika opturacije	N	Sred. vr	Min. vr	Maks. vr	Std Dev	St Greš	Koef. Var %
AH Plus gut.	EDTA	HLK	15	1,89	0,82	2,87	0,66	0,17	35
		monokona	15	1,45	0,25	2,25	0,49	0,13	47
	Laser	HLK	15	1,09	0,50	2,64	0,54	0,14	49
Acroseal gut.	EDTA	HLK	15	0,93	0,45	1,59	0,33	0,08	36
		monokona	15	0,57	0,36	1,04	0,17	0,04	30
	Laser	HLK	15	0,62	0,35	0,89	0,21	0,06	35
RealSeal SE	EDTA	HLK	15	2,12	0,53	4,56	1,26	0,32	59
		monokona	15	0,96	0,55	1,54	0,32	0,08	33
	Laser	HLK	15	1,56	0,53	3,61	0,87	0,22	56
		monokona	15	0,88	0,23	1,27	0,29	0,07	33

Prilikom merenja adhezivnosti kod uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, uočeno je da je prosečna vrednost adhezije veća u grupi u kojoj su uzorci opturirani hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 16). Standardna devijacija, kao mera rasipanja, tj. homogenosti uzorka takođe je veća u grupi koja je opturirana hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 16). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: veći koeficijent varijacije je očit u grupi kod koje su uzorci opturirani monokonom tehnikom (Tabela 16).

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom, kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera, uočeno je da je prosečna vrednost veća u grupi u kojoj su uzorci opturirani hladnom lateralnom

kondenzacijom (Tabela 16). Standardna devijacija takođe je veća u grupi koja je opturirana hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 16). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: veći koeficijent varijacije je očit u grupi kod koje su uzorci opturirani monokonom tehnikom (Tabela 16).

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom i gutaperkom, kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera, uočeno je da je prosečna vrednost veća u grupi u kojoj su uzorci opturirani hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 16). Standardna devijacija, kao mera rasipanja uzorka takođe je bila veća u grupi koja je opturirana hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 16). Koeficijent varijacije je pokazao isti obrazac: veći koeficijent varijacije je očit u grupi kod koje su uzorci opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 16).

Prilikom merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom i gutaperkom, kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera, uočeno je da je prosečna vrednost veća u grupi u kojoj su uzorci opturirani hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 16). Standardna devijacija takođe je veća u grupi koja je opturirana hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 16) Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: veći koeficijent varijacije je očit u grupi kod koje su uzorci opturirani monokonom tehnikom (Tabela 16).

Rezultati merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom, kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, pokazuju da je prosečna vrednost veća u grupi u kojoj su uzorci opturirani hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 16). Standardna devijacija takođe je bila veća u grupi koja je opturirana hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 16). Koeficijent varijacije je pokazao isti obrazac: veći koeficijent varijacije je očit u grupi kod koje su uzorci opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 16).

Rezultati merenja jačine adhezije kod uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom, kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera, pokazuju da je prosečna vrednost veća u grupi u kojoj su uzorci opturirani hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 16). Standardna devijacija, kao mera rasipanja, tj homogenosti uzorka takođe je veća u grupi koja je opturirana hladnom lateralnom kondenzacijom (Tabela 16).

Koeficijent varijacije je pokazao isti obrazac: veći koeficijent varijacije je očitao u grupi kod koje su uzorci opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 16).

Uporedna statistička analiza grupa prikazanih u Tabeli 16 je urađena ANOVA testom, analizom varijanse i prikazana u Tabeli 17.

Tabela 17: ANOVA- analiza varijanse za materijale kod kojih je razmazni sloj uklonjen određenom metodom, pri čemu je izvor variranja tehnika opturacije

Materijal	Metoda URS	izvor variranja	broj stepeni slobot	suma kvadrata	sredina kvadrata	F vredn	P
AH Plus gut.	EDTA	tehnika opturacij	1	0,20	0,20	14,97	0,0006
	laser	tehnika opturacij	1	0,05	0,05	3,60	0,0480
Acroseal gut.	EDTA	tehnika opturacij	1	0,11	0,11	16,31	0,0004
	laser	tehnika opturacij	1	0,08	0,08	8,93	0,0058
RealSeal SE	EDTA	tehnika opturacij	1	0,21	0,21	13,54	0,0010
	laser	tehnika opturacij	1	0,12	0,12	7,36	0,0113

Analizom varijanse kod uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, utvrđeno je da postoji statistički značajna razlika ($P < 0,05$) između tehnika opturacije (Tabela 17). Na osnovu rezultata može se reći da je bolja adhezije ostvarena kod uzoraka koji su napunjeni tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 16 i Tabela 17).

Analizom varijanse kod uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera, utvrđeno je da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) između tehnika opturacije (Tabela 17). Na osnovu rezultata može se reći da je bolja adhezije ostvarena kod uzoraka koji su napunjeni tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 16 i Tabela 17).

Analizom varijanse kod uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom i gutaperkom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, utvrđeno je da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) između tehnika opturacije (Tabela 17). Na osnovu rezultata može se reći da je bolja adhezije ostvarena kod uzoraka koji su napunjeni tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 16 i Tabela 17).

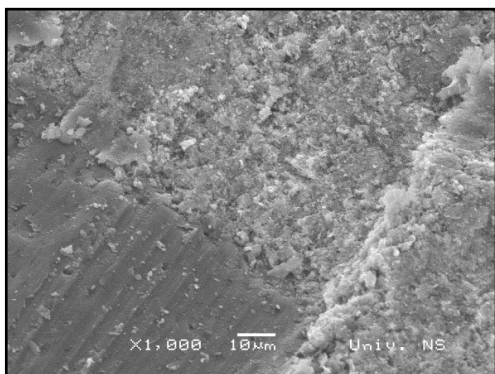
Analizom varijanse kod uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom i gutaperkom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera, utvrđeno je da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) između tehnika opturacije (Tabela 17). Na osnovu rezultata može se reći da je bolja adhezije ostvarena kod uzoraka koji su napunjeni tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 16 i Tabela 17).

Analizom varijanse kod uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, utvrđeno je da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) između tehnika opturacije (Tabela 17). Na osnovu rezultata može se reći da je bolja adhezije ostvarena kod uzoraka koji su napunjeni tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 16 i Tabela 17).

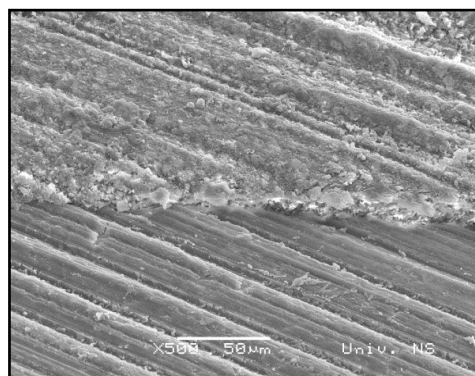
Analizom varijanse kod uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera, utvrđeno je da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) između tehnika opturacije (Tabela 17). Na osnovu rezultata može se reći da je bolja adhezije ostvarena kod uzoraka koji su napunjeni tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 16 i Tabela 17).

4.1.2. Rezultati ispitivanja adhezije dobijeni skening elektronskom mikroskopijom (SEM)

Na Slikama od 12. do 23. prikazane su reprezentativne skening fotomikrografije pripoja testiranih materijala na uzdužnim presecima na uveličanjima od 500 puta do 10000 puta.



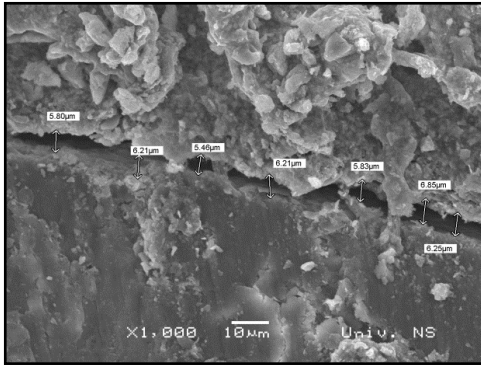
Slika 12. SEM analiza pripoja kod uzorka AH Plus i gut., primenom EDTA i tehnike HLK



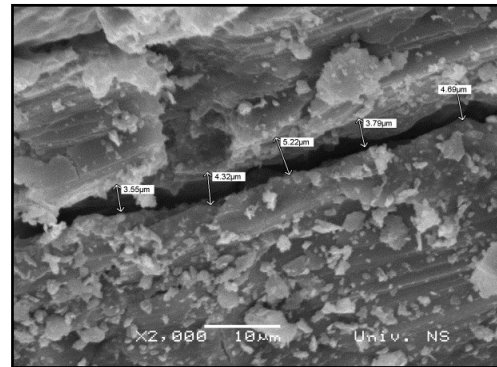
Slika 13. SEM analiza pripoja kod uzorka AH Plus i gut., primenom lasera i tehnike HLK

Na Slici 12. je prikazan uzorak koji je opturiran AH Plus silerom i gutaperkom, tehnikom hladne lateralne kondenzacije, pri čemu je razmazni sloj uklanjan primenom rastvora EDTA. Pripoj materijala za dentin je dobar u vidu ravne, kontinuirane linije na granici dodira bez prisustva zjapova (1000 x).

Na Slici 13. je prikazan uzorak koji je opturiran AH Plus silerom i gutaperkom, tehnikom hladne lateralne kondenzacije, pri čemu je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera. Pripoj materijala za dentin je dobar u vidu ravne, kontinuirane linije na granici dodira bez prisustva zjapova (500 x).



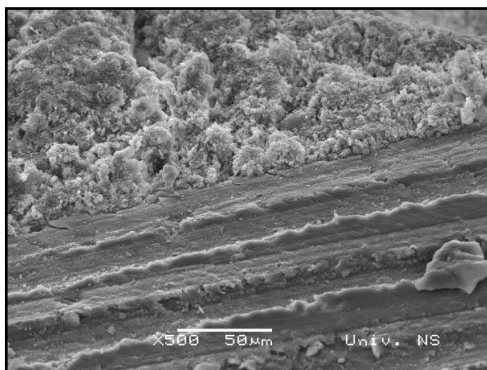
Slika 14. SEM analiza pripoja kod uzorka Acroseal i gut., primenom EDTA i tehnike HLK



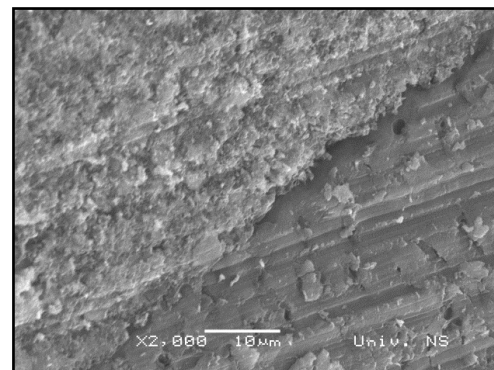
Slika 15. SEM analiza pripoja kod uzorka Acroseal i gut., primenom lasera i tehnike HLK

Na Slici 14. je prikazan uzorak koji je opturiran Acroseal silerom i gutaperkom, tehnikom hladne lateralne kondenzacije, pri čemu je razmazni sloj uklanjan primenom rastvora EDTA. Pripoj materijala za dentin je loš u vidu neravne, kontaktne površine sa prisutnim zjapom do 15 µm (1000 x). Na pojedinim mestima se uočava prisustvo smolastih produžetaka.

Na Slici 15. je prikazan uzorak koji je opturiran Acroseal silerom i gutaperkom, tehnikom hladne lateralne kondenzacije, pri čemu je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera. Pripoj materijala za dentin je loš u vidu neravne, kontaktne površine sa prisutnim zjapom do 15 µm (2000 x).



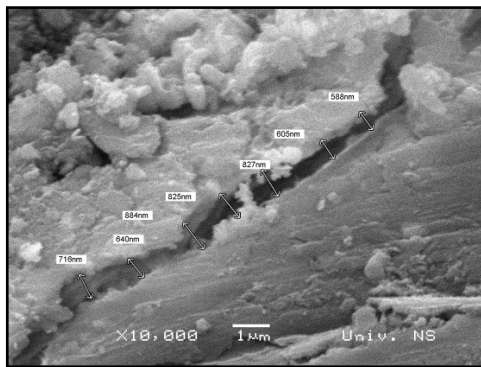
Slika 16. SEM analiza pripoja kod uzorka RealSeal SE primenom EDTA i tehnike HLK



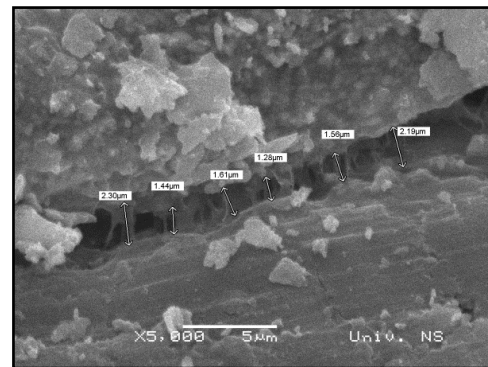
Slika 17. SEM analiza pripoja kod uzorka RealSeal SE, primenom lasera i tehnike HLK

Na Slici 16. je prikazan uzorak koji je opturiran RealSeal SE sistemom, tehnikom hladne lateralne kondenzacije, pri čemu je razmazni sloj uklanjan primenom rastvora EDTA. Pripoj materijala za dentin je dobar u vidu ravne, kontinuirane linije na granici dodira bez prisustva zjapova (500 x)

Na Slici 17. je prikazan uzorak koji je opturiran RealSeal SE sistemom, tehnikom hladne lateralne kondenzacije, pri čemu je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera. Pripoj materijala za dentin je jednim delom dobar u vidu ravne, kontinuirane linije na granici dodira bez prisustva zjapova (2000 x). Sa druge strane, uočava se zjap bez prisustva smolinskih produžetaka I otvoreni dentinski tubuli.



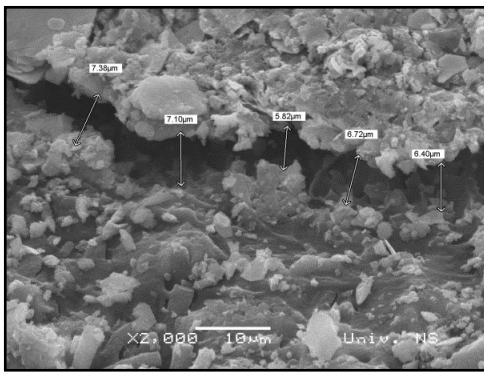
Slika 18. SEM analiza pripoja kod uzorka AH Plus i gut., primenom EDTA i monokone tehnike



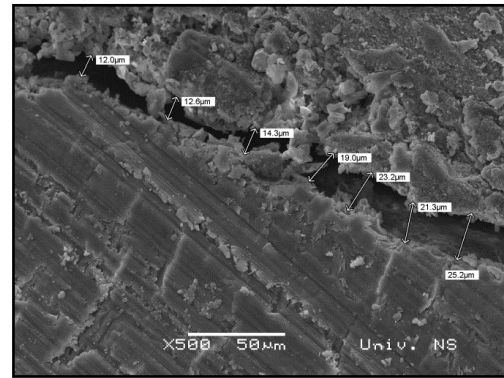
Slika 19. SEM analiza pripoja kod uzorka AH Plus i gut., primenom lasera i monokone tehnike

Na Slici 18. je prikazan uzorak koji je opturiran AH Plus silerom i gutaperkom, monokonom tehnikom, pri čemu je razmazni sloj uklanjan primenom rastvora EDTA. Pripoj materijala za dentin je razuman u vidu blago neravne kontaktne površine sa uočenim zjapom do $0,9 \mu\text{m}$ (10000 x).

Na Slici 19. je prikazan uzorak koji je opturiran AH Plus silerom i gutaperkom, monokonom tehnikom, pri čemu je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera. Pripoj materijala za dentin je razuman u vidu blago neravne kontaktne površine sa uočenim zjapom do $2 \mu\text{m}$ (5000 x). Uočavaju se smolasti produžeci koji vezuju površinu dentina i materijal za opturaciju.



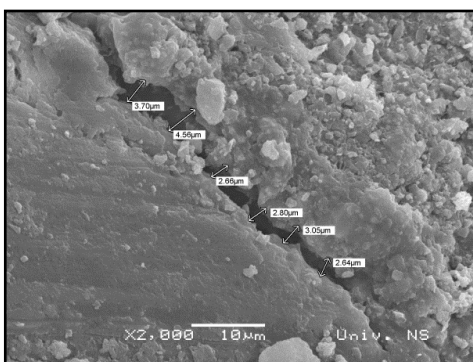
Slika 20. SEM analiza pripoja kod uzorka Acroseal i gut., primenom EDTA i tehnike HLK



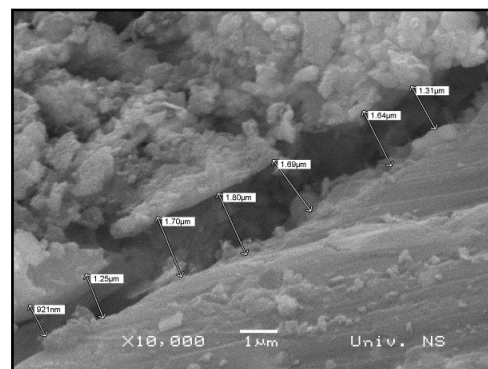
Slika 21. SEM analiza pripoja kod uzorka Acroseal i gut., primenom lasera i tehnike HLK

Na Slici 20. je prikazan uzorak koji je opturiran Acroseal silerom i gutaperkom, monokonom tehnikom, pri čemu je razmazni sloj uklanjan primenom rastvora EDTA. Pripoj materijala za dentin je loš u vidu neravne, kontaktne površine sa prisutnim zjapom do 15 µm (2000 x).

Na Slici 21. je prikazan uzorak koji je opturiran Acroseal silerom i gutaperkom, monokonom tehnikom, pri čemu je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera. Smatra se da adaptacija materijala za dentin ne postoji jer je očitani zjap veći od 15 µm (500 x).



Slika 22. SEM analiza pripoja kod uzorka RealSeal SE, primenom EDTA i monokone tehnike



Slika 23. SEM analiza pripoja kod uzorka RealSeal SE, primenom lasera i monokone tehnike

Na Slici 22. je prikazan uzorak koji je opturiran RealSeal SE sistemom, monokonom tehnikom, pri čemu je razmazni sloj uklanjan primenom rastvora EDTA. Pripoj materijala za dentin je loš u vidu neravne, kontaktne površine sa prisutnim zjapom do 13 μm (2000 x).

Na Slici 23. je prikazan uzorak koji je opturiran RealSeal SE sistemom, monokonom tehnikom, pri čemu je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera. Pripoj materijala za dentin je razuman u vidu blago neravne kontaktne površine sa uočenim zjapom do 1,8 μm (1000 x)

4.1.2.1. Komparacija adhezije testiranih materijala

U ovom delu poglavlja prikazani su rezultati kvaliteta adhezije materijala i njihova međusobna komparacija na različitim nivoima. U prvom delu (A) su statistički obrađeni rezultati kvaliteta adhezije materijala bez obzira na tehniku opturacije i metodu uklanjanja razmaznog sloja. U drugom delu (B) su obrađeni rezultati kvaliteta adhezije materijala kada se u obzir uzima metoda uklanjanja razmaznog sloja. U trećem delu (C) u obzir su uzeti i metoda uklanjanja razmaznog sloja i tehnika opturacije

A) Upoređivanjem kvaliteta adhezije samih materijala ne uzimajući u obzir metodu URS i tehniku opturacije dobijeni su sledeći rezultati prikazani u tabeli 18.

Tabela 18: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije testiranih materijala

Statistički parametri	Materijali		
	AH Plus gut.	Acroseal gut	RealSeal SE
Broj uzoraka	40	40	40
Minimalna vrednost	0	0	0
Maksimalna vrednost	3	3	3
Prosečna vrednost	1,05	1,87	1,45
Medijana	1	2	1
Mod	1	1	1
Standardna devijacija	0,90	0,86	0,85
Koeficijent varijacije u %	86	45	58
Interval pouzdanosti za verovatnoću p=0.95			
- donja granica	0,76	1,60	1,18
- gornja granica	1,34	2,15	1,72

Na osnovu rezultata može se reći da je najniža prosečna vrednost zabeležena u grupi uzoraka koja je opturirana AH Plus silerom sa gutaperkom, a najviša u grupi koja je opturirana Acroseal silerom sa gutaperkom (Tabela 18). Vrednost medijane je bila najviša u Acroseal grupi, dok je u druge dve grupe imala istu vrednost (Tabela 18). Standardna devijacija, kao mera homogenosti skupa je pokazala približno iste vrednosti u sve tri grupe (Tabela 18), dok je koeficijent varijacije bio najniži u grupi koja je opturirana Acrosealom, a najviši u grupi koja je opturirana AH Plus silerom sa gutaperkom (Tabela 18).

Uporedna statistička analiza uzoraka koji su opturirani sa tri materijala, je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 19.

Tabela 19: Kvalitet adhezije kod uzoraka opturiranih pomoću tri materijala: Kruskal-Wallis test

Materijal	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
AH Plus gut	40	1839,50	2420,0	170,24	45,99	0,0004
Acroseal gut	40	300,00	2420,0	170,24	75,20	
RealSeal SE	40	2412,50	2420,0	170,24	60,31	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa možemo reći da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani sa tri različita materijala (Tabela 19).

Da bi utvrdili između koja dva materijala je bilo statistički značajne razlike, upoređivani su svaki sa svakim materijalom. Rezultati ispitivanja značajnosti su prikazani u Tabeli 20.

Tabela 20: Usporedna analiza kvaliteta adhezije između materijala - Kruskal-Wallis test

Vrsta materijala	AH plus gut.	RealSeal SE	Acroseal gut.
AH plus gut.		P =0,038	P=0,0001
RealSeal SE	P=0,038		P=0,0122
Acroseal gut.	P=0,0001	P=0,0122	

Da bi se uporedila dva materijala iz grupe od tri, mora se primeniti Bonferoni korekcija kriterijuma testa značajnosti ($P < 0,017$). Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom sa gutaperkom i RealSeal SE sistemom (Tabela 20). Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus i Acroseal silerom sa gutaperkom (Tabela 20). Bolji kvalitet adhezije je zapažen u grupi koja je opturirana AH Plus silerom sa gutaperkom (Tabela 19). Na osnovu Kruskal-Wallis testa takođe može se reći da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom i RealSeal SE sistemom (Tabela 20). Na osnovu prosečne vrednosti, bolji kvalitet adhezije je uočen u grupi koja je opturirana RealSeal SE sistemom (Tabela 19).

B) U ovom poglavlju će biti prikazani rezultati upoređivanja kvaliteta adhezije materijala iz dve različite grupe: grupe u kojoj je razmazni sloj uklanjan pomoću rastvora EDTA i grupe u kojoj je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera.

Rezultati kvaliteta adhezije materijala po uklanjanju razmaznog sloja pomoću EDTA

Rezultati kvaliteta adhezije materijala kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA su prikazani u Tabeli 21.

Tabela 21: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije testiranih materijala kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA

Statistički parametri	EDTA		
	AH Plus gut.	Acroseal gut.	RealSeal SE
Broj uzoraka	20	20	20
Minimalna vrednost	0	0	0
Maksimalna vrednost	3	3	3
Prosečna vrednost	0,90	1,75	1,25
Medijana	1	2	1
Mod	1	1	1
Standardna devijacija	0,85	0,91	0,85
Koeficijent varijacije u %	95	52	68
Interval pouzdanosti za verovatnoću p=0.95			
- donja granica	0,50	1,32	0,85
- gornja granica	1,30	2,17	1,64

Na osnovu rezultata može se reći da je najniža prosečna vrednost zabeležena u grupi uzoraka koja je opturirana AH Plus silerom i gutaperkom, a najviša u grupi koja je opturirana Acroseal silerom i gutaperkom (Tabela 21). Vrednost medijane je bila najviša u Acroseal grupi, dok je u druge dve grupe imala istu vrednost (Tabela 21). Standardna devijacija, kao mera homogenosti skupa je pokazala iste vrednosti u AH Plus i RealSeal SE grupi, dok je najvišu vrednost imala u Acroseal grupi (Tabela 21). Koeficijent varijacije je bio najniži u grupi koja je opturirana Acrosealom, a najviši u grupi koja je opturirana AH Plus silerom sa gutaperkom (Tabela 21).

Uporedna statistička analiza uzoraka koji su opturirani sa tri materijala, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 22.

Tabela 22: Statistički značajna razlika kvaliteta adhezije uzoraka opturiranih sa tri materijala tretiranih sa EDTA: Kruskal-Wallis test

Metoda	Materijal	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
URS							
EDTA	AH Plus gut.	20	466,00	610	59,82	23,30	0,014
	Acroseal gut.	20	768,50	610	59,82	38,42	
	RealSeal SE	20	595,50	610	59,82	29,77	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani sa tri različita materijala (Tabela 22).

Da bi utvrdili između koja dva materijala je bilo statistički značajne razlike, podvrgnuti su daljim statističkim analizama. Rezultati ispitivanja značajnosti su prikazani u Tabeli 23.

Tabela 23: Uporedna analiza kvaliteta adhezije između različitih materijala kada je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA: Kruskal-Wallis test

Vrsta materijala	AH plus gut.	RealSeal SE	Acroseal gut.
AH plus gut.		P=0,178	P=0,005
RealSeal SE	P=0,178		P=0,015
Acroseal gut.	P=0,005	P=0,015	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom sa gutaperkom i RealSeal SE sistemom (Tabela 23). Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus i Acroseal silerom sa gutaperkom, a kod

kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA (Tabela 23). Na osnovu prosečnih vrednosti može se reći da je bolji kvalitet adhezije zapažen kod uzoraka napunjenih AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 21). Takođe može se uočiti da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom sa gutaperkom i RealSeal SE sistemom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA (Tabela 23). Na osnovu prosečnih vrednosti može se reći da je bolji kvalitet adhezije zapažen kod uzoraka napunjenih RealSeal SE sistemom (Tabela 21).

Rezultati kvaliteta adhezije materijala po uklanjanju razmaznog sloja laserom

Rezultati kvaliteta adhezije materijala kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera prikazani su u Tabeli 24.

Tabela 24: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije testiranih materijala kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom

Statistički parametri	Laser		
	AH Plus gut.	Acroseal gut.	RealSeal SE
Broj uzoraka	20	20	20
Minimalna vrednost	0	1	0
Maksimalna vrednost	3	3	3
Prosečna vrednost	1,20	2,00	1,65
Medijana	1	2	2
Mod	1	2	1
Standardna devijacija	0,95	0,79	0,81
Standardna greška	0,21	0,18	0,18
Koeficijent varijacije u %	79	40	49
Interval pouzdanosti za verovatnoću $p=0.95$			
- donja granica	0,75	1,63	1,27
- gornja granica	1,64	2,37	2,03

Na osnovu rezultata može se reći da je u grupi uzoraka kod koje je razmazni sloj uklanjan pomoću lasera najniža prosečna vrednost zabeležena u grupi opturiranoj AH Plus silerom i gutaperkom, a najviša u grupi koja je opturirana Acroseal silerom i gutaperkom (Tabela 24). Vrednost medijane je bila najniža u AH Plus grupi, dok je u druge dve grupe imala istu vrednost (Tabela 24). Standardna devijacija, kao mera

homogenosti skupa je bila najniža u Acroseal grupi, dok je najviša bila u AH Plus grupi (Tabela 24), dok je koeficijent varijacije bio najniži u grupi koja je opturirana Acrosealom, a najviši u grupi koja je opturirana AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 24).

Uporedna statistička analiza uzoraka koji su opturirani sa tri materijala, a kod kojih je razmazni sloj uklanjen pomoću lasera je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 25.

Tabela 25: Kvalitet adhezije kod uzoraka opturiranih pomoću tri materijala kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom: Kruskal-Wallis test

Metoda	Materijal	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
Laser	AH Plus gut.	20	462,50	610	60,53	23,12	0,025
	Acroseal gut	20	747,00	610	60,53	37,35	
	RealSeal SE	20	620,50	610	60,53	31,02	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da je kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani sa tri različita materijala (Tabela 25).

Da bi utvrdili između kojih je materijala tačno bilo razlike podvrgnuti su daljem testiranju. Rezultati su prikazani u Tabeli 26.

Tabela 26: Uporedna analiza kvaliteta adhezije između testiranih materijala kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom: Kruskal-Wallis test

Vrsta materijala	AH plus gut.	RealSeal SE	Acroseal gut.
AH plus gut.		P=0,112	P=0,009
RealSeal SE	P=0,112		P=0,015
Acroseal gut.	P=0,009	P=0,015	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom sa gutaperkom i RealSeal SE sistemom (Tabela 26). Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani sa AH Plus i Acroseal silerom sa gutaperkom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom (Tabela 26). Na osnovu prosečnih vrednosti, može se reći da je bolji kvalitet adhezije uočen u grupi koja je opturirana AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 24). Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani sa RealSeal SE sistemom i Acroseal silerom sa gutaperkom (Tabela 26). Na osnovu prosečnih vrednosti, može se reći da je bolji kvalitet adhezije uočen u grupi koja je opturirana RealSeal SE sistemom (Tabela 24).

C) U ovom poglavlju će biti prikazani rezultati kvaliteta adhezije materijala za opturaciju nakon istovremenog uticaja različitih metoda uklanjanja razmaznog sloja i tehnika opturacije.

Rezultati statističke analize uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, a uzorci opturirani sa tri materijala tehnikom hladne lateralne kondenzacije su prikazani u Tabeli 27.

Tabela 27: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije testiranih materijala opturiranih tehnikom HLK , po uklanjanju razmaznog sloja pomoću EDTA

Statistički parametri	EDTA i HLK		
	AH Plus gut.	Acroseal gut	RealSeal SE
Broj uzoraka	10	10	10
Minimalna vrednost	0	0	0
Maksimalna vrednost	2	3	1
Prosečna vrednost	0,60	1,50	0,90
Medijana	0,5	1	1
Mod	0	1	1
Standardna devijacija	0,70	0,97	0,32
Koeficijent varijacije u %	116	65	35
Interval pouzdanosti za verovatnoću p=0.95			
- donja granica	0,09	0,80	0,67
- gornja granica	1,10	2,19	1,13

Rezultati pokazuju da je najniža prosečna vrednost u grupi uzoraka koja je opturirana AH Plus silerom i gutaperkom, a najviša u grupi koja je opturirana Acroseal silerom i gutaperkom (Tabela 27). Vrednost medijane je bila najniža u AH Plus grupi, dok je u druge dve grupe imala istu vrednost (Tabela 27). Standardna devijacija, kao mera homogenosti skupa je imala najnižu vrednost u RealSeal SE grupi, dok je najvišu vrednost imala u Acroseal grupi (Tabela 27), dok je koeficijent varijacije bio najniži u grupi koja je opturirana RealSealom, a najviši u grupi koja je opturirana AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 27).

Uporedna statistička analiza uzoraka koji su opturirani sa tri materijala tehnikom hladne lateralne kondenzacije, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 28.

Tabela 28: Kvalitet adhezije kod uzoraka opturiranih sa tri materijala tehnikom HLK, po uklanjanju razmaznog sloja pomoću EDTA: Kruskal-Wallis test

Metoda URS i teh. opturacije	Materijal	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
EDTA HLK	AH Plus gut.	10	113,00	155,00	19,96	11,30	0,043
	Acroseal gut.	10	199,50	155,00	19,96	19,95	
	RealSeal SE	10	152,00	155,00	19,96	15,25	

Kruskal-Wallis test je pokazao da kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u kvalitetu adhezije između tri različita materijala opturirana tehnikom HLK (Tabela 28).

Da bi utvrdili između kojih je materijala tačno bilo razlike podvrgnuti su daljem testiranju. Rezultati su prikazani u Tabeli 29.

Tabela 29: Uporedna analiza kvaliteta adhezije između različitih materijala kada je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, a opturacija izvedena tehnikom HLK: Kruskal-Wallis test

Vrsta materijala	AH plus gut.	RealSeal SE	Acroseal gut.
AH plus gut.		P=0,161	P=0,031
RealSeal SE	P=0,161		P=0,091
Acroseal gut.	P=0,031	P=0,091	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i RealSeal SE sistemom (Tabela 29). Rezultati Kruskal-Wallis testa su pokazali da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka

koji su opturirani AH Plus silerom i Acroseal silerom sa gutaperkom tehnikom HLK (Tabela 29). Na osnovu Kruskal-Wallis testa se takođe vidi da nije bilo statistički značajne razlike ($P>0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom i Acroseal silerom sa gutaperkom tehnikom HLK (Tabela 29).

Rezultati statističke analize uzoraka opturiranih sa tri materijala monokonom tehnikom nakon uklanjanja razmaznog sloja pomoću EDTA, su prikazani u Tabeli 30.

Tabela 30: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije testiranih materijala opturiranih monokonom tehnikom, nakon uklanjanja razmaznog sloja pomoću EDTA

Statistički parametri	EDTA i monokona		
	AH Plus gut.	Acroseal gut	RealSeal SE
Broj uzoraka	10	10	10
Minimalna vrednost	0	1	0
Maksimalna vrednost	3	3	3
Prosečna vrednost	1,20	2,00	1,60
Medijana	1	2	2
Mod	1	2	2
Standardna devijacija	0,92	0,82	1,07
Koeficijent varijacije u %	77	41	67
Interval pouzdanosti za verovatnoću $p=0.95$			
- donja granica	0,54	1,42	0,83
- gornja granica	1,86	2,58	2,37

Rezultati su pokazali da je najniža prosečna vrednost zabeležena u grupi uzoraka koja je opturirana AH Plus silerom i gutaperkom, a najviša u grupi koja je opturirana Acroseal silerom i gutaperkom (Tabela 30). Vrednost medijane je bila najniža u AH Plus grupi, dok je u druge dve grupe imala istu vrednost (Tabela 30). Standardna devijacija, kao mera homogenosti skupa je imala najnižu vrednost u Acroseal grupi, dok je najvišu vrednost imala u RealSeal grupi (Tabela 30), dok je koeficijent varijacije bio najniži u grupi koja je opturirana Acroseal-om, a najviši u grupi koja je opturirana AH Plus silerom i gutaperkom (Tabela 30).

Uporedna statistička analiza uzoraka koji su opturirani pomoću tri materijala monokonom tehnikom, a prethodno razmazni sloj uklonjen pomoću EDTA, je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 31.

Tabela 31: Kvalitet adhezije kod uzoraka opturiranih sa tri materijala monokonom tehnikom, kod kojih je razmazni sloj uklonjen pomoću EDTA: Kruskal-Wallis test

Metoda URS i teh. opturacije	Materijal	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
EDTA Monokona	AH Plus gut.	10	119,00	155,0	21,76	11,90	0,178
	Acroseal gut.	10	189,00	155,0	21,76	18,90	
	RealSeal SE	10	157,00	155,0	21,76	15,70	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u kvalitetu adhezije između tri različita materijala opturirana monokonom tehnikom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA (Tabela 31).

Tabela 32: Uporedna analiza kvaliteta adhezije između različitih materijala kada je razmazni sloj uklanjan sa EDTA a uzorci opturirani monokonom tehnikom: Kruskal-Wallis test

Vrsta materijala	AH plus gut.	RealSeal SE	Acroseal gut.
AH plus gut.		P=0,345	P=0,056
RealSeal SE	P=0,345		P=0,091
Acroseal gut.	P=0,056	P=0,091	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i RealSeal SE sistemom (Tabela 32). Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i Acroseal silerom sa gutaperkom monokonom tehnikom (Tabela 32). Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su

opturirani RealSeal SE sistemom i Acroseal silerom sa gutaperkom monokonom tehnikom (Tabela 32).

Rezultati statističke analize kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom, a uzorci opturirani sa tri materijala tehnikom hladne lateralne kondenzacije su prikazani u Tabeli 33.

Tabela 33: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije testiranih materijala opturiranih tehnikom HLK , nakon uklanjanja razmaznog sloja laserom

Statistički parametri	Laser i HLK		
	AH Plus gut.	Acroseal gut	RealSeal SE
Broj uzoraka	10	10	10
Minimalna vrednost	0	1	0
Maksimalna vrednost	2	3	2
Prosečna vrednost	0,80	1,80	1,30
Medijana	1	2	1
Mod	1	1	1
Standardna devijacija	0,62	0,79	0,67
Koeficijent varijacije u %	79	44	52
Interval pouzdanosti za verovatnoću p=0.95			
- donja granica	0,35	1,24	0,82
- gornja granica	1,25	2,36	1,78

Rezultati najniže prosečne vrednosti zabeleženi su u grupi uzoraka koja je opturirana AH Plus silerom i gutaperkom, a najviše u grupi koja je opturirana Acroseal silerom i gutaperkom (Tabela 33). Vrednost medijane je bila najviša u Acroseal grupi, dok je u druge dve grupe imala istu vrednost (Tabela 33). Standardna devijacija, kao mera homogenosti skupa je imala najniže vrednosti u AH Plus i RealSeal SE grupi, dok je najvišu vrednost imala u Acroseal grupi (Tabela 33), dok je koeficijent varijacije bio najniži u grupi koja je opturirana Acrosealom a najviši u grupi koja je opturirana AH Plus silerom sa gutaperkom (Tabela 33).

Uporedna statistička analiza uzoraka koji su opturirani sa tri materijala tehnikom hladne lateralne kondenzacije, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 34.

Tabela 34: Kvalitet adhezije kod uzoraka opturiranih sa tri materijala tehnikom HLK, nakon uklanjanja razmaznog sloja laserom: Kruskal-Wallis test

Metoda URS i teh. opturacije	Materijal	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
Laser	AH Plus gut.	10	103,50	155,00	20,91	10,35	
HLK	Acroseal gut.	10	203,00	155,00	20,91	20,30	0,022
	RealSeal SE	10	158,50	155,00	20,91	15,85	

Analizom Kruskal-Wallis testa rezultati su pokazali da je kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom i koji su opturirani tehnikom HLK bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u kvalitetu adhezije testiranih materijala (Tabela 34).

Da bi se dobili relevantni podaci statistički značajnih razlika između materijala oni su podvrgnuti daljem testiranju, a rezultati su prikazani u Tabeli 35.

Tabela 35: Uporedna analiza kvaliteta adhezije između različitih materijala opturiranih HLK, po uklanjanju razmaznog sloja laserom: Kruskal-Wallis test

Vrsta materijala	AH plus gut.	RealSeal SE	Acroseal gut.
AH plus gut.		P= 0,102	P= 0,009
RealSeal SE	P= 0,102		P= 0,016
Acroseal gut.	P= 0,009	P= 0,016	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i RealSeal SE sistemom (Tabela 35). Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i Acroseal silerom sa gutaperkom, tehnikom HLK, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom (Tabela 35). Na osnovu prosečnih vrednosti, može se reći da je bolji kvalitet adhezije uočen u grupi koja je opturirana AH Plus silerom sa gutaperkom (Tabela 33). Na osnovu Kruskal-Wallis rezultati su pokazali

da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom i Acroseal silerom tehnikom HLK (Tabela 35). Na osnovu prosečnih vrednosti, bolji kvalitet adhezije uočen u grupi koja je opturirana RealSeal SE sistemom (Tabela 33).

Rezultati statističke analize uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklonjen laserom, a uzorci opturirani sa tri materijala monokonom tehnikom, prikazani su u Tabeli 36.

Tabela 36: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije testiranih materijala opturiranih monokonom tehnikom, nakon uklanjanja razmaznog sloja laserom

Statistički parametri	Laser i Monokona		
	AH Plus gut.	Acroseal gut	RealSeal SE
Broj uzoraka	10	10	10
Minimalna vrednost	0	1	1
Maksimalna vrednost	3	3	3
Prosečna vrednost	1,60	2,20	2,00
Medijana	2	2	2
Mod	2	2	2
Standardna devijacija	1,07	0,79	0,82
Koeficijent varijacije u %	67	36	41
Interval pouzdanosti za verovatnoću $p=0.95$			
- donja granica	0,83	1,64	1,42
- gornja granica	2,37	2,76	2,58

Na osnovu rezultata može se reći da je najniža prosečna vrednost zabeležena u grupi uzoraka koja je opturirana AH Plus silerom i gutaperkom, a najviša u grupi koja je opturirana Acroseal silerom i gutaperkom (Tabela 36). Vrednost medijane je bila ista u sve tri grupe (Tabela 36). Standardna devijacija, kao mera homogenosti skupa je imala najniže vrednosti u Acroseal grupi, dok je najvišu vrednost imala u AH Plus grupi (Tabela 36), dok je koeficijent varijacije bio najniži u grupi koja je opturirana Acrosealom a najviši u grupi koja je opturirana AH Plus silerom sa gutaperkom (Tabela 36).

Uporedna statistička analiza uzoraka koji su opturirani pomoću tri materijala monokonom tehnikom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom, je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 37.

Tabela 37: Kvalitet adhezije kod uzoraka opturiranih sa tri materijala monokonom tehnikom, nakon uklanjanja razmaznog sloja lasera: Kruskal-Wallis test

Metoda URS i teh opturacije	Materijal	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
Laser Monokona	AH Plus gut.	10	129,0	155,00	21,53	12,90	0,417
	Acroseal gut.	10	178,0	155,00	21,53	17,80	
	RealSeal SE	10	158,0	155,00	21,53	15,80	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u kvalitetu adhezije između tri različita materijala opturirana monokonom tehnikom (Tabela 37).

Da bi se dobili relevantni podaci o tome između kojih materijala tačno postoji statistički značajna razlika podvrgnuti su daljim analizama i prikazani u Tabeli 38.

Tabela 38: Uporedna analiza kvaliteta adhezije između različitih materijala opturiranih HLK, nakon uklanjanja razmaznog sloja laserom: Kruskal-Wallis test

Vrsta materijala	AH plus gut.	RealSeal SE	Acroseal gut.
AH plus gut.		P= 0,427	P= 0,203
RealSeal SE	P= 0,427		P= 0,572
Acroseal gut.	P= 0,203	P= 0,572	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom sa gutaperkom i RealSeal SE sistemom (Tabela 38). Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani AH Plus silerom i Acroseal silerom monokonom

tehnikom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom (Tabela 38). Na osnovu Kruskal-Wallis testa možemo reći da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,017$) u kvalitetu adhezije između uzoraka koji su opturirani RealSeal SE sistemom i Acroseal silerom sa gutaperkom monokonom tehnikom (Tabela 38).

4.1.2.2. Uticaj metode uklanjanja razmaznog sloja na kvalitet adhezije testiranih materijala

U ovom delu poglavlja prikazan je uticaj različitih metoda za uklanjanje razmaznog sloja na kvalitet adhezije ispitivanih uzoraka. U prvom delu (A) je prikazan uticaj različitih metoda za uklanjanje razmaznog sloja na adheziju bez obzira na vrstu samog materijala, kao ni tehnike kojom su opturirani. U drugom delu (B) uzeta je u obzir vrsta materijala za opturaciju. U trećem delu (C) je prikazan uticaj metode za uklanjanje razmaznog sloja, kada je u obzir uzeta i vrsta materijala i tehnika opturacije.

A) Upoređivanjem uticaja metode uklanjanja razmaznog sloja (URS) na kvalitet adhezije, ne uzimajući u obzir vrstu materijala i tehniku opturacije dobijeni su sledeći rezultati prikazani u Tabeli 39.

Tabela 39: Deskriptivna statistika jačine adhezije testiranih uzoraka u odnosu na metodu uklanjanja razmaznog sloja

Statistički parametri	Metoda URS	
	EDTA	Laser
Broj uzoraka	60	60
Minimalna vrednost	0	0
Maksimalna vrednost	3	3
Prosečna vrednost	1,3	1,62
Medijana	1	2
Mod	1	1
Standardna devijacija	0,93	0,90
Koeficijent varijacije u %	71	56
Interval pouzdanosti za verovatnoću $p=0.95$		
- donja granica	1,06	1,38
- gornja granica	1,54	1,85

Na osnovu rezultata može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi gde se za uklanjanje razmaznog sloja koristio rastvor EDTA (Tabela 39). To nam govori da je očitana adhezija materijala za dentin na osnovu skeningmikrografije bila bolja u toj grupi. Takođe je i medijana bila niža u istoj grupi. Vrednosti standardne devijacije su bile približno iste za obe grupe. Koeficijent varijacije je pokazao niže vrednosti u grupi gde je razmazni sloj uklanjan laserom, što ukazuje da je uzorak u toj grupi bio homogeniji (Tabela 39).

Uporedna statistička analiza uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću dve različite metode je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 40.

Tabela 40: Statistički značajna razlika kvaliteta adhezije testiranih uzoraka po uklanjanju razmaznog sloja pomoću EDTA i lasera: Kruskal-Wallis test

Metoda	N	Suma skorova	Očekivani skorovi	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
EDTA	60	3275,50	3630,00	180,564	54,59	0,049
Laser	60	3984,50	3630,00	180,564	66,40	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u kvalitetu adhezije kada se posmatraju uzorci kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, odnosno laserom (Tabela 40). Rezultati su pokazali da je bolji kvalitet adhezije uočen kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA (Tabela 39 i Tabela 40).

B) Upoređivanjem uticaja metode uklanjanja razmaznog sloja na kvalitet adhezije kod testiranih materijala, bez obzira na tehniku opturacije, dobijeni su sledeći rezultati i prikazani u Tabeli 41.

Tabela 41: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije testiranih materijala u odnosu na metodu uklanjanja razmaznog sloja

Statistički parametri	Materijal					
	AH Plus gut.		Acroseal gut.		RealSeal SE	
	EDTA	Laser	EDTA	Laser	EDTA	Laser
Broj uzoraka	20	20	20	20	20	20
Minimalna vrednost	0	0	0	1	0	0
Maksimalna vrednost	3	3	3	3	3	3
Prosečna vrednost	0,90	1,20	1,75	2,00	1,25	1,65
Medijana	1	1	2	2	1	2
Mod	1	1	1	2	1	1
Standardna devijacija	0,85	0,95	0,91	0,79	0,85	0,81
Koeficijent varijacije u %	95	79	52	40	68	49
Interval pouzdanosti za verovatnoću p=0.95						
- donja granica	0,50	0,75	1,32	1,63	0,85	1,27
- gornja granica	1,30	1,64	2,17	2,37	1,64	2,03

Kada se govori o uzorcima opturiranim AH Plus silerom i gutaperkom, može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi kod koje je za uklanjanje razmaznog sloja korišćen rastvor EDTA (Tabela 41). Vrednost medijane i moda su iste u obe grupe. Standardna devijacija je takođe niža u EDTA grupi (Tabela 41). Koeficijent varijacije pokazuje drugačiji obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi gde je razmazni sloj uklanjan laserom, što nam ukazuje na to da su vrednosti u toj grupi bile homogenije.

Kada se govori o uzorcima opturiranim Acroseal silerom i gutaperkom, zapažaju se niže prosečne vrednosti u grupi u kojoj se za uklanjanje razmaznog sloja koristio rastvor EDTA (Tabela 41). Vrednost medijane je bila ista u obe grupe. Standardna devijacija je bila niža u grupi gde je razmazni sloj uklanjan laserom (Tabela 41).

Koeficijent varijacije je pokazao isti obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi gde je razmazni sloj uklanjan laserom, što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije

Kada govorimo o uzorcima opturiranim RealSeal SE sistemom, zapažaju se niže prosečne vrednosti u grupi u kojoj se za uklanjanje razmaznog sloja koristio rastvor EDTA (Tabela 41). Vrednost medijane je takođe bila niža u istoj grupi. Standardna devijacija je pokazala približno iste vrednosti u obe grupe (Tabela 41). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi gde je razmazni sloj uklanjan laserom, što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije.

Uporedna ststistička analiza kvaliteta adhezije različitih materijala kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću dve metode, je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 42.

Tabela 42: Statistički značajna razlika kvaliteta adhezije testiranih materijala kod uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA i lasera: Kruskal-Wallis test

Materijal	Metoda URS	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
AH Plus gut.	EDTA	20	374	410	34,84	18,70	0,301
	Laser	20	446	410	34,84	22,30	
Acroseal gut.	EDTA	20	379	410	34,95	18,95	0,375
	Laser	20	441	410	34,95	22,05	
RealSeal SE	EDTA	20	355,50	410	34,35	17,77	0,112
	Laser	20	464,50	410	34,35	23,22	

Kada se posmatraju uzorci koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom, može se reći da na osnovu Kruskal-Wallis testa nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, odnosno pomoću lasera (Tabela 42).

Kada se posmatraju uzorci koji su opturirani Acroseal silerom i gutaperkom, može se reći da na osnovu Kruskal-Wallis testa nije bilo statistički značajne razlike

($P > 0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, odnosno laserom (Tabela 42).

Kada se posmatraju uzorci koji su opturirani RealSeal SE sistemom, može se reći da na osnovu Kruskal-Wallis testa nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, odnosno laserom (Tabela 42).

C) Kada se govori o upoređivanju uticaja metode uklanjanja razmaznog sloja na adheziju uzoraka koji su opturirani testiranim materijalom i određenom tehnikom opturacije dolazi se do specifičnijih grupa. Zbog lakše sistematizacije rezultati će biti podeljeni u tri grupe, prema materijalu koji se ispitivao.

1. Kvalitet adhezije uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom

Statistički obrađeni podaci uticaja metode uklanjanja razmaznog sloja na kvalitet adhezije uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom, prikazani su u Tabeli 43.

Tabela 43: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom, istom tehnikom opturacije u odnosu na metodu URS

Statistički parametri	AH Plus i gutaperka			
	HLK		Monokona	
	EDTA	Laser	EDTA	Laser
Broj uzoraka	10	10	10	10
Minimalna vrednost	0	0	0	0
Maksimalna vrednost	2	2	3	3
Prosečna vrednost	0,60	0,80	1,20	1,60
Medijana	0,5	1	1	2
Mod	0	1	1	2
Standardna devijacija	0,70	0,62	0,92	1,07
Koeficijent varijacije u %	116	79	77	67
Interval pouzdanosti za verovatnoću $p=0.95$				
- donja granica	0,09	0,35	0,54	0,83
- gornja granica	1,10	1,25	1,86	2,37

Kada se govori o uzorcima opturiranim AH Plus silerom i gutaperkom tehnikom hladne lateralne kondenzacije, može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi kod koje je za uklanjanje razmaznog sloja upotrebljen rastvor EDTA (Tabela 43). Vrednost medijane i moda su takođe niže u toj grupi (Tabela 43). Vrednost standardne devijacije je niža u grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan laserom (Tabela 43). Koeficijent varijacije pokazuje isti obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi u kojoj je razmazni sloj uklanjan laserom, što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije.

Kada se govori o uzorcima opturiranim monokonom tehnikom AH Plus silerom sa gutaperkom, može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi kod koje je za uklanjanje razmaznog sloja upotrebljen rastvor EDTA (Tabela 43). Vrednosti medijane i moda su takođe bile niže u toj grupi (Tabela 43), kao i vrednost standardne devijacije. Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi gde je razmazni sloj uklanjan laserom, što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije.

Uporedna statistička analiza kvaliteta adhezije kod uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom pomoću dve tehnike opturacije, kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću dve metode, je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 44.

Tabela 44: Statistički značajna razlika kvaliteta adhezije kod uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom, različitim tehnikama opturacije u odnosu na metodu URS: Kruskal-Wallis test

Materijal	Tehnika opturacije	Metoda URS	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
AH Plus gutaperka	HLK	EDTA	10	96	105	11,92	9,60	0,450
		Laser	10	114	105	11,92	11,40	
	Monokona	EDTA	10	93	105	12,69	9,30	0,345
		Laser	10	117	105	12,69	11,70	

Kada se posmatraju uzorci koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom tehnikom hladne lateralne kondenzacije može se reći da na osnovu Kruskal-Wallis testa

nije bilo statistički značajne razlike ($P>0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, odnosno laserom (Tabela 44).

Kada se posmatraju uzorci koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom monokonom tehnikom, može se reći da na osnovu Kruskal-Wallis testa nije bilo statistički značajne razlike ($P>0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, odnosno laserom (Tabela 44).

3. Kvalitet adhezije kod uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom

Statistički obrađeni podaci uticaja metode uklanjanja razmaznog sloja na kvalitet adhezije uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom određenom tehnikom opturacije su prikazani u Tabeli 47.

Tabela 47: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije uzoraka napunjenih Acroseal silerom i gutaperkom, različitim tehnikama opturacije u odnosu na metodu URS

Statistički parametri	Acroseal i gutaperka			
	HLK		Monokona	
	EDTA	Laser	EDTA	Laser
Broj uzoraka	10	10	10	10
Minimalna vrednost	0	1	1	1
Maksimalna vrednost	3	3	3	3
Prosečna vrednost	1,5	1,80	2,00	2,20
Medijana	1	2	2	2
Mod	1	1	2	2
Standardna devijacija	0,97	0,79	0,82	0,79
Koeficijent varijacije u %	65	44	41	36
Interval pouzdanosti za verovatnoću $p=0.95$				
- donja granica	0,80	1,24	1,42	1,64
- gornja granica	2,19	2,36	2,58	2,76

Kada se govori o uzorcima opturiranim Acroseal silerom i gutaperkom tehnikom hladne lateralne kondenzacije, može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi kod koje je za uklanjanje razmaznog sloja korišćen rastvor EDTA (Tabela 47). Vrednost medijane je takođe niža u toj grupi (Tabela 47). Vrednost standardne devijacije je niža u grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan laserom (Tabela 47).

Koeficijent varijacije pokazuje isti obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi gde je razmazni sloj uklanjan laserom, što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije (Tabela 47).

Rezultati uzoraka opturiranih Acroseal silerom sa gutaperkom monokonom tehnikom, ukazuju na niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi kod koje je za uklanjanje razmaznog sloja korišćen rastvor EDTA (Tabela 47). Vrednost medijane i moda su bile iste u obe grupe (Tabela 47). Vrednost standardne devijacije je bila niža u grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan laserom (Tabela 47). Koeficijent varijacije je pokazao isti obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi u kojoj je razmazni sloj uklanjan laserom, što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije (Tabela 47).

Uporedna statistička analiza kvaliteta adhezije kod uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom pomoću dve tehnike opturacije, kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću dve metode je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 48.

Tabela 48: Kvalitet adhezije uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom, istom tehnikom opturacije u odnosu na metodu URS: Kruskal-Wallis test

Materijal	Tehnika opturacije	Metoda URS	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
Acroseal gutaperka	HLK	EDTA	10	95	105	12,38	9,50	0,423
		Laser	10	115	105	12,38	11,50	
	Monok.	EDTA	10	98	105	12,40	9,80	0,571
		Laser	10	112	105	12,40	11,20	

Kada se posmatraju uzorci opturirani Acroseal silerom i gutaperkom tehnikom hladne lateralne kondenzacije na osnovu Kruskal-Wallis testa je dokazano da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, odnosno laserom (Tabela 48).

Kada se posmatraju uzorci opturirani Acroseal silerom i gutaperkom monokonom tehnikom, može se reći na osnovu Kruskal-Wallis testa da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, odnosno laserom (Tabela 48).

2. Kvalitet adhezije uzoraka opturiranih *RealSeal SE* sistemom

Statistički obrađeni podaci uticaja metode uklanjanja razmaznog sloja na kvalitet adhezije uzoraka opturiranih *RealSeal SE* sistemom i određenom tehnikom opturacije su prikazani u Tabeli 45.

Tabela 45: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije uzoraka opturiranih *RealSeal SE* sistemom i različitim tehnikama opturacije u odnosu na metodu URS

Statistički parametri	RealSeal SE sistem			
	HLK		Monokona	
	EDTA	Laser	EDTA	Laser
Broj uzoraka	10	10	10	10
Minimalna vrednost	0	0	0	1
Maksimalna vrednost	1	2	3	3
Prosečna vrednost	0,90	1,30	1,60	2,00
Medijana	1	1	2	2
Mod	1	1	2	2
Standardna devijacija	0,32	0,67	1,07	0,82
Koeficijent varijacije u %	35	52	67	41
Interval pouzdanosti za verovatnoću p=0.95				
- donja granica	0,67	0,82	0,83	1,42
- gornja granica	1,13	1,78	2,37	2,58

Kada se govori o uzorcima opturiranim *RealSeal SE* sistemom tehnikom hladne lateralne kondenzacije, može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi kod koje je za uklanjanje razmaznog sloja upotrebljen rastvor EDTA (Tabela 45). Vrednosti medijane i moda su bile iste u obe grupe (Tabela 45). Vrednost standardne devijacije je bila niža u grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA (Tabela 46). Koeficijent varijacije je takođe bio niži u istoj grupi, što govori da su vrednosti u toj grupi bile homogenije (Tabela 45).

Kada se govori o uzorcima opturiranim *RealSeal SE* sistemom monokonom tehnikom, može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi kod koje je za uklanjanje razmaznog sloja korišćen rastvor EDTA (Tabela 45). Vrednosti medijane i moda su bile iste u obe grupe (Tabela 45). Vrednost standardne devijacije je bila niža u

grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan laserom (Tabela 45). Koeficijent varijacije je pokazao isti obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi gde je razmazni sloj uklanjan laserom, što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije.

Uporedna sttistička analiza kvaliteta adhezije uzoraka opturiranih RealSeal SE sistemom, kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću dve metode je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 46.

Tabela 46: Kvalitet adhezije uzoraka opturiranih RealSeal SE sistemom istom tehnikom opturacije u odnosu na metodu URS: Kruskal-Wallis test

Materijal	Tehnika punjenja	Metoda URS	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
RealSeal SE	HLK	EDTA	10	87	105	10,66	8,7	0,091
		Laser	10	123	105	10,66	12,30	
	Monok.	EDTA	10	95	105	12,59	9,50	0,427
		Laser	10	115	105	12,59	11,50	

Kada se posmatraju uzorci opturirani RealSeal SE sistemom tehnikom hladne lateralne kondenzacije može se reći da na osnovu Kruskal-Wallis testa nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u kvalitetu zaptivanja uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, odnosno laserom (Tabela 46).

Kada se posmatraju uzorci koji su opturirani RealSeal SE sistemom monokonom tehnikom može se reći da na osnovu Kruskal-Wallis testa nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u kvalitetu adhezije u uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA, odnosno laserom (Tabela 46).

4.1.2.3. Uticaj tehnike opturacije na kvalitet adhezije testiranih materijala

A) Upoređivanjem uticaja primenjene tehnike opturacije na kvalitet adhezije testiranih materijala, ne uzimajući u obzir vrstu materijala i metodu uklanjanja razmaznog sloja dobijeni su sledeći rezultati prikazani u Tabeli 49.

Tabela 49: Deskriptivna statistika jačine adhezije testiranih uzoraka u odnosu na tehniku opturacije

Statistički parametri	Tehnika opturacije	
	HLK	Monokona
Broj uzoraka	60	60
Minimalna vrednost	0	0
Maksimalna vrednost	3	3
Prosečna vrednost	1,15	1,77
Medijana	1	2
Mod	1	1
Standardna devijacija	0,80	0,94
Standardna greška	0,103	0,122
Koeficijent varijacije u %	69	53
Interval pouzdanosti za verovatnoću p=0.95		
- donja granica	0,94	1,52
- gornja granica	1,36	2,01

Rezultati ukazuju da su niže prosečne vrednosti očitanih atributivnih vrednosti zabeležene u grupi uzoraka koja je opturirana tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 49). Vrednosti medijane i standardne devijacije su bile niže u istoj grupi. Koeficijent varijacije je bio niži u monokonoj grupi, na osnovu čega se vidi da je uzorak u ovoj grupi bio homogeniji (Tabela 49).

Uporedna statistička analiza kvaliteta adhezije uzoraka opturiranih pomoću dve tehnike opturacije je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 50.

Tabela 50: Kvalitet adhezije testiranih uzoraka primenom dve tehnike opturacije:
Kruskal-Wallis test

Tehnika opturacije	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
HLK	60	2959,50	3630,00	180,564	49,32	0,0002
Monokona	60	4300,50	3630,00	180,564	71,67	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa može se reći da je kod uzoraka koji su opturirani sa dve različite tehnike bilo statistički značajne razlike u kvalitetu adhezije ($P < 0,05$; Tabela 50). Bolja adhezije je uočena kod uzoraka koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 49 i Tabela 50).

B) Upoređivanjem uticaja tehnike opturacije na kvalitet adhezije kod određenih materijala bez obzira na metodu uklanjanja razmaznog sloja, dobijeni su sledeći rezultati i prikazani u Tabeli 51.

Tabela 51: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije testiranih materijala u odnosu na tehniku opturacije

Statistički parametri	Materijali					
	AH Plus gut.		Acroseal gut.		RealSeal SE	
	HLK	Monokona	HLK	Monokona	HLK	Monokona
Broj uzoraka	20	20	20	20	20	20
Minimalna vrednost	0	0	0	0	0	0
Maksimalna vrednost	2	3	3	3	2	3
Prosečna vrednost	0,70	1,40	1,65	2,10	1,10	1,80
Medijana	1	1	1,5	2	1	2
Mod	1	1	1	2	1	2
Standardna devijacija	0,66	0,99	0,87	0,79	0,55	0,95
Koeficijent varijacije u %	94	71	53	37	50	53
Interval pouzdanosti za verovatnoću $p=0,95$						
- donja granica	0,39	0,93	1,24	1,73	0,84	1,35
- gornja granica	1,01	1,86	2,06	2,47	1,36	2,25

Kada se govori o uzorcima opturiranim AH Plus silerom i gutaperkom, može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi koja je opturirana tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 51). Vrednost medijane i moda su bile iste u obe grupe. Standardna devijacija je takođe bila niža u grupi opturiranoj HLK (Tabela 51). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi koja je opturirana monokonom tehnikom, što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije (Tabela 51).

Kada se govori o uzorcima opturiranim Acroseal silerom i gutaperkom, može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi koja je opturirana tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 51). Vrednost medijane i moda su bile niže u istoj grupi. Standardna devijacija i koeficijent varijacije su pokazali drugačiji obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi koja je opturirana monokonom tehnikom, što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije (Tabela 51).

Kada se govori o uzorcima opturiranim RealSeal SE sistemom, može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi koja je opturirana tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 51). Vrednosti medijane, moda i standardne devijacije su takođe bile niže u istoj grupi (Tabela 51). Koeficijent varijacije je bio približno istih vrednosti, što znači da su obe grupe bile homogene.

Uporedna sttistička analiza kvaliteta adhezije ispitivanih materijala opturiranih pomoću dve tehnike, je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 52.

Tabela 52: Kvalitet adhezije testiranih materijala uzoraka koji su opturirani različitim tehnikama opturacije: Kruskal-Wallis test

Materijal	Tehnika opturacije	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
AH Plus gut.	HLK	20	329	410	34,84	16,45	0,020
	Monok.	20	491	410	34,84	24,55	
Acroseal gut.	HLK	20	352,50	410	34,95	17,62	0,042
	Monok.	20	467,50	410	34,95	23,37	
RealSeal SE	HLK	20	319,0	410	34,35	15,95	0,008
	Monok.	20	501,0	410	34,35	25,05	

Kada se posmatraju uzorci opturirani AH Plus silerom i gutaperkom, može se reći da je na osnovu Kruskal-Wallis testa bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka koji su opturirani različitim tehnikama opturacije (Tabela 52). Može se reći da je bolja adhezija uočena kod uzoraka koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 51 i Tabela 52).

Uzorci opturirani Acroseal silerom i gutaperkom, na osnovu Kruskal-Wallis testa su pokazali da je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka koji su napunjeni različitim tehnikama opturacije (Tabela 52). Može se reći da je bolja adhezija uočena kod uzoraka koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 51 i Tabela 52).

Uzorci opturirani RealSeal SE sistemom, na osnovu Kruskal-Wallis testa su pokazali statistički značajnu razliku ($P < 0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka koji su napunjeni različitim tehnikama opturacije (Tabela 52). Može se reći da je bolja adhezija uočena kod uzoraka koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 51 i Tabela 52).

C) Kada se govori o upoređivanju uticaja tehnike opturacije na kvalitet adhezije kod uzoraka opturiranih određenim materijalom i kod kojih je razmazni sloj uklanjan određenom metodom dolazi se do specifičnijih grupa. Zbog lakše sistematizacije rezultati će biti podeljeni u tri grupe, prema materijalu kojim su uzorci opturirani.

1. Kvalitet adhezije uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom

Statistički obrađeni podaci uticaja tehnike opturacije na kvalitet adhezije uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom su prikazani u Tabeli 53.

Tabela 53: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom kod određene metode uklanjanja razmaznog sloja u odnosu na tehniku opturacije

Statistički parametri	AH Plus i gutaperka			
	EDTA		Laser	
	HLK	Monokona	HLK	Monokona
Broj uzoraka	10	10	10	10
Minimalna vrednost	0	0	0	0
Maksimalna vrednost	2	3	2	3
Prosečna vrednost	0,60	1,20	0,80	1,60
Medijana	0,5	1	1	2
Mod	0	1	1	2
Standardna devijacija	0,70	0,92	0,63	1,07
Koeficijent varijacije u %	116	77	79	67
Interval pouzdanosti za verovatnoću p=0.95				
- donja granica	0,10	0,54	0,35	0,83
- gornja granica	1,10	1,86	1,25	2,37

Kada se govori o uzorcima opturiranim AH Plus silerom i gutaperkom kod kojih je za uklanjanje razmaznog sloja korišćen rastvor EDTA može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi koja je opturirana tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 53). Vrednost medijane, moda i standardne devijacije su takođe niže u toj grupi (Tabela 53). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi koja je opturirana monokonom tehnikom što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije (Tabela 53).

Kada se govori o uzorcima opturiranim AH Plus silerom i gutaperkom kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom, može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi koja je opturirana tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela

53). Vrednost medijane, moda i standardne devijacije su takođe bile niže u toj grupi (Tabela 53). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi koja je opturirana monokonom tehnikom što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije (Tabela 53).

Uporedna sttistička analiza kvaliteta adhezije kod uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom kod kojih je razmazni sloj uklanjan određenom metodom, u odnosu na tehniku opturacije, je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 54.

Tabela 54:Kvalitet adhezije uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom kod kojih je primenjena ista metoda URS u odnosu na tehniku opturacije: Kruskal-Wallis test

Materijal	Metod URS	Tehnika opturacije	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
AH Plus gutaperka	EDTA	HLK	10	86,0	105,0	12,30	8,60	0,032
		Monokona	10	124,0	105,0	12,30	12,40	
	Laser	HLK	10	82,0	105,0	12,59	8,20	0,048
		Monokona	10	128,0	105,0	12,59	12,80	

Kada se posmatraju uzorci opturirani AH Plus silerom i gutaperkom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA može se reći da je na osnovu Kruskal-Wallis testa bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka koji su opturirani pomoću dve tehnike opturacije (Tabela 54). Bolji kvalitet adhezije je postignut primenom tehnike hladne lateralne kondenzacije (Tabela 53).

Kada se posmatraju uzorci koji su opturirani AH Plus silerom i gutaperkom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom može se reći da je na osnovu Kruskal-Wallis testa bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u kvalitetu zaptivanja između uzoraka koji su opturirani pomoću dve tehnike opturacije (Tabela 54). Bolji kvalitet adhezije je postignut primenom tehnike hladne lateralne kondenzacije (Tabela 53).

3. Kvalitet adhezije uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom

Statistički obrađeni podaci uticaja tehnike opturacije na kvalitet adhezije kod uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom, kod određene metode uklanjanja razmaznog sloja prikazani su u Tabeli 57.

Tabela 57: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije uzoraka opturiranih Acroseal silerom i istom metodom URS u odnosu na tehniku opturacije

Statistički parametri	Acroseal i gutaperka			
	EDTA		Laser	
	HLK	Monokona	HLK	Monokon
Broj uzoraka	10	10	10	10
Minimalna vrednost	0	1	1	1
Maksimalna vrednost	3	3	3	3
Prosečna vrednost	1,5	2,00	1,80	2,20
Medijana	1	2	2	2
Mod	1	2	1	2
Standardna devijacija	0,97	0,82	0,79	0,79
Koeficijent varijacije u %	65	41	44	36
Interval pouzdanosti za verovatnoću p=0.95				
- donja granica	0,80	1,42	1,24	1,64
- gornja granica	2,19	2,58	2,36	2,76

Rezultati uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom kod kojih je za uklanjanje razmaznog sloja korišćen rastvor EDTA pokazuju niže prosečne vrednosti u grupi koja je opturirana tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 57). Vrednost medijane i moda su takođe bile niže u toj grupi (Tabela 57). Standardna devijacija i koeficijent varijacije su pokazali drugačiji obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi koja je opturirana monokonom tehnikom što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije (Tabela 57).

Kada govorimo o uzorcima opturiranim Acroseal silerom i gutaperkom kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi koja je opturirana tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 57). Vrednosti medijane i standardne devijacije su takođe bile niže u toj grupi (Tabela

57). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi koja je opturirana monokonom tehnikom što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije (Tabela 57).

Uporedna statistička analiza kvaliteta adhezije uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom kod kojih je razmazni sloj uklanjan određenom metodom, u odnosu na tehniku opturacije, je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 58.

Tabela 58: Kvalitet adhezije uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom, istom metodom URS u odnosu na tehniku opturacije: Kruskal-Wallis test

Materijal	Metod URS	Tehnika opturacije	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
Acroseal gutaperka	EDTA	HLK	10	89,50	105,0	12,52	8,95	0,043
		Monokona	10	120,50	105,0	12,52	12,05	
	Laser	HLK	10	91,0	105,0	12,44	9,10	0,026
		Monokona	10	119,0	105,0	12,44	11,90	

Kada se posmatraju uzorci koji su opturirani Acroseal silerom i gutaperkom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan pomoću EDTA je na osnovu Kruskal-Wallis testa uočava se statistički značajna razlika u kvalitetu zaptivanja između uzoraka koji su opturirani pomoću dve tehnike opturacije ($P < 0,05$; Tabela 58). Bolji kvalitet adhezije je postignut primenom tehnike hladne lateralne kondenzacije (Tabela 57).

Kada se analiziraju uzorci koji su opturirani Acroseal silerom i gutaperkom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom može se reći da je na osnovu Kruskal-Wallis testa bilo statistički značajne razlike u kvalitetu zaptivanja između uzoraka koji su opturirani pomoću dve tehnike opturacije ($P < 0,05$; Tabela 58). Bolji kvalitet adhezije je postignut primenom tehnike hladne lateralne kondenzacije (Tabela 57).

2. Kvalitet adhezije uzoraka opturiranih *RealSeal SE* sistemom

Statistički obrađeni podaci uticaja tehnike opturacije na kvalitet adhezije uzoraka opturiranih *RealSeal SE* sistemom, a kod određene metode uklanjanja razmaznog sloja su prikazani u Tabeli 55.

Tabela 55: Deskriptivna statistika kvaliteta adhezije uzoraka opturiranih *RealSeal SE* sistemom i istom metodom URS u odnosu na tehniku opturacije

Statistički parametri	RealSeal SE			
	EDTA		Laser	
	HLK	Monokona	HLK	Monokona
Broj uzoraka	10	10	10	10
Minimalna vrednost	0	0	0	1
Maksimalna vrednost	1	3	2	3
Prosečna vrednost	0,90	1,60	1,30	2,00
Medijana	1	2	1	2
Mod	1	2	1	2
Standardna devijacija	0,32	1,07	0,67	0,82
Koeficijent varijacije u %	35	67	52	41
Interval pouzdanosti za verovatnoću p=0.95				
- donja granica	0,67	0,83	0,82	1,42
- gornja granica	1,13	2,37	1,78	2,58

Kada se govori o uzorcima opturiranim *RealSeal SE* sistemom kod kojih je za uklanjanje razmaznog sloja korišćen rastvor EDTA može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi koja je opturirana tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 55). Vrednost medijane, moda i standardne devijacije su takođe bile niže u toj grupi (Tabela 55). Koeficijent varijacije je pokazao isti obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi koja je opturirana tehnikom hladne lateralne kondenzacije što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije (Tabela 55).

Kada se govori o uzorcima opturiranim *RealSeal SE* sistemom kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom, može se reći da su niže prosečne vrednosti zabeležene u grupi koja je opturirana tehnikom hladne lateralne kondenzacije (Tabela 55). Vrednost

medijane, moda i standardne devijacije su takođe bile niže u toj grupi (Tabela 55). Koeficijent varijacije je pokazao drugačiji obrazac: niže vrednosti su zabeležene u grupi koja je opturirana monokonom tehnikom što ukazuje da su vrednosti u toj grupi bile homogenije (Tabela 55).

Uporedna sttistička analiza kvaliteta adhezije kod uzoraka opturiranih RealSeal SE sistemom kod kojih je razmazni sloj uklanjan određenom metodom, u odnosu na tehniku opturacije, je urađena pomoću Kruskal-Wallis testa i prikazana u Tabeli 56.

Tabela 56: Kvalitet adhezije uzoraka opturiranih RealSeal SE sistemom i različitim metodama URS u odnosu na tehniku opturacije: Kruskal-Wallis test

Materijal	Metod URS	Tehnika opturacije	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
RealSeal SE	EDTA	HLK	10	83,0	105,0	12,00	8,30	0,034
		Monokona	10	127,0	105,0	12,00	12,70	
	Laser	HLK	10	82,50	105,0	12,34	8,25	0,023
		Monokona	10	127,50	105,0	12,34	12,75	

Kada se posmatraju uzorci opturirani RealSeal SE sistemom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA može se reći da je na osnovu Kruskal-Wallis testa bilo statistički značajne razlike u kvalitetu zaptivanja između uzoraka koji su opturirani pomoću dve tehnike opturacije ($P < 0,05$; Tabela 56). Bolji kvalitet adhezije je postignut primenom tehnike hladne lateralne kondenzacije (Tabela 55).

Kada se posmatraju uzorci opturirani RealSeal SE sistemom, a kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom može se reći na osnovu Kruskal-Wallis testa da je bilo statistički značajne razlike u kvalitetu zaptivanja između uzoraka koji su opturirani pomoću dve tehnike opturacije ($P < 0,05$; Tabela 56). Bolji kvalitet adhezije je postignut primenom tehnike hladne lateralne kondenzacije (Tabela 55).

4.2. Rezultati *in vivo* istraživanja sa statističkom obradom

Na Klinici za za dentalnu patologiju i endodonciju Stomatološkog fakulteta u Pančevu u periodu od januara 2010. godine do januara 2014. godine obavljena je prospektivna klinička studija koja je obuhvatila grupu od 30 pacijenata sa dijagnozom pulpopatije. Pacijenti su podeljeni u tri grupe u odnosu na materijal kojim su zubi opturirani. Praćeni su klinički i radiografski parametri.

Na osnovu kliničkog praćenja endodontski lečenih zuba u određenim vremenskim intervalima, subjektivne tegobe nisu registrovane kod većine pacijenata, ili bolje rečeno, da su bile izražene samo kod jednog pacijenta.

Takođe su, radiografskim praćenjem lečenih zuba, analizirani određeni parametri. Na osnovu komparativnih analiza intraoralnih radiografija zuba po završenoj endodontskoj terapiji i radiografija sa kontrolnih pregleda koji su obavljani na 6, 12, i 24 meseci, nisu zapažene promene u predelu periapeksa ni kod jednog od opturiranih zuba.

Širina, struktura i konture periodontalne membrane su tokom ovih eksperimentalnih perioda bile očuvane (Slike od 24 do 29). U predelu apeksa samo jednog zuba opturiranog sa Acrosealom i gutaperkom, na kontrolnom pregledu posle 6 meseci uočeno je blago proširenje periodontalne membrane i prekid njenog kontinuiteta u predelu apeksa. To je potvrđeno i na narednim kontrolnim radiografijama, a subjektivne tegobe su se javile na kontrolnom pregledu posle godinu dana praćenja, u vidu osetljivosti na perkusiju i fistule.



Slika 24. Radiografija zuba 36 nakon opturacije AH Plus silerom i gutaperkom



Slika 25. Zub 36: kontrolni snimak endodontski lečenog zuba nakon dve godine praćenja



Slika 26. Radiografija zuba 14 nakon opturacije Acroseal silerom i gutaperkom



Slika 27. Zub 14: kontrolni snimak lečenog zuba nakon dve godine praćenja



Slika 28. Radiografija zuba 11 nakon opturacije RealSeal SE sistemom



Slika 29. Zub 11: kontrolni snimak nakon praćenja od dve godine

Podaci kliničkih ispitivanja su statistički obrađeni i predstavljeni tabelarno i grafički.

Distribucija pacijenata po polu u odnosu na ispitivani materijal za opturaciju kanala korena lečenih zuba prikazana je u Tabeli 59.

Tabela 59: Distribucija pacijenata po polu

Pol	AH Plus gut.		Acroseal gut		RealSeal SE		Ukupno	
	br	%	br	%	br	%	br	%
žene	5	50	6	60	4	40	15	50
muškarci	5	50	4	40	6	60	15	50
ukupno	10	100	10	100	10	100	30	100

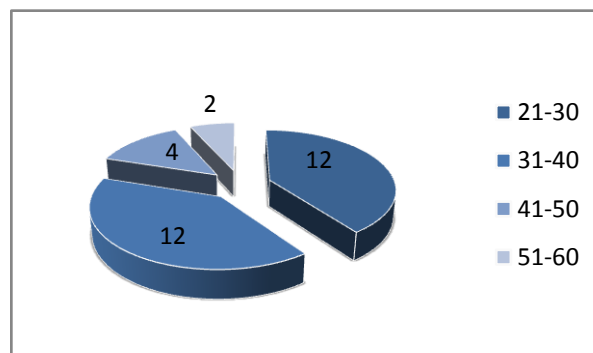
Na osnovu Tabele 59, vidi se da je distribucija pacijenata uključena u studiju bila ujednačena, 50% su činili pacijenti ženskog pola, dok su 50% uzorka činili muškarci. U svakoj grupi ispitivanih materijala je bio isti broj lečenih zuba.

Distribucija pacijenata prema starosti u odnosu na lečene zube i definitivnu opturaciju ispitivanih materijala je prikazana u Tabeli 60.

Tabela 60: Distribucija pacijenata prema stosti u odnosu na broj opturacija različitim materijalima

godine	AH Plus gut.	Acroseal gut.	RealSeal SE	Ukupno
21-30	3	4	5	12
31-40	5	4	3	12
41-50	1	1	2	4
51-60	1	1	0	2
ukupno	10	10	10	30

Iz Tabele 60 se uočava da je najmlađi pacijent imao više od 20 godina, tačnije 21., dok je najstariji pacijent uključen u studiju imao manje od 60. godina, tačnije 55. Iz Grafikona 4. se vidi da je najmanje pacijenata bilo iz grupe preko 51 godinu, samo dva. Četiri pacijenta su bila iz grupe od 41-50. Preostale dve grupe su imale po dvanaest pacijenata.



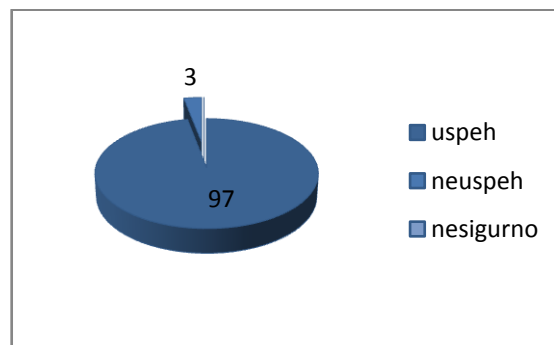
Grafikon 4: Distribucija pacijenata prema stosti

Klinički i radiografski nalaz nakon opservacionog perioda od dve godine prikazan je u Tabeli 61.

Tabela 61: Distribucija uspešnosti ishoda endodontske terapije nakon dvogodišnjeg perioda opservacije testiranih materijala

Materijal	uspeh		neuspeh		nesigurno		ukupno
	Br	%	br	%	br	%	br
AH Plus gut.	10	100	0	0	0	0	10
Acroseal gut.	9	90	1	10	0	0	10
RealSeal SE	10	100	0	0	0	0	10
ukupno	29	97	1	3	0	0	30

Iz Tabele 61, analizirajući uzorak od 30 pacijenata, tj. 30 zuba endodontski lečenih, uspešan terapijski ishod uočen je u 97 % slučajeva, dok je neuspeh prisutan samo kod jednog pacijenta, što iznosi 3% ispitanog uzorka. Distribucija uspešnih, neuspešnih i nesigurnih lečenja je prikazana na Grafikonu 5.



Grafikon 5: Distribucija uspešnosti terapije na nivou celog uzorka u procentima

Rezultati su statistički obrađeni primenom Kruskal-Wallis testa i prikazani u Tabeli 62.

Tabela 62: Analiza uspešnosti endodontske terapije dobijene različitim materijalima: Kruskal-Wallis test

Materijal	N	Suma skorova	Očekivani skorovi H0	Std.Dev H0	Prosečni skorovi	P
AH Plus gut.	10	150,00	155,00	7,07	15,00	1,00
Acroseal gut.	10	165,00	155,00	7,07	16,50	
RealSeal SE	10	150,00	155,00	7,07	15,00	

Na osnovu Kruskal-Wallis testa, može se reći da nije bilo statistički značajne razlike ($P > 0,05$) u kvalitetu endodontske terapije koja je dobijena različitim materijalima za opturaciju (Tabela 62).

5. DISKUSIJA

5.1. Diskusija materijala i metoda

Prvi deo istraživanja je urađen u *in vitro* uslovima, na strogo kontrolisanom uzorku (sveže ekstrahovani mandibularni premolari). Endodontska obrada je izvođena pod direktnom kontrolom oka. Obrada kanala je izvedena mašinski, RaCe proširivačima. Mali moduo elastičnosti Ni-Ti instrumenata, omogućava očuvanje kanalnog oblika pri preparaciji, a jatrogene greške kao što su zipovanje i transportacija svode se na minimum (173). Kada se kompariraju sa ručnim, čeličnim instrumentima, pokazuju bolju otpornost na frakturu (174). U mnogim studijama RaCe mašinski proširivači pokazuju bolje osobine u odnosu na druge mašinske instrumente (175), tj. veću efikasnost u oblikovanju i čišćenju kanala korena (176).

Brojna istraživanja su potvrdila da prisustvo razmaznog sloja i okluzija dentinskih tubula značajno umanjuju adheziju materijala za opturaciju (177). Uklanjanjem razmaznog sloja omogućava se bolja penetracija silera u dentinske tubule i povećava dodirna površina materijala i dentina (26). Brojna istraživanja u pokazala da naizmenična primena NaOCl i EDTA efikasno uklanja razmazni sloj, i to kombinacija 1% NaOCl i 17 % EDTA (178). Uvođenjem lasera u stomatologiju, otvorilo se pitanje njegove efikasnosti u uklanjanju razmaznog sloja, pa brojne studije daju prednost laseru u odnosu na primenu EDTA (57). Baš iz tog razloga uzorci su podeljeni u dve velike grupe u kojima je razmazni sloj uklanjan ili rastvorom EDTA ili laserom.

Zubi su opturirani pomoću dve tehnike opturacije: hladne lateralne kondenzacije i pomoću monokone tehnike. Hladna lateralna kondenzacija je danas najzastupljenija tehnika u praksi (131) i često se koristi u eksperimentalnim istraživanjima (98). Prednosti su dobra kontrola dužine punjenja (132) i lako izvođenje. Monokona tehnika, brza i jednostavna za izvođenje, ne daje idealno zaptivanje. Međutim, postoje brojne studije koje kompariraju ove dve tehnike i ne nalaze statistički značajne razlike među njima (140), (141). Monokona tehnika, sa nizom nedostataka i dalje je tehnika izbora na ovim prostorima, pa je zbog toga izabrana za ova eksperimentalna istraživanja.

U težnji da se savremena endodoncija još više unapredi i da se u kliničkoj praksi koriste materijali sa dobrim adhezivnim svojstvima, javila se ideja za ispitivanjem jačine i kvaliteta adhezije različitih materijala za opturaciju. Ispitivana su tri materijala i to su:

1. **AH Plus**, preparat na bazi epoksi smole, izuzetno dobrih fizičko-hemijskih osobina (179), tema brojnih istraživanja o adheziji (92), (162) u kojima je potvrdio superiornost u odnosu na druge konvencionalne preparate.

2. **Acroseal**, noviji preparat na bazi kalcijum hidroksida u epoksi smoli. Za razliku od standardnih kalcijum hidroksid preparata, dodata mu je smola, da bi se poboljšalo loše zaptivanje koje je karakteristično za silere ove grupe. Iako je veoma prisutan u endodontskoj praksi, nije često bio tema istraživanja.

3. **RealSeal SE** je noviji materijal za opturaciju, još uvek nedostupan na našem tržištu. Osmišljen je da zameni konvencionalni sistem gutaperka-siler. U literaturi se javlja od 2005. godine i tema je mnogobrojnih istraživanja, ali se javljaju i brojne kontraverze po pitanju kvaliteta adhezije koja se njime postiže. Rezultati istraživanja u okviru magistarske teze, koja su se bavila kvalitetom zaptivanja različitih materijala su pokazala da RealSeal nije superioran u odnosu na AH Plus siler (180). Istraživanja su nastavljena primenom drugih metodologija kako bi ovi materijali za našli svoje pravo mesto u endodonciji.

Uprkos neadekvatnoj vezi većine endodontskih silera za dentin kanala korena, adhezija silera koja se postiže hemijskom vezom, frikcijom ili mikromehaničkom retencijom je neophodna da bi se očuvao integritet dodirne površine siler-dentin tokom operativnih procedura ili preparacije kanala za nadogradnju. U eksperimentalnom delu istraživanja korišćene su dve metodologije: *push-out* test i skening elektronska mikroskopija. Adhezija endodontskih silera za intrakanalni dentin se analizira na jednostavnom eksperimentalnom modelu koji je još 1976. godine uveo Grossman, a usavršio Orstavik kada je uveo univerzalnu mašinu za testiranje fizičkih sila u svakodnevnu eksperimentalnu praksu (181). *Push-out test* je efikasan i lako ponovljiv (182). On je najprihvatljiviji, imitira kliničke uslove, a prednost ovog testa je što su i slabe veze pojedinih silera ipak merljive i komparabilne.

Skening elektronska mikroskopija se koristi u endodonciji za analizu strukture dentinskih zidova, za analizu površine materijala za punjenje, kao i za analizu adaptacije materijala za opturaciju za dentinske zidove kanala korena (183). Kvalitativna procena se bazira na adaptaciji materijala tj, uočavanju zjapova, ali i na uočavanju smolnih produžetaka koji ispunjavaju dentinske tubule (162). U ovoj studiji kvalitativna analiza je urađena na osnovu skale u kojoj su rangirani rezultati adaptacije materijala za dodirnu površinu. Rezultati su očitani na tri mesta, a najbolji rezultat je uzet kao referentan.

Drugi deo istraživanja je baziran na kohortnoj, prospektivnoj kliničkoj studiji. Kliničke studije mogu biti prospektivne i retrospektivne, i naravno, i jedne i druge imaju svoje prednosti i mane. Prospektivne studije su detaljnije i daju više podataka, jer su svi detalji određeni i utvrđeni pre početka studije. Prvo se postavi metodologija, odabere uzorak, uradi eksperiment i onda se pristupi praćenju. Nedostaci ovih studija su vezani za dug period praćenja, za rasipanje pacijenata tokom tog perioda, visoku cenu i potrebno je više vremena nego kod retrospektivne studije. Prvu veliku epidemiološku studiju je objavio Strindberg 1956 godine (168) i time dao model za prospektivnu kliničko-radiološku kohortnu studiju. Do nedavno je njegov model studije korišćen kao osnovni model kliničkih studija. Definisani su brojni faktori koji utiču na prognozu lečenog zuba. Smatra se da pojedini faktori manje ili više utiču na ishod terapije: vitalitet pulpe, postojanje preoperativno periapikalne lezije, dužina perioda opservacije, ali i uzrast, pol pacijenta, lokalizacija zuba, kao i broj lečenih kanala u zubu. Danas se zna da prognoza zuba najviše zavisi od preoperativnog statusa pulpe, uključujući prisustvo ili odsustvo radiografski uočljive periapikalne lezije (184). Generalno je prihvaćeno da zubi sa vitalnom pulpom imaju bolju prognozu nakon endodontskog tretmana. Zbog toga su kliničku studiju uključeni samo zubi sa vitalnom pulpom, sa dijagnozom pulpopatije, bez uočljive periapikalne rarefikacije. Endodontski su obrađeni na isti način i opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije. Cilj je bio da varijabla koja se ispituje bude materijal za opturaciju, da bi se nakon dvogodišnjeg perioda opservacije dobili jasnu predstavu o uspehu pojedinih materijala. Drugim rečima, uticaj drugih varijabli je bio sveden na minimum.

5.2. Diskusija eksperimentalnih ispitivanja

5.2.1. Diskusija rezultata dobijenih *Push-out* testom

Ispitujući **adhezivnost testiranih materijala**, najbolju adheziju za dentin kanala korena su ostvarila dva materijala: AH Plus siler sa gutaperkom i RealSeal SE sistem. Na osnovu prosečnih vrednosti, kada su upoređeni svi ispitivani uzorci, kod grupa opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom zabeležene su najviše vrednosti adhezije merene u MPa, ali one nisu bile statistički značajne u odnosu na vrednosti dobijene u grupi opturiranoj RealSeal SE sistemom. Acroseal siler sa gutaperkom je bio statistički značajno lošiji od druga dva testirana materijala. Isto tako, kada su upoređeni materijali u okviru grupa prema metodi uklanjanja razmaznog sloja (EDTA ili laser) dobijeni su isti rezultati. Na još detaljnijem nivou kada su upoređivani u grupama koje su odredili i metoda uklanjanja razmaznog sloja i tehnika opturacije, AH Plus i gutaperka su pokazali najviše vrednosti merene u MPa, ali ne statistički bolje od RealSeal-a, dok je Acroseal davao uvek statistički značajno lošije rezultate.

Dobijeni rezultati dobre adhezivnosti AH Plus silera su u saglasnosti sa mnogobrojnim studijama (124,125,162). U svojoj studiji Fisher (126), *Push-out* testom upoređuje adheziju različitih silera (Kerr EWT, AH Plus, Epiphany, Activ GP i EndoREZ). Uzorci su opturirani monokonom tehnikom. AH Plus siler je dao najbolje rezultate. Takođe, Vilanova (185) je sa saradnicima upoređivala jačinu adhezije uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan kombinacijom 1% NaOCl i 17% EDTA, a uzorci su bili opturirani monokonom tehnikom. Na osnovu *Push-out* testa bolju adheziju je ostvario AH Plus siler sa gutaperkom u odnosu na Resilon sistem. Objašnjenje za dobru adheziju AH Plus silera može se naći u kovalentnoj vezi između otvorenog epoksidnog prstena sa bilo kojom amino grupom iz kolagenog matriksa. Sa druge strane, još jače sile su uočene između gutaperke i silera zbog hemijskog vezivanja preko otvorenih epoksi prstenova. Naravno, na adheziju utiču izuzetno dobre osobine silera na bazi epoksi smole kao što su mala kontrakcija pri sleganju i dugotrajna dimenziona stabilnost.

Dobro zaptivanje AH Plus silera je dokazano i u studijama mikrocurenja (122), (123). AH Plus je siler koji u mnogim komparativnim studijama ispitivanja zaptivanja,

metodom prodora boje pokazuje superiornost u odnosu na druge konvencionalne materijale (186–188). U *in vitro* ispitivanju bakterijskog mikrocurenja pokazuje značajnu superiornost u odnosu na siler na bazi kalcijum hidroksida (186). Sileri na bazi epoksi smola u poređenju sa drugim konvencionalnim silerima pokazuju bolju adheziju i za dentin i za gutaperku (80).

Na osnovu dobijenih rezultata, RealSeal je pokazao dobru adhezivnost, podjednako dobru kao AH Plus siler. Dobra adhezija RealSeal sistema može se objasniti sposobnošću izgradnje monobloka u kome dentin kanala korena, siler i konus grade jednu kohezivnu jedinicu. U restaurativnoj stomatologiji mikromehanička retencija se ostvaruje pomoću reakcije baznih monomera koji demineralizuju hidroksiapatit i olakšavaju penetraciju u dentinske tubule (189). Po ovom principu je lansiran novi metakrilatni siler četvrte generacije RealSeal SE sa osobinom samonagrizanja. U siler su dodati 2-hidroksietil metakrilat i kisele smole metakrila, koje obezbeđuju samonagrizanje. Adhezija se postiže mikromehaničkom retencijom smole koja se inkorporira u delimično demineralizovan kolageni matriks. Treba uzeti u razmatranje i sporu hemijsku reakciju vezivanja metakrilatnih SE silera baziranu na produženoj plastičnosti koja smanjuje kontrakciju pri sleganju (190). Ovi sileri se lakše ulivaju u dentinske tubule i stvaraju veći broj smolastih produžetaka koji poboljšavaju mikromehaničku retenciju.

Resilon je pokazao dobre rezultate u studijama mikrocurenja. Prvo, u studijama pasivnog prodora boje je dao bolje rezultate od konvencionalnih silera. Tako je Bodrumlu (191) u svom eksperimentalnom istraživanju upoređivao apikalno zaptivanje tri različita silera: RealSeal, AH Plus i AH 26. Uzorci su opturirani hladnom lateralnom kondenzacijom, a metodologija istraživanja je bila pasivni prodor boje. RealSeal je pokazao statistički značajno manje apikalno mikrocurenje u odnosu na druga dva materijala. Aptekar (128) je koristio istu metodu mikrocurenja - pasivni prodor bojenog rastvora (plavo mastilo), kako bi uporedio zaptivanje kod zuba opturiranih sa RealSealom i Tublisealom. RealSeal je pokazao manje mikrocurenje u odnosu na preparat na bazi cink oksid eugenola. U novijim studijama Resilon se uvek komparira samo sa AH Plus silerom i u studiji prodora boje daje superiornije rezultate (192). Bolji rezultati su postignuti i u studijama sa glukozom (193), kao i u studijama u kojima se mikrocurenje

ispitivalo filtracijom fluida (194). Na osnovu rezultata studija mikrocurenja moglo se očekivati da će i kod fizičkih testiranja ostvariti bolje rezultate. Bolji rezultati su i dobijeni u poređenju sa silerima na bazi sink oksid eugenola (195). Međutim, u literaturi dominira mišljenje da je jačina athezije RealSeala dobijena *Push-out testom* manja od one koja je ostvarena AH Plus silerom i gutaperkom (129), (126), (106). U ovom istraživanju, AH Plus je pokazao najjaču vezu merenu u MPa za dentin, ali ona nije bila statistički značajno bolja od RealSeal SE sistema. Objašnjenje za ovu razliku treba tražiti u metodologiji samog istraživanja. Teg kojim je delovano na opturacioni materijal je bio promera 1,2 mm, dok u literaturi dominira prečnik od 0,7 ili 1 mm. Naučno je dokazano da veličina tega utiče na jačinu izmerene sile (167). Rezultati ovih istraživanja su delimično u saglasnosti sa rezultatima Akisue (196). U svom istraživanju on je upoređivao adheziju različitih silera (AH Plus, Acroseal, RealSeal i EndoREZ) *Push out* testom. Teg kojim je delovano na punjenje je bio prečnika kao u našem istraživanju, 1,2 mm. Tehnika opturacije je bila monokona. Najjaču vezu za dentin je ostvario RealSeal i to statistički značajno bolju od ostalih silera. Nakon ovog materijala, dobru adheziju pokazao je AH Plus, pa Acroseal. Razlika u rezultatima bi se mogla objasniti razlikom u generacijama primenjenog materijala: primenom samonagrizajućeg RealSeal silera u ovom radu, kao i primenom RealSeala treće generacije sa prajmerom u radu Akisue. Neke studije pokazuju da RealSeal treće generacije ostvaruje bolju adheziju za dentin u poređenju sa silerom četvrte generacije, tj. Real Seal SE silerom (197).

U poređenju sa ostalim ispitivanim materijalima Acroseal je ostvario najlošiju adheziju. Pojedini autori ga svrstavaju u silere na bazi epoksi smole, a pojedini u silere na bazi kalcijum hidroksida. Sileri na bazi kalcijum hidroksida ostvaruju lošu vezu i sa dentinom i sa gutaperkom (80). Oni se češće koriste zbog antimikrobnog dejstva i velikog reparacionog potencijala. Pored ovih dobrih osobina, veoma velika dimenziona nestabilnost vezana za njihovu osetljivost na vlagu i apsorpciju dovodi do lošeg zaptivanja. U određenim istraživanjima je dokazano da se najveći gubitak mase silera u tečnosti javlja kod silera na bazi kalcijum hidroksida i cink oksid eugenola, a najmanje kod silera na bazi epoksi smola (198). Acroseal zbog dodate smole, pokazuje bolju adheziju kada se komparira sa ostalim silerima iz grupe kalcijum hidroksida. U poređenju sa silerima na bazi smole, adhezija koju ostvaruje za zidove dentina je lošija

(199). Naši rezultati su u saglasnosti sa drugim studijama (196). Upoređujući jačinu veze dobijenu *Push out* testom, Acroseal je pokazao lošije rezultate u odnosu na rezultate AH Plus i RealSeal silera.

Analize prirode raskinute veze su u korelaciji sa rezultatima *Push-out* testa. Sa povećanjem jačine vezivanja materijala za dentin, kidanje veze se ne dešava na površini siler- dentin, već dolazi do pucanja veza unutar samog silera (80). Pri tome siler ostaje na dentinskim zidovima, i veza se smatra kohezivnom. U Acroseal grupi, gde je zapažena najniža prosečna vrednost jačine adhezije, priroda veze je dominantno bila adhezivna. Pucanje veze se dešavalo na nivou siler- dentin, što govori da siler nije ostvario dobru vezu sa dentinskim zidom. Sa povećanjem prosečnih vrednosti adhezivnosti testiranih materijala, kao u AH plus i RealSeal grupi smanjivala se adhezivna priroda raskinute veze, a povećavala mešovita, ka kohezivnoj. To nam govori da je siler penetrirao u dentinske tubule i ostvario dobru vezu sa dentinom. Pri dejstvu sile došlo je do pucanja u samom materijalu, jer je ostvarena veza bila dobra i teško raskidiva.

U drugom delu, *Push-out* testom upoređivane su **metode uklanjanja razmaznog sloja**. Kada se upoređivao ceo uzorak, bez obzira na ostale varijable, kod zuba tretiranih rastvorom EDTA zabeležene su jače sile adhezije, nego kod onih uzoraka kod kojih je razmazni sloj uklanjan laserom. Posebno polje istraživanja je direktno vezano za uticaj sredstava za uklanjanje razmaznog sloja na adheziju materijala za opturaciju. Pecora i saradnici su upoređivali uticaj uklanjanja razmaznog sloja sa EDTA i Er:YAG laserom na kvalitet adhezije pet silera na bazi epoksi smole (AH Plus, TopSeal, Sealer 26, AH 26, Sealer Plus) *Push out* testom (200). Došli su do zaključka da je adhezija silera lošija u kontrolnoj grupi u odnosu na grupe gde je razmazni sloj uklanjan. Takođe je postojala statistički značajna razlika između dve metode uklanjanja, pri čemu je Er:YAG laser dao bolje rezultate.

U jednoj drugoj studiji (201), proučavan je uticaj EDTA i Er:YAG lasera na adheziju različitih silera na bazi kalcijum hidroksida (Sealer 26, Apexit, Sealapex) *Push-out* testom. Na osnovu rezultata zaključeno je da uklanjanje razmaznog sloja povećava adheziju silera za dentin. Da je kod opturacije Sealer-om 26 veća adhezija postignuta u grupi kod koje je razmazni sloj uklanjan Er:YAG laserom. Kod Apexita i

Sealapexa, metoda uklanjanja razmaznog sloja nije imala značajan uticaj na adheziju materijala.

Jedna novija studija iz 2010 (202) je upoređivala adheziju različitih silera (Epiphany, AH Plus i Apexit plus) nakon različitih irigacionih protokola koristeći *Push-out* test. Najbolja adhezija je očitana u grupama opturiranim sa AH Plus silerom, bez značajne razlike u načinu uklanjanja razmaznog sloja.

Već je poznato da uklanjanje razmaznog sloja omogućava bolju penetraciju silera u dentinske tubule (203). Samim tim se povećava površina vezivanja i uspostavljanje dobre adhezije. Pretretman površine sa EDTA doveo je do boljih rezultata adhezivnosti nego pretretman laserom ($P < 0,05$). Objašnjenje se može naći u SEM analizama dentina kanala korena nakon uklanjanja razmaznog sloja helatnim sredstvom ili laserom. Rezultati određenog broja studija pokazuju da se razmazni sloj uklanja uspešnije sa rastvorom EDTA nego primenom Er:YAG lasera (204). Površina bez razmaznog sloja sa otvorenim dentinskim tubulima omogućila je bolju mikromehaničku retenciju i bolju adheziju materijala.

Razlika u rezultatima se može objasniti i razlikom u izboru parametara za lasersko uklanjanje razmaznog sloja. Picoli (201) ispituje uticaj primene EDTA i lasera na adhezivnost AH 26 silera i nalazi da pretretman laserom daje bolje rezultate. Parametri koje koristi imaju ukupnu snagu od 2,25 W. Parametri korišćeni u ovom radu imaju ukupnu snagu 1,8 W. U svim istraživanjima gde je Er:YAG laser dao bolje rezultate od rastvora EDTA, snaga ablacije je bila veća nego u ovom istraživanju.

Kada se posmatra razlika u metodama uklanjanja razmaznog sloja u okviru svakog ispitivanog materijala, bolja adhezija AH Plus silera i Acroseal silera je ostvarena nakon tretiranja rastvorom EDTA, dok kod uzoraka opturiranih RealSeal-om nije bilo razlike između ove dve tehnike. Rezultati ovih istraživanja su u saglasnosti sa rezultatima Akisue (196). Upoređivan je uticaj lasera i helatnog sredstva na adheziju materijala testiranu *Push-out* testom. Bolji rezultati su ostvareni primenom helatnog sredstva. Objašnjenje je već dato i vezano je za sposobnost helatnog sredstva da uklanja razmazni sloj. Kod uzoraka opturiranih RealSeal-om, nije bilo razlike u adheziji, bez obzira na pretretman. Poznato je da sileri na bazi metakrilata treće generacije, zbog prisustva prajmera ne zahtevaju uklanjanje razmaznog sloja. Real Seal SE, je siler iz četvrte generacije kod koga su delovi prajmera inkorporirani u siler. Iako zahteva

uklanjanje razmaznog sloja, verovatno je manje osetljiv na njegovo prisustvo od silera iz grupe epoksi smola, pa tehnika uklanjanja razmaznog sloja ne utiče u toj meri na adhezivnost ovog silera.

Kod uzoraka opturiranih Acroseal silerom i RealSeal Se sistemom nije bilo promena ni na sledećem nivou. Jedino se kod AH Plus silera javila razlika. Nakon opturacije tehnikom HLK, bolja adhezija je očitana kod uzoraka gde je razmazni sloj uklanjan sa EDTA, dok primena monokone tehnike, nije dala razliku među metodama za uklanjanje razmaznog sloja. Jedino logično objašnjenje za ovakav rezultat je da i tehnika opturacije i metoda uklanjanja razmaznog sloja utiču na adhezivnost materijala za opturaciju. Neki materijali su osetljiviji na postojanje razmaznog sloja od drugih. Kada se tome pridoda i kvalitet tehnike opturacije, dobiju se razlike u rezultatima.

U trećem delu upoređivane su **tehnike opturacije**, tj da li je bolja adhezija materijala ostvarena nakon hladne lateralne kondenzacije ili nakon primene monokone tehnike. Kroz sve nivoe istraživanja, hladna lateralna kondenzacija je pokazala statistički značajno bolje rezultate. U dostupnoj literaturi, nema istraživanja koja se bave proverom uticaja tehnike punjenja na adheziju materijala *Push-out* testom. Ali postoji dosta studija koje upoređuju tehnike opturacije drugim metodologijama. Pommel i Camps (205) su upoređivali kvalitet zaptivanja različitih tehnika za opturaciju: monokone, HLK, vertikalne kondenzacije, Termafil i Sistem B tehnike koristeći siler na bazi cink oksid eugenola i došli do zaključka da se primenom monokone tehnike uočava najlošije zaptivanje. Do sličnih rezultata su došli i drugi autori, koji su metodom bakterijske penetracije ustanovili da se monokonom tehnikom dobijaju najlošiji rezultati (206). Jedna novija studija (207) komparira kvalitet zaptivanja monokone i tehnike hladne lateralne kondenzacije metodom pasivnog prodora metilen plavog. Bitno je da su u studiji ispitivni isti materijali (AH Plus i Resilon) i da su korišćeni konusi iste veličine i koničnosti kao u našem istraživanju. Zaptivanje postignuto tehnikom hladne lateralne kondenzacije je bilo statistički značajno bolje. Objašnjenje rezultata možda treba tražiti u samom izvođenju tehnike i debljini silera koja se javlja u kanalu. Iako je kod obe tehnike siler unošen ručno, da bi se postigao što tanji sloj, sama tehnika kompakcije, sabija gutaperku i istiskuje višak silera. Kod monokone tehnike iako je nakon preparacije kanala korena izabran konus iste koničnosti, jasno je da siler ostaje u

debljem sloju zbog kompleksnosti samog kanalnog sistema. Dosadašnje studije pokazuju da je tanak sloj silera poželjan, jer siler u debljem sloju puca i predstavlja locus minoris za uspostavljanje dobre adhezije.

5.2.2. Diskusija rezultata dobijenih skening elektronskom mikroskopijom

U prvom delu istraživanja **upoređivana je adaptacija ispitivanih materijala** za dentinske zidove, bez obzira na metodu uklanjanja razmaznog sloja i tehniku opturacije. Rezulti dobijeni očitavanjem skening fotomikrografija pokazali su da je najbolji kvalitet adhezije dobijen primenom AH Plus silera i gutaperke, ali nije bio statistički značajno bolji od adhezije ostvarene primenom RealSeal sistema. Rezultati su pokazali da je najlošije zaptivanje ostvareno primenom Acroseal silera i to značajno lošije od druga dva testirana materijala. Kada su materijali komparirani u okviru grupe za uklanjanje razmaznog sloja, dobijeni su isti rezultati, bez obzira da li je razmazni sloj uklanjajući primenom rastvora EDTA ili laserom. I na još detaljnijem nivou, rezultati su bili isti.

U literaturi se javljaju oprečna mišljenja. Tako, bolje rezultate u pojedinim studijama ostvaruje AH Plus siler kompariran sa Resilon i Resilon SE sistemom (155), kao i sa Endo-Rez silerom (97), (129). Opet, drugi autori prednost daju Resilonu. Tako Aptekar (128) na osnovu studija mikrocurenja i SEM-a prednost daje Resilon sistemu, a kvalitet veze objašnjava nastankom monobloka.

Rezultati ovih istraživanja su u saglasnosti sa rezultatima drugih studija. Tako Shokouhinejad (208) ispituje dubinu penetracije silera u dentinske tubule primenom SEM-a i nalazi da nije bilo statistički značajne razlike između AH Plus silera i Epiphany SE sistema. Slične rezultate dobija i Tay (144). On komparira kvalitet zaptivanja Resilon sistema i AH Plus silera sa gutaperkom pomoću skening elektronske mikroskopije. Razmazni sloj je uklanjajući kombinacijom NaOCl i EDTA. Takođe, Rouhani (209) u svom istraživanju ne nalazi razliku u kvalitetu adhezije između ova dva materijala.

Iako su pokazali najbolju adaptaciju, ona nije idealna, jer su u obe grupe očitani rezultati pokazali prisustvo zjapa na dodirnoj površini materijal-dentin. Ostvarivanje nezadovoljavajuće veze sa dentinskim zidom, koje je očitano kod oba silera može se

objasniti nekompletnom polimerizacijom silera i samom geometrijom korena. Kako se odvija reakcija hemijske polimerizacije, raste viskoznost materijala, a smanjuju se pokretljivost molekula i broj hemijskih reakcija. To rezultira nemogućnošću da se polimerizacija materijala na bazi smola završi 100 % (210). Još veći značaj na zaptivanje materijala za opturaciju ima korelacija stepena konverzije polimernih materijala i njihova kontrakcija pri polimerizaciji (211). Geometrija kanala korena utiče na C faktor (faktor konfiguracije kaviteta). Visok C faktor dovodi do nastanka zjapa na dodirnoj površini materijal-dentin u toku kontrakcije pri polimerizaciji (103),(212). C faktor je definisan kao odnos vezivnih i nevezivnih površina kaviteta. Na njega negativno utiču povećanje dužine kanala korena, smanjenje dijametra kanala kao i smanjenje smole u samom materijalu za opturaciju (144). Poznato je da je dužina dodirne linije dentina i materijala veća od debljine materijala u samom kanalu korena (213), što uslovljava veću kontrakciju u aksijalnom nego u transverzalnom smeru. Veća kontrakcija koja se javlja longitudinalno je verovatno odgovorna za nastanak zjapa. Ipak, bolji rezultati koje je ostvario AH Plus siler mogu se vezati za njegovo duže vezivanje u odnosu na RealSeal SE siler. Dokazano je da se sileri ulivaju u dentinske tubule zahvaljujući kapilarnosti. Sa dužim vremenom vezivanja, bolja je ulivnost silera u tubule. Boljom penetracijom silera ostvaruje se i bolja adaptacija materijala za dentin kanala korena. Treba napomenuti da je ovo metodologija u kojoj i sama priprema uzoraka može dovesti do nastanka zjapa na dodirnoj površini.

Očitavanjem skening fotomikrografija dobijeni su lošiji rezultati adaptacije Acroseal silera. U dostupnoj literaturi ne postoji mnogo SEM studija koje proučavaju kvalitet adaptacije ovog silera. Naši rezultati su u saglasnosti sa rezultatima koje je dobio Balguerie (94). On je upoređivao adaptaciju i penetraciju različitih silera (Acroseal, Endobtur, Ketac-Endo, AH Plus i RSA) u dentinske tubule. Najbolje rezultate je ostvario AH Plus siler sa gutaperkom, značajno bolje od Acroseal silera. U jednom istraživanju iz 2008 godine (214) komparirani su Acroseal i Gutta-Flow. Gutta-Flow je ostario bolju adaptaciju, ali je i Acroseal siler pokazao dobro vezivanje za dentin kanala korena. Takođe, merenjem penetracije u dentinske tubule SEM-om, De-Deus komparira tri različita silera, jedan od njih je Sealapex, siler na bazi kalcijum hidroksida. Sealapex je pokazao najlošiju penetraciju u dentinske tubule kada se upoređuje sa AH Plus i Pulp Canal Sealer-om (215). Loša adaptacija Acroseal silera se

pripisuje njegovim osobinama koje su nasleđene od kalcijum hidroksid silera, kao što su rastvorljivost i dimenziona nestabilnost.

U drugom delu istraživanja proučavan je **uticaj metode uklanjanja razmaznog sloja** na kvalitet adhezije ispitivanih materijala. Kada je posmatran celokupan uzorak, bolji rezultati, sa statističkom značajnošću su ostvareni kod grupe kod koje je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA. Dokazano je da pretretman dentina različitim hemijskim sredstvima može da dovede do hemijskih i strukturalnih promena u humanom dentinu, što se odražava na osobine kao što su propustljivost i rastvorljivost (216). Ove promene mogu značajno da utiču na ostvarenu adheziju materijala za opturaciju za dentin kanala korena (217). Pojedini autori prednost daju pretretmanu rastvorom EDTA. U jednoj savremenoj studiji je proučavan uticaj različitih tehnika za uklanjanje razmaznog sloja na zaptivanje dva silera na bazi epoksi smole (218). Mikrocurenje je praćeno metodom filtracije fluida i SEM-om. Rezultati SEM-a su bili u korelaciji sa rezultatima filtracije fluida. Grupa tretirana rastvorom EDTA i opturirana AH Plus silerom je pokazala najmanje mikrocurenje, dok je grupa tretirana laserom i opturirana Hybrid Root Seal silerom sa Resilon konusom pokazala najveće mikrocurenje. Kod oba ispitivana materijala bolje zaptivanje je ostvareno u grupi gde je razmazni sloj uklanjan pomoću rastvora EDTA, što je u saglasnosti sa našim rezultatima na nivou celog uzorka.

Međutim, kada su komparirane tehnike za uklanjanje razmaznog sloja u okviru materijala (AH Plus, RealSeal i Acroseal), grupe tretirane rastvorom EDTA su dale bolje rezultate, ali nije bilo statistički značajne razlike između ove dve tehnike ni kod jednog ispitivanog materijala. Na još detaljnijem nivou u okviru šest grupa koje su određene i materijalom i tehnikom uklanjanja razmaznog sloja, nije bilo statistički značajne razlike u tehnici uklanjanja razmaznog sloja. U literaturi nema dostupnih studija, pa se objašnjenje može tražiti u drugim metodologijama. U studiji koju je uradio Mello (219) kompariran je uticaj EDTA i Er:YAG lasera na apikalno zaptivanje različitih silera (Sealapex, Ketac-Endo, AH Plus, N-Rickert) metodom pasivnog prodora boje. Nije bilo statistički značajne razlike u zaptivanju nakon primene dve različite tehnike za uklanjanje razmaznog sloja. Takođe u jednoj studiji iz 2006. godine (220) ispitivan je uticaj pretretmana Er:YAG laserom na zaptivanje 4 različita silera (Endofill, N-Rickert, Sealapex i Sealer 26). Uzorci su opturirani tehnikom hladne lateralne

kondenzacije, a mikrocorenjenje je utvrđivano prodorom indijskog mastila. Nije bilo statistički značajne razlike u zaptivanju između grupe tretirane laserom i kontrolne grupe.

Ako se osvrnemo i objašnjenje potražimo u sposobnosti rastvora EDTA i lasera da uklone razmazni sloj, nalazimo oprečna mišljenja. Tako, Kalyoncuoglu (204) u svojoj SEM analizi dolazi do zaključka da EDTA bolje uklanja razmazni sloj od Er:YAG lasera. Parametri u Kalyoncuoglu–ovom istraživanju su bili kao parametri našeg eksperimenta: 120 mj, 15 Hz, ukupna snaga od 1,8 W. Međutim, korišćene su različite koncentracije natrijum hipohlorita. Slične rezultate dobijaja i Kivanc (56). Sa druge strane, pojedini autori prednost daju laseru. Tako Takeda (54), skening elektronskom mikroskopijom ispituje efikasnost uklanjanja razmaznog sloja i nalazi da Er:YAG laser efikasnije uklanja razmazni sloj od EDTA, kao i od fosforne i limunske kiseline. Parametri koje je koristio su bili niži od naših: 100 mj, 10 Hz i ukupna snaga od 1W. Takeda i u drugim studijama potvrđuje superiornost lasera u uklanjanju razmaznog sloja (221).

Postoje studije koje su u saglasnosti sa rezultatima naših istraživanja. U jednoj SEM studiji (222) je upoređivana efikasnost uklanjanja razmaznog sloja između EDTA, limunske kiseline i Er:YAG lasera. Nije bilo statistički značajne razlike u kvalitetu uklanjanja razmaznog sloja. Neosporno je da tehnike za uklanjanje razmaznog sloja ne moraju da isključuju jedna drugu, nego mogu i da se nadopunjuju. Tako kombinacija EDTA i Er:YAG lasera daje odlične rezultate u uklanjanju razmaznog sloja (57), mnogo bolje od rezultata dobijenih pojedinačnim dejstvom ispitivanih tehnika.

U trećem delu istraživanja ispitivan je **uticaj tehnike opturacije** na kvalitet adhezije ispitivanih materijala. Na sva tri nivoa, postojala je statistički značajna razlika među tehnikama. Uzorci opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije su imali statistički značajno bolju adaptaciju za dentin kanala korena od onih koji su opturirani monokonom tehnikom. Odnos silera sa dentinom kanala korena je određen vrstom materijala, ali i debljinom samog silera i direktno utiče na mikrocorenjenje. Kada se siler nalazi u debljem sloju, kontrakcija zbog vezivanja može biti značajna sa nastankom zjapa na dodirnoj površini. U jednoj studiji (223) je konfokalnom skening elektronskom mikroskopijom komparirana penetracija AH Plus silera, kao i debljina i integritet

površine nakon primene različitih tehnika opturacije (monokone, hladne lateralne kondenzacije i Termafil tehnike). Najtanji sloj silera oko gutaperke je postignut Termafil tehnikom, dok se najdeblji sloj javio kod primene monokone tehnike. Sama morfologija kanala korena igra veliku ulogu u debljini silera koja se postiže primenom monokone tehnike opturacije. Veliki nedostatak monokone tehnike je adaptacija silera za dentin u srednjoj i koronarnoj trećini iregularnih kanala (224), zbog čega je povećana debljina silera u tom delu korena zuba (225). Ovim se objašnjava uspešnost monokone tehnike kod ovalnih kanala, tj. u apikalnoj trećini kanala. U našem istraživanju najlošiji rezultat je uzet kao referentan, a to je rezultat iz koronarne ili srednje trećine, pa se i time objašnjava velika razlika između dve tehnike opturacije.

5.3. Diskusija kliničke studije

Rezultati kliničke studije su pokazali da nakon praćenja u trajanju od 2 godine nije bilo statistički značajne razlike u uspešnosti terapije koja je izvedena različitim materijalima za opturaciju. Iako je uzorak bio mali, pokazano je da i materijali koji su u eksperimentalnim uslovima bili dokazano lošijih karakteristika, u kliničkim uslovima su dali dobre rezultate, tj. zubi opturirani ovim materijalima imali su dobru prognozu tokom praćenja.

Klinička studija je obuhvatila 30 pacijenata odabranih metodom slučajnog izbora sa dijagnozom pulpopatije. U celokupnom uzorku, 50 % pacijenata je bilo muškog, a 50 % ženskog pola. Uzorak je podeljen u tri grupe, u zavisnosti od materijala kojim su zubi opturirani. Svaka grupa je praćena kroz dvogodišnji period, klinički i radiografski.

Pacijenti uključeni u istraživanje bili su različite starosti. Najmlađi pacijent je imao 21. godinu, dok je najstariji imao 55 godina. Većinu uzorka su činili pacijenti od 21- 40 godina. U grupi od 41-50 bila su četiri pacijenta, dok su u grupi od 51 do 60 godina bila samo dva pacijenta. Starost pacijenata može da utiče na adheziju ukoliko se u obzir uzmu promene koje nastaju u građi dentina sa starenjem, tj. sklerotične promene koje dovode do smanjenja broja dentinskih tubula, kao i smanjenja njihovog volumena. Propustljivost dentina je povezana sa mikromehaničkom retencijom koja je odgovorna

za adheziju. Dobri rezultati i mali uzorak nisu nam dali prostora da ispitujemo detaljno ovu korelaciju. Sa druge strane, većinu uzorka činili su pacijenti do 40 godina stosti, kod kojih promene uslovljene starenjem nisu došle do izražaja.

U toku dvogodišnjeg perioda praćeni su klinički i radiografski parametri. Kod pacijenata je nakon anamneze urađen klinički pregled lećenog zuba. Prisustvo bola, (spontanog i na zagrižaj), prisustvo fistule, osetljivosti na perkusiju i palpaciju smatrani su znakom neuspešne terapije. Kod jednog pacijenta iz grupe koja je opturirana Acroseal silerom i gutaperkom, nakon godinu dana došlo je do pojave spontanog bola na lećenom zubu. Terapija je smatrana neuspešnom, i zub je ocenjen brojem 2. Kod svih ostalih zuba nije bilo znakova subjektivnih tegoba i procena njihovog stanja je izvršena radiografski. Na osnovu radiografske procene, utvrđeno je da kod svih preostalih ispitivanih zuba nije bilo znakova patoloških promena na periapikalnim tkivima, tako da se terapija smatrala uspešnom. Kada su statistički upoređeni dobijeni rezultati, utvrđeno je da ne postoji razlika u uspešnosti terapije postignute različitim materijalima.

Jednu od prvih kliničkih studija sa silerom na bazi metakrilata su uradili Zmener i Pameijer. Ustvari, oni su u periodu od 2004 do 2012. objavili seriju retrospektivnih kohortnih studija o zubima čiji su kanali opturirani gutaperkom sa EndoRez-metakrilatnim silerom, bazirajući se na radiografskom i kliničkom ispitivanju. Podaci su inicijalno kategorizovani na osnovu prisustva ili odsustva znakova apikalnog parodontitisa. Tako da je uspeh zabeležen u 91,3 % svih slučajeva nakon 2 godine (226), dok je nakon 10 godina iznosio 90,8 % (227). U ovim studijama nije bilo komparacije među materijalima, ali su autori na osnovu literaturnih podataka zaključili da EndoRez poseduje slične osobine kao i konvencionalni materijali. Zaključak je bio da novi materijal, nije boljih kliničkih performansi u odnosu na konvencionalne, ne vezujuće silere.

Postoji nekoliko studija koje ispituju kliničku vrednost Resilona. Prva je prospektivna klinička studija, u kojoj je radiografski i klinički praćen ishod terapije na 21-om zubu opturiranom Resilonom (228). Nakon jednogodišnjeg praćenja, rezultati su izneti kvalitativno, ali s obzirom da nije postojala kontrolna grupa sa gutaperkom, nije donesen zaključak o tome koji je materijal bolji ali je u zaključku navedeno da se smatra da će novi materijal u budućnosti uspešno zameniti gutaperku. Drugu studiju je uradio

Conner (229). To je bila retrospektivna studija bazirana na radiografskim i kliničkim parametrima, bez komparativne grupe sa gutaperkom. U ovoj studiji, uspešnost je nakon godinu dana uočena kod 89,4 % ispitivanih slučajeva. Autori su zaključili da je kod kanala opturiranih sa novim materijalom sličan stepen izlečenja kao kod konvencionalnih materijala, oslanjajući se na literaturne podatke. Treću studiju je objavio Cotton (171). Praćena su 103 endodontski lečena zuba. Nakon perioda opservacije od 25 meseci, ispitivan je uticaj mnogobrojnih faktora na ishod terapije. Jedan od njih je bio vrsta materijala za opturaciju. Nakon opservacije, nije postojala statistički značajna razlika u ishodu terapije kod zuba opturiranih Resilonom i Kerr Pulp Canal Sealerom sa gutaperkom. Mnogo veći uticaj na ishod terapije je imalo prisustvo, tj. odsustvo preoperativne periapikalne lezije.

Najopsežnije istraživanje na ovu temu je izvela Tehrany (230) u okviru svoje magistarske teze i zaključci koje je donela na osnovu rezultata, slažu se sa rezultatima ovih istraživanja. Ova retrospektivna klinička studija je pratila terapijski uspeh kod zuba sa asimptomatskim apikalnim paradontitisom, nakon tretmana i opturacije sa gutaperkom i Roth Eugenol silerom ili Resilon sistemom. Nakon perioda od godinu dana radiografsko i kliničko ispitivanje su izveli studenati stomatološkog fakulteta, pod mentorstvom rukovodioca programa. Na osnovu 2-D radiografija, nije bilo statistički značajne razlike u ishodu terapije kod zuba opturiranih gutaperkom sa Roth Eugenol silerom (81,1%) ili Resilonom sa Epiphany silerom (78,4 %). Ni na osnovu kliničkih parametara, nije bilo statistički značajne razlike između dva testirana materijala.

U poslednjih deset godina pojavili su se materijali za opturaciju koji su dizajnirani da poboljšaju zaptivanje kanala korena. Bez sumnje, trodimenzionalno, hermetičko zaptivanje igra najveću ulogu u uspehu endodontske terapije. Pošto nije obezbeđeno konvencionalnim materijalima sa gutaperkom, želja je bila da se novim materijalima reši ovaj problem. U ispitivanjima in vitro, kao ni u istraživanjima in vivo na životinjama, adekvatno zaptivanje nije postignuto. Kliničke studije služe kao most kojim će se premostiti zjap i pronaći pravo mesto jednom materijalu u kliničkoj praksi. Ipak, ne može se zanemariti da su konvencionalni materijali prošli “test” vremena. Resilon je relativno nov materijal i ne postoji još dovoljno dokaza koji bi sa sigurnošću potvrdili njegove kliničke performanse. Tako, da praćenjem naših pacijenata i

pacijenata uključenih u nova istraživanja kroz duži vremenski period, dobiti jasniju sliku o kvalitetu Resilona i njegovom mestu u savremenoj endodonciji.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata eksperimentalnog i kliničkog ispitivanja adhezije različitih materijala za punjenje kanala korena, a u skladu sa postavljenim zadacima, izvedeni su sledeći zaključci:

1. Utvrđena je statistički značajna razlika u prosečnim vrednostima jačine adhezije koju ostvaruju različiti materijali za dentin kanala korena ($P < 0,05$).

2. Prosečna vrednost adhezivnosti AH Plus silera i gutaperke je veća i nije statistički značajna ($P > 0,05$) u odnosu na adhezivnost RealSeal SE sistema.

3. Prosečne vrednosti adhezivnosti RealSeal SE sistema i AH Plus silera sa gutaperkom su veće i visoko statistički značajne ($P < 0,05$) u odnosu na adhezivnost Acroseal silera i gutaperke.

4. Postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom gde je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA i bolji rezultat u odnosu na uklanjanje laserom, sa značajnošću ($P < 0,05$).

5. Postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom gde je razmazni sloj uklanjan rastvorom EDTA i bolji rezultat u odnosu na uklanjanje laserom, sa značajnošću ($P < 0,05$).

6. Različite metode uklanjanja razmaznog sloja ne utiču na jačinu adhezije uzoraka opturiranih RealSeal SE sistemom ($P > 0,05$).

7. Postoji statistički značajna razlika u jačini adhezije kod uzoraka opturiranih HLK i bolji rezultat u odnosu na uzorke opturirane monokonom tehnikom sa značajnošću ($P < 0,05$).

8. Kvalitet adaptacije za dentinski zid je statistički značajno različit kod svih ispitivanih materijala za opturaciju ($P < 0,05$).

9. Kvalitet adaptacije za dentinski zid kod uzoraka opturiranih AH Plus silerom sa gutaperkom i RealSeal SE sistemom nije bio statistički značajno različit ($P > 0,017$).

10. Statistički značajne razlike je bilo ($P < 0,017$) u adaptaciji između uzoraka koji su opturirani AH Plus i Acroseal silerom sa gutaperkom. Bolja adaptacija je zapažena u grupi koja je opturirana AH Plus silerom i gutaperkom.

11. Statistički značajne razlike je bilo ($P < 0,017$) u adaptaciji između uzoraka koji su opturirani Acroseal silerom sa gutaperkom i RealSeal SE sistemom. Na osnovu prosečne vrednosti, bolja adaptacija je ostvarena RealSeal SE sistemom.

12. Različite metode uklanjanja razmaznog sloja ne utiču na adaptaciju uzoraka opturiranih AH Plus silerom i gutaperkom.

13. Različite metode uklanjanja razmaznog sloja ne utiču na adaptaciju uzoraka opturiranih Acroseal silerom i gutaperkom.

14. Različite metode uklanjanja razmaznog sloja ne utiču na adaptaciju uzoraka opturiranih RealSeal SE sistemom.

15. Kod uzoraka opturiranih pomoću dve različite tehnike opturacije je bilo statistički značajne razlike ($P < 0,05$) u adaptaciji materijala za zid kanala korena. Bolja adaptacija različitih materijala za dentin je uočena kod uzoraka koji su opturirani tehnikom hladne lateralne kondenzacije.

16. Na osnovu kliničkih ispitivanja, uspešnost terapijskog ishoda je zapažena u 97% pacijenata.

17. Ispitivani materijali za opturaciju nisu pokazali statistički značajnu razliku ($P > 0,05$) u kvalitetu endodontske terapije kod pacijenata.

Navedeni zaključci ukazuju da:

-Savremeni materijali za opturaciju pokazuju dobru adhezivnost, ali daleko od idealne, jer je na dodirnoj površini materijal-dentin u svim ispitivanim grupama uočen zjap koji je glavni uzrok mikrocurenja. Može se reći da je RealSeal SE (Resilon), kao novi adhezivni materijal četvrte generacije na bazi metakrilata pokazao dobru adhezivnost i da se može koristiti podjednako uspešno kao AH Plus siler i gutaperka. On nije pokazao superiornost da bi potisnuo gutaperku iz savremene endodontske prakse i zamenio je. Istraživanja u pravcu usavršavanja adhezivnih materijala bi trebalo

nastaviti, sa željom da se problem adekvatnog zaptivanja u potpunosti reši. Kada se posmatraju konvencionalni materijali sa gutaperkom, materijal na bazi epoksi smole je pokazao bolju adhezivnost u odnosu na materijal na bazi kalcijum hidroksida. Metoda uklanjanja razmaznog sloja utiče na adhezivnost konvencionalnih materijala za opturaciju. Metoda uklanjanja razmaznog sloja ne utiče na adhezivnost savremenog materijala za opturaciju Tehnika opturacije utiče na adheziju materijala za opturaciju i na osnovu rezultata prednost se može dati tehnici hladne lateralne kondenzacije.

-Na osnovu kliničke studije može se reći da je uspešnost svih ispitivanih materijala za opturaciju bila velika, bez obzira na istraživanja izvedena *in vitro*. Ono što je najbitnije, vrsta materijala nije igrala značajnu ulogu u ishodu terapije, što znači da i materijali koji su u eksperimentalnim uslovima dokazano lošijih karakteristika, dali su dobra, prihvatljiva i dugovečna punjenja.

Ova istraživanja su dala odgovore na niz pitanja, ali su otvorila i nova na koje treba odgovoriti. Nove metode u eksperimentalnim istraživanjima i obimnija klinička ispitivanja doprineće sveobuhvatnom pristupu gde će se naći odgovori na mnoga od njih.

7. LITERATURA

1. Vujašković M. Biofizičke osobine glas jonomer cementa kao sredstva za opturaciju kanala korena u poređenju sa ostalim standardnim materijalima. Doktorska disertacija. Stomatološki fakultet. Beogradski univerzitet; 1999. godine
2. Bergenholtz G, Hørsted-Bindslev CR. Textbook of Endodontology , 2nd Editio. editor. Wiley-Blackwell; 2010.
3. Hess W, Zurcher E. The anatomy of the root canals of the teeth of the permanent dentition and the anatomy of the root canals of the deciduous dentition and the first permanent molars. London: London: Basle, Sons and Danielson; 1925.
4. Wu M-K, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology. 2000;89(6):739–43.
5. Wu MK, Wesselink P. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. Int Endod J. 2001;34:137–41.
6. Cooke HG, Cox FL. C-shaped canal configurations in mandibular molars. J Am Dent Assoc. 1979;99:836–9.
7. Seo MS, Park DS. C-shaped root canals of mandibular second molars in a Korean population: clinical observation and in vitro analysis. Int Endod J. 2004;37:139–44.
8. Peters OA, Laib A, Gohring TN BF. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. J Endod. 2001;27:1–6.
9. Peters OA, Schönenberger K LA. Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. Int Endod J. 2001;34:221–30.
10. Peters OA, Peters CI, Schonenberger K BF. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by microCT. Int Endod J. 2003;36:86–92.
11. Torabinejad M, Torabinjead M, Ung B KJ. In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth. J Endod. 1990;16:566–9.
12. Whatley JD, Spolnik KJ, Vail MM, Adams BH, Huang R, Gregory RL EY. Susceptibility of methacrylate-based root canal filling to degradation by bacteria found in endodontic infections. Quintessence Int. 2014; 5(8):647-52

13. Ray HA, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and coronal restoration. *Int Endod J.* 1995;28(1):12–8.
14. Tavares PB, Bonte E, Boukpepsi T, Siqueira JF. Prevalence of apical periodontitis in root canal-treated teeth from an urban French population: influence of the quality of root canal fillings and coronal restorations. *J Endod* 2009;35:810–3.
15. Lim K. Microleakage of intermediaterestorative materials. *J Endod.* 1990;16:116–20.
16. Barthel C, Strobach A, Briedigkeit H. Leakage in roots coronally sealed with different temporary fillings. *J Endod.* 1999;25:731–4.
17. Larsen T, Jensen J. Microleakage of composite resin and amalgam core material under complete cast core crowns. *J Prosthet Dent.* 1980;44:40–5.
18. Wolcott J, Hicks M, Himel V. Evaluation of pigmented intra orifice barriers in endodontically treated teeth. *J Endod.* 1999;25:589.
19. Magura M, Kafrawy A, Brown C. Human saliva coronal microleakage in obturated canals: an in vitro study. *J Endod.* 1991;17:324.
20. Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE. Scanning Electron Microscopy of Cut Tooth Surfaces and Identification of Debris by Use of the Electron Microprobe. *J Dent Res.* 1970;49(6):1359–68.
21. McComb D, Smith D. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod.* 1975;(1):238–42.
22. Pashley D. Smear layer: overview of structure and function. *Finnish Dental Society.* 1992. p. 215–24.
23. Safavi K, Spangberg L, Langeland K. Root canal dentinal tubule disinfection. *J Endod.* 1990;16:207–10.
24. Meryon S, Brook A. Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxicity. *Int Endod J.* 1990;23:169–202.
25. Tay F, Pashley D, Doyle MD, Gillespie WT, Weller RW, King NM. Ultrastructure of Smear Layer-Covered Intraradicular Dentin After Irrigation with BioPure MTAD. *J Endod.* 2006;32(3):218–21.
26. Kokkas AB, Boutsoukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. *J Endod.* 2004;30(2):100–2.

27. Shahravan A, Haghdoost A, Adl A, Rahimi H, Shadifar F. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod.* 2007;33:96–105.
28. Moorer WR, WP. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J.* 1982;15(4):187–96.
29. Baker RW. Studies on the reaction between sodium hypochlorite and proteins: 1. Physico-chemical study of the course of the reaction. *Biochem J.* 1947;41:337–42.
30. Winter J, Ilbert M, Graf PC, Ozcelik D, JU. Bleach activates a redox-regulated chaperone by oxidative protein unfolding. *Cell.* 2008;14:691–701.
31. Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, ZM. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J Endod.* 2005;31:669–71.
32. Essner MD, Javed A, EP. Effect of sodium hypochlorite on human pulp cells: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(5):662–6.
33. Gomes-Filho JE, Aurélio KG, Costa MM, BP. Comparison of the biocompatibility of different root canal irrigants. *J Appl Oral Sci.* 2008;16(2):137–44.
34. Mello I, Kammerer BA, Yoshimoto D, Macedo MCS, Antoniazzi JH. Influence of final rinse technique on ability of ethylenediaminetetraacetic acid of removing smear layer. *J Endod.* 2010;36(3):512–4.
35. Baumgartner J, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod.* 1992;18(12):605–12.
36. Singla MG, Garg A, Gupta S. MTAD in endodontics: an update review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Sep;112(3):e70–6.
37. Meryon SD, Tobias RS, Jakeman KJ. Smear removal and in vitro agents: A quantitative study in vivo. 1987;57(2):174–9.
38. Von der Fehr F, Nygaard-Ostby B. Effects of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentine. *Oral Surg, Oral Med, Oral Path.* 1963;16:199–205.
39. Torabinejad M, Khademi A, Babagoli J. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod.* 2003;29:170–5.

40. De-Deus G, Reis M, Fidel SP, Fidel RP, Paciornik SP. Dentin Demineralization When Subjected to BioPure MTAD: A Longitudinal and Quantitative Assessment. *J Endod.* 2007;33(11):1364–8.
41. Ghoddusi J, Rohani A, Rashed T, Ghaziani P, Akbari M. An Evaluation of Microbial Leakage After Using MTAD as a Final Irrigation. *J Endod.* 2007;33(2):173–6.
42. Yamada R, Armas A, Goldman M, Lin P. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigation solutions: Part 3. *J Endod.* 1983;2:137–42.
43. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J LP. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: Part 2. *J Endod.* 1982;8:487–92.
44. Clarkson RM, Podlich HM MA. Influence of ethylenediaminetetraacetic acid on the active chlorine content of sodium hypochlorite solutions when mixed in various proportions. *J Endod.* 2011;37(4):538–43.
45. Weller RN, Brady JM. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod.* 1980;6:740–3.
46. Krell KV, Johnson RJ MS. Irrigation patterns during ultrasonic canal instrumentation. Part I: K-type files. *J Endod.* 1988;14:65–8.
47. Roy RA, Ahmad M C LA. Physical mechanisms governing the hydrodynamic response of an oscillating ultrasonic file. *Int Endod J.* 1994;27:197–207.
48. Alacam T. Scanning electron microscope study comparing the efficacy of endodontic irrigating systems. *Int Endod J.* 1987;20:287–94.
49. Baumgartner JC CP. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod.* 1992;18:605–12.
50. Mayer BE, Peters OA BF. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 2002;35:582–9.
51. Harashima T, Takeda F, Zhang C, Kimura Y, Matsumoto K. Effects of the argon laser on instrumented root canal walls. *J Japan Endodontic Assoc.* 1997;18:12–8.
52. Dederich D., Zakariasen K., Tulip J. Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following neodymium-yttrium-aluminium-garnet laser irradiation. *J Endod.* 1984;10:428–31.
53. Önal B, Ertl T, Siebert G, Müller G. Preliminary report on the application of pulsed CO₂ laser radiation on root canals with AgCl fibers: A scanning and transmission electron microscopic study. *J Endod.* 1993;19(6):272–6.

54. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. *Int Endod J.* 1999;32(1):32–9.
55. Altundasar E, B O, Cehreli ZC, Matsumoto K. Ultramorphological and histochemical changes after ErCr: YSGG laser irradiation and two different irrigation regimes. *J Endod.* 2006;32:465–8.
56. Kivanç BH, Ulusoy OIA, Görgül G. Effects of Er:YAG laser and Nd:YAG laser treatment on the root canal dentin of human teeth: a SEM study. *Lasers Med Sci.* 2008;23(3):247–52.
57. Guidotti R, Merigo E, Fornaini C, Rocca J-P, Medioni E, Vescovi P. Er:YAG 2,940-nm laser fiber in endodontic treatment: a help in removing smear layer. *Lasers Med Sci.* 2014;29(1):69–75.
58. Goldberg F. Relationship between corroded silver point and endodontic failure. *J Endod.* 1981;7:224–7.
59. Siqueira J, da Silva C, MD C, Lopes H, Uzeda M. Effectiveness of four chemical solutions in eliminating *Bacillus subtilis* spores on gutta-percha cones. *Endodon Dent Traumatol.* 1998;14:124.
60. Saunders E. In vivo findings associated with heat generation during thermomechanical compaction of gutta-percha. Part I. Temperature levels at the external surface of the root. *Int Endod J.* 1990;23:263–7.
61. Leonard JE, Gutmann JL GI. Apical and coronal seal of roots obturated with a dentin bonding agents and resin. *Int Endod J.* 1996;29:76–83.
62. Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB TM. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a Thermoplastic syntetic polymer-based root canal filling material. *J Endod.* 2004;30(5):342–7.
63. Grossman L. *Endodontics*, ed 11. 11th ed. Lea & Febiger; 1988.
64. Garcia LDFR, Marques AAF, Roselino LDMR, Pires-de-Souza FDCP, Consani S. Biocompatibility evaluation of Epiphany/Resilon root canal filling system in subcutaneous tissue of rats. *J Endod.* 2010;36(1):110–4.
65. Al-Hiyasat S, Tayyar M, Darmani H. Cytotoxicity evaluation of various resin based root canal sealers. *Int Endod J.* 2010;43(2):148–53.
66. Carvalho-Junior JR, Correr-Sobrinho L, Correr AB, Sinhoreti M a C, Consani S, Sousa-Neto MD. Solubility and dimensional change after setting of root canal sealers: a proposal for smaller dimensions of test samples. *J Endod.* 2007;33(9):1110–6.

67. Silva EJNL, Accorsi-Mendonça T, Almeida JF, Ferraz CCR, Gomes BPF a, Zaia a. Evaluation of cytotoxicity and up-regulation of gelatinases in human fibroblast cells by four root canal sealers. *Int Endod J.* 2012;45(1):49–56.
68. Waltimo TMT, Boiesen J, Eriken HM et al. Clinical performance of 3 endodontic sealers. 2001;92:89–92. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;92:89–92.
69. Kontakiotis E. pH of root canal sealers containing calcium hydroxide. *Int Endod J.* 1996;29:202 – 5.
70. Miletić I, Devcic N, Anic I, Borcic J, Karlovic Z, Osmak M. The cytotoxicity of RoekoSeal and AH Plus compared during different setting periods. *J Endod.* 2005;31:307–9.
71. Melih I, Ristić N, Jakovljević A, Pešić D. Evaluation Of Sealing Ability Of Different Endodontic Sealers. 11th Congress of the BaSS. Sarajevo; 2006.
72. Dandakis C, Kaliva M, Lambrianidis T KE. An in vitro comparison of the sealing ability of three endodontic sealers used in canals with iatrogenic enlargement of the apical constriction. *J Endod.*2005; 31(3)190-193.
73. Barbosa HG, Holland R, de Souza V, Dezan EJ, Bernabe PF, Otoboni JA NM. Healing process of dog teeth after space preparation and exposition of the filling material to the oral enviroment. *Braz Dent J.* 2003;14(2):103–8.
74. Biggs SG, Knowles KI, Ibarrola JL PD. An in vitro assessment of the sealing ability of resilon/ epiphany using fluid filtration. *J Endod.* 2006;32(8):759–61.
75. Mickel AK, Nguyen TH CS. Antimicrobial activity of endodontic sealers on *E. faecalis*. *J Endodon.* 2003;29(4):257–8.
76. Gomes BP, Pedroso JA, Jacinto RC, Vianna ME FC. In vitro evaluation of antimicrobial activity of five root canal sealers. *Braz Dent J.* 2004;15(1):30–5.
77. Bernath M, Szabo J. Tissue reaction initiated by different sealers. *Int Endod J.* 2003;36(4):256–61.
78. Koseoglu BG, Tanrikulu S, Subay RK SS. Anesthesia following overfilling of a root canal sealer into the mandibular canal: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;101(6):803–6.
79. Wu MK, Degee AJ. Leakage of four canal sealers at different thicknesses. *Int Endod J.* 1995;28:185–9.
80. Lee K-W, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod.* 2002;28(10):684–8.

81. De Deus G, Gurgel Filho ED FC. Intratubular penetration of root canal sealers. *Pesqui Odontol Bras.* 2002; 16(4):332-6.
82. Silva LA, Leonardo MR, da Silva RS, Assed S GL. Calcium hydroxide root canal sealers: evaluation of pH, calcium ion concentration and conductivity. *Int Endod J* 1997;30(3):205-9.
83. Grecca FS, Leonardo MR, da Silva LA, Tanomaru M B. Radiographic evaluation of periradicular repair after endodontic treatment of dogs teet with induced periradicular periodontitis. *J Endod.* 2001;27(10):610–2.
84. Huang FM, Tai KW, Chou MY CY. Cytotoxicity of resin-, zinc oxide- eugenol-, and calcium hidroxide- based root canal sealers on human periodontal ligament cells and permanent V79 cells. *Int Endod J.* 2002;35(2):153–8.
85. Camps J, Abot I. Cytotoxicity testing of endodontic sealers : a new method. *J Endod* 2003; 29(9):583-6.
86. Spangberg L, Barbosa S, Lavigne G. AH 26 release formaldehyde. *J Endod.* 1993;19:596–8.
87. Miletić I, Prpić-Mehičić G, Marsan, Anić I. Bacterial and fungal microleakage of AH 26 and AH plus root Canal sealers. *Int Endod J* 2002;35(5): 428-32.
88. Faria-Júnior NB, Tanomaru-Filho M, Berbert FLC V, Guerreiro-Tanomaru JM. Antibiofilm activity, pH and solubility of endodontic sealers. *Int Endod J.* 2013;46(8):755–62.
89. Whitworth JM, Boursin EM. Dissolution of root canal sealer cements in volatile solvents. *Int Endod J.* 2000; 33(1): 19-24.
90. Nawal RR, Parande M, Sehgal R, Naik A, Rao NR. A comparative evaluation of antimicrobial efficacy and flow properties for Epiphany, Guttaflow and AH-Plus sealer. *Int Endod J.* 2011;44(4):307–13.
91. Scarparo RK, Grecca FS, Fachin EVF. Analysis of tissue reactions to methacrylate resin-based, epoxy resin-based, and zinc oxide-eugenol endodontic sealers. *J Endod. American Association of Endodontists;* 2009;35(2):229-32.
92. Eldeniz AU, Erdemir A. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *J Endod.* 2005;31:293–6.
93. Orstavik D, Mjor I. Histopathology and X-ray microanalysis of the subcutaneous tissue response to endodontic sealers. *J Endod.* 1988;14:13–23.
94. Balguerie E, van der Sluis L, Vallaeys K, Gurgel-Georgelin M, Diemer F. Sealer penetration and adaptation in the dentinal tubules: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2011;37(11):1576–9.

95. Melih I, Jakovljevic A, Popovic M, Pesic D. Comparative evaluation of sealing ability of different obturation materials. *Srp Arh Celok Lek.* 2010;138(5-6):287–91.
96. Khashaba RM1, Moussa MM, Chutkan NB BJ. The response of subcutaneous connective tissue to newly developed calcium phosphate-based root canal sealers. *Int Endod J.* 2011;44(4):342–52.
97. Sevimay S, Kalayci A. Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers. *J Oral Rehabil.* 2005 Feb;32(2):105–10.
98. Oruçoğlu H, Sengun A, Yilmaz N. Apical leakage of resin based root canal sealers with a new computerized fluid filtration meter. *J Endod.* 2005 Dec;31(12):886–90.
99. Bouillaguet S, Bertossa B, Krejci I, Wataha JC, Tay FR, Pashley DH. Alternative adhesive strategies to optimize bonding to radicular dentin. *J Endod.* 2007;33(10):1227–30.
100. Teixeira FB, Teixeira EC, Thompson JY TM. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *J Am Dent Assoc.* 2004;135(5):646–52.
101. Al-Assaf K, Chakmakchi M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Eliades G. Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. *Dent Mater.* 2007;23(7):829–39.
102. Tay FR, Pashley D. Monoblocks in Root Canals: A Hypothetical or a Tangible Goal. *J Endod.* 2007;33(4):391–8.
103. Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics: part 2- bonding in the root canal system: the promise and the problems - a review. *J Endod.* 2006;32:1125–34.
104. Kronman J, Goldman M. Biological evaluation of Hydron. *J Endod.* 1981;7:441–3.
105. Yesilsoy C. Radiographic evidence of absorption of Hydron from an obturated root canal. *J Endod.* 1984;10:321–3.
106. Jainaen A, Palamara JE, Messer HH. Push-out bond strengths of the dentine-sealer interface with and without a main cone. *Int Endod J.* 2007;40(11):882–90.
107. Zafalon EJ, Versiani MA. In vivo comparison of the biocompatibility of two root canal sealer Implanted into the subcutaneous connective tissue of rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio.* 2007; 103(5):88–94.

108. Tay F, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching system : I- depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater.* 2001;17(4):296–308.
109. Shipper G, Teixeira FB, Arnold RR. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or resilon. *J Endod.* 2005;31(2):91–6.
110. Xu P, Liang J, Dong G, Zheng L, Ye L. Cytotoxicity of RealSeal on human osteoblast-like MG63 cells. *J Endod.* 2010;36(1):40–4.
111. Bodrumlu E, Semiz M. Antibacterial activity of a new endodontic sealer against *E. Faecalis*. *J Can Dent Assos.* 2006;72(7):637.
112. Melker KB, Vertucci FJ, Rojas MF BM. Antimicrobial efficacy of medicated root canal filling materials. *J Endod.* 2006;32(2):148–51.
113. Miner MR, Berzins DW, Bahcall JK. A comparison of thermal properties between gutta-percha and a syntetic polymer based root canal filling material(Resilon). *J Endod.* 2006;32(7):683–6.
114. Tay FR, Pashley DH, Williams MC, Raina R. Suspectibility of a polycaprolactone-based root canal filling Material to degradation.I. Alcaline hidrolisis. *J Endod* 2005;31(8)593-8.
115. Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Yau JY, Yiu-fai M LL. Suspectibility of a polycaprolactone-based root canal filling material to degradation.II. Gravimetric evaluation of enzymatic hidrolisis. *J Endod.* 2005;31(10):737–41.
116. Ezzie E, Fleury A, Solomon E, Spears R HJ. Efficacy of retreatment techniques for a resin-based root canal obturation material. *J Endod* 2006; 32(4) 341-4.
117. Nielsen BA, Beeler WJ, Vy C BJ. Setting times of Resilon and other sealers in aerobic and anaerobic enviroments. *J Endod.* 2006;32(2)130-2.
118. Ribeiro FC, Souza-Gabriel AE, Marchesan M a, Alfredo E, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD. Influence of different endodontic filling materials on root fracture susceptibility. *J Dent.* 2008 Jan;36(1):69–73.
119. Nawal RR, Parande M, Sehgal R, Rao NR, Naik A. A comparative evaluation of 3 root canal filling systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;111(3):387–93.
120. Tunga U, Bodrumli E. Assessment of the sealing ability of a new root canal obturation material. *J Endod.* 2006;32(9):876–8.

121. Onay EO, Ungor M, Unver S, Ari H, Belli S. An in vitro evaluation of the apical sealing ability of new polymeric endodontic filling systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(2):e49–54.
122. Hirai VHG, da Silva Neto UX, Westphalen VPD, Perin CP, Carneiro E, Fariniuk LF. Comparative analysis of leakage in root canal fillings performed with gutta-percha and Resilon cones with AH Plus and Epiphany sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;109(2):e131–5.
123. Santos J, Tjäderhane L, Ferraz C, Zaia a, Alves M, De Goes M, et al. Long-term sealing ability of resin-based root canal fillings. *Int Endod J.* 2010;43(6):455–60.
124. Ungor M, Onay EO, Orucoglu H. Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. *Int Endod J.* 2006 ;39(8):643–7.
125. Sly MM, Moore BK, Platt J a, Brown CE. Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany). *J Endod.* 2007;33(2):160–2.
126. Fisher M a, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod.* 2007;33(7):856–8.
127. De-Deus G, Di Giorgi K, Fidel S, Fidel RAS, Paciornik S. Push-out bond strength of Resilon/Epiphany and Resilon/Epiphany self-etch to root dentin. *J Endod.* 2009 Jul;35(7):1048–50.
128. Aptekar A, Ginnan, BA. Comparative Analysis of Microleakage and Seal for 2 Obturation Materials: Resilon/Epiphany and Gutta-Percha. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(3):245a – d.
129. Haragushiku GA, Teixeira CS, Furuse AY, Sousa YTS, De Sousa Neto MD, Silva RG. Analysis of the interface and bond strength of resin-based endodontic cements to root dentin. *Microsc Res Tech.* 2012;75(5):655–61.
130. Hommeze GMG, De Moor RJG. Endodontic treatment performed by Flemish dentists. Part 2. Canal Filing and decision making for referrals and treatment of apical periodontitis. *Int Endod J.* 2003;36:344–51.
131. Ingle J. *Endodontics* 5 th ed. 5 th. Hamilton: BC Decker; 2002.
132. Gilhooly RM, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PM. Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm alpha-phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91(1):89–94.
133. Tamse A. Iatrogenic vertical root fractures in endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol.* 1988;4:190–6.

134. Wilson BL, Baumgatner JC. Comparison of spreader penetration during lateral compaction of .04 and .02 tapered gutta percha. *J Endod.* 2003;29:828–31.
135. Lertchirakarn V, Palamara JEA, Meserr HH. Load and strain during lateral condensation and vertical root fracture. *J Endod.* 1999;25:99–104.
136. Sobhi MB, Khan I. Penetration depth of nickel titanium and stainless steel finger spreaders in curved root canals. *J Coll Phys Surg – Pakistan.* 2003;13:70–2.
137. Gharai SR, Thorpe JR, Strother JM. Comparison of generated forces and apical microleakage using nickel-titanium and stainless steel finger spreaders in curved canals. *J Endod.* 2005;31:198–200.
138. Harvey TE, White JT, Leeb JI. Lateral condensation stress in root canals. *J Endod.* 1991;7:151–5.
139. Dulaimi SF, Al-Hasimi WM. A comparison of spreader penetration depth and load required during lateral condensation in teeth prepared using various root canal preparation techniques. *Int Endod J.* 2005;38:510–5.
140. Wu MK, Bud MG, Wesselink PR. The quality of single cone and laterally compacted gutta-percha fillings in small and curved root canals as evidenced by bidirectional radiographs and fluid transport measurements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(6):946–51.
141. Taşdemir T, Er K, Yildirim T, Buruk K, Celik D, Cora S, et al. Comparison of the sealing ability of three filling techniques in canals shaped with two different rotary systems: a bacterial leakage study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009 Sep;108(3):e129–34.
142. Bodrumlu E, Uzun O, Topuz O, Semiz M. Efficacy of 3 techniques in removing root canal filling material. *J Can Dent Assoc.* 2008 Oct;74(8):721.
143. Moor R, De Bruyne M. The long –term sealing ability of AH 26 and AH Plus used with three obturation techniques. *Quint Intern.* 2004;25(4):326–37.
144. Tay FR, Loushine RJ, Weller NR, Pashley DH Y-FM. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a Polycapronlactone based root canal filling material. *J Endod* 2005; 31(7)514-519.
145. Master J, Higa R TM. Effects of vacuuming on dye penetration patterns in root canals and Glass tubes. *J Endod.* 1995;21:332–4.
146. Derkson GD, Pashlay DH DM. Microleakage measurement of selected restorative materials : a new in vitro method. *J Prosthet Dent.* 1986;56:435–40.

147. Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod.* 2003;29(9):592–4.
148. Xu Q, Fan M, Fan B, Cheung GSP, Hu H. A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(1):107–11.
149. Shemesh H, van den Bos M, Wu M-K, Wesselink PR. Glucose penetration and fluid transport through coronal root structure and filled root canals. *Int Endod J.* 2007 Nov;40(11):866–72.
150. Shemesh H, Souza EM, Wu M-K WP. Glucose reactivity with filling materials as a limitation for using the glucose leakage model. *Int Endod J.* 2008;41:869–72.
151. Wu MK, DeGee AJ, Wesselink PR. Effect of tubule orientation in the cavity wall on the seal of dental filling materials: an in vitro study. *Int Endod J.* 1998;31:326–32.
152. Castelo-Baz P, Martin-Biedma B, Lopes MM, Pires-Lopes L, Silveira J, López-Rosales E, et al. Ultramicroscopic study of the interface and sealing ability of four root canal obturation methods: Resilon versus gutta-percha. *Aust Endod J.* 2013 Dec;39(3):159–63.
153. Mamootil K, Messer HH. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *Int Endod J.* 2007 Nov;40(11):873–81.
154. Vassiliadis LP, Sklavounos S, Stavrianos. Depth of penetration appearance of Grossman sealer in the dental tubules: an in vivo study. *J Endod.* 1994;20:373–6.
155. De-Deus G, Reis C, Di Giorgi K, Brandão MC, Audi C, Fidel RAS. Interfacial adaptation of the Epiphany self-adhesive sealer to root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;111(3):381–6.
156. Patel D V, Sherriff M, Ford TRP, Watson TF, Mannocci F. The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: a confocal microscopic study. *Int Endod J.* 2007;40(1):67–71.
157. Trope M, Langer I, Maltz D, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated premolars. *Endod Dent Traumatol.* 1986;2:35–8.
158. Van Noort R, Cardew GE, Howard IC. The effect of local interfacial geometry on the measurement of the tensile bond strength to dentine. *J Dent Res.* 1991;70:889–93.
159. Nassar M, Awawdeh L, Jamleh A, Sadr A, Tagami J. Adhesion of Epiphany self-etch sealer to dentin treated with intracanal irrigating solutions. *J Endod.* 2011;37(2):228–30.

160. Watanabe LG, MarshallGWJr MS. Variables influence on shear bond strength testing to dentin. In: Tagami J, Toledano M PC, editor. Advanced adhesive dentistry, Granada Inter- national Symposium. 1999.
161. Rached-Junior FJA, Souza-Gabriel AE, Alfredo E, Miranda CES, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD. Bond strength of Epiphany sealer prepared with resinous solvent. *J Endod. American Association of Endodontists*; 2009;35(2):251–5.
162. Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentine. *J Endod.* 2005;31:809–13.
163. Goracci C, Tavares AU, Fabianeli A et al. The adhesion between fibre posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* 2004;112:353–61.
164. Perdigaõ J, Geraldeli S LI. Push-out bond strengths of tooth-colored posts bonded with different adhesive systems. *Am J Dent.* 2004;17:422–6.
165. Shokouhinejad N, Sabeti MA, Hasheminasab M SF. Push-out bond strength of Resilon/ Epiphany self-etch to intraradicular dentine after retreatment: a preliminary study. *J Endod.* 2010;36:493–6.
166. Carneiro SMBS, Sousa-Neto MD, Rached F a, Miranda CES, Silva SRC, Silva-Sousa YTC. Push-out strength of root fillings with or without thermomechanical compaction. *Int Endod J.* 2012 Sep;45(9):821–8.
167. Nagas E, Uyanik O, Durmaz V, Cehreli ZC. Effect of plunger diameter on the push-out bond values of different root filling materials. *Int Endod J.* 2011;44(10):950–5.
168. Strindberg L. The dependence of the results of pulp therapy on certain factors. An analytic study based on radiographic and clinical follow-up examinations. *Acta Odont Scand.* 1956;14 suppl:21.
169. Ørstavik D, Kerekes K EH. The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol.* 1986;2:20–34.
170. Ricucci D, Russo J, Rutberg M, Burlison J a, Spångberg LSW. A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 Dec;112(6):825–42.
171. Cotton TP, Schindler WG, Schwartz SA, Watson WR, Hargreaves KM. A retrospective study comparing clinical outcomes after obturation with Resilon/Epiphany or Gutta-Percha/Kerr sealer. *J Endod.* 2008 Jul;34(7):789–97.

172. Zmener O, Pameijer CH. Clinical and radiographic evaluation of a resin-based root canal sealer: an eight-year update. *J Endod.* Elsevier Ltd; 2010 Aug;36(8):1311–4.
173. Thompson SA DP. Shaping ability of ProFile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int Endod J.* 1997;30:1–7.
174. Schafer E. Root canal instruments for manual use: a review. *Endod Dent Traumatol.* 1997;13:51–64.
175. Silva FM, Kobayashi C, Suda H. Analysis of forces developed during mechanical preparation of extracted teeth using RaCe rotary instruments and ProFiles. 2005;17–21.
176. Schafer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel titanium instruments : ProTaper versus RaCe. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int End J.* 2004; 37:239–48.
177. Torabinejad M, Handysides R, Khademi AA BL. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 2002;94:658–66.
178. Vivacqua-Gomes N, Ferraz CC, Gomez BP, Zaia AA T. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta.percha root fillings. *Int Endod J.* 2002;35(9):791–5.
179. Souza SFC, Bombana AC, Francci C, Gonçalves F, Castellan C, Braga RR. Polymerization stress, flow and dentine bond strength of two resin-based root canal sealers. *Int Endod J.* 2009;42(10):867–73.
180. Melih I. Ispitivanje zaptivanja dentina nakon primene različitih materijala i tehnika za punjenje kanala korena. Magistarska teza .Stomatološki fakultetPančevo. 2007. godina
181. Ørstavik D, Eriksen HM, Beyer-Olsen EM. Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. *Int Endod J.* 1983;16:59–63.
182. Haller B, Hofmann N, Klaiber B PA. Beständigkeit des Komposit-Dentinverbundes bei künstlicher Alterung. *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift.* 1993;48:100–4.
183. Costa J a, Rached-Júnior F a, Souza-Gabriel a E, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD. Push-out strength of methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J.* 2010;43(8):698–706.

184. Sjögren U, Figdor D, Persson S. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 1997;30:297–306.
185. Vilanova W V, Carvalho-Junior JR, Alfredo E, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YTC. Effect of intracanal irrigants on the bond strength of epoxy resin-based and methacrylate resin-based sealers to root canal walls. *Int Endod J.* 2012 Jan;45(1):42–8.
186. Timpawat S, Amornchat C TW. Bacterial coronal leakage after obturation with three root canal sealers. *J Endod.* 2001;27:36–9.
187. Kataoka H, Yoshioka T, Suda H IZ. Dentin bonding and sealing ability of a new root canal resin sealer. *J Endod.* 2000; 26 :230-5.
188. Miletić I, Anić I, Jukić S. Leakage of five root canal sealers. *Int Endod J.* 1999;32:415–8.
189. Nakabayashi N, Saimi Y. Bonding of intact dentin. *J Dent Res.* 1996;75:1706–15.
190. Lawson MS, Loushine B, Mai S, Weller RN, Pashley DH TF Resistance of a 4-META-containing, methacrylate-based sealer to dislocation in root canals. *J Endod.* 2008;34:833–7.
191. Bodrumlu E, Tunga U. Apical leakage of Resilon obturation material. *J Contemp Dent Pract.* 2006 Sep 1;7(4):45–52.
192. Fathia E, Hassan Abu-Bakr N. A Comparative Study of the Microleakage of Resilon/Epiphany and Gutta-Percha/AH-Plus Obturating Systems. *Iran Endod J.* 2012;7(3):139–43.
193. El Sayed MA, Taleb AA. Sealing ability of three single-cone obturation systems: An in-vitro glucose leakage study. *J Conserv Dent.* 2013;16(6):489–93.
194. Rouhani A, Ghoddusi J, Naghavi N, Ebadzadeh Z AM. The sealing ability of resilon and gutta-percha in severely curved root canals: an in vitro study. *J Dent (Tehran).* 2013;10(2):141–6.
195. Skidmore LJ, Berzins DW BJ. An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and gutta-percha. *J Endod* 2006 Oct;32(10)963-6.
196. Akisue E, Araki AT, Michelotto ALC, Moura-Netto C, Gavini G. Effect of chemical and Er:YAG laser treatment on bond strength of root canal resin-based sealers. *Lasers Med Sci* 2013;28(1):253–8.
197. Stiegemeier D, Baumgartner JC, Ferracane J. Comparison of push-out bond strengths of Resilon with three different sealers. *J Endod;* 2010 Mar;36(2):318–21.

198. Schafer E, Zandbiglari T. Solubility of root canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J.* 2003;36(10):660–9.
199. Vasconcelos B, Bernardes R, Duarte MH, Bramante C, Moraes I. Apical sealing of root canal fillings performed with five different endodontic sealers: analysis by fluid filtration. *J Appl Oral Sci.* 2010;26:324–8.
200. Pecora J, Cussioli A, Guerisoli D, Marchesan M, Sousa-Neto MD, Brugnera Junior A. Evaluation of Er:YAG laser and EDTAC on dentin adhesion of six endodontic sealers. *Braz Dent J.* 2001;12:27–30.
201. Picoli F, Brugnera-Junior a, Saquy PC, Guerisoli DMZ, Pecora JD. Effect of Er:YAG laser and EDTAC on the adhesiveness to dentine of different sealers containing calcium hydroxide. *Int Endod J.* 2003 Jul;36(7):472–5.
202. Haragushiku GA, Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YT, Alfredo E, Silva SC. Adhesion of endodontic sealers to human root dentine submitted to different surface treatments. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(3):405–10.
203. Kouvas V, Liolios E, Vassiliadis L, Parissis-Messimeris S, Boutsioukis A. Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: an SEM study. *Endod Dent Traumatol.* 1998;14:191–5.
204. Kalyoncuog E, Demiryürek EÖ. A Comparative Scanning Electron Microscopy Evaluation of Smear Layer Removal from Teeth with Different Irrigation Solutions and Lasers. *MicroscMicroanal.* 2013;19:1465–9.
205. Pommel L, Camps J. In vitro apical leakage of System B compared with other filling techniques. *J Endod.* 2001;27:449–51.
206. Yücel AC, Ciftçi A. Effects of different root canal obturation techniques on bacterial penetration. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;102(4):e88–92.
207. Al-Hadlaq SM, Al-Jamhan A AT. Comparison of the single cone and cold lateral compaction techniques in sealing 0.04 taper root canal preparations. *Eur J Gen Dent.* 2010;58(5):219–22.
208. Shokouhinejad N, Sabeti MA, Gorjestani H, Lotfi M, Hoseini A. Penetration of Epiphany, Epiphany Self-Etch, and AH Plus into dentinal Tubules: A Scanning Electron Microscopy Study. *J Endod.* 2011;37(9):1316–9.
209. Rouhani A, Ghoddusi J, Naghavi N, Al-Lawati G. Scanning electron microscopic evaluation of dentinal tubule penetration of Epiphany in severely curved root canals. *Eur J Dent.* 2013 Oct;7(4):423–8.
210. Watts DC. Reaction kinetics and mechanics in photo-polymerised networks. *Dent Mater.* 2005;21:27–35.

211. Furuse AY, Mondelli J WD. Network structures of Bis- GMA/TEGDMA resins differ in DC, shrinkage-strain, hardness and optical properties as a function of reducing agent. *Dent Mater.* 2011;27:497–506.
212. Kim YK, Grandini S, Ames JM, Gu L, Kim SK, Pashley DH, et al. Critical review on methacrylate resin-based root canal sealers. *J Endod.* 2010;36(3):383–99.
213. Sorensen JA, Munksgaard EC. Interfacial gaps of resin cemented ceramic inlays. *Eur J Oral Sci.* 1995;103(1):116–20.
214. Teodorovic N, Matovic I. Scanning electron microscopic analysis of the sealing ability of guttaflow and acrossal endodontic sealers. *Serbian Dent J.* 2008;55:15–22.
215. De Deus G, Gurgel Filho ED FC. Intratubular penetration of root canal sealers. *Pesqui Odontol Bras.* 2002;16(4):332–6.
216. Buzoglu HD CS. Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin. *J Endod.* 2001;27:578–80.
217. Buzoglu HD, Calt S GM. Evaluation of the surface free energy on root canal dentine walls treated with chelating agents and NaOCl. *Int Endod J.* 2007;40:18–24.
218. Onay EO, Orucoglu H, Kiremitci A, Korkmaz Y, Berk G. Effect of Er,Cr:YSGG laser irradiation on the apical sealing ability of AH Plus/gutta-percha and Hybrid Root Seal/Resilon Combinations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110(5):657–64.
219. Mello I, Robazza R, Antoniazzi J. Influence of Er : YAG Laser Irradiation on Apical Sealing of Four Different Sealers. 2004;15:190–3.
220. Diferentes ADE, Cimentos TDE. In vitro study of the effects of Er :YAG laser irradiation on the apical sealing of different root canal sealers. *J Appl Oral Sci.* 2006;14(4):260–3.
221. Takeda FH, Harashima T, Eto JN, Kimura Y MK. Effect of Er:YAG laser treatment on the root canal walls of human teeth: an SEM study. *Endod Dent Traumatol.* 1998;14(6):270–3.
222. Theodoro LH, Zezell DM, Garcia VG, Haypek P, Nagata MJH, de Almeida JM, et al. Comparative analysis of root surface smear layer removal by different etching modalities or erbium:yttrium-aluminum-garnet laser irradiation. A scanning electron microscopy study. *Lasers Med Sci.* 2010;25(4):485–91.

223. Kok D, Húngaro Duarte MA, Abreu Da Rosa R, Wagner MH, Pereira JR, Só MVR. Evaluation of epoxy resin sealer after three root canal filling techniques by confocal laser scanning microscopy. *Microsc Res Tech.* 2012;75(9):1277–80.
224. Wesselink PR. The filling of the root canal system. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 2005;112:471–7.
225. Wu MK, Ozok AR WP. Sealer distribution in root canals obturated by three techniques. *Int Endod J.* 2000;33:340–5.
226. Zmener O, Pameijer CH. Clinical and radiographic evaluation of a resin-based root canal sealer. *Am J Dent.* 2004;17:19–22.
227. Zmener O, Pameijer CH. Clinical and radiographic evaluation of a resin-based root canal sealer: 10-year recall data. *Int J Dent.* 2012; Epub 2012 May 13.
228. Pawinska M, Kierklo A M-KG. New technology in endodontics– the Resilon-Epiphany system for obturation of root canals. *Adv Med Sci.* 2006;51(1):154–7.
229. Conner D a, Caplan DJ, Teixeira FB, Trope M. Clinical outcome of teeth treated endodontically with a nonstandardized protocol and root filled with resilon. *J Endod.* 2007 Nov;33(11):1290–2.
230. Tehrany A. Outcome study of gutta-percha and Resilon filled root canals: Of, radiographic and clinical analysis. University of North Carolina at Chapel Hill; 2009.

Prilog 1.

Izjava o autorstvu

Izjavljujem

Da je doktorska teza pod nazivom

EKSPERIMENTALNO I KLINIČKO ISPITIVANJE ADHEZIJE RAZLIČITIH MATERIJALA ZA PUNJENJE KANALA KORENA

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršila autorska prava i koristila intelektualnu svojinu drugih lica

Pančevo, 11.02. 2015.

Potpis doktoranta
