



UNIVERZITET U NOVOM SADU
MEDICINSKI FAKULTET
DOKTORSKE STUDIJE KLINIČKE MEDICINE

**ENDODONTSKI RETRETMAN-ANALIZA
SKENING ELEKTRONSKOM
MIKROSKOPIJOM**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor:
Prof. dr Tatjana Brkanić

Kandidat:
Dr Karolina Vukoje

Novi Sad, 2015.

**UNIVERZITET U NOVOM SADU
MEDICINSKI FAKULTET**

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Karolina Vukoje
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Prof. dr Tatjana Brkanić, vandredni profesor na Katedri za stomatologiju (Bolesti zuba i endodoncija), Medicinski fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu
Naslov rada: NR	Endodontski retreatman-analiza skening elektronskom mikroskopijom
Jezik publikacije: JP	srpski (latinica)
Jezik izvoda: JI	srpski / engleski
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Novi Sad, Vojvodina
Godina: GO	2015.
Izdavač: IZ	Autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Medicinski fakultet, Novi Sad, Hajduk Veljkova 3

Fizički opis rada: FO	8 poglavlja, 158 stranica, 26 slika, 40 tabela, 37 grafikona, 252 reference
Naučna oblast: NO	Stomatologija
Naučna disciplina: ND	Bolesti zuba i endodoncija, Endodoncija
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Opturacija kanala korena; Terapija kanala korena; Gutta-Percha; Retretman; Skeniranje elektronskim mikroskopom; Dentalni Instrumenti; Hloroform; Rastvarači; Endodoncija
UDK	616.314.16:543.456
Čuva se: ČU	U biblioteci Medicinskog fakulteta ,Novi Sad Hajduk Veljkova 3
Važna napomena: VN	/

Izvod: IZ

U slučajevima neuspešne endodontske terapije, neophodno je ponovno lečenje kanala korena. Ortogradni endodontski retretman podrazumeva uklanjanje postojećeg materijala za punjenje iz kanala uz dodatno čišćenje, dezinfekciju i ponovnu finalnu opturaciju kanala. Važan korak u toku retretmana je što potpunije uklanjanje postojećeg kanalnog punjenja kako bi se pristupilo svim delovima kanalnog sistema.

Cilj doktorske teze bio je da se ispita kvalitet čišćenja zidova kanala korena nakon endodontskog retretmana pomoću skening elektronske mikroskopije (SEM). Posmatran je uticaj vrste materijala za opturaciju, uticaj upotrebe rastvarača i uticaj ručnih i mašinskih instrumenata na količinu zaostalog materijala na zidovima kanala. Takođe, ispitan je uticaj ovih faktora na apikalnu transportaciju materijala i na vreme potrebno za retretman, a utvrđena je i učestalost oštećenja korišćenih instrumenata.

Materijal i metode: Ukupan uzorak činilo je 125 ekstrahovanih, humanih jednokorenih zuba. Nakon preparacije kanala korena, 120 zuba je podeljeno u dve grupe i napunjeno pomoću dva različita materijala za opturaciju (gutaperkom i resilonom). U zavisnosti od tehnike uklanjanja ovih materijala, grupe su dalje podeljene u odnosu na korišćene instrumente (Hedstrom, ProTaper i Twisted File) i u odnosu na upotrebu rastvarača (sa i bez hloroforma). Preostalih 5 zuba, bez kanalnog punjenja, korišćeni su kao kontrolna grupa. Nakon završenog retretmana, korenovi su uzdužnim cepanjem razdvojeni, a odabrane polovine posmatrane na SEM-u. Mikrofotografije svake trećine kanala načinjene su pri uveličanju od 500x. Količina preostalog materijala za punjenje ocenjivana je pomoću skale. Otvoreni dentinski kanalići prebrojavani su na mikrofotografijama načinjenim pri uveličanju od 1000x, u odnosu na uvek konstantnu površinu.

Rezultati: Analiza rezultata ukazala je na postojanje statistički značajne razlike u kvalitetu čišćenja zidova kanala u zavisnosti od uklanjanog materijala za opturaciju. Kvalitet čišćenja zidova kanala bio je veći nakon uklanjanja gutaperke nego nakon uklanjanja resilona.

Rotirajućim, mašinskim instrumentima je efikasnije uklanjana gutaperka, a ručnim Hedstrom turpijama je bolje uklanjan resilon. Posmatrajući ceo uzorak, ProTaper instrumenti ostavljali su velike količine materijala na zidovima kanala nakon endodontskog retreatmana. Međutim, uklanjanje materijala pomoću ovih instrumenata bilo je najbrže. Primena rastvarača značajno je doprinela bržem uklanjanju materijala, dok uticaj na kvalitet čišćenja zidova kanala nije bio značajan. Posmatrajući kanal korena po trećinama, najveća količina materijala nalazila se u apikalnoj trećini, bez obzira na vrstu uklanjanog materijala i korišćenih instrumenata, i bez obzira na upotrebu rastvarača tokom retreatmana. Učestalost oštećenja instrumenata bila je značajno veća prilikom upotrebe Twisted File instrumenata. Apikalna transportacija materijala je bila veća tokom uklanjanja resilon materijala i kada su korišćene ručne Hedstrom turpije.

Zaključak: Kvalitet čišćenja zidova kanala nakon uklanjanja gutaperke je veći nego nakon uklanjanja resilona. Dizajn i vrsta instrumenata utiče na kvalitet čišćenja zidova kanala korena. Upotreba rastvarača tokom retreatmana ne utiče značajno na smanjenje količine materijala zaostalog na zidovima kanala. Mašinski pokretani instrumenti i upotreba rastvarača značajno skraćuju vreme potrebno za endodontski retreatman.

Datum prihvatanja teme od strane NN veća: DP	30. 09. 2011.
Datum odbrane: DO	
Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO	<p>Predsednik: Prof. dr Ivana Stojšin, vanredni profesor na Katedri za stomatologiju (Bolesti zuba i endodoncija), Medicinski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu</p> <p>Član: Prof. dr Ljubomir Petrović, redovni profesor na Katedri za stomatologiju (Bolesti zuba i endodoncija), Medicinski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu</p> <p>Član: Prof. dr Larisa Blažić, redovni profesor na Katedri za stomatologiju (Bolesti zuba i endodoncija), Medicinski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu</p> <p>Član: Prof. dr Slavoljub Živković, redovni profesor na Katedri za bolesti zuba i endodonciju, Stomatološki fakultet, Univerzitet u Beogradu</p> <p>Član: Doc. dr Igor Stojanac, docent na Katedri za stomatologiju (Bolesti zuba i endodoncija), Medicinski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu</p>

University of Novi Sad
ACIMSI
Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Ph.D Thesis
Author: AU	Karolina Vukoje
Mentor: MN	Tatjana Brkanić, DMD, Ph.D, Associate professor, Medical Faculty, University of Novi Sad
Title: TI	Endodontic retreatment – scanning electron microscopy analysis
Language of text: LT	Serbian/Latin
Language of abstract: LA	Serbian/English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Novi Sad, Vojvodina
Publication year: PY	2015.
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	Faculty of Medicine, Hajduk Veljkova 3, Novi Sad

Physical description: PD	8 chapters , 158 pages, 26 figures, 40 tables, 37 graphs, 252 references
Scientific field SF	Dentistry
Scientific discipline SD	Endodontics
Subject, Key words SKW	Root Canal Obturation; Root Canal Therapy; Gutta-Percha; Retreatment; Microscopy, Electron, Scanning; Dental Instruments; Chloroform; Solvents; Endodontics
UC	616.314.16:543.456
Holding data: HD	Library of Medical Faculty Hajduk Veljkova 3, Novi Sad
Note: N	/
<p>Abstract: AB</p> <p>In cases when endodontic treatment fails, it is necessary to retreat the root canal. Orthograde endodontic retreatment requires the removal of the existing root filling material with additional cleaning, disinfection and refilling of the canal. An important step during retreatment is complete removal of existing filling materials, to regain access to all parts of the canal system.</p> <p>The aim of the doctoral thesis was to investigate the cleanliness of root canal walls after removal of two different obturation material. The retreatment efficacy was observed depending on the usage of solvent and different hand or rotary instruments. The amount of residual material on the canal walls was assessed using scanning electron microscopy (SEM). Also, apical transportation of the obturation material, working time and frequency of instrument damage during retreatment was recorded.</p> <p>Materials and Methods: The total sample consisted of 125 extracted, single-rooted human teeth. After root canal preparation, 120 teeth were divided in two groups and filled using two different obturation materials (gutta-percha and resilon). Depending on the technique of removing these materials, the groups were further divided, in relation to the used instruments (Hedstrom, ProTaper and Twisted File), as well as in relation to the use of solvent (with or without chloroform). The remaining 5 tooth without canal filling were used as a control group. After root canal desopturation, the longitudinally splitted root halves were observed on SEM. Microphotography of each third were made at magnification of 500x. The amount of remaining filling material was evaluated by using a scale. Open dentinal tubules were counted on microphotographies made at a magnification of 1000x, on a surface that was always constant.</p> <p>Results: Analysis of the results indicated a significant difference in the cleanliness of the canal walls depending on the used obturation material. Cleanliness of the canal walls was higher after gutta-percha removal than after the removal of resilon.</p>	

Rotary instruments were more effective in removing gutta-percha and Hedstrom hand files better removed resilon. ProTaper instruments left more residual material on canal walls, however endodontic retreatment with these instruments was the fastest. The application of solvent significantly contributed to faster material removal, while the impact on the increase of canal cleanliness was not significant. The largest amount of material remained in the apical third, regardless of the type of material removed and instruments used, and also regardless whether solvent was used for retreatment. The frequency of instrument deformation and fracture was significantly higher when Twisted File instruments were used. Apical transportation of material had a significantly higher occurrence during resilon removal and when manual Hedstrom files were used.

Conclusion: Cleanliness of the canal walls was higher after the removal of gutta-percha than after the removal of resilon. The use of solvent is not significant on the increase of canal wall cleanliness, but significantly shortens the time needed for retreatment. There is a difference in the cleanliness of root canal walls depending on the used instruments. Engine-driven rotary instruments and the use of a solvent significantly shortens the time needed for endodontic retreatment.

Accepted on Scientific Board on: AS	September 30 th , 2011.
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	<p>President: Ivana Stojšin, DMD, PhD, Assistant professor, Department of Operative Dentistry and Endodontics, Faculty of Medicine, University of Novi Sad</p> <p>Member: Ljubomir Petrović, DMD, PhD, Full professor, Department of Operative Dentistry and Endodontics, Faculty of Medicine, University of Novi Sad</p> <p>Member: Larisa Blažić, DMD, PhD, Full professor, Department of Operative Dentistry and Endodontics, Faculty of Medicine, University of Novi Sad</p> <p>Member: Slavoljub Živković, DMD, PhD, Full professor, Faculty of Dentistry, University of Belgrade</p> <p>Member: Igor Stojanac, DMD, PhD, Assistant professor, Department of Operative Dentistry and Endodontics Faculty of Medicine, University of Novi Sad</p>

SADRŽAJ

Ključna dokumentacijska informacija	ii
Key word documentation	v
1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	2
2.1. Uspešnost endodontske terapije	2
2.2. Endodontski retreatman	6
2.3. Uloga materijala za punjenje kanala korena.....	10
2.4. Metode endodontskog retreatmana	14
2.4.1. Metode termičkog razmekšavanja materijala za punjenje	14
2.4.2. Metode hemijskog razmekšavanja materijala za punjenje.....	15
2.4.3. Metode mehaničkog uklanjanja kanalnog punjenja.....	19
2.5. Komplikacije tokom endodontskog retreatmana	24
2.5.1. Apikalna transportacija materijala za punjenje kanala	25
2.5.2. Oštećenja instrumenata korišćenih za retreatman.....	27
3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZE	30
4. MATERIJAL I METODE.....	31
4.1. Izbor i priprema uzorka	31
4.2. Primarna instrumentacija kanala korena	32
4.3. Opturacija kanala korena.....	33
4.4. Endodontski retreatman kanala korena	36
4.4.1. Upotreba rastvarača tokom retreatmana	37
4.4.2. Instrumenti korišćeni za retreatman.....	38
4.5. Ispitivanje vremena koje je potrebno za retreatman	41
4.6. Ispitivanje učestalosti oštećenja korišćenih instrumenata	42
4.7. Ispitivanje apikalne transportacije materijala za punjenje tokom retreatmana	42
4.8. SEM analiza kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba	43

4.9. Statistička metodologija	46
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	47
5.1. Rezultati SEM analize kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba.....	47
5.2. Rezultati ispitivanja vremena koje je potrebno za retreatman	84
5.3. Rezultati ispitivanja učestalosti oštećenja korišćenih instrumenata.....	98
5.4. Rezultati ispitivanja apikalne transportacije materijala za punjenje tokom retreatmana ...	103
6. DISKUSIJA.....	108
6.1. Diskusija materijala i metoda	108
6.2. Diskusija rezultata SEM analize kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba	113
6.3. Diskusija rezultata ispitivanja vremena koje je potrebno za retreatman	126
6.4. Diskusija rezultata ispitivanja učestalosti oštećenja korišćenih instrumenata	129
6.5. Diskusija rezultata ispitivanja apikalne transportacije materijala za punjenje tokom retreatmana	132
7. ZAKLJUČAK	136
8. LITERATURA.....	138

1. UVOD

Endodontska terapija kanala korena, uprkos visokom procentu uspešnosti, nekada ne dovodi do željenih reparatornih odgovora. Nedvosmisleno, glavni faktor povezan sa endodontskim neuspehom je prisustvo mikroorganizama unutar kanalnog sistema [1,2].

U slučajevima neuspele primarne endodontske terapije, postoje tri terapijske mogućnosti: ortogradni, endodontski retreatman; hirurški, retrogradni tretman; ili ekstrakcija zuba, kao krajnje rešenje [3–5]. U većini slučajeva, terapiju izbora predstavlja ortogradni retreatman i uvek, kada je moguće, treba favorizovati ovu opciju, kao najkonzervativniji metod za rešavanje neuspeha primarne endodontske terapije [6–8].

Endodontski retreatman podrazumeva uklanjanje postojećeg materijala za punjenje iz kanala i postizanje prohodnosti do apikalnog otvora korena; uz dodatno čišćenje, dezinfekciju i oblikovanje kompletnog kanalnog sistema i ponovnu finalnu opturaciju [9,10].

Zbog toga bi materijali za kanalno punjenje trebalo da se lako uklanjaju u slučaju potrebe za retreatmanom [11]. Najčešće, kanalno punjenje najvećim delom čini gutaperka, u kombinaciji sa nekom od konvencionalnih pasti za opturaciju. U novije vreme, kao alternativa gutaperki, za opturaciju kanala se predlaže upotreba resilona. To je termoplastični, sintetički materijal na bazi polimera poliestara, koji se uz pomoć odgovarajućeg silera, adhezivno vezuje za dentin kanala korena i dovodi do formacije tzv. “monobloka” [12,13].

Važan korak u toku retreatmana je što potpunije uklanjanje postojećeg kanalnog punjenja kako bi se pristupilo svim delovima kanalnog sistema i uklonili ostaci nekrotičnog tkiva i mikroorganizmi, koji se smatraju uzročnicima periapikalne inflamacije i bola. To je ujedno i preduslov za ozdravljenje periodontalnih tkiva i vraćanje zuba u funkcionalno i subjektivno asimptomatsko stanje [14–17].

Za uklanjanje materijala iz kanala korena mogu se upotrebiti različiti ručni, mašinski i/ili ultrazvučni instrumenti [8,18–25], a kako bi se olakšala sama procedura, mogu se koristiti različiti rastvarači ili toplota [26,27]. Poslednjih godina na tržištu se pojavljuje sve veći broj rotirajućih nikel-titanijumskih (NiTi) instrumenata, koji su specijalno dizajnirani u svrhu retreatmana [28,29] ili koji su proizvedeni u skladu sa najnovijim metalurškim i tehnološkim

dostignućima [30]. Međutim, dosadašnja istraživanja stalno izveštavaju o nemogućnosti potpunog uklanjanja materijala sa zidova kanala, bez obzira na upotrebljene instrumente, tehnike retreatmana i vrstu uklanjanih materijala [31–33].

Već izvesno vreme u naučnoj i stručnoj stomatološkoj literaturi vodi se rasprava koja tehnika, sredstva i instrumenti za dezopturaciju dovode do najefikasnijeg i najbržeg čišćenja zidova kanala korena. Iako brojna i po metodologiji različita, istraživanja nisu pružila potpuna saznanja koja procedura retreatmana daje najoptimalnije rezultate, zbog čega postoji prostor za poboljšanja na ovom polju. Neophodna su dalja ispitivanja ove problematike, kako bi se eventualno dobijena nova saznanja mogla iskoristiti za povećanje uspeha retreatmana u kliničkim uslovima. Takođe, potrebno je ispitati efikasnost različitih instrumenata i mogućnost uklanjanja materijala, koji su od nedavno prisutni na dentalnom tržištu, kako bi se mogle dati praktične smernice za njihovu primenu u kliničkoj praksi.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Uspešnost endodontske terapije

Osnovni cilj endodontske terapije predstavlja uklanjanje zapaljenski promenjenog pulpnog tkiva ili inficiranog kanalnog sadržaja, definitivna opturacija kanalnog prostora i sprečavanje razvoja ili izlečenje apikalnog periodontitisa [34].

Apikalni periodontitis je oboljenje prouzrokovano mikroorganizmima koji kolonizuju kanalni sistem korena zuba [16,35,36]. Za optimalni ishod endodontske terapije, prisutne bakterije treba da se eliminišu ili da se bar značajno smanji njihov broj kako bi se omogućilo ozdravljenje periradikularnih tkiva [37].

U kliničkoj praksi nisu određeni konkretni kriterijumi koji definišu uspeh u odnosu na neuspeh endodontske terapije [38]. U tom smislu procena uspeha endodontske terapije je nejasna, pa bi se uspeh mogao definisati na različite načine: očuvana funkcionalnost zuba (izbegnuta ekstrakcija, hirurški ili endodontski retreatman zuba), nepostojanje subjektivnih

tegoba, odsustvo kliničkih znakova i simptoma oboljenja, odnosno odsustvo radiografskih znakova inflamacije u periapikalnim koštanim strukturama [39,40]. Zbog toga, uspeh se mora definisati u odnosu na postavljene ciljeve i očekivani ishod endodontske terapije [40].

Iako je opšte prihvaćeno da endodontska terapija ima veoma visoku stopu uspešnosti od 86% do čak 97% [35,36,41], nekoliko studija preseka u različitim populacijama ukazalo je na prisustvo periapikalnih lezija kod endodontski lečenih zuba u čak 25-60% slučajeva (uspeh 40-75 %) [41–46]. Ovakva nedoslednost i varijabilnost podataka za ishod primarne endodontske terapije je posledica razlika u vrstama sprovedenih epidemioloških studija i terapijskim procedurama, kao i razlikama u definiciji uspeha endodontske terapije. Iz tog razloga se ne mogu sve publikovane studije jednako vrednovati kao izvor pouzdanih i klinički značajnih informacija [40]. Takođe, većina studija sprovedena je na univerzitetskim klinikama i specijalističkim odeljenjima, pa rezultati ne odražavaju dugoročan ishod endodontske terapije koja je obavljena u opštoj stomatološkoj praksi [42].

Pregledna studija, koja je analizirala rezultate longitudinalnih kliničkih studija, sprovedenih u periodu od 1922-2002. godine, utvrdila je da se uspeh endodontske terapije kreće u opsegu od 31-96% [47,48]. Osim razlikom u dizajnu studija i u korišćenim radiografskim kriterijumima, ovaj pregledni rad nije uspeo da objasni velike varijacije u dobijenim rezultatima. U nedavno sprovedenoj Toronto studiji, endodontski tretman sproveden je po istim kriterijumima kod svih obuhvaćenih zuba, a zatim je ishod terapije praćen radiografski tokom 4-6 godina. Uspeh je postojao u 86 % slučajeva [7,49–51]. Ova studija takođe je utvrdila da su šanse za uspeh terapije veće kod zuba bez prethodne periapikalne radiolucencije, kod jednokorenih zuba (preoperativni faktori) i ukoliko nisu postojale komplikacije tokom same endodontske procedure (intraoperativni faktori). U drugim radovima je navedeno da tehnički korektno kanalno punjenje (bez praznina i u okviru dužine od 2mm od radiografskog apeksa), kao i prisustvo zadovoljavajuće koronarne restauracije takođe značajno poboljšavaju ishod endodontske terapije [52,53].

Iako u kliničkoj praksi postoji niz faktora koji mogu da utiču na ishod endodontske terapije, čini se da uspeh u teorijskom smislu najviše zavisi od mogućnosti eliminacije kanalne infekcije [10]. Nedvosmisleno, glavni faktor povezan sa endodontskim neuspehom je prisustvo mikroorganizama unutar kanalnog sistema i u periradikularnom prostoru [1,2]. Iz tog razloga

endodontska terapija treba da bude fokusirana na dezinfekciju kanalnog prostora i aseptične uslove tokom rada [54].

Mikroorganizmi mogu biti prisutni već tokom primarne endodontske terapije, a usled njihove neuspešne eliminacije (neadekvatno čišćenje i oblikovanje kanala, neidentifikovani kanali) mogu nastati perzistentne infekcije. Utvrđeno je da prisustvo bakterija u kanalu za vreme opturacije predstavlja faktor rizika za razvoj, odnosno perzistiranje apikalnog periodontitisa posle endodontske terapije [37]. Friedman i saradnici zaključili su da zub bez prethodno postojećeg apikalnog periodontitisa ima velike šanse (92% - 98%) da održi zdravlje periapikalnih struktura, dok je mogućnost izlečenja postojećeg apikalnog periodontitisa nakon endodontske terapije manja i iznosi 74% to 86% [40].

Takođe, prisustvo mikroorganizama u kanalnom sistemu korena može biti posledica sekundarne infekcije ili reinfekcije, usled njihovog pojavljivanja tokom tretmana (intraoperativni propusti u primeni aseptičnih uslova), odnosno nakon završenog tretmana (tehnički neadekvatna opturacija, koronarno mikrocurenje) [37,54,55]. Koronarna mikropropustljivost ("curenje") može nastati usled gubitka koronarne restauracije, sekundarnog karijesa ili frakture zuba, ali i drugi ne-endodontski razlozi, poput terminalne parodontopatije ili traume zuba mogu da doprinesu neuspehu endodontske terapije [56]. Međutim, čini se da vodeći uzrok neuspeha endodontske terapije predstavljaju upravo perzistentne infekcije [37].

Pogrešno je mišljenje da proceduralne greške, kao što su zalomljeni instrumenti, perforacije, prekomerno ili nedovoljno kanalno punjenje, stepenici itd., neminovno vode ka neuspehu endodontske terapije. U najvećem broju slučajeva, proceduralne greške ne ugrožavaju ishod kanalnog tretmana. Prisustvo ovakvih okolnosti može samo da oteža ili učini nemogućim adekvatno oblikovanje i dezinfekciju kanalnog sistema, što može dovesti do neuspešne kontrole i prevencije infekcije [53,55].

Mikroorganizmi najčešće perzistiraju u apikalnoj regiji, jer taj deo kanalnog sistema, zbog malog dijametra kanala i prisustva anatomskih nepravilnosti poput istmusa, ramifikacija i apikalnih delti, najčešće ostaje nepristupačan hemo-mehaničkoj preparaciji. Dentinski tubuli ove regije i neobrađeni, netaknuti delovi kanalnog sistema, mogu da sadrže bakterije i nekrotično tkivo, iako na rendgenografskim snimcima kanalno punjenje tehnički može da deluje sasvim korektno [2,55]. Bitno je napomenuti da zaostali mikroorganizmi mogu uzrokovati oboljenje samo ako su dovoljno patogeni, ako ih ima u dovoljnom broju i ako imaju pristup

periradikalarnim tkivima, gde hraneći se tkivnim tečnostima, započinju ili održavaju zapaljenske procese [55]. Uloga kanalnog punjenja u tom smislu može da se ogleda u “zatrpavanju” preostalih bakterija i onemogućavanju njihovog pristupa periradikalarnim tkivima [16]. Međutim, bakterije koje zaostaju u samim apikalnim regijama su u bliskom kontaktu sa periapikalnim tkivima i imaju dotok odgovarajućih količina nutrienata, zbog čega dugo vremena mogu da opstanu i održavaju periapikalnu inflamaciju [37]. Takođe, postoje neke vrste mikroorganizama koje mogu da se adaptiraju na novonastale uslove u kanalu i određenim mehanizmima izbegnu nepovoljan uticaj dezinfekcionih sredstava i smanjenog dotoka hranljivih nutrienata [55,57]. Za razliku od primarne endodontske infekcije, koja je polimikrobna po prirodi i gde dominiraju gram-negativni anaerobni bacili, mikroorganizme kod sekundarne infekcije čine svega nekoliko, neretko samo jedna, bakterijska vrsta [16,58]. *Enterococcus faecalis* je bakterija često izolovana iz perzistentnih, asimptomatskih infekcija prethodno endodontski lečenih zuba i to u prevalenci od 24%-77% [59]. Ovaj mikroorganizam ima sposobnost da se odupre nedostatku nutrienata aktivacijom drugih metaboličkih puteva kao i ulaskom u tzv. fazu održavanja (deprivacije), gde može da opstane bez nutrienata i do 12 meseci. Tokom ove faze *E. faecalis* zadržava svoju sposobnost razmnožavanja i patogenost, koju ispoljava čim se za to stvore povoljni uslovi [57,60,61]. Mikroorganizmi poput gljivica su takođe prisutni kod zuba otpornih na endodontsku terapiju. *Candida spp* i *E. faecalis* aktivacijom različitih mehanizama postaju izuzetno otporni na medikamente, uključujući i kalcijum hidroksid [1,37,57].

Međutim, postoje situacije kada su tokom endodontske procedure ispoštovani najviši tehnički standardi, a ipak nastupi neuspeh. Naučna istraživanja ukazuju da za to mogu biti odgovorni, osim faktora mikrobnog porekla (intra- i ekstraradikularne infekcije), i različiti faktori nemikrobnog porekla. Faktori nemikrobnog porekla podrazumevaju nastanak perzistirajuće cistične lezije ili reakcije periradikalarnih tkiva na strano telo, koja može biti inicirana kristalima holesterola iz radikularne ciste (intrinzični faktori) kao i spolja unetim materijama (ekstrinzični faktori - gutaperka, talk, celuloza) [1,2,16,35,53].

Mogućnosti za povoljan ishod kanalne terapije su svakako veće ukoliko je sprečen nastanak infekcije tokom tretmana ili uklonjena postojeća infekcija pre opturacije kanala. Međutim, ukoliko mikroorganizmi postoje u kanalu tokom punjenja ili ukoliko nastane sekundarna infekcija zbog lošeg kvaliteta opturacije i koronarne restauracije, postoje veće šanse za neuspeh primarne endodontske terapije [35,40]. Neuspeh endodontske terapije se ređe

manifestuje klinički, kroz znake i simptome kao što su osetljivost zuba pri mastikaciji i palpaciji, bol na perkusiju, spontani bol, rekurentni apsces i fistula. Češće se otkriva slučajnim radiografskim nalazom, kao manje ili više vidljiva periapikalna lezija, imajući u vidu asimptomatsku prirodu apikalnog periodontitisa [3,49,62]. Zub koji duže vremena nakon završetka lečenja ne pokazuje kliničke ni radiografske znake poboljšanja patoloških promena, može se smatrati neuspešno izlečenim zubom [63].

2.2. Endodontski retreatman

Uprkos velikim dostignućima na polju endodoncije, cilj endodontske terapije nije uvek postignut [42]. Tokom godina, postoji tendencija povećanja uspešnosti endodontske terapije, međutim postojanje periapikalnih lezija kod endodontski lečenih zuba se i dalje često viđa u kliničkoj praksi. U takvim situacijama neophodno je ponoviti lečenje, a terapiju izbora predstavlja ili endodontski, ortogradni retreatman ili hirurški, retrogradni tretman [3–5,8]. U izuzetno retkim situacijama, terapija se može sprovesti i namernom replantacijom zuba, a nažalost, u nekim slučajevima, kao krajnje rešenje sprovodi se ekstrakcija zuba [64,65].

Endodontski retreatman predstavlja ponovljenu endodontsku terapiju kanala korena koja je potrebna u slučajevima neuspešne ili tehnički neadekvatne primarne endodontske terapije. Sve učestaliji zahtevi za očuvanje zuba od strane pacijenata, kao i porast znanja i veštine terapeuta rezultirali su sve većom potrebom za ortogradnim retreatmanom endodontski lečenih zuba [5]. Takođe, značajna dostignuća na polju restauracije endodontski lečenih zuba, doprinela su mogućnostima retencije većeg broja zuba [66].

Nehirurški endodontski retreatman vremenom je favorizovan u odnosu na hirurški retreatman. Zbog stalnih napora da se u terapijskim procedurama primenjuju minimalno invazivne metode, konzervativni retreatman je postao metoda izbora, nasuprot invazivnijim, hirurškim metodama (kao što je apikotomija ili ekstrakcija zuba) [17,24]. Sa pacijentove tačke gledišta, mogućnost eliminacije potrebe za oralno-hirurškom intervencijom je od još većeg značaja, jer učestalost nastanka nelagodnosti, bola i otoka, kao i dužeg oporavka znatno je veća nakon hirurške intervencije [38,67]. Prognostičke studije Bergenholtza i Sjögrena ukazale su da se u

velikoj većini slučajeva periapikalna hirurgija ili ekstrakcija zuba mogu izbeći primenom konvencionalnog retreatmana [36,68]. Ortogradni retreatman, pored svoje uspešnosti, ima i druge prednosti nad periradikularnom hirurgijom. U najvećem broju slučajeva, jednostavniji je za izvođenje, a i teoretski gledano, šanse za uspeh su veće u odnosu na hirurški retreatman, ukoliko je poznato da su neočišćeni i loše opturisani kanalni prostori glavni uzrok neuspeha [63]. Zbog toga, kada su u pitanju periapikalni procesi udruženi sa tehnički neadekvatnom primarnom endodontskom terapijom, uvek treba dati prioritet ortogradnom, endodontskom retreatmanu [68].

U rečniku savremene endodontske terminologije Američkog Udruženja Endodontista [69] retreatman je definisan kao “procedura kojom se uklanja materijal za punjenje iz kanala korena i tokom koje se kanal ponovo čisti, oblikuje i opturiše”. Dakle, endodontski retreatman podrazumeva uklanjanje postojećeg kanalnog punjenja, dalju instrumentaciju, odnosno širenje i produžavanje preparacije unutar anatomo-fizioloških granica kanala, dezinfekciju i ponovno punjenje [10]. Treba naglasiti da je uklanjanje prethodnog materijala za punjenje samo inicijalni korak koji, kad se uspešno obavi, obezbeđuje pristup kanalnom sistemu. Nakon toga uspeh celokupne terapije zavisi od poštovanja osnovnih principa endodoncije, koji se ne smeju kompromitovati ili izostaviti [66].

Jedan od najvažnijih postupaka tokom postavljanja pravilne indikacije za izvođenje endodontskog retreatmana je pravilno postavljanje dijagnoze neuspeha primarne terapije, kao i kritička procena da li ponovljena terapija u datim kliničkim uslovima može rezultovati boljim ishodom. Indikacije za sprovođenje ortogradnog retreatmana kod prethodno endodontski lečenih zuba mogu se kategorisati na sledeći način [70,71]:

- **Apsolutne indikacije:** 1) akutna egzacerbacija hronične periapikalne lezije (apsces); 2) perzistiranje subjektivnih i/ili objektivnih kliničkih simptoma, sa ili bez pratećeg radiografskog nalaza; 3) povećanje periapikalne lezije na kontrolnim rendgen snimcima ili nastanak lezije nakon opturacije;
- **Relativne indikacije** (preventivne): 4) kada nije došlo do pomaka u ozdravljenju periradikularne lezije nakon perioda od 2-4 godine; 5) kada postoje očigledni defekti unutar kanalnog punjenja koji bi mogli dovesti do sekundarne infekcije (nehomogena senka, prazni prostori); 6) kada dužina punjenja nije adekvatna; 7) kada postoje nepotpuno napunjeni (“prazni” kanali, sa zalomljenim instrumentom) ili zaboravljeni kanali; 8) kada je izgubljena privremena ili trajna restauracija i došlo je do kontaminacije; 9) iz protetskih razloga.

Važan korak u toku retreatmana je što potpunije uklanjanje postojećeg kanalnog punjenja kako bi se pristupilo svim delovima kanalnog sistema i uklonili ostaci nekrotičnog tkiva i mikroorganizmi, koji se smatraju uzročnicima periapikalne inflamacije i bola. To je ujedno i preduslov za ozdravljenje periodontalnih tkiva i vraćanje zuba u funkcionalno i subjektivno asimptomatsko stanje [14–17]. Kako ne postoje dokazi da nepotpuno uklanjanje materijala neizbežno dovodi do neuspeha nakon retreatmana, tako nije sigurno ni da će potpuno uklonjen materijal zagarantovati 100%-ni uspeh. U svakom slučaju, uklanjanje prethodnog punjenja u što većoj meri je bitno, jer eksponira ostatke nekrotičnog tkiva i bakterija i dozvoljava hemomehaničku instrumentaciju i medikaciju prethodno neinstrumentisanih delova kanala [68].

Neka istraživanja zaključuju da je uspešnost endodontskog retreatmana manja u odnosu na uspešnost primarne endodontske terapije, a kao razlozi za to se navode: postojanje perzistentne infekcije, rezistentne na terapiju; komplikacije nastale već tokom primarne instrumentacije kanala (stepenici, transportacije, perforacije); komplikovani (anatomske nepravilnosti) i nepristupačni kanalni sistemi (obliteracija i kalcifikacija kanala); kao i nemogućnost potpunog uklanjanja različitih materijala iz kanala (kočić, fosfatni cement, zalomljen instrument) [8]. Nekoliko kliničkih studija o uspešnosti ponovnog endodontskog tretmana izvestile su o uspehu u 62% slučajeva, u poređenju sa 86% uspeha nakon primarnog tretmana [36], odnosno u 78% slučajeva kada je prethodno postojala periapikalna lezija i čak 94 % slučajeva kada je retreatman sproveden zbog tehničkih nedostataka prethodne opturacije [68]. Ovim ispitivanjima takođe je pokazano da je tehnički standard punjenja veoma bitan za ishod terapije, te da je značajno veći uspeh kod zuba sa adekvatnom opturacijom (67%) naspram zuba sa lošijim zaptivanjem kanalnog prostora (31%). Bez obzira na to, ove studije ukazuju na to da ortogradni retreatman u velikom broju slučajeva može biti veoma efikasan u eliminaciji kliničkih i radiografskih znakova periradikularne patologije, uz istovremeno poboljšanje tehničkog kvaliteta kanalne opturacije. Nedavno sprovedena Toronto studija prikazala je uspeh ortogradnog retreatmana u 82% slučajeva, pri čemu su za nastanak većeg uspeha definisani sledeći faktori: zubi bez prethodne perforacije i radiolucencije, kao i tehnički loša opturacija kao indikacija za retreatman [3,72].

Međutim, Friedman je kritičkom analizom i vrednovanjem objavljenih radova na temu uspešnosti endodontskog retreatmana zaključio sledeće: zubi oboleli od apikalnog periodontitisa imaju 74%-86% šanse za potpuno ozdravljenje, i to podjednako nakon inicijalne endodontske

terapije kao i ortogradnog retreatmana [40]. Ovakav nalaz osporava istorijsku pretpostavku da uspeh nakon endodontskog retreatmana ima lošiju prognozu u odnosu na primarni endodontski tretman, kada su u pitanju zubi sa apikalnim periodontitisom. Zbog toga u situacijama kada postoje mogućnosti za adekvatnu restauraciju ovakvih zuba, kada je dobra njihova parodontološka prognoza i preoperativno ne postoje perforacije, svakako je opravdana primena konzervativnog retreatmana i ovakav način terapije treba uvek pokušati, pre nego što se zub indikuje za hirurški retreatman ili ekstrakciju; osim u slučajevima kada sam pacijent nije motivisan da zadrži zub [8,40,64]. Friedman-ova pregledna studija takođe je zaključila da je uspešno zaceljenje periapikalne lezije nakon hirurške terapije moguće u približno 70 % slučajeva i da je ovaj vid tretmana manje predvidljiv u odnosu na nehirurški retreatman [40]. Torabinejad je takođe zaključio da nehirurški retreatman dugoročno pruža mnogo povoljniji ishod terapije (86 % uspeha posle 4-6 godina), dok je apikalna hirurgija imala veći uspeh u prve 2 godine posle tretmana (78%), sa tendencijom opadanja uspeha posle 6 i više godina (63%) [64]. Ali, bez obzira na lošiju prognozu, apikalnoj hirurgiji takođe uvek treba dati prednost u odnosu na ekstrakciju zuba i postavljanje implanta ili protetske nadoknade. U pojedinim situacijama gde endodontskim retreatmanom nije moguće ukloniti uzrok neuspeha terapije, kao što je ekstraradikalna infekcija, perzistentna cistična lezija ili reakcija na strano telo, periapikalna hirurgija predstavlja terapiju izbora [8].

Iako po svemu sudeći, veoma uspešan, endodontski retreatman u kliničkoj praksi sa sobom nosi i određene rizike i komplikacije koji se ne mogu razdvojiti od same procedure. Tako, fraktura korena neminovno vodi u gubitak zuba; kao i nemogućnost ponovne restauracije zuba (usled velikog gubitka zubnih struktura, nepovoljne koronarne frakture); odnosno ako tokom retreatmana nastane velika perforacija korena koja se ne može popraviti. Tokom retreatmana može nastati i fraktura instrumenta, stvaranje stepenika ili blokade kanala, kanalna transportacija i perforacija, kao i apikalna transportacija materijala - faktori koji mogu ugroziti dugoročan uspeh retreatmana i opstanak zuba [8]. Iz tog razloga potrebno je još jednom naglasiti važnost donošenja pravilne odluke o sprovođenju endodontskog retreatmana, uz kritičku procenu postojećih kliničkih uslova. Međutim, kao što je već spomenuto, konzervativni retreatman bi uvek trebalo pokušati, pre nego što se zub indikuje za hirurški retreatman ili ekstrakciju.

2.3. Uloga materijala za punjenje kanala korena

Glavni cilj endodontske terapije je eliminacija bakterija i njihovih produkata, kao i prevencija rekontaminacije kanalnog prostora. Ovo se postiže adekvatnom biomehaničkom preparacijom i obezbeđivanjem kvalitetne opturacije kanala, uz postavljanje odgovarajuće, celovite koronarne restauracije [73]. Uloga kanalnog punjenja u tom smislu ogleda se u stvaranju barijere, kako za prolazak bakterija do periradikularnih tkiva, tako i za dotok hranljivih materija do bakterija - iz koronarnog ili apikalnog pravca. Idealno kanalno punjenje treba da zadovolji tri osnovna zahteva: 1) da “zatrpa” preostale preživele bakterije i spreči njihovo kretanje; 2) da spreči dotok tkivnih tečnosti do eventualno zaostalih bakterija; i 3) da spreči reinfekciju kanalnog prostora. Dugoročan uspeh endodontske terapije u velikoj meri zavisi od opturacije i zaptivanja kanalnog prostora u svim pravcima, radi sprečavanja bakterijskog mikrocurenja [16].

Dosada su za punjenje kanala korena korišćeni brojni materijali, uključujući razne paste, cemente i smole, u kombinaciji sa čvrstim (srebrni poeni) i polučvrstim (gutaperka) materijalima kao središnjim konusima. Gutaperka se u endodonciji koristi više od 100 godina, i danas je ostala najčešće upotrebljavan materijal za trajnu opturaciju kanala korena. Iako su brojni drugi materijali predlagani u svrhu opturacije kanala, gutaperka u kombinaciji sa silerom i dalje predstavlja materijal izbora za punjenje najvećeg dela zapremine kanala korena [74,75].

U skorije vreme, na dentalnom tržištu su se pojavili novi materijali sa težnjom da se poboljšaju i prevaziđu nedostaci gutaperke kao konusnog materijala. Tu spadaju različiti konusi u kombinaciji sa odgovarajućim silerima na bazi smole (Resilon-RealSeal, EndoRez), na bazi silikona (GuttaFlow) ili na bazi glas-jonomera (ActiV GP).

Kao što je već spomenuto, gutaperka se kao materijal za opturaciju u endodonciji koristi poslednjih 100 godina [74], i danas predstavlja najčešće upotrebljavan materijal u ove svrhe. Može se reći da je gutaperka položila “test vremena” i da predstavlja “zlatni standard” za opturaciju kanala. Do sada, nijedan drugi materijal nije toliko prihvaćen, s obzirom da gutaperka poseduje mnoge osobine koje treba da ima idealan materijal za punjenje kanala [11]. Gutaperka je laka za manipulaciju i unošenje u kanalni prostor, dimenzionalno je stabilna, nerastvorljiva je u tkivnim tečnostima, ne iritira periapikalna tkiva, radiokontrastna je, a u slučaju potrebe, može se ukloniti iz kanala. Gutaperka se može razmekšati pomoću toplote, kao i hemijski, pomoću

različitih rastvarača (hloroform, halotan, benzen, ksilen, eukaliptol, terpentin, nararandžino ulje) [26,27,76–78].

Gutaperka je prirodni proizvod dobijen iz koagulisano g soka drveta *Isonandra gutta*. Hemijski, gutaperka predstavlja trans-izomer poliizoprena (polimer kaučuka) i ima dve kristalne faze: alfa (α) i beta (β) [79]. Prirodno dobijena gutaperka se nalazi u α -fazi, koja je na sobnoj temperaturi izuzetno krta. U takvom obliku može se koristiti tek nakon zagrevanja, u okviru termoplastičnih tehnika opturacije, pri čemu ima bolje fluidne karakteristike i manju kontrakciju nakon hlađenja od β -faze [80]. Gutaperka koja se najviše primenjuje u endodonciji nalazi se u β -fazi i koristi se za izradu gutaperka konusa.

Dve osnovne komponente gutaperka konusa su gutaperka i cink-oksidi. Procentualni sastav svih komponenti u gutaperka konusima se u određenoj meri razlikuje između proizvoda na tržištu, a približni sastav prikazan je u tabeli 1 [75,81].

Tabela 1 Sastav gutaperka konusa

Komponenta	%
Cink-oksidi	65 (37-84)
Gutaperka	20 (15-22)
Metalni sulfati (BaSO ₄ , Bi ₂ O ₃)	10 (0-31)
Dodaci (vosak, smole, pigmenti)	5 (1-10)

Gutaperka konusi mogu biti različitih dijametara i koničnosti. Najčešće se koriste ISO-standardizovani konusi sa 2% koničnosti, ali postoje i konusi sa 4%, 6% ili više procenata koničnosti. Takođe, dostupni su i gutaperka konusi sa varijabilnom koničnošću koji odgovaraju istoimenim instrumentima koji su korišćeni za oblikovanje kanala (kao što su npr. ProTaper gutaperka konusi).

Loša osobina gutaperke je što ne adherira za zidove kanala, čak ni kad se koristi tehnika sa zagrevanjem, jer nakon hlađenja dolazi do određenog stepena kontrakcije materijala. Zbog toga, bez obzira na tehniku opturacije, neophodna je upotreba silera, koji treba da popuni prazan prostor između gutaperke i zida kanala [75]. Konvencionalni sileri na bazi smole imaju određeni stepen adhezije za zidove kanala, međutim između gutaperke i silera ne dolazi do stvaranja nikakve veze, što predstavlja slabu tačku ovakvog metoda opturacije i time se stvara mogućnost za nastanak pukotine i bakterijske kontaminacije [12,40].

Gutaperka u kombinaciji sa različitim silerima i tehnikama opturacije veoma je često ispitivana u procedurama retreatmana. Takođe, mogućnosti uklanjanja gutaperke su ispitivane i u odnosu na primenu najrazličitijih instrumenata, toplote i rastvarača [17,82–97].

U novije vreme, kao alternativa gutaperki, za opturaciju kanala se predlaže upotreba resilona. To je sintetički materijal na bazi smole (Resilon-Pentron Corp., Wallingford, CT, USA), proizveden je kao alternativni opturacioni materijal, sa ciljem prevazilaženja nedostataka gutaperke i konvencionalnih pasti za opturaciju [98]. Nemogućnost adhezije između gutaperke i silera, kao i nemogućnost silera da se veže za dentin kanala korena, dovele su do razvoja opturacionih materijala na bazi metakrilatne smole, u kombinaciji sa adhezivnim tehnologijama pozajmljenim iz restaurativne stomatologije [12,99].

Resilon, na bazi termoplastičnog poliestera, vezuje se za opturacionu pastu na bazi metakrilatne smole, koja se sa druge strane adhezivno vezuje za dentin kanala korena i na taj način formira “monoblok” koji poboljšava zaptivanje i prema nekim autorima, ojačava koren zuba [12,100]. Ovakvo, dodatno zaptivanje kanalnog sistema, ujedno predstavlja barijeru bakterijama iz oralne sredine, ukoliko bi se vremenom koronarna restauracija zuba smanjila ili izgubila [12].

Resilon se na dentalnom tržištu pojavio 2004. godine, za upotrebu sa odgovarajućim silerima, koji postoje pod fabričkim nazivom Epiphany (Pentron Clinical technologies, USA) odnosno RealSeal (SybronEndo, CA, USA) [13]. Poen resilona sačinjen je od polikaprolaktonskog (PCL) i uretan-dimetakrilatnog (UDMA) matriksa, bioaktivnog stakla i radiokontrastnih punioca (bizmut oksihlorid i barijum-sulfat). Sadržaj punioca u resilon konusu iznosi oko 65%, težinski [12]. Dimetakrilatni monomeri unutar polimera polikaprolaktona omogućavaju ostvarivanje veze resilon poena sa odgovarajućim silerima na bazi metakrilatnih smola [101,102].

Oblik u kom se nalazi, kao i način rukovanja sa resilonom je praktično isti kao i za gutaperku i može se koristiti u kombinaciji sa hladnim i toplim tehnikama opturacije. Slično gutaperki, poeni resilona dostupni su u obliku master poena; u svim ISO standardnim veličinama i različite koničnosti (0.02, 0.04, i 0.06), kao i u obliku akcesornih poena. Takođe, resilon postoji i u formi štapića, koji se koriste za termoinjekcione metode opturacije [12].

Sintetički polimer, polikaprolakton (PCL) glavna je komponenta resilona, odgovorna za termoplastična svojstva ovog materijala. Resilon ima dobre mehaničke osobine, nisku viskoznost i nisku tačku topljenja [101], koja je slična tački topljenja gutaperke (60°C). Međutim, resilon ima značajno veći kapacitet kondukcije toplote [103], i veću termoplastičnost [104], pa izložen dejstvu toplote bilo direktno, ili tokom trenja rotirajućih instrumenata, može da ispolji veću fluidnost (“tečenje”) u odnosu na gutaperku [23,105,106]. Ovo može da utiče na brže uklanjanje resilona tokom retreatmana.

Siler koji se koristi u okviru ovog sistema, predstavlja dvojno-polimerizujući tečni kompozit na bazi metakrilatne smole. Matriks je sačinjen od mešavine bisfenol-A-dimetakrilata (BisGMA), uretan dimetakrilata (UDMA) i hidrofилnih, bifunkcionalnih monomera metakrilata. Čestice punioca čine kalcijum-hidroksid, barijumsko staklo, barijum sulfat i silicijum, ukupne težinske zastupljenosti do 70% [12,107]. Siler se koristi u kombinaciji sa samonagrizajućim prajmerom ili, u novijim generacijama, sam siler u sebi sadrži kisele monomere. Primena ovakvog samonagrizajućeg silera smanjuje osetljivost tehnike postavljanja, naročito u apikalnoj trećini, gde aplikacija prajmera može biti neadekvatna [108]. Nakon završene opturacije, u trajanju od 40 sekundi se vrši prosvetljavanje, koje obezbeđuje trenutno zaptivanje koronarnih delova punjenja, dok se ostatak punjenja u kanalu vezuje hemijski, tokom 15-30 minuta [12].

Rastvor natrijum-hipohlorita koji se često koristi za irigaciju kanala je jako oksidaciono sredstvo koje na površini dentina ostavlja sloj bogat kiseonikom. Ovo može da utiče na polimerizaciju, da smanji jačinu adhezivne veze i da poveća mikropropustljivost [109]. Iz tog razloga, kako bi se uklonio sloj bogat kiseonikom, prema preporuci proizvođača, finalno ispiranje pre opturacije kanala treba da se izvede sa EDTA. U ovu svrhu se efikasno mogu koristiti i druga sredstva poput limunske ili askorbinske kiseline [110,111].

U slučaju neophodnog retreatmana kanala, poen resilona se može ukloniti i razmekšati toplotom [112] ili rastvoriti rastvaračima poput hloroforma [12,113]. Azar i sar. [114] zaključili su da je rastvorljivost resilona u hloroformu veća u odnosu na gutaperku. Takođe je ispitivan uticaj drugih rastvarača i zaključeno je da ksilol efikasno rastvara i gutaperku i resilon, dok su eukaliptol i narandžino ulje uspešniji u rastvaranju gutaperke [115]. Međutim pojedini autori izrazili su sumnju u vezi uklanjanja metakrilatnog silera sa zidova kanala [12,112].

Nekoliko studija ispitivalo je efikasnost uklanjanja resilona i silera iz kanala korena [116–120]. Međutim, broj ovakvih studija i dalje je veoma mali, u odnosu na broj studija u

kojima je ispitivan retreatman gutaperke, te su potrebna dalja eksperimentalna, kao i klinička ispitivanja resilona, odnosno efikasnosti njegovog uklanjanja sa zidova kanala različitim instrumentima i tehnikama.

2.4. Metode endodontskog retreatmana

Za uklanjanje punjenja iz korenskih kanala predlagano je više tehnika, kao i primena različitih instrumenata. Armamentarijum koji se može upotrebiti za endodontski retreatman uključuje različite ručne i mašinske instrumente, ultrazvučne nastavke, lasere, instrumente koji prenose toplotu, kao i nikel-titanijumske (NiTi) rotirajuće instrumente [121]. Za razmekšavanje gutaperke, kako bi se olakšalo njeno uklanjanje, osim toplote, koriste se i različiti rastvarači, kao što su hloroform, eukaliptusovo i pomorandžino ulje, ksilol i halotan [14,15]. Metode endodontskog retreatmana, u odnosu na upotrebljena sredstva, mogle bi se podeliti na termičke, hemijske i mehaničke metode.

2.4.1. Metode termičkog razmekšavanja materijala za punjenje

Jedna od metoda za razmekšavanje gutaperke je direktna primena toplote. Na ovaj način materijal postaje plastičan i olakšava dublji prodor instrumenta kroz središnji deo materijala, kako bi se lakše uklonio. Različiti ručni instrumenti, kompakteri ili endodontske sonde mogu da se upotrebe za ovu svrhu. Oni se jednostavno zagrevaju na otvorenom plamenu i na taj način toplota se prenosi do materijala za punjenje. Nedostaci ove metode su mogućnost termičkog povređivanja okolnih mekih tkiva, brzo hlađenje instrumenta i česta potreba za njegovim ponovnim zagrevanjem. Osim toga, na ovaj način se zagreva samo površinski deo materijala, zbog čega većina materijala na samim zidovima kanala ostaje netaknuta. Drugi način za primenu toplote tokom retreatmana podrazumeva upotrebu različitih električnih aparata (Touch 'n Heat, System B Heat Source-SybronEndo, USA; ili Calamus Dual-Dentsply, Germany), koji se inače primenjuju tokom punjenja kanala korena sa tehnikama tople gutaperke. Ovi aparati u svom sastavu imaju odgovarajuće nastavke koji se zagrevaju tek pošto se unesu u kanal, eliminišući na taj način mogućnost povređivanja pacijenta. Pored toga što su bezbedniji, lakše se upotrebljavaju

i svrsishodniji su. Efikasnost prenošenja toplote na materijal je bolja, a sav materijal koji je razmekšan ostaje na nastavku nakon hlađenja i uklanja se tokom izvlačenja. Ostatak punjenja se zatim može ukloniti ručnim ili mašinskim instrumentima, ponavljajući postupak razmekšavanja po potrebi [122].

Tokom korišćenja termičkih metoda postoje određena ograničenja kada su u pitanju moguća oštećenja periodontalnog ligamenta. Kako bi se ovakva oštećenja izbegla, instrument ne sme da bude previše zagrejan, treba ga aplikovati povremeno, tokom kratkih intervala i isključivo samo u pravom delu kanala korena [123]. Indirektna toplota, stvorena trenjem u toku rotacije mašinskih instrumenata ili pri upotrebi ultrazvuka bez hlađenja, takođe može da razmekša materijal i doprinese lakšem i bržem uklanjanju kanalnog punjenja [21,124].

2.4.2. Metode hemijskog razmekšavanja materijala za punjenje

Uklanjanje materijala za punjenje iz kanala, u većini slučajeva je zamorno i vremenski izuzetno zahtevno, naročito ako je materijal za opturaciju dobro kondenzovan [86,105]. Kao što je već spomenuto, za razmekšavanje gutaperke, kako bi se olakšalo njeno uklanjanje, osim toplote, mogu se koristiti i hemijska sredstva - rastvarači.

Tokom retreatmana mogu se koristiti različiti rastvarači u kombinaciji sa ručnim ili mašinskim instrumentima. U ovu svrhu upotrebljavana su najrazličitija hemijska sredstva poput hloroforma, halotana (fluotan), ksilola (ksilen), benzena, kao i razna eterična ulja: eukaliptusovo i pomorandžino ulje, d-limonen (ulje iz kore limuna), prečišćeno terpentinsko ulje, ulje belog bora i ulje od borovih iglica [26,74,76,125–129].

Rastvarači su korisna pomoćna sredstva u toku mehaničke dezopturacije jer pomažu u savlađivanju otpora koji materijal može da pruži. Iz tog razloga je u okviru poznate Grossman-ove klasifikacije [11], rastvorljivost opturacionog materijala u rastvaračima opisana kao jedna od osobina koju idealan materijal za punjenje treba da poseduje. Gutaperka spada u materijale čija je rastvorljivost najčešće ispitivana i potvrđeno je da se efikasno rastvara u nekoliko organskih rastvarača, od kojih se u kliničkoj praksi najčešće koriste hloroform i eukaliptol [126,130].

Pre skoro 30 godina, Tamse i saradnici zaključili su da hloroform najefikasnije rastvara sve ispitivane fabričke brendove gutaperke u odnosu na ksilen, tetrahlor-etilen (Endosolv-E) i

pomorandžino ulje [26]. Razlike u efikasnosti rastvaranja gutaperke takođe su primetili Wennberg-a i Orstavik koji su, u potrazi za efikasnom zamenom za hloroform, poredili nekoliko rastvarača [74]. Kaplowitz je ocenjavao sposobnost nekoliko vrsta eteričnih ulja (terpentin, ulje čajnog drveta, eukaliptol, ulje belog bora i ulje od borovih iglica) da rastvore gutaperku, u poređenju sa hloroformom. Zaključio je da su jedino hloroform i terpentin u potpunosti rastvorili gutaperku, dok su ostali ispitivani rastvarači rastvorili oko 50% mase gutaperke [125]. I u skorije vreme, mnoga istraživanja bavila su se ispitivanjem efikasnosti primene različitih rastvarača tokom uklanjanja gutaperke, ali i uticajem rastvarača na novi materijal - resilon. Rastvorljivost gutaperke u rastvaračima poput hloroforma, eukaliptola, ulja pomorandže i ksilola, ponovo je potvrđena [77,114,130–132]. Ispitivanja rastvorljivosti resilona pokazala su da se ovaj materijal najefikasnije rastvara pomoću hloroforma [32,114,133], dok drugi rastvarači slabije utiču na ovaj materijal - od kojih ksilol relativno dobro rastvara resilon, a eukaliptusovo i narandžino ulje veoma slabo utiču na njegovo rastvaranje [115,133].

Takođe, dosta studija je ispitivalo uticaj rastvarača na efikasnost rastvaranja različitih silera. Neki sileri, poput onih na bazi glas-jonomera (Ketac Endo) veoma su slabo rastvorljivi [78,134]. Međutim, sileri na bazi epoksi smola (AHplus, AH26) efikasno se rastvaraju u hloroformu, halotanu i ksilolu, a slabije u eukaliptolu, narandžinom ulju i tetrahloretilenu [78,134–136]. Studija koja je ispitivala uticaj eukaliptusovog ulja i ksilola na različite silere, zaključila je da su ovi rastvarači imali namanji uticaj na AH plus i EndoRez silere na bazi epoksi odnosno metakrilatne smole, dok je metakrilatni siler Epiphany nešto bolje rastvaran pomoću ovih rastvarača [137]. U drugom ispitivanju Epiphany siler se znatno bolje rastvarao pomoću hloroforma u poređenju sa eukaliptusom [134]. Čini se da je eukaliptusovo ulje mnogo efikasniji rastvarač pasti na bazi kalcijum-hidroksida i cink-oksida eugenola [135].

Poslednjih 30 godina, u literaturi se diskutuje o mogućem toksičnom i kancerogenom dejstvu rastvarača, naročito hloroforma. U suštini, svi rastvarači su toksični u određenom stepenu i njihova upotreba treba da se izbegne, a ako je neophodna, treba da se ograniči isključivo unutar kanala korena [138]. Upotrebljeni na taj način, nose minimalan rizik od mogućeg štetnog dejstva. Klinički, najbezbedniji i najefikasniji način za upotrebu rastvarača tokom retreatmana podrazumeva uklanjanje gutaperke iz koronarnih delova kanala pomoću Gates-Glidden ili Peeso svrdala. Na ovaj način se formira rezervoar za rastvarač i obezbeđuje njegov intiman kontakt sa gutaperkom, a u isto vreme se sprečava brza evaporacija [122,139]. Metzger i Ben-Amar su

predložili proceduru za uklanjanje kanalnog punjenja u dva koraka, kako bi se sprečilo curenje rastvarača iz kanala kroz apikalni foramen. Ova tehnika podrazumeva upotrebu rastvarača tokom uklanjanja materijala iz gornjih partija kanala, a na približnoj dubini od 3mm od apeksa se isključivo koriste samo Hedstrom turpije [140].

Hloroform je jedan od isparljivih organskih rastvarača, široko korišćenih za razmekšavanje i rastvaranje gutaperke [141]. Mnoge studije su ukazale da je hloroform najefikasniji rastvarač i za većinu ispitivanih pasti za opturaciju i da ima veći kapacitet rastvaranja u poređenju sa drugim sredstvima, kao što su eukaliptol, ksilol i halotan [78,135]. Međutim, sporedni štetni uticaji izlaganja hloroformu prijavljeni su u literaturi. Zbog svoje citotoksičnosti, može da ošteti okolna periapikalna tkiva, ukoliko se istisne kroz periapeks [127,138]. Klasifikovan je kao Grupa 2B kancerogena, što znači da ima kancerogeni potencijal kod eksperimentalnih životinja, a mogući kancerogeni potencijal kod ljudi, ali su dokazi za to nedovoljni. Poređenja radi, **d-limonen** je prirodna supstanca dobijena ekstrakcijom iz narandžinog ulja, koja se po istoj klasifikaciji svrstava u Grupu 3 kancerogena, odnosno dokazi za kancerogenost su limitirani kod eksperimentalnih životinja, a nedovoljni kod ljudi [142]. Rezultati ispitivanja citotoksičnosti hloroforma i GP-rastvarača (d-limonena), koje su sproveli Vajrabhaya i saradnici, pokazali su da limonen pokazuje citotoksičnost na istom nivou kao i hloroform [141]. Zaključak ove studije bio je da se hloroform, po pitanju zdravlja pacijenta i stomatološkog osoblja, u kliničkoj praksi može bezbedno koristiti tokom endodontskog tretmana, ukoliko se upotrebljava pažljivo i kontrolisano.

Ksilen (ksilol) je manje toksična alternativa hloroformu ispitivana za uklanjanje gutaperke. To je aromatični organski rastvarač, uglavnom u formi di-metil-benzena i predstavlja univerzalni rastvarač organskih supstanci poput gutaperke i polikaprolaktona [127]. Manje je efikasan i zato manje koristan nego hloroform, s obzirom da takođe poseduje tkivnu i sistemsku toksičnost i smatra se potencijalnim kancerogenom [26,74]. Betti i Bramante u svom ispitivanju efikasnosti primene ksilola sa GPX instrumentima, nalaze da ovaj rastvarač nije poboljšao čistoću zidova, niti je skratio vreme potrebno za dezopturaciju, čak naprotiv, trebalo je više vremena [86].

Eukaliptol (1,8-cineole) se nalazi u eukaliptusovom ulju u količini od 75% [74,127]. Ovo sredstvo se u velikoj meri koristi u industriji za davanje arome i mirisa i kao rastvarač, bez naočigled štetnih efekata [129]. Prema proceni nekih autora, eukaliptol je odgovarajuća alternativa hloroformu za rastvaranje gutaperke [128,143], dok su druge studije zaključile da je

najmanje efikasan rastvarač [26,74]. Takođe, ovaj rastvarač veoma slabo deluje na resilon kao i na silere na bazi smole [115,133,134,137]. Ukoliko se zagreva, može da mu se poveća efikasnost i postane približna hloroformu [127]. Međutim, nedavno sprovedena in vitro studija, zaključila je da ne postoji statistički značajna razlika u citotoksičnom dejstvu eukaliptola i hloroforma [126].

Pomorandžino ulje predlagano je kao efikasan rastvarač, mada znatno sporijeg dejstva u odnosu na hloroform [128,132,144]. Ispitivanja citotoksičnosti, koja su sprovedeli Zaccaro Scelza i saradnici, zaključila su da narandžino ulje ima najmanju citotoksičnost u odnosu na eukaliptol i hloroform, te stoga ima najveću biokompatibilnost [126].

Halotan je sredstvo odobreno za upotrebu kod ljudi kao inhalatorni anestetik. Ne deluje iritirajuće i nije zapaljiv. Predlagan je kao efikasan rastvarač gutaperke, sa brzinom delovanja i čistoćom kanala sličnom kao nakon primene hloroforma [145]. Međutim, rezultati druge studije, u kojoj je halotan sporije delovao u odnosu na hloroform, nisu saglasni sa ovim zaključcima [27].

U različitim studijama o efikasnosti tretmana, primena rastvarača je najčešće ispitivana po pitanju uticaja na kvalitet čišćenja zidova kanala korena. Rezultati nekih ispitivanja čistoće zidova kanala pokazuju da nema statistički značajne razlike u broju čistih dentinskih tubula, bez obzira na primenu različitih rastvarača [29]. Sae-Lim i saradnici su nakon upotrebe mašinskih instrumenata, kao rezultat dobili bolje očišćene zidove kanala u poređenju sa ručnim instrumentima, bilo sa ili bez rastvarača, a kao zaključak doveli u pitanje neophodnost primene rastvarača sa rotirajućim instrumentima [21]. Međutim, studija sprovedena od strane tima istraživača predvođenih Ferreira-om, kaže da je upotreba rastvarača bila presudna za veći kvalitet čišćenja zidova kanala sa rotirajućim ProFile instrumentima [22]. Sličan zaključak potvrđuju i drugi in vitro eksperimenti [84,144,146]. Takođe, studija koja je na skening elektronskom mikroskopu (SEM) posmatrala čistoću dentinskih tubula, zaključuje da primena različitih rastvarača u većoj meri dovodi do oslobađanja tubula od ostataka materijala, u odnosu na kontrolnu grupu, bez rastvarača [147]. Ovi rezultati nisu saglasni sa nalazima druge studije, u kojoj se pri upotrebi rastvarača na zidovima kanala stvorio tanak film od rastvorenog materijala za punjenje [86]. Ovo za posledicu može imati nemogućnost delovanja intrakanalnih medikamenata, koji su često potrebni u terapiji neuspešnih endodontskih tretmana; kao i smanjenu adaptaciju materijala za opturaciju u narednim fazama terapije. Međutim, u

sprovedenim eksperimentima, postoje razlike i u količini i u učestalosti primene rastvarača tokom retreatmana. Tako, u nekim studijama [14,32,148], rastvarač (najčešće hloroform) primenjen je samo na početku retreatmana, dok je u drugim studijama postavljan nekoliko puta u kanalni sistem tokom dezopturacije [23,105,144,146–150]. Ovo može olakšati uklanjanje materijala i rezultovati razlikama u količini preostalog materijala na zidovima kanala, zbog čega nisu moguća pravilna poređenja između studija.

Osim ispitivanja uticaja rastvarača na kvalitet čišćenja zidova kanala, uticaj upotrebe rastvarača je ispitivan i u odnosu na vreme potrebno za uklanjanje opturacionog materijala. Neke studije su zaključile da primena rastvarača nije uticala na vreme potrebno za retreatman [95,151], dok je u drugim istraživanjima vreme potrebno za dezopturaciju sa rastvaračem bilo značajno kraće [23,32]. Međutim, pojedine studije su zaključile upravo suprotno - da je upotreba rastvarača produžila vreme potrebno za retreatman [22,86,152].

Na kraju, ne postoji definitivni zaključak o tome da li je upotreba rastvarača presudna u toku retreatmana, ali svakako ostaje stvar ličnog izbora terapeuta.

2.4.3. Metode mehaničkog uklanjanja kanalnog punjenja

Kao što je već napomenuto, postoji više metoda, kao i njihove kombinacije, koje se mogu koristiti u svrhu endodontskog retreatmana. Međutim, uklanjanje materijala nije fizički moguće bez upotrebe barem jedne od mehaničkih metoda u nekoj fazi retreatmana, bilo sa ili bez dodatne upotrebe termičkih i/ili hemijskih metoda. U svrhu mehaničkog uklanjanja materijala mogu se upotrebiti različiti ručni ili mašinski instrumenti, ultrazvučni nastavci i laseri. S obzirom da mnoga istraživanja zaključuju da nijedna od ispitivanih metoda retreatmana ne ostavlja potpuno čiste zidove kanala korena, smatra se da bi kombinacija ručnih i mašinskih metoda mogla rezultovati kvalitetnijim čišćenjem zidova kanala [113].

a) Primena ručnih endodontskih instrumenata u dezopturaciji kanala korena zuba

Ručni instrumenti od nerđajućeg čelika koji se mogu koristiti u svrhu retreatmana su Hedstrom turpije i Kerr-proširivači. Hedstrom instrumenti su ručni instrumenti koji se najčešće koriste u svrhu retreatmana. Ovaj instrument se dobija brušenjem konične glatke žice sa okruglim poprečnim presekom. Proizvode se u dužinama i dijametrima koji odgovaraju ISO standardima. Odlikuje ih karakterističan izgled, koji se sastoji od serije spiralnih, konusnih sečiva, sa reznim ivicama na bazi svakog konusa. Koriste se pokretima turpijanja, pri čemu su sečiva veoma efikasna i najviše aktivna tokom izvlačenja turpije iz kanala. Zbog relativno malog dijametra centralnog stabla i efekta "ušrafljivanja" pri korišćenju pokretima rotacije, ovi instrumenti relativno lako pucaju. Hedstrom turpije se efikasno koriste za cirkumferencijalno širenje kanala, za uklanjanje materijala za punjenje tokom retreatmana ili za uklanjanje zalomljenih instrumenata [75,153].

Negativna strana upotrebe ručnih instrumenata je to što uklanjanje materijala za punjenje može biti dosta zamorno i dugotrajno, kako za pacijenta tako i za terapeuta [105]. Međutim, nekoliko studija je pokazalo da su ručni instrumenti od nerđajućeg čelika efikasniji u čišćenju opturacionog materijala sa zidova, od mašinskih, Ni-Ti rotirajućih instrumenata [19,25,28,86]. Neka istraživanja [20,83] zaključuju da su ručni instrumenti pored toga i brži, što je pripisano vremenu potrebnom za promenu instrumenata u kolenjaku pri upotrebi mašinskih instrumenata. Nasuprot tome, u drugim studijama postignuto je brže, ali ne i efikasnije uklanjanje kanalnog punjenja pomoću rotirajućih sistema u odnosu na ručne instrumente [19,22].

b) Primena mašinskih, rotirajućih instrumenata u dezopturaciji kanala korena zuba

U svrhu dezopturacije kanala mogu se koristiti mašinski pokretani instrumenti specifičnog oblika, izrađeni od nerđajućeg čelika, poput Gates-Glidden, Peeso ili XGP svrdala [154,155]. Ovi instrumenti se isključivo koriste u pravim delovima kanala.

Međutim, poslednjih godina dentalno tržište sve više preplavljaju različiti mašinski (rotirajući i recipročni) sistemi za preparaciju kanala, napravljeni od nikel-titanijuma. Oni se mogu koristiti i u svrhu retreatmana i u velikom broju studija ispitana je efikasnost i bezbednost

mašinskih sistema poput Profile, Quantec, FlexMaster, GT Rotary, K3, Mtwo, ProTaper, RaCe i raznih drugih instrumenata tokom uklanjanja punjenja iz kanala [20,31,82,84,90,151,156,157]. Takođe, na tržištu se pojavljuje i sve veći broj rotirajućih NiTi instrumenata, specijalno dizajniranih u svrhu retreatmana (ProTaper Retreatment Universal, R-Endo, EdgeFile XR Retreatment, Mtwo Retreatment), čija bi primena trebalo da obezbedi sigurniju i efikasniju dezoporturaciju kanala.

Kako se navodi u literaturi, upotreba rotirajućih instrumenata ima pozitivan uticaj na brzinu i efikasnost uklanjanja materijala sa zidova kanala. Superiornost NiTi instrumenata u odnosu na ručne instrumente, u pogledu većeg kvaliteta čišćenja zidova kanala nakon retreatmana, potvrdile su brojne studije [14,20,25,29,84,90,151,158–160]. Tako su Sae-Lim i saradnici, nakon upotrebe ProFile mašinskih instrumenata, bilo sa ili bez rastvarača, kao rezultat dobili čistije zidove kanala u poređenju sa ručnim instrumentima [21]. Takođe u drugoj studiji, više rezidualnog materijala je ostalo posle upotrebe ručnih instrumenata u poređenju sa K3 i ProTaper rotirajućim instrumentima [90]. Nasuprot tome, u nekim studijama [19,20,22] postignuto je brže, ali ne i efikasnije uklanjanje kanalnog punjenja pomoću rotirajućih sistema.

Na osnovu pregleda novije literature, najčešće ispitivani mašinski NiTi sistemi pune rotacije, primenjeni u toku retreatmana bili su ProTaper Retreatment instrumenti (Dentsply, Maillefer, Switzerland) [87,116,117,119,120,161–170]. Efikasnost ovih instrumenata ispitivana je u odnosu na ručne i druge rotirajuće mašinske instrumente. ProTaper R instrumenti su specijalno dizajnirani da uklone materijal za opturaciju iz kanalnog prostora. Sastoje se iz seta od tri instrumenta: D1, D2 i D3; od kojih se po jedan koristi za svaku trećinu kanala. Instrument D1 ima aktivan vrh za efikasno inicijalno prodiranje u materijal za opturaciju u koronarnoj trećini. Nakon toga se koriste instrumenti D2 i D3, za uklanjanje punjenja iz srednje, odnosno apikalne trećine kanala korena. Ova dva instrumenta imaju pasivan vrh i konstruisani su da prate pravac kanala. Drška instrumenta ne prelazi 11mm što olakšava vidljivost i manipulaciju instrumentom tokom rada. Na dršci svakog instrumenta postoji jedan (D1), dva (D2), odnosno tri (D3) bela prstena pomoću kojih se ovi instrumenti lako raspoznaju. Instrument na poprečnom preseku ima oblik trougla sa konveksnim stranicama, a koničnost radnog dela je varijabilna i progresivno se smanjuje, kako se dužina instrumenta povećava. Tako, dužina radnog dela instrumenta D1 iznosi 16 mm, vrh je širine 0,30 mm, a koničnost 9%. Radni deo instrumenta D2 dugačak je 18 mm, sa apikalnim dijametrom od 0,25 mm i koničnošću od 8%. Najduži

instrument u setu je D3 i služi za obradu apikalne trećine. Njegova dužina iznosi 22 mm, širina vrha je 0,20 mm, sa koničnošću od 7%. Preporučena brzina rotacije ovih instrumenata je 500-700 rpm. Toplota i trenje koje se razvija tokom rada olakšava uklanjanje materijala za opturaciju. Prema preporuci proizvođača, tokom dezopturacije treba što češće ukloniti instrument iz kanala, proveriti navoje i očistiti sečiva od debrisa. Rad se nastavlja sve dok se materijal za opturaciju uklanja iz kanala ili se nalazi na sečivima instrumenta.

Studije koje su ispitivale efikasnost ProTaper instrumenata tokom retreatmana, zaključile su da je posle upotrebe ovih instrumenata ostalo najmanje materijala na zidovima kanala [120,159,166,169], dok druge studije nisu otkrile značajne razlike između ProTaper i drugih ispitivanih instrumenata [116,171]. Međutim, u nekim istraživanjima, ProTaper instrumenti bili su inferiorniji u čišćenju materijala sa zidova kanala, u odnosu na ručne Hedstrom turpije [94], odnosno mašinske, D-Race instrumente [165], kao i M-Two i R-Endo instrumente [164].

Najnoviji rotirajući instrumenti koji su se pojavili na dentalnom tržištu su Twisted File instrumenti (Sybron Endo, Orange, CA, USA). Ovi instrumenti su prvenstveno namenjeni za primarnu preparaciju kanala korena, međutim proizvođač i neki istraživači navode da se ovi instrumenti uspešno mogu koristiti i za uklanjanje materijala iz kanala korena [172]. Twisted File instrumenti su napravljeni od specijalne, modifikovane nikel-titanijumske legure koja je tretirana toplotom (R-faza), a legura nazvana M-žica (eng. *M-wire*). Ovakva tehnologija omogućila je da se rotirajući instrumenti prave uvrtanjem zagrejjane nikel-titanijumske žice (odatle i njihov naziv, eng. *twisted*-uvrnut). Upravo to je osnovna razlika ove grupe instrumenata, u odnosu na većinu mašinskih instrumenata na tržištu, čiji je dizajn dobijen brušenjem površine hladne legure. Na osnovu nekih ispitivanja [30,173] i tvrdnji proizvođača, ovakva tehnologija eliminiše mogućnost pojave mikrofraktura na površini legure, a poboljšana molekularna struktura ovom instrumentu daje veću fleksibilnost i otpornost na lom. Ovi instrumenti su na poprečnom preseku trouglastog oblika, imaju konstantnu koničnost duž radnog dela instrumenta, promenljiv broj sečiva i zatupljen, neaktivan vrh [174]. Preporučena brzina rotacije ovih instrumenata za primarnu preparaciju kanala je 500 rpm, dok je za retreatman potreban nešto veći broj obrtaja u minuti (900-1200 rpm). Jedina do sad objavljena studija, koja je ispitivala Twisted File instrumente u svrhu retreatmana [118] zajedno sa ProTaper i Mtwo instrumentima, nije uočila razlike u kvalitetu čišćenja zidova kanala nakon upotrebe ova tri rotirajuća instrumenta. Potrebna su dalja

ispitivanja Twisted File instrumenata, radi potvrde njihove efikasnosti u procedurama retreatmana.

Različiti rezultati efikasnosti instrumenata tokom retreatmana dobijeni tokom dosadašnjih studija verovatno su posledica različitih eksperimentalnih protokola, načina primene instrumenata, kao i razlika u njihovom dizajnu. Stoga su potrebna dodatna ispitivanja različitih mašinski pokretanih instrumenata radi izvođenja konkretnijih zaključaka.

c) Primena ultrazvuka u dezopturaciji kanala korena zuba

Upotreba ultrazvuka tokom retreatmana ograničena je na prav deo kanala i najkorisnija je za uklanjanje čvrstih pasta/cemenata i silera (na bazi glas-jonomera), ali se može koristiti i za završnu obradu zidova kanala nakon reparaacije [18,124,175]. Kod slabo kondenzovanih kanalnih punjenja, ultrazvučne vibracije u kombinaciji sa obilnom irigacijom mogu da “oslobode” materijal i da ga pasivno izbace iz kanala [122].

Ultrazvučni instrumenti aktivirani bez irigacije indirektno stvaraju toplotu tokom trenja i na taj način razmekšavaju gutaperku, olakšavajući njeno uklanjanje [176]. Međutim, tako termoplastificirana gutaperka može da se potisne na zidove kanala, stvarajući značajnu količinu debrisa [175]. Sličan zaključak izveli su i Ladley i saradnici, koji su koristeći ultrazvučne nastavke u kombinaciji sa rastvaračem primetili tendenciju stvaranja “maltera” koji je oblagao zidove kanala [145]. Iz tog razloga ultrazvučni nastavci bi trebalo da se koriste samo za uklanjanje središnjeg dela opturacionog materijala, a za čišćenje samih zidova treba odabrati neku drugu metodu. U nedavnoj ex vivo studiji, nakon retreatmana pravih kanala ručnim K-turpijama uz upotrebu hloroforma, ultrazvuk i klinički mikroskop su korišćeni tokom dodatne obrade kanala. Nakon ovakve završne preparacije, zidovi kanala eksperimentalne grupe bili su značajno bolje očišćeni [124]. Takođe, jedna studija je ispitivala uticaj primene ultrazvučne energije za pasivnu irigaciju, nakon završenog mehaničkog retreatmana na korenovima donjih molara. Količina preostalog materijala određivana je pomoću mikro-CT-a, posle svake faze procedure i zaključeno je da ovakva upotreba ultrazvuka poboljšava čišćenje zidova u komplikovanim kanalnim sistemima [88].

d) Primena lasera u dezopturaciji kanala korena zuba

Mali broj studija ispitivalo je mogućnost primene Nd:YAP lasera u okviru endodontskog retreatmana. Ovakva istraživanja primene lasera u kanalu korena zasad još spadaju u domen preliminarnih ispitivanja, jer postoji zabrinutost zbog mogućnosti stvaranja prekomerne toplote i oštećenja okolne kosti i periodoncijuma [177].

U okviru jedne studije efikasno su uklonjeni različiti sileri pomoću Nd:YAP lasera koji je korišćen u suvom kanalu, samostalno ili u kombinaciji sa ručnim instrumentima [178]. U drugoj studiji [177], eksperimentalno je potvrđena sposobnost laserske energije da razmekša gutaperku, pri čemu ni upotreba rastvarača ni lasera nije uticala na brže i bolje uklanjanje ostataka gutaperke. Primena lasera se nije pokazala efikasnom ni za debridman tokom primarne preparacije kanala, u poređenju sa rotirajućim instrumentima [179].

Potrebna su dalja ispitivanja kako bi se definisali sigurnosni parametri za bezbednu kliničku primenu lasera u toku endodontskog retreatmana.

2.5. Komplikacije tokom endodontskog retreatmana

Komplikacije tokom retreatmana mogu nastati u svakoj fazi ove procedure i tu najčešće spadaju: apikalna transportacija materijala, prekomerna preparacija, stvaranje stepenika ili blokade kanala (i posledično skraćenje radne dužine preparacije), transportacija i perforacija kanala, kao i deformacija i fraktura instrumenata [180]. Klinički podaci, uključujući i one dobijene iz nedavno završene Toronto studije [51,68,72] ukazuju na učestalost komplikacija u 2,7-15 % slučajeva. Intraoperativne komplikacije mogu imati značajan negativan uticaj na uspešan ishod retreatmana [181].

Tokom ispitivanja efikasnosti različitih procedura retreatmana na uklanjanje opturacionih materijala, studije su veoma retko prijavile nemile događaje poput stvaranja stepenika ili perforacije kanala, dok je daleko veći broj onih studija koje su zabeležile oštećenja instrumenata, odnosno onih koje su se ciljano bavile ispitivanjem apikalne transportacije materijala tokom retreatmana.

2.5.1. Apikalna transportacija materijala za punjenje kanala

Apikalna transportacija predstavlja problem koji je nerazdvojiv od instrumentacije kanala. Tokom kanalne preparacije, kroz apikalni foramen mogu biti istisnuti razni fizički i hemijski agensi, koji mogu da uzrokuju iritaciju periapikalnih struktura, poput debrisa, nekrotičnog tkiva, iriganasa, različitih materijala i medikamenata; kao i instrumenti, čija upotreba nije ograničena na unutrašnjost kanala [182]. Irigacija tokom instrumentacije kanala, značajno olakšava ekstruziju ovih materija [183], međutim irigacija predstavlja neizostavni deo i važan faktor za uspeh endodontske terapije.

Za vreme retreatmana, tokom uklanjanja punjenja iz kanala, jedan deo materijala se takođe može istisnuti u periapikalna tkiva. Ekstruzija materijala za punjenje i dentinskog debrisa kroz apikalni foramen može da dovede do inflamacije ili čak infekcije periradikularnih tkiva, s obzirom da oba ova supstrata mogu biti kontaminirana mikroorganizmima [184]. Ovo može dovesti do postoperativnog bola i akutne egzacerbacije, kao i potrebe za hitnim, ponovnim zakazivanjem pacijenta ili do nastanka perzistirajuće, hronične infekcije [1,66,70,185]. Osim inflamatorne reakcije, periapikalna tkiva mogu inicirati imunološku reakciju na strano telo, koja takođe može dovesti do usporenog zarastanja, usled narušavanja toka reparacionih procesa ili čak do neuspeha endodontske terapije [1,52].

Iz tog razloga, apikalna transportacija materijala za punjenje, dentinskog debrisa i iriganasa, često je proučavana, kako tokom primarne endodontske terapije kanala, tako i tokom retreatmana [68,185]. Međutim, treba imati na umu da apikalna transportacija u in vivo uslovima može biti dosta manja, jer periradikularna tkiva mogu delovati kao prirodna barijera. Takođe, pritisak od strane periapikalnih tkiva može da neutrališe pritisak u kanalu koji nastaje tokom instrumentacije i na taj način može da smanji količinu apikalno transportovanog materijala [182,186]. U tom smislu, količina apikalno transportovanog debrisa i iriganasa u kliničkim uslovima u velikoj meri zavisi od statusa pulpe, širine apikalnog foramena i očuvanosti periapikalnih struktura [182,187].

Ispitivanja apikalne transportacije materijala u laboratorijskim uslovima najčešće su rađena pomoću kvantitativne metode, koja podrazumeva upotrebu specijalne aparature za kolekciju materijala i debrisa, i merenje količine apikalno istisnutog materijala u gramima [188–194]. U nekim istraživanjima količina istisnutog materijala je posmatrana vizuelno, pod lupom i ocenjivana pomoću skale od 4 stepena [84,195]. Ovakvom načinu ispitivanja apikalne transportacije može se staviti zamerka zbog postojanja određenog stepena subjektivnosti metode kao i zbog manje preciznosti pri proceni količine materijala. Međutim, činjenica je da u in vivo uslovima, mogućnost nastanka reakcije periapikalnih struktura ne zavisi toliko od količine prebačenog materijala, koliko od njegovog infektivnog i antigenog potencijala [182], kao i odbrambenih mogućnosti domaćina.

Iako postoje različiti instrumenti i tehnike koje se mogu koristiti u svrhu endodontskog retreatmana, svaka od njih može da dovede do apikalne transportacije materijala i debrisa [145]. Studije koje su ispitivale uticaj različitih tehnika preparacije na količinu apikalno transportovanog dentinskog debrisa, zaključile su da tehnike u kojima se instrumenti koriste pokretima turpijanja često stvaraju veće količine debrisa [186,196], za razliku od krunično-apeksnih tehnika preparacije, koje se najčešće koriste pri radu sa rotirajućim instrumentima [197,198]. Slično je zaključeno i u većini istraživanja retreatmana, koja su poredila ručne sa mašinskim tehnikama dezopturacije [20,156,161,190]. Ovo je objašnjeno time da mašinski sistemi, svojim specifičnim dizajnom navoja i pokretima rotacije olakšavaju uklanjanje materijala iz kanala, usmeravajući ga više u koronarnom nego u apikalnom pravcu [20,29,84]. S druge strane, tokom retreatmana ručnim instrumentima često se primenjuje veći pritisak ka apikalno, kako bi se olakšalo napredovanje instrumenta kroz punjenje i ubrzalo uklanjanje materijala. Ovo može da doprinese količini apikalno transportovanog materijala i debrisa [158]. Tako, u istraživanju koje su sprovedli Huang i saradnici [188], manja količina apikalne ekstruzije materijala nastala je upotrebom mašinskih Protaper R instrumenata u poređenju sa ručnim K i H-turpijama. Međutim, u studiji koju je sproveo Imura i saradnici, merena je količina istisnutog materijala tokom uklanjanja gutaperke, pomoću ručnih (K i H -turpije) i mašinskih instrumenata (ProFile i Quantec) [20]. Količina izmerenog opturacionog debrisa bila je nešto veća pri mašinskoj instrumentaciji, ali razlika nije bila statistički značajna.

U drugim istraživanjima sve tehnike retreatmana dovele su do ekstruzije debrisa, međutim nije bilo značajnijih razlika između posmatranih grupa [145]. Slične rezultate za dezopturaciju

ručnim i mašinskim (Quantec) instrumentima objavili su i Betti&Bramante, s tom razlikom da su umesto kvantitativnog merenja, koristili metodu vizuelnog posmatranja količine debrisa i ocenjivanje vršili pomoću skale od 4 stepena [84]. Ovakav način evaluacije koristili su i Somma i saradnici [195] tokom poređenja ručne (Hedstrom) sa dve mašinske tehnike retreatmana (MTwo R i ProTaper R), bez upotrebe rastvarača. Njihovi rezultati ukazali su na veću ekstruziju materijala pri upotrebi rotirajućih NiTi instrumenata u svrhu retreatmana. Nedavna studija poredila je efikasnost dva sistema pune rotacije (ProTaper i Hyflex) sa recipročnim sistemom (WaveOne) za uklanjanje materijala iz kanala [199]. Ekstruzija debrisa nastala je unutar svih grupa, a u najvećoj meri sa recipročnim sistemom, a zatim sa ProTaper instrumentima.

Na osnovu gore pomenutih nalaza može se zaključiti da je apikalna transportacija materijala tokom retreatmana neminovna, ali da različiti faktori mogu uticati na količinu istisnutog materijala. Stoga je neophodno odabrati najadekvatniju tehniku retreatmana, koja će ne samo biti efikasna za brzo i potpuno uklanjanje materijala iz kanalnog prostora, već istovremeno obezbediti minimalne količine apikalno istisnutog materijala [200].

2.5.2. Oštećenja instrumenata korišćenih za retreatman

Uprkos niskoj incidenci, lom endodontskih instrumenata predstavlja značajan klinički problem, usled blokade kanala i posledičnog skraćanja radne dužine preparacije. Prisustvo ovakvih okolnosti može da oteža ili učini nemogućim adekvatno oblikovanje i dezinfekciju kanalnog sistema, što dalje može dovesti do neuspešne kontrole i prevencije infekcije [53,55]. Takođe, pokušaj da se zalomljeni instrument ukloni, u najboljem slučaju može rezultovati dužim trajanjem same procedure retreatmana, a nekada može dovesti i do nastanka ozbiljnijih komplikacija, poput stvaranja stepenika, transportacije ili perforacije kanala.

Instrumenti od nerđajućeg čelika se obično deformišu pre lomljenja, međutim NiTi instrumenti se zbog specifičnih svojstava legure, mogu slomiti bez bilo kakvih prethodno vidljivih znakova deformacije [201]. Lom NiTi instrumenata pune rotacije tokom kliničke upotrebe može biti rezultat prekomernog torzionog opterećenja, cikličnog zamora materijala ili kombinacije oba faktora [202–205]. Torzioni lom se obično lokalizuje u blizini vrha instrumenta

(gde je poprečni presek i volumen instrumenta manji) i obično pokazuje znake plastične deformacije u blizini mesta loma [202,203].

Da bi se smanjila opasnost od loma instrumenata, treba voditi računa o broju upotreba instrumenta i poštovati uputstva proizvođača o načinu primene. Superiorna fleksibilnost NiTi instrumenata je ogromna prednost u instrumentaciji, kao i reparaaciji kanala korena zuba tokom retreatmana, jer dozvoljava oblikovanje i praćenje morfologije, naročito kod zakrivljenih kanala i smanjuje mogućnost pojave transportacije zida kanala i drugih proceduralnih grešaka [206].

Poznato je da NiTi legura poseduje svojstvo superelastičnosti tj. sposobnost vraćanja u prvobitni oblik (eng. *shape-memory effect*). Zbog toga je postupak uvijanja žice, koji se koristi u proizvodnji endodontskih instrumenata od nerđajućeg čelika (K-proširivači), veoma teško primeniti u proizvodnji NiTi instrumenata [207,208]. Većina NiTi instrumenata proizvodi se mašinskom obradom – brušenjem površine legure. Ukoliko se proizvodni proces obavlja uz istovremeno žarenje, odnosno termičku obradu legure, moguće je proizvesti NiTi instrument postupkom uvijanja, kao što je slučaj sa proizvodnjom Twisted File instrumenata (eng. *twisted-uvrnut*), koji su se nedavno pojavili na dentalnom tržištu. Takođe, u skorije vreme na tržištu se pojavljuje i sve veći broj rotirajućih NiTi instrumenata, specijalno dizajniranih u svrhu retreatmana (ProTaper Retreatment Universal, R-Endo, EdgeFile XR Retreatment, Mtwo Retreatment), čija bi primena trebalo da obezbedi sigurniju i efikasniju dezopturaciju kanala.

Prethodna ispitivanja pokazala su da je upotreba NiTi rotirajućih instrumenata bezbedna za uklanjanje materijala za opturaciju [17,23,31,151,209]. Međutim, druge studije su zaključile da pri upotrebi rotirajućih NiTi instrumenata, postoji veći rizik od frakture instrumenta u odnosu na ručne turpije [20,84,155,156]. Postoje i ona istraživanja tokom kojih nije došlo do oštećenja nijednog ručnog ili rotirajućeg instrumenta [85], što ukazuje da su i ručni i mašinski instrumenti podjednako bezbedni za primenu tokom retreatmana. U jednom istraživanju posmatran je i uticaj brzine rotacije Quantec instrumenata na efikasnost čišćenja kanala, kao i na incidencu oštećenja instrumenata. Zaključeno je da je brzina rotacije uticala na veću brzinu retreatmana, ali da su frakture bile značajno češće kada su instrumenti rotirani brzinom od 700 i 1500 rpm (10 fraktura), u odnosu na brzinu od 350 rpm (1 fraktura) [19].

Studija koju su sprovedi Somma i saradnici [195] zaključila je da su NiTi rotirajući instrumenti, koji su specifično dizajnirani za procedure retreatmana, bezbedni za primenu, s obzirom da tokom retreatmana nije zabeležena nijedna fraktura ProTaper R ili Mtwo Rx instrumenata, kao ni druge proceduralne greške. Tako, ni u drugim studijama nije prijavljena fraktura ProTaper R instrumenata, ali je nastala fraktura nekoliko Mtwo Rx instrumenta [118,210]. U prethodnim studijama ProTaper instrumenti su bili efikasni za uklanjanje kanalnog punjenja iz pravih, kao i iz zakrivljenih kanala, međutim značajno više oštećenja nastalo je tokom retreatmana zakrivljenih kanala [17,156]. U studiji koja je takođe ispitivala uklanjanje materijala iz zakrivljenih kanala, nastupila je fraktura 5 ProTaper R i 2 R-Endo instrumenata [28]. Jedina do sad objavljena studija, koja je u svrhu retreatmana ispitivala Twisted File instrumente, zabeležila je njihovu frakturu u dva slučaja [118].

Čini se da su češća oštećenja rotirajućih instrumenata povezana sa većim brzinama rotacije kao i sa upotrebom u zakrivljenim kanalima. Međutim, potrebna su dodatna ispitivanja NiTi rotirajućih instrumenata radi procene njihove efikasnosti, očuvanja kanalne morfologije i bezbednosti tokom retreatmana.

3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZE

Glavni cilj istraživanja bio je da se proveri kvalitet čišćenja zidova kanala korena posle endodontskog retreatmana u funkciji različitih materijala za kanalno punjenje, odnosno različitih metoda i instrumenata za dezopturaciju.

Bliži ciljevi istraživanja bili su:

- da se ispita kvalitet čišćenja zidova kanala korena nakon retreatmana u zavisnosti od vrste materijala za opturaciju kanala;
- da se ispita kvalitet čišćenja zidova kanala korena nakon retreatmana u zavisnosti od upotrebe rastvarača;
- da se ispita kvalitet čišćenja zidova kanala korena nakon retreatmana u zavisnosti tehnike dezopturacije primenom ručnih, odnosno mašinskih instrumenata;
- da se utvrdi vremenski interval potreban za uklanjanje kanalnog punjenja primenom različitih protokola rada;
- da se utvrdi učestalost fraktura i deformacija endodontskih instrumenata korišćenih tokom retreatmana;
- da se utvrdi količina apikalno transportovanog materijala tokom procedure retreatmana.

Nulte hipoteze

Prva hipoteza: Ne postoji statistički značajna razlika u kvalitetu čišćenja zidova kanala korena nakon uklanjanja različitih materijala za opturaciju.

Druga hipoteza: Ne postoji statistički značajna razlika u kvalitetu čišćenja zidova kanala korena nakon endodontskog retreatmana primenom tehnika sa i bez upotrebe rastvarača.

Treća hipoteza: Ne postoji statistički značajna razlika u kvalitetu čišćenja zidova kanala korena nakon endodontskog retreatmana realizovanog primenom različitih instrumenata i tehnika.

4. MATERIJAL I METODE

Eksperimentalni deo doktorske teze, podeljen je u dva dela. U prvom delu je mereno vreme potrebno za retreatman, učestalost oštećenja instrumenata i apikalna transportacija materijala, dok je u drugom delu, na osnovu mikrofotografija dobijenih pomoću skening elektronskog mikroskopa (SEM) vršena mikromorfološka ocena čistoće zidova kanala i numerička analiza otvorenih dentinskih tubula.

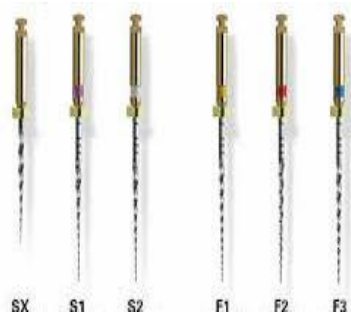
4.1. Izbor i priprema uzorka

Istraživanje je sprovedeno u in vitro uslovima na ekstrahovanim humanim zubima. Upotrebu zuba u eksperimentalne svrhe odobrila je Etička komisija Klinike za stomatologiju Vojvodine, kao i Etički odbor Medicinskog fakulteta u Novom Sadu. Korišćeni su jednokoreni zubi izvađeni iz parodontoloških, ortodontskih ili drugih razloga.

Nakon ekstrakcije, zubi su očišćeni od mekih naslaga, kamenca i ostataka mekih tkiva i čuvani u fiziološkom rastvoru na temperaturi od 4° C do početka eksperimenta. Prikupljeno je 250 zuba od kojih je na kraju odabrano 125 zuba koji su odgovarali svim kriterijumima za uključivanje u studiju. U prvom odabiru uključeni su jednokoreni zubi odgovarajuće dužine korenskog dela, bez vidljivog karijesa ili oštećenja u vratnom delu zuba, bez znakova periapikalnog procesa i resorpcije korena, i sa potpuno formiranim apeksom. Krunice zuba su odsecane visokoturažnom bušilicom na rastojanju 16 mm od vrha korena, u predelu gleđno-cementne granice, dijamantskim fisurnim svrdlima, uz hlađenje vodenim mlazom. Za proveru inicijalne prohodnosti i određivanje radne dužine kanala korišćene su ručne K-turpije broj 0.10 (Senseus FlexoReamer #10, Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Turpije su potiskivane u kanal, sve dok se vrh ne bi pojavio na apikalnom otvoru zuba. Radna dužina određena je tako što je izmerena vrednost skraćena za 1mm. Sledeći kriterijumi za uključenje u studiju podrazumevali su postojanje samo jednog, relativno pravog, potpuno prohodnog kanala korena, bez kalcifikacija i prethodnog endodontskog tretmana.

4.2. Primarna instrumentacija kanala korena

Instrumentaciju kanala korena obavio je jedan operator, kako bi svi kanali bili na isti način obrađeni. Preparacija kanala korena zuba vršena je krunično-apeksnom tzv. “crown-down” tehnikom, mašinskim NiTi rotirajućim instrumentima tipa Protaper Universal (Dentsply, Maillefer, Switzerland). Apeksna preparacija vršena je do veličine #25 (F2). Osnovni ProTaper sistem sastoji se iz 6 instrumenata (sl.1): tri turpije za oblikovanje koronarnog dela kanala (SX, S1, S2) i tri turpije za završnu obradu (F1, F2 i F3). Ova mašinska svrdla na poprečnom preseku imaju oblik trougla sa konveksnim stranicama, aktivne sečivne ivice i odgovarajuću progresivnu multikoničnost. Turpije za završnu obradu (F) imaju veću koničnost apikalnih delova i zaobljen, neaktivan vrh [211]. Tokom primarne preparacije kanala, za redosled i broj korišćenih instrumenata poštovana su uputstva proizvođača. Pokretanje ovih instrumenata pune rotacije vršeno je pomoću električnog motora X-Smart (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland; sn:07927988) i redukcionog mikrokolenjaka (16:1) (sl.2), sa ujednačenom brzinom rotacije od 300 obrtaja u minuti i kontrolom obrtnog momenta od 1,4 Ncm.

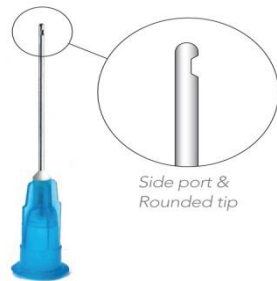


Slika 1



Slika 2

Irigacija između svakog sledećeg instrumenta je vršena sa 2 ml 5,25 % rastvora natrijum-hipohlorita (NaOCl), pomoću plastičnog šprica i endodontske igle za irigaciju sa zatvorenim vrhom i bočnim otvorima (Side-vented needle, SmearClear, SybronEndo) (sl.3).



Slika 3



Slika 4

Kao lubrikant u toku preparacije korišćena je etilendiamin tetra-acetatna kiselina (EDTA), u obliku gela (Glyde-Dentsply, Maillefer, Switzerland) (sl.4). Posle završene obrade, a neposredno pre opturacije, kanal korena je tretiran rastvorom 10% limunske kiseline u trajanju od 60 sekundi, kako bi se uklonio razmazni sloj i otvorili dentinski kanalići. Nakon toga, kanal je ispran sa destilovanom vodom u količini od 10 ml i posušen papirnim poenima (Paper Points ProTaper Universal F2 (#25), Dentsply, Maillefer, Switzerland).

4.3. Opturacija kanala korena

Od ukupnog uzorka, 5 zuba, sa primarnom instrumentacijom kanala i bez kanalnog punjenja je korišćeno kao kontrola za SEM. Preostalih 120 zuba je prema materijalu korišćenom za kanalno punjenje, metodom slučajnog izbora, podeljeno u dve grupe (n=60). Opturaciju kanalnog prostora svih zuba obavio je jedan operator, a dužina punjenja iznosila je približno 15 mm, kako bi količina materijala za punjenje unutar svakog zuba bila slična, a postupak opturacije standardizovan.

Grupa 1 opturisana je odgovarajućim gutaperka poenima (Gutta-percha points, Protaper Universal F2, Dentsply, Maillefer, Switzerland) metodom hladne lateralne kompakcije. Za opturaciju je korišćena pasta na bazi epoksi smole (AHplus, Dentsply, Detrey GmbH, Germany) (sl.5).



Slika 5



Slika 6

Nakon unošenja paste, zamešane prema preporuci proizvođača, i glavnog gutaperka poena, lateralnim kompakterom je napravljen prostor za dodatne poene, sve do potpunog popunjavanja kanalnog prostora. Višak materijala uklonjen je zagrejanim plastičnim instrumentom i izvršena je dodatna kompakcija kanalnog punjenja vertikalnim kompakterom odgovarajuće veličine (sl.6).

Grupa 2 opturirana je materijalom na bazi termoplastičnog, sintetičkog polimera (Resilon Research LLC, Madison, CT) u kombinaciji sa dvojno-vezujućom adhezivnom pastom na bazi metakrilatne smole (RealSeal, Root Canal Sealant, SybronEndo, Kerr Corporation, USA) (sl.7).



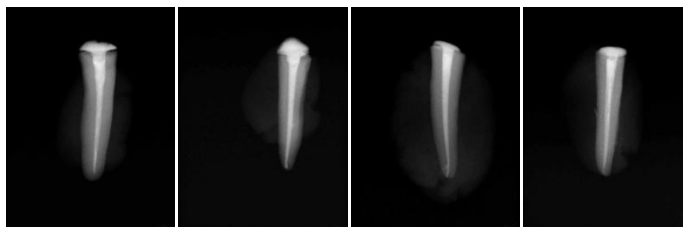
Slika 7

Pre unošenja paste i glavnog konusa (RealSeal .06 Taper Points #25, SybronEndo, SybronEndo Dental Specialities with Resilon, USA), kanal korena je tretiran samonagrizajućim prajmerom (RealSeal Primer, SybronEndo, Kerr Corporation, USA) koji je pomoću mikročtkice (Root Canal Applicator Tips, Dentsply DeTrey GmbH, Germany) aplikovan u kanal. Višak prajmera je uklonjen pomoću papirnog poena. Tokom mešanja paste za opturaciju poštovana su uputstva proizvođača, a radi postizanja potrebne viskoznost, po potrebi je dodavano 1-2 kapi tečne smole (RealSeal Thinning Resin, SybronEndo, Kerr Corporation, USA). Primarni konus obložen tako pripremljenim adhezivnim cementom postavljen je u kanal do radne dužine, a zatim je pomoću

lateralnih kompaktera vršena kompakcija i preostali prostor popunjavan dodatnim konusima (Real Seal Accessory Points-Assorted XF-M, SybronEndo, SybronEndo Dental Specialities with Resilon, USA). Višak materijala je odsečen na isti način kao u gutaperka grupi i vertikalno komprimovan. Svetlosna polimerizacija vršena je u trajanju od 40 sekundi. Prema proizvođaču, na ovaj način se obezbeđuje trenutno koronarno zaptivanje, dok se ostatak materijala u kanalu vezuje kombinacijom svetlosne i hemijske polimerizacije tokom 45 minuta.

Ulaz u kanal korena zuba je zatvoren privremenim cementom (Citodur, Dorident, Austria). Kvalitet kanalnog punjenja je proveren pomoću digitalnih rentgenografskih snimaka napravljenih iz dva pravca: buko-oralnog i mezio-distalnog. Zubi su položeni na senzor i fiksirani u odgovarajućem položaju pomoću plastelina. Primenjena je modifikovana metodologija za snimanje [84] pomoću aparata Sirona Vario DG (Sirona Dental Company, Germany). Senzor je položen na ravnu površinu i fiksiran, a tubus aparata je namešten pod pravim uglom u odnosu na horizontalnu površinu senzora, na udaljenosti od 17 cm. Ekspozicija tokom snimanja je iznosila 0,35 mAs. Za čuvanje snimaka korišćen je program Kodak Dental Imaging Software 6.12.10.0.

Uzorci sa homogenom senkom kanalnog punjenja, bez praznih prostora i sa odgovarajućom dužinom punjenja (0- 2mm od rendgenografskog vrha) korišćeni su u daljem istraživanju (sl.8).



Slika 8

Zubi koji su bili izrazito nehomogenog punjenja, pokazivali znake praznog prostora unutar/pored punjenja ili nisu imali odgovarajuću dužinu punjenja, isključeni su iz studije. Uzorci koji su zbog neadekvatne opturacije isključeni iz studije, zamenjeni su drugim, adekvatno opturisanim zubima. Nakon toga zubi su čuvani u 100% vlažnoj sredini na 37° C, tokom dve nedelje, kako bi se omogućilo potpuno vezivanje paste i imitirali uslovi slični uslovima u usnoj duplji.

Zubi su nakon vađenja iz vodenog kupatila, pojedinačno raspoređeni u plastične Eppendorf tube od kojih je svaka obeležena jedinstvenom kombinacijom od 5 brojeva (sl.9).



Slika 9

Ovakvo kodiranje zuba omogućilo je pravilno čuvanje podataka dobijenih tokom kasnijih faza ispitivanja, vezanih za svaki pojedinačni uzorak, a da se pri tom sačuva nepristrasnost ispitivača prilikom ocenjivanja. Takođe, na ovaj način obezbeđena je i nasumična raspodela zuba unutar obe grupe materijala, u odgovarajuće podgrupe.

4.4. Endodontski retreatman kanala korena

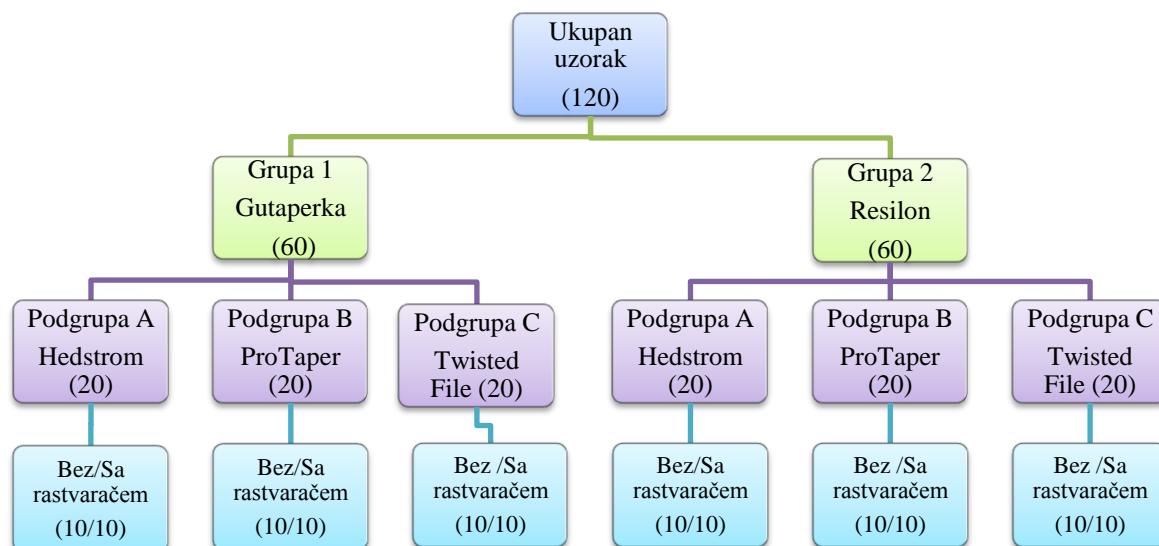
Tokom ispitivanja posmatran je uticaj upotrebe različitih instrumenata i uticaj primene rastvarača na efikasnost i uspešnost procedure retreatmana.

U odnosu na korišćene instrumente i tehniku dezopturacije, grupe 1 i 2 su dalje podeljene na tri podgrupe od po 20 zuba. Od toga, jedna podgrupa je dezopturisana tehnikom primene ručnih instrumenata, a druge dve podgrupe su dezopturisane primenom mašinskih rotirajućih NiTi instrumenata. Podgrupe su sledeće:

- Podgrupa A: Hedstrom turpije (Senseus Hedstroem Dentsply, Maillefer, Switzerland)
- Podgrupa B: ProTaper Universal Retreatment Files (Dentsply, Maillefer, Switzerland)
- Podgrupa C: Twisted Files (SybronEndo, CA, USA).

U svakoj podgrupi polovina uzoraka ($n=10$) dezopturisana je pomoću primene rastvarača (hloroform), dok u drugoj polovini uzoraka nije korišćen rastvarač materijala za kanalno punjenje.

Šematski prikaz raspodele uzoraka u okviru eksperimentalnih grupa u zavisnosti od vrste uklanjanog materijala tokom endodontskog retreatmana, sprovedenog različitim instrumentima i tehnikama, prikazan je na slici 10.



Slika 10 Šematski prikaz raspodele uzoraka u okviru eksperimentalnih grupa

4.4.1. Upotreba rastvarača tokom retreatmana

Pre početka retreatmana, zubi su fiksirani u držaču, a preko koronarnog dela korena postavljen je koferdam, kako se rastvor za irigaciju ne bi nakupljao u blizini vrha korena zuba (sl.11). Koronarni deo punjenja, dubine do 2 mm, uklonjen je pomoću Gates-Glidden svrdla (veličina #3) [32].



Slika 11

Ovako napravljen prostor služio je kao rezervoar za hloroform (Merck, Darmstadt, Germany) u grupama gde se koristio rastvarač, koji je pre početka dezopturacije, ostavljen da hemijski deluje u periodu od 1 minuta. Hloroform je aplikovan u kanal u količini od 0,05 ml (50 µl) [160] pomoću insulinskog šprica (Insulin U-100, 1 ml, Romed, Holland) sa mikrolitarskom podelom, zbog precizne aplikacije ovako male količine rastvarača. Ista količina hloroforma aplikovana je u kanal još dva puta (po 0,05 ml), tokom uklanjanja materijala iz srednje i apikalne trećine. Ukupna količina rastvarača upotrebljena za jedan kanal iznosila je 0,15 ml (150µl). Tokom dezopturacije koronarne i srednje trećine, rastvarač je ostavljen u kanalu tokom instrumentacije, radi efikasnijeg uklanjanja materijala. U apikalnoj trećini, pre unošenja instrumenta u kanal, višak hloroforma je pokupljen pomoću papirnih poena, kako ne bi došlo do istiskivanja viška rastvarača kroz apikalni foramen. Ovakav način upotrebe hloroforma se smatra bezbednim i preporučuje se i u kliničkim uslovima, jer sprečava da potencijalno toksični rastvarač dopre do periapikalnih tkiva [140].

4.4.2. Instrumenti korišćeni za retreatman

Korišćeni su novi setovi instrumenata, a svaki set instrumenata je upotrebljen za dezopturaciju maksimalno pet kanala. Za redosled i broj korišćenih instrumenata poštovana su uputstva proizvođača. Između svakog instrumenta, kao i po završetku instrumentacije, kanal je ispran sa 2 ml 5,25% natrijum-hipohlorita. Retreatman je smatran završenim ukoliko pri instrumentaciji i irigaciji, nisu bili vidljivi delići materijala za punjenje u rastvoru za irigaciju kao ni na samom instrumentu, i kada je poslednji instrument predviđen za re-preparaciju (#40) dosegao radnu dužinu. Na taktilnu proveru ručnim instrumentom (#20 Kerr turpija), zidovi kanala delovali su glatki. Nakon završenog retreatmana, za ispiranje je korišćeno helaciono sredstvo kako bi se uklonio razmazni sloj koji je nastao u toku instrumentacije kanala. Kanal je ispiran rastvorom 10% limunske kiseline, koja je delovala tokom 60 sekundi, a nakon toga, destilovanom vodom u količini od 10 ml.

a) Hedstrom turpije

Tokom ovog ispitivanja korišćene su Hedstrom turpije, veličine od #20-40 (Senseus Hedstroem, Dentsply, Maillefer, Switzerland) (sl.12). Tokom retreatmana turpije su upotrebljavane za uklanjanje materijala za opturaciju, od većih ka manjim veličinama. Blagim pokretom rotacije, vrh turpije je zaglavljen u sredinu kanalnog punjenja, a zatim je sledio pokret izvlačenja. Ovi pokreti, uz irigaciju sa NaOCl, ponavljani su dokle god se osećao otpor materijala u kanalu i do postizanja radne dužine. Nakon toga, re-preparacija kanala je nastavljena ovim turpijama, od manjih veličina do veličine #40 apikalne preparacije kanala. Hedstrom instrumenti su korišćeni cirkumferencijalnim pokretima turpijanja.



Slika 12

b) ProTaper NiTi rotirajući instrumenti

ProTaper Universal Retreatment Files (Dentsply, Maillefer, Switzerland) su mašinski, rotirajući instrumenti, napravljeni od nikel-titanijumske legure (NiTi), specijalno dizajnirani za uklanjanje materijala za opturaciju iz kanalnog prostora. Sastoje se od tri instrumenta: D1, D2 i D3; progresivne koničnosti i dužine, od kojih se po jedan koristi za svaku trećinu kanala (sl.13). Instrument D1 (#30/.09) ima aktivan vrh i korišćen je za inicijalno zahvatanje materijala za opturaciju i njegovo uklanjanje iz koronarne trećine. Nakon toga su korišćeni instrumenti D2 (#25/.08) i D3 (#20/.07), za uklanjanje punjenja iz srednje, odnosno apikalne trećine kanala.



Slika 13



Slika 14

Tokom rada sa ovim instrumentima ispoštovane su sve preporuke proizvođača. Brzina rotacije u X-Smart (Dentsply, Maillefer) endodontskom redukcionom motoru podešena je na 600 rpm, a kontrola obrtnog momenta na 2 Ncm. Prema preporuci proizvođača, tokom rada sa ovim instrumentima, primenjen je blag apikalni pritisak i pritisak uz bočne zidove pri pokretima izvlačenja (tzv. četkajući pokreti). Nakon svakog instrumenta kanal je ispran sa po 2ml 5,25% NaOCl. Po uklanjanju materijala za punjenje i postizanju radne dužine, dalja preparacija kanala nastavljena je sa instrumentima ProTaper Universal F3 (#30/.09) i F4 (#40/.06) (sl.14) radi povećanja primarne apikalne preparacije i što boljeg čišćenja. Brzina rotacije instrumenata F3 i F4 iznosila je 300 rpm (2Ncm).

c) Twisted File NiTi rotirajući instrumenti

Twisted File (Sybron Endo, Orange, CA, USA) su rotirajuće turpije napravljene od specijalne, modifikovane nikel-titanijumske legure koja je tretirana toplotom (R-faza). Njihov dizajn dobijen je uvrtnjem zagrejane legure, a ne brušenjem površine hladne legure. Ovi instrumenti su prvenstveno namenjeni za primarnu preparaciju kanala korena, međutim proizvođač i neki istraživači [118,172,212] navode da se ovi instrumenti uspešno mogu koristiti i za uklanjanje materijala iz kanala. Ovi instrumenti imaju konstantnu koničnost (0.04-0.12), na poprečnom preseku su trouglastog oblika, imaju promenljiv broj sečiva i zatupljen, neaktivan vrh [174]. Tokom ovog ispitivanja za dezopturaciju su upotrebljavani instrumenti Twisted File prema sledećem redosledu: #25/.08, #30/.08 i #35/.06 (sl.15).



Slika 15

Prema preporuci proizvođača, brzina rotacije za retreatman je 900-1200 rpm, međutim zbog ograničenja na X-Smart (Dentsply, Maillefer) redukcionom motoru, brzina je podešena na maksimalnih 800 rpm i 2 Ncm. Instrumenti su u kanal unošeni pasivno i bez ikakvog pritiska, uz postepeno dostizanje radne dužine. Ukoliko nije bilo napredovanja, usledilo je povlačenje instrumenta iz kanala, njegovo čišćenje i irigacija kanala rastvorom NaOCl, pa ponovno plasiranje instrumenta u kanal. Nakon uklanjanja opturacionog materijala, za dodatno uvećanje apikalne preparacije, korišćen je Twisted File instrument veličine #40/.04 (sl.15) pri brzini rotacije od 500 rpm (2Ncm), kao što je preporučeno za primarnu preparaciju kanala. Obzirom da je instrument #25/.08 upotrebljavan uglavnom samo u prve 2/3 kanala, ponovo je primenjen u toku dodatne preparacije, ali ovaj put do radne dužine pri brzini od 500 rpm.

4.5. Ispitivanje vremena koje je potrebno za retreatman

Tokom same procedure retreatmana, digitalnim hronometrom (Hybrid Stopwatch) mereno je vreme (u sekundama), potrebno za uklanjanje punjenja. Beleženo je vreme od početka retreatmana do dostizanja radne dužine i ovo vreme je označeno kao vreme T1. Tokom ovog vremenskog perioda uklanjan je materijal za opturaciju iz središnjeg dela kanala. Nije se merilo vreme potrebno za promenu instrumenata i njihovo čišćenje, vreme potrebno za primenu i delovanje rastvarača (u grupama sa rastvaračem), kao ni vreme potrebno za irigaciju. Tokom ovih faza, štoperica je zaustavljena, a ponovo je pokretana tek kada se instrument nalazio u kanalu. Vreme potrebno za širenje i re-preparaciju kanala, označeno je kao vreme T2. Tokom

vremenskog perioda T2, uklanjan je materijal koji je eventualno zaostao na zidovima kanala i vršena je re-preparacija apeksnog dela kanala sa prethodne veličine #25 do veličine #40 završne (master) apikalne preparacije. Ukupno vreme potrebno za retreatman dobijeno je sabiranjem vremena T1 i T2.

4.6. Ispitivanje učestalosti oštećenja korišćenih instrumenata

U toku kliničke upotrebe instrumenata mogu se pojaviti strukturni defekti legure, koji se manifestuju u vidu odmotavanja ili uvrtnja navoja instrumenta, što predstavlja oblik njihove trajne plastične deformacije. Nakon toga može doći i do loma instrumenta, a kod NiTi instrumenata fraktura može nastati i bez prethodno vidljive plastične deformacije.

Površina radnog dela instrumenta posmatrana je nakon svake upotrebe pomoću lupe (uveličanje 3x). Pre posmatranja, instrument je očišćen pomoću sunđera koji se nalazio na Endoring-u (Sds/Kerr, Sybron Dental Specialties, Oregon, USA). U toku eksperimenta zabeleženo je svako oštećenje instrumenta i to u odnosu na to da li je nastala deformacija (u vidu uvijanja ili odvijanja navoja, krivljenja osovine) ili lom (fraktura) instrumenta. Upotreba svakog instrumenta ograničena je na maksimalno 5 kanala. Svaki oštećeni instrument je odbačen i zamenjen novim. Slomljeni fragment je uklonjen ručnim instrumentima i za to potrebno vreme nije uračunato u vreme potrebno za retreatman [213].

4.7. Ispitivanje apikalne transportacije materijala za punjenje tokom retreatmana

Pre početka retreatmana, na vrh korena zuba postavljena je kuglica tamno plavog, dentalnog voska, razmekšanog na temperaturi tela. Ovako razmekšan vosak pritisnut je na vrh korena zuba sve dok se u njemu nije napravilo udubljenje, a zatim je kuglica odmaknuta od vrha i proverena je čistoća apikalnog foramena (da nije napunjen voskom). U tako blago odmaknutom položaju, kuglica voska je fiksirana za spoljnu površinu korena zuba malom količinom rastopljenog voska (sl.16).



Slika 16

Na ovaj način, materijal koji je eventualno bio istisnut apikalno, mogao je nesmetano da prolazi kroz foramen, u prazan prostor između vrha korena zuba i unutrašnje površine kuglice voska. U isto vreme, vosak je na ovaj način štitio prebačeni materijal od spiranja u toku irigacije kanala. Nakon završetka retreatmana, kuglica voska je odvojena od vrha korena i posmatrana je njena unutrašnja površina (sl.16).

Količina apikalno transportovanog materijala vizuelno je posmatrana pod lupom i ocenjivana je pomoću sledeće skale [84,195]:

Ocena 0= nema vidljive transportacije materijala za punjenje

Ocena 1= minimalna, jedva primetna količina materijala

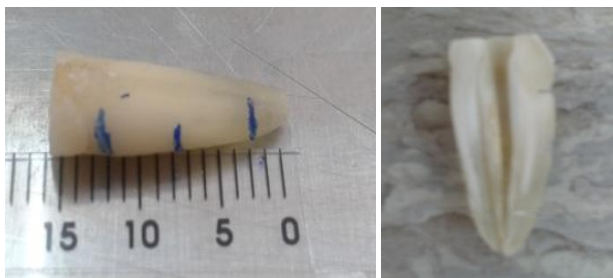
Ocena 2= umerena, lako primetna količina transportovanog materijala,

Ocena 3= ekstruzija znatne količine materijala za punjenje.

4.8. SEM analiza kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba

Ispitivanje je obavljeno u Centru za elektronsku mikroskopiju Univerziteta u Novom Sadu na skening elektronskom mikroskopu (JEOL-JSM-6460LV, Tokyo, Japan). Na bukalnoj i oralnoj površini korena dijamantskim diskom su urezani uzdužni žlebovi, radi lakšeg longitudinalnog cepanja korena zuba na dve približno jednake polovine. Na površini korena zuba usečeni su i plitki horizontalni žlebovi na rastojanju od 3, 8 i 12 mm od vrha korena, kako bi se za svaki uzorak preciznije definisala tačka posmatranja pod mikroskopom, po trećinama kanala (sl.17). Na taj način, ujedno je isključena i pristrasnost posmatrača pri odabiru regije za

posmatranje. Uzdužno cepanje zuba rađeno je pomoću malog dleta i čekića. Za dalju analizu korišćena je polovina koja se pravilnije odlomila, bez oštećenja, naročito apikalnog dela (sl.18).



Slika 17

Slika 18

Odabrane polovine korena svakog uzorka postavljene su na aluminijumske nosače pomoću specijalne lepljive trake i standardno su pripremljene za posmatranje pod SEM-om. Priprema uzoraka biološkog tkiva urađena je u uslovima niskog vakuuma (Low vacuum SEM), a zatim su uzorci neparivani zlatom (SCD050 Sputter Coater; BAL-TEC, PA, USA) (sl.19 i 20).



Slika 19

Slika 20

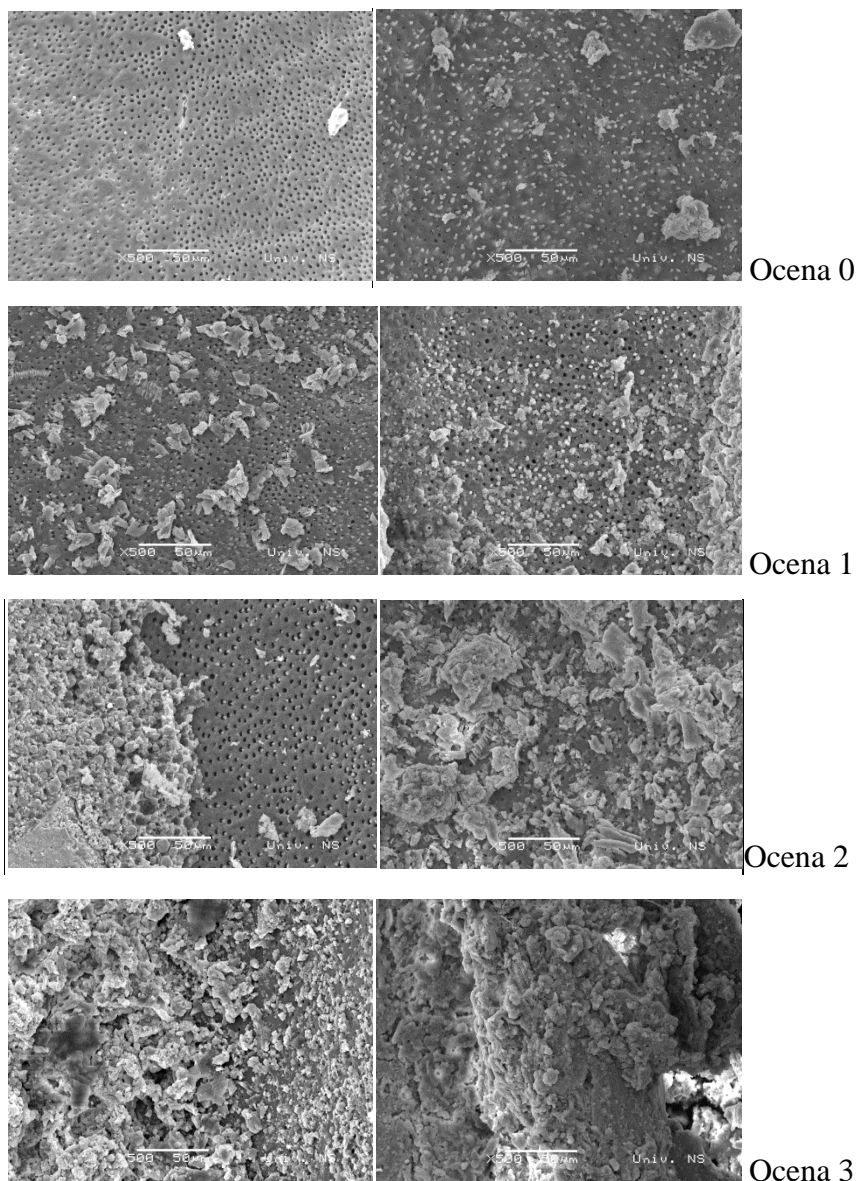
Mikrofotografije centralne regije, na nivoima prethodno obeleženim horizontalnim usecima, načinjene su pri uveličanju od 500x i 1000x. Na fotografijama načinjenim pri uveličanju od 500x, ocenjivana je količina preostalog materijala za punjenje i debrisa (semi-kvantitativna metoda), za svaku trećinu kanala. Korišćena je skala za ocenjivanje (sl.21), sa sledećim kriterijumima [195]:

Ocena 0= bez ili sa malo prisustva (0-25%) ostatataka materijala/ debrisa na zidovima,

Ocena 1= prisustvo 25-50% rezidualnog materijala na zidovima,

Ocena 2= umereno prisustvo (50-75%) ostatataka materijala na zidovima,

Ocena 3= skoro cela površina kanala (75-100%) je prekrivena materijalom za opturaciju.



Slika 21

Pri ocenjivanju nije pravljena razlika da li su u pitanju ostaci gutaperke/resilona ili paste za opturaciju. Čistoću zidova za svaku trećinu kanala, ocenjivala su, prema gore pomenutoj skali, dva istraživača, nezavisno jedan od drugog. Tokom evaluacije mikrofotografija načinjenih na SEM-u, istraživačima nisu bili poznati materijali i metode korišćene u toku endodontskog tretmana. Kada su se ocene razlikovale, ponovljen je postupak ocenjivanja za sporne uzorke i postignut konsenzus.

Na fotografijama centralne regije, načinjene pri uvećanju od 1000x, na površini koja je uvek konstantna (95µm x 127 µm), brojani su dentinski kanalići koji su bili potpuno otvoreni i bez ostatka materijala. Brojanje tubula rađeno je pomoću kompjuterskog programa za obradu mikrofotografija-ImageJ 1.48V (Java 1.7.0 71; Wayne Rasband National Institutes of Health, USA) (sl.22). Broj otvorenih tubula u odnosu na konstantnu jedinicu površine predstavlja kvantitativnu i objektivniju metodu evaluacije čistoće zidova kanala.



Slika 22

4.9. Statistička metodologija

Dobijeni rezultati su numerički obrađeni standardnim procedurama deskriptivne i inferencijalne statistike. Od alata deskriptivne statistike u radu su upotrebljeni: formiranje statističkih tabela i grafičko prikazivanje, kao i izračunavanje osnovnih pokazatelja deskriptivne statistike (srednja vrednost-aritmetička sredina, standardna devijacija, standardna greška, minimalne i maksimalne vrednosti). Analiza je sprovedena na dve grupe opturacionog materijala (gutaperka i resilon), koji su imali po dva uticajna faktora sa dva i tri nivoa, respektivno (primena rastvarača /2/, upotreba različitih instrumenata /3/). Komparacija prosečnih vrednosti numeričkih obeležja između dve grupe vršena je primenom Studentovog *t*-testa, dok je kod kombinovanih grupa primenjena analiza varijanse-ANOVA. Za utvrđivanje statistički značajnih razlika u učestalosti (frekvenciji) oštećenja instrumenata, upotrebljen je Pirsonov *hi*-kvadrat test.

Nivo statističke značajnosti definisan je kao 5% (prag značajnosti $p < 0,05$). Za statističku obradu podataka korišćen je kompjuterski program SPSS 20 for Windows.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

5.1. Rezultati SEM analize kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba

Ispitivanja kvaliteta čišćenja zidova kanala na SEM-u, obavljena su putem procene količine zaostalog materijala, na uveličanju 500x (semi-kvantitativna metoda), i brojanjem potpuno otvorenih tubula, na uveličanju 1000x (kvantitativna metoda).

Rezultati ovih istraživanja prikazani su u tabelama 2-21, na grafikonima 1-16 i na slikama 23-26.

- **SEM analiza kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba u zavisnosti od vrste opturacionog materijala**

Prosečne vrednosti kvaliteta čišćenja zidova kanala korena u odnosu na materijal korišćen za opturaciju prikazane su u tabeli 2.

Tabela 2 Kvalitet čišćenja zidova kanala korena u odnosu na opturacioni materijal

Materijal	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
		\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Gutaperka	60	0,93	0,59	0,07	65,71	47,94	6,19
Resilon	60	1,38	0,88	0,11	59,45	48,01	6,19

Prosečna vrednost kvaliteta čišćenja zidova kanala u grupi uzoraka koji su prethodno opturirani gutaperkom iznosila je 0,93, a u grupi uzoraka koji su opturirani resilonom iznosila je 1,38. Statistička analiza dobijenih rezultata ukazala je na postojanje veoma značajnih razlika ($p < 0,001$) između ispitivanih materijala za punjenje. Međutim, analiza prosečnog broja otvorenih dentinskih tubula nije ukazala na statistički značajne razlike ($p = 0,476$) u kvalitetu čišćenja zidova kanala između uzoraka opturiranih različitim materijalima. Uočava se da je na zidovima

kanala uzoraka punjenih gutaperkom, bilo nešto više otvorenih tubula (65,71), nego u uzorcima koji su bili punjeni resilonom (59,45) (tab.2).

Osnovni statistički pokazatelji kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala, u odnosu na vrstu materijala koji je uklanjan tokom retreatmana prikazani su u tabeli 3.

Tabela 3 Kvalitet čišćenja zidova kanala korena u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala u odnosu na opturacioni materijal

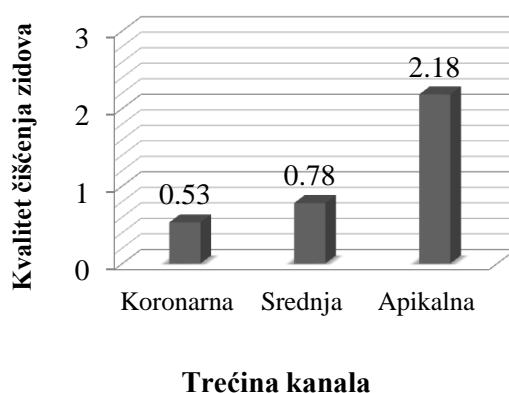
Trećina kanala	Materijal	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
			\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Koronarna	Gutaperka	60	0,33	0,75	0,10	113,67	98,23	12,68
	Resilon	60	0,72	1,07	0,14	114,72	90,96	11,74
Srednja	Gutaperka	60	0,50	0,85	0,11	70,23	63,12	8,15
	Resilon	60	1,07	1,31	0,17	57,25	74,78	9,65
Apikalna	Gutaperka	59	1,98	1,20	0,16	12,63	23,90	3,11
	Resilon	60	2,38	1,04	0,13	6,38	22,23	2,87

Statistička analiza rezultata pokazala je da je koronarna trećina kanala posle retreatmana bila čistija u uzorcima koji su prethodno bili napunjeni gutaperkom (0,33), nego u uzorcima napunjenim resilonom (0,72). Razlike su bile statistički značajne (t -test, $p=0,026$). Razlike u prosečnom broju otvorenih tubula u koronarnoj trećini kanala, u zavisnosti od uklanjanja različitih materijala, nisu bile statistički značajne ($p=0,952$).

Statističkom analizom rezultata u kvalitetu čišćenja zidova srednje trećine kanala uočene su značajne razlike između grupe uzoraka koja je opturisana gutaperkom (0,50) i grupe uzoraka koja je opturisana resilonom (1,07) (t -test, $p=0,006$). Zidovi uzoraka opturisanih resilonom, pokazivali su veće količine rezidualnog materijala nakon retreatmana. Prosečan broj otvorenih tubula u srednjoj trećini kanala u grupi uzoraka gde je za opturaciju korišćena gutaperka iznosio je 70,23, a u grupi gde je opturacija urađena primenom resilon poena prosečan broj tubula iznosio je 57,25. Statistička analiza nije ukazala na značajne razlike ($p=0,305$) u broju otvorenih tubula između uzoraka gutaperka i resilon grupe.

Kvalitet čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala bio je veći u uzorcima prethodno opturisanih gutaperkom (1,98) nego u uzorcima opturisanim resilonom (2,38), ali razlika nije bila statistički značajna ($p=0,054$). Statistička analiza prosečnog broja otvorenih tubula u apikalnoj trećini kanala takođe nije ukazala na značajne razlike u odnosu na materijal korišćen za opturaciju ($p=0,143$).

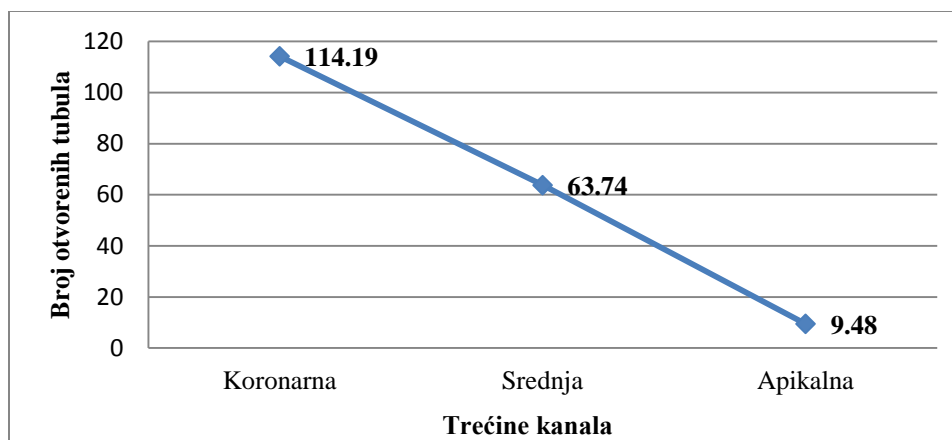
Prosečne vrednosti kvaliteta čišćenja zidova u različitim trećinama kanala korena, u odnosu na sve uzorke ($n=120$) prikazane su na grafikonu 1.



Grafikon 1 Kvalitet čišćenja zidova u različitim trećinama kanala

Kvalitet čišćenja zidova kanala bio je najveći u koronarnoj (0,53) i srednjoj trećini kanala (0,78), a najmanji u apikalnoj trećini (2,18). Statistička analiza rezultata ukazala je na postojanje veoma značajnih razlika ($p<0,001$) u kvalitetu čišćenja zidova između koronarne i apikalne trećine kanala, kao i u kvalitetu čišćenja zidova između srednje i apikalne trećine kanala.

Prosečan broj otvorenih tubula u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala, prikazan je na grafikonu 2. Statističkom analizom pomoću ANOVA testa takođe su uočene veoma značajne razlike između svake trećine kanala ($p<0,001$). Prosečan broj otvorenih tubula bio je najveći u koronarnoj trećini (114,19) i proporcionalno se smanjivao, idući od koronarne ka apikalnoj trećini, gde je bilo najmanje otvorenih tubula (9,48).



Grafikon 2 Broj otvorenih tubula u različitim trećinama kanala

- **SEM analiza kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba u zavisnosti od upotrebe rastvarača**

Osnovni statistički pokazatelji kvaliteta čišćenja zidova kanala korena u zavisnosti od upotrebe rastvarača tokom retreatmana prikazani su u tabeli 4.

Tabela 4 Kvalitet čišćenja zidova kanala korena u zavisnosti od upotrebe rastvarača

Upotreba rastvarača	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
		\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Bez	60	1,30	0,76	0,10	61,18	46,64	6,02
Sa	60	1,02	0,79	0,10	63,98	49,44	6,38

Statistička analiza prosečnih vrednosti kvaliteta čišćenja zidova kanala pokazala je da razlike u rezultatima nakon retreatmana sa (1,02) i bez (1,30) upotrebe rastvarača nisu bile značajne ($p=0,054$). Takođe, ni analiza prosečnog broja otvorenih tubula, u odnosu na upotrebu rastvarača tokom retreatmana, nije ukazala na postojanje značajnih razlika ($p=0,751$) između uzoraka u kojima je primenjen rastvarač (63,98) i uzoraka u kojima rastvarač nije korišćen (61,18).

Osnovni statistički pokazatelji kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala korena zuba, u zavisnosti od upotrebe rastvarača tokom retreatmana, prikazani su u tabeli 5.

Tabela 5 Kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala u zavisnosti od primene rastvarača

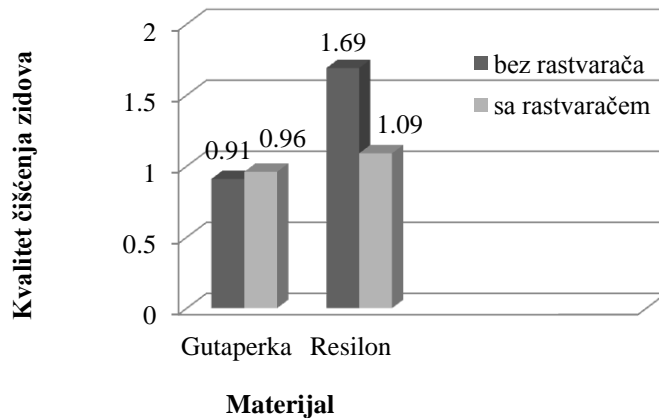
Trećina kanala	Primena rastvarača	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
			\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Koronarna	Bez	60	0,67	1,04	0,13	110,40	88,66	11,45
	Sa	60	0,38	0,82	0,11	117,98	100,17	12,93
Srednja	Bez	60	0,90	1,23	0,16	66,02	75,25	6,02
	Sa	60	0,67	1,04	0,13	61,47	63,15	6,38
Apikalna	Bez	60	2,33	1,04	0,13	7,13	22,02	2,84
	Sa	59	2,03	1,22	0,16	11,86	24,28	3,16

Analizom rezultata u koronarnoj trećini kanala, uočeni su nešto čistiji zidovi kada je tokom retreatmana upotrebljen rastvarač (0,38), nego kada je retreatman rađen bez upotrebe rastvarača (0,67). Međutim, razlike nisu bile statistički značajne (t -test; $p=0,100$). Takođe, statistički značajne razlike nisu uočene ni u prosečnom broju otvorenih tubula u odnosu na upotrebu rastvarača ($p=0,661$).

Analiza rezultata u srednjoj trećini kanala nije ukazala na statistički značajne razlike ($p=0,264$) između uzoraka u kojima nije primenjen rastvarač (0,90) i uzoraka u kojima je korišćen rastvarač (0,67). Značajne razlike u broju otvorenih tubula u srednjoj trećini kanala u odnosu na upotrebu rastvarača takođe nisu uočene ($p=0,720$).

Upotreba rastvarača tokom retreatmana nije značajno uticala ni na količinu materijala zaostalog na zidovima u apikalnoj trećini kanala ($p=0,151$). Takođe, upotreba rastvarača nije dovela ni do bitnijih razlika u prosečnom broju otvorenih tubula ($p=0,268$) na zidovima apikalne trećine kanala korena.

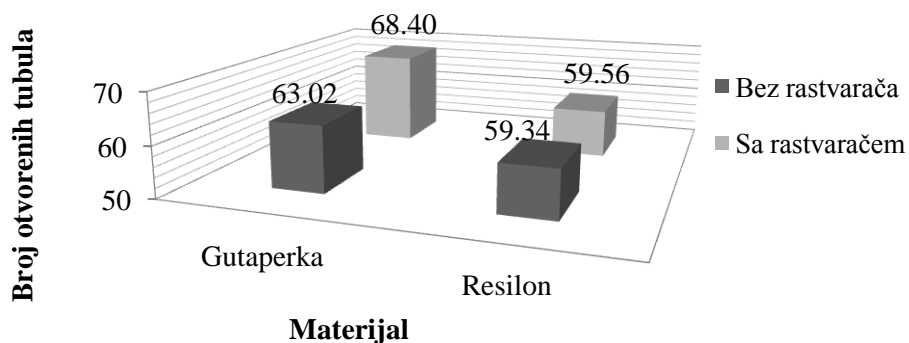
Na grafikonu 3 prikazani su rezultati kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba u zavisnosti od upotrebe rastvarača u grupama uzoraka koji su opturisani gutaperka, odnosno resilon poenima.



Grafikon 3 Kvalitet čišćenja zidova kanala korena u odnosu na materijal i upotrebu rastvarača

Analizom rezultata utvrđeno je da razlike u grupi uzoraka koji su opturisani gutaperka poenima, bez obzira na primenu rastvarača, nisu bile statistički značajne ($p=0,749$). U grupi uzoraka opturisanih resilon poenima postojale su statistički značajne razlike ($p=0,007$). Najveće količine rezidualnog materijala na zidovima uzoraka opturisanih resilonom uočene su kada je retreatman rađen bez upotrebe rastvarača (1,69). Razlika je bila statistički značajna u odnosu na rezultate grupe uzoraka u kojima je resilon uklanjani pomoću rastvarača (1,09), kao i u odnosu na grupu uzoraka u kojima je gutaperka uklanjana sa (0,96), odnosno bez upotrebe rastvarača (0,91).

Razlike u broju otvorenih tubula, u zavisnosti od upotrebe rastvarača, nisu bile statistički značajne tokom uklanjanja različitog materijala za punjenje (ANOVA, $p=0,876$) (graf.4).



Grafikon 4 Broj otvorenih tubula u odnosu na uklanjanje materijala i upotrebu rastvarača

Uočava se da je nakon uklanjanja gutaperke, prosečan broj otvorenih tubula bio neznatno veći kada je primenjen rastvarač (68,40), nego kada rastvarač nije korišćen (63,02). Kada je tokom retreatmana uklanjan resilon, prosečan broj otvorenih dentinskih kanalića bio je skoro isti, bez obzira na upotrebu rastvarača (59,34 i 59,56).

Osnovni statistički pokazatelji kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala korena, u zavisnosti od upotrebe rastvarača tokom retreatmana različitih materijala za punjenje, prikazani su u tabeli 6.

Tabela 6 Kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala u odnosu na vrstu uklanjanog materijala i primenu rastvarača

Trećina kanala	Materijal	Primena rastvarača	Procena količine zaostalog materijala				Broj otvorenih tubula		
			N	\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Koronarna	Gutaperka	Bez	30	0,37 ^a	0,76	0,14	113,07	92,47	16,88
		Sa	30	0,30	0,75	0,14	114,27	105,26	19,22
	Resilon	Bez	30	0,97 ^A	1,19	0,22	107,73	86,18	15,73
		Sa	30	0,47	0,90	0,16	121,70	96,46	17,61
Srednja	Gutaperka	Bez	30	0,30 ^a	0,70	0,13	70,83	56,88	10,38
		Sa	30	0,70	0,95	0,17	69,63	69,78	12,74
	Resilon	Bez	30	1,50 ^{A,B}	1,36	0,25	61,20	90,76	16,57
		Sa	30	0,63 ^b	1,13	0,21	53,30	55,75	10,18
Apikalna	Gutaperka	Bez	30	2,07 ^a	1,20	0,22	5,17 ^a	9,18	1,68
		Sa	29	1,90	1,20	0,22	20,34 ^A	31,22	5,80
	Resilon	Bez	30	2,60 ^A	0,77	0,14	9,10	29,90	5,46
		Sa	30	2,17	1,23	0,22	3,67 ^a	9,83	1,79

*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih istim malim i velikim slovom (A-a).

Razlike u rezultatima kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala bile su statistički značajne ($p=0,025$). Najveće količine materijala zaostale su na zidovima grupe uzoraka iz kojih je uklanjan resilon, bez upotrebe rastvarača (0,97) i razlika je bila statistički značajna u odnosu na grupu uzoraka iz kojih je uklanjana gutaperka, takođe bez primene rastvarača (0,37). Kada je retreatman u uzorcima iz kojih je uklanjan resilon rađen uz upotrebu rastvarača, kvalitet čišćenja zidova kanala takođe je bio manji u odnosu na uzorke iz kojih je

uklanjana gutaperka, ali razlika nije bila značajna. Kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala, i sa i bez upotrebe rastvarača, bio je veći u grupama uzoraka u kojima je kao materijal za opturaciju korišćena gutaperka, nego u grupama uzoraka u kojima je opturacija urađena primenom resilon poena. Ipak, primena rastvarača u grupama uzoraka koji su opturirani resilonom, poboljšala je uklanjanje ovog materijala sa zidova. Razlike u prosečnom broju otvorenih tubula u koronarnoj trećini kanala nisu bile statistički značajne ($p > 0,5$) u odnosu na upotrebu rastvarača tokom uklanjanja različitih materijala za punjenje. Prosečan broj otvorenih tubula bio je najmanji u grupi uzoraka iz kojih je uklanjan resilon bez upotrebe rastvarača (107,73), odnosno najveći, kada je isti materijal uklanjan pomoću rastvarača (121,70). Broj otvorenih tubula u gutaperka grupi bio je sličan, bez obzira na to da li je korišćen rastvarač (113,07 i 114,27).

Razlika u kvalitetu čišćenja zidova u srednjoj trećini kanala korena u zavisnosti od upotrebe rastvarača bila je statistički značajna (t -test, $p=0,000$) između grupa uzoraka opturiranih različitim materijalom za punjenje, kada tokom tretmana nije korišćen rastvarač. Tada je gutaperka (0,30) značajno bolje uklanjana nego resilon (1,50). Kada je korišćen rastvarač, nije postojala razlika u rezultatima čistoće zidova između dva ispitivana materijala. Gutaperka je efikasnije uklanjana bez primene rastvarača (0,30), nego kada je korišćen rastvarač (0,70), ali razlika nije bila statistički značajna ($p=0,070$). Nakon uklanjanja resilon materijala je bilo obrnuto: kvalitet čišćenja zidova kanala bio je veći kada je korišćen rastvarač (0,63), u odnosu na grupu bez upotrebe rastvarača (1,50). Razlika je bila statistički značajna ($p=0,009$). Značajne razlike u broju otvorenih tubula u srednjoj trećini kanala u odnosu na upotrebu rastvarača nisu uočene ni u uzorcima iz kojih je uklanjana gutaperka, kao ni u uzorcima iz kojih je uklanjan resilon ($p=0,744$). Uočava se da je najmanje tubula bilo otvoreno kada je uklanjan resilon (53,30 i 61,20), a nešto više tubula bilo je otvoreno na zidovima uzoraka iz kojih je uklanjana gutaperka, bez značajnog uticaja upotrebe rastvarača (70,83 i 69,63).

Statistički značajne razlike u kvalitetu čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala postojale su ($p=0,046$) kada su gutaperka i resilon uklanjani bez upotrebe rastvarača. U grupama uzoraka iz kojih je uklanjan resilon, zaostalo je značajno više materijala (2,60) na zidovima apikalne trećine kanala, nego u grupama uzoraka iz kojih je uklanjana gutaperka (2,07). Oba materijala su nešto bolje uklanjana sa rastvaračem nego bez rastvarača, ali razlike nisu bile statistički značajne. Razlika u broju otvorenih tubula u apikalnoj trećini kanala bila je statistički značajna

između uzoraka iz kojih je gutaperka uklanjana pomoću rastvarača (20,34) i uzoraka iz kojih je ovaj materijal uklanjan bez upotrebe rastvarača (5,17). Razlika je takođe bila statistički značajna kada je tokom retreatmana korišćen rastvarač ($p=0,010$), i to između uzoraka opturisanih gutaperkom (20,34) i uzoraka opturisanih resilonom (3,67). U grupi uzoraka koji su opturisani resilon poenima nije bilo statistički značajnih razlika ($p=0,348$) u prosečnom broju otvorenih tubula, bez obzira na upotrebu rastvarača (9,10 i 3,67).

- **SEM analiza kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba u zavisnosti od primene različitih instrumenata**

Osnovni statistički pokazatelji kvaliteta čišćenja zidova kanala korena posle upotrebe različitih instrumenata tokom retreatmana, prikazani su u tabeli 7.

Tabela 7 Kvalitet čišćenja zidova kanala korena u odnosu na korišćene instrumente

Instrument	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
		\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Hedstrom	40	1,04 ^a	0,44	0,07	67,25	41,68	6,59
Protaper	40	1,47 ^A	0,90	0,14	47,92	41,85	6,62
Twisted file	40	0,96 ^a	0,83	0,13	72,57	56,22	8,89

* Statistički značajne razlike postoje između srednjih vrednosti označenih istim velikim i malim slovom (A-a).

Primena analize varijanse (ANOVA) ukazala je na postojanje značajnih razlika ($p=0,006$) u kvalitetu čišćenja zidova kanala korena zuba nakon upotrebe različitih instrumenata. Najviše materijala na zidovima kanala ostalo je nakon uklanjanja punjenja pomoću ProTaper instrumenata (1,47), dok je manja količina materijala bila prisutna kada je retreatman urađen Hedstrom (1,04) i Twisted File instrumentima (0,96). Razlike su bile statistički značajne ($p<0,05$) između ProTaper i Hedstrom instrumenata, kao i između ProTaper i Twisted File instrumenata. Međutim, statističkom analizom prosečnog broja otvorenih tubula nisu uočene značajne razlike pri korišćenju različitih instrumenata tokom retreatmana (ANOVA, $p=0,052$).

Osnovni statistički pokazatelji kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala korena, u odnosu na upotrebu različitih instrumenata tokom retreatmana, prikazani su u tabeli 8.

Tabela 8 Kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala u odnosu na upotrebu različitih instrumenata

Trećina kanala	Instrumenti	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
			\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Koronarna	Hedstrom	40	0,25 ^a	0,63	0,10	139,80 ^a	89,60	14,16
	Protaper	40	0,98 ^A	1,21	0,19	71,03 ^A	62,05	9,81
	TwistedFile	40	0,35 ^a	0,74	0,12	131,75 ^a	111,08	17,56
Srednja	Hedstrom	40	0,55	1,01	0,16	53,98	57,69	9,12
	Protaper	40	1,10	1,21	0,19	62,68	74,93	11,85
	TwistedFile	40	0,70	1,14	0,18	74,58	73,85	11,68
Apikalna	Hedstrom	40	2,33	0,94	0,15	7,98	25,77	4,07
	Protaper	39	2,38	1,07	0,17	9,05	22,02	3,53
	TwistedFile	40	1,85	1,31	0,21	11,40	22,01	3,48

* Statistički značajne razlike postoje između vrednosti označenih sa A-a.

Poređenjem rezultata kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala pomoću analize varijanse (ANOVA, $p=0,001$) uočene su statistički značajne razlike između ProTaper (0,98) i Hedstrom instrumenata (0,25), kao i između ProTaper i Twisted File instrumenata (0,35). Kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala bio je najmanji nakon upotrebe ProTaper instrumenata. Statistička analiza prosečnog broja otvorenih tubula u koronarnoj trećini kanala takođe je ukazala na veoma značajne razlike ($p=0,001$) u rezultatima dobijenim nakon upotrebe različitih instrumenata. Najmanje otvorenih tubula u koronarnim trećinama kanala bilo je prisutno na zidovima uzoraka retreatiranih ProTaper instrumentima (71,03), a najviše otvorenih tubula uočeno je na zidovima uzoraka u kojima su korišćeni Hedstrom (139,80) i Twisted File (131,75) instrumenti. Razlika je bila statistički značajna između ProTaper i Hedstrom instrumenata, kao i između ProTaper i Twisted File instrumenata.

Poređenjem rezultata kvaliteta čišćenja zidova u srednjoj trećini kanala primenom analize varijanse (ANOVA), nisu uočene statistički značajne razlike u rezultatima kada su korišćeni različiti instrumenti ($p=0,082$). ProTaper instrumenti ostavili su nešto veću količinu rezidualnog materijala na zidovima srednje trećine kanala (1,10), u odnosu na Hedstrom turpije (0,55) i

Twisted File instrumente (0,70). Statističkom analizom rezultata prosečnog broja otvorenih tubula u srednjoj trećini kanala, u odnosu na upotrebu različitih instrumenata tokom retreatmana, takođe nisu uočene značajne razlike ($p=0,413$). Najmanji broj otvorenih tubula u srednjim trećinama kanala bio je prisutan na zidovima uzoraka retreatiranih Hedstrom instrumentima (53,98), dok je broj otvorenih tubula bio nešto veći kada su korišćeni ProTaper (62,68) i Twisted File instrumenti (74,58).

Statističkom analizom rezultata kvaliteta čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala pomoću različitih instrumenata, nisu uočene značajne razlike ($p=0,070$). Analizom broja otvorenih tubula nakon upotrebe različitih instrumenata takođe nisu uočene značajne razlike ($p=0,799$). U apikalnoj trećini kanala postojala je velika količina rezidualnog materijala uz prisustvo veoma malog broja otvorenih tubula na zidovima i njihov broj bio je sličan, bez obzira koja vrsta instrumenata je korišćena tokom retreatmana.

Kvalitet čišćenja zidova kanala korena zuba u zavisnosti od upotrebe različitih instrumenata za uklanjanje gutaperke, odnosno resilona, bio je statistički značajan ($p<0,01$; tab.9).

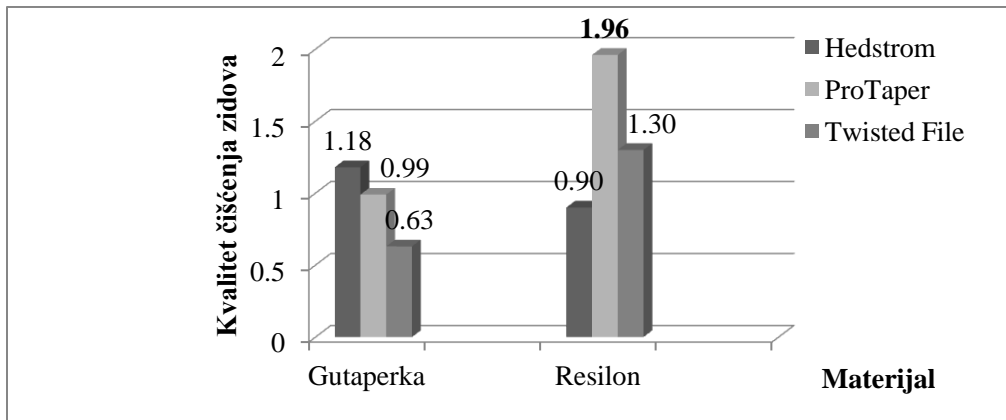
Tabela 9 Kvalitet čišćenja zidova kanala korena u odnosu na upotrebljene instrumente i materijal koji je uklanjan

Instrument	Materijal	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
			\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Hedstrom	Gutaperka	20	1,18 ^A	0,44	0,10	49,85 ^{a,b}	26,04	5,83
	Resilon	20	0,90 ^a	0,42	0,09	84,65 ^B	47,44	10,61
ProTaper	Gutaperka	20	0,99 ^B	0,73	0,16	56,13 ^a	44,92	10,04
	Resilon	20	1,96 ^b	0,79	0,18	39,70 ^{a,b}	37,88	8,47
Twisted File	Gutaperka	20	0,63 ^C	0,46	0,10	91,15 ^A	58,30	13,04
	Resilon	20	1,30 ^c	1,00	0,22	54,00 ^a	48,60	10,87

* Statistički značajne razlike postoje između srednjih vrednosti označenih istim velikim i malim slovom (A-a).

Kvalitet čišćenja zidova bio je najveći u uzorcima iz kojih je uklanjana gutaperke Twisted File instrumentima (0,63), a najmanji u uzorcima iz kojih je uklanjan resilon ProTaper instrumentima (1,96). Količina rezidualnog materijala za punjenje na zidovima kanala nakon uklanjanja resilona

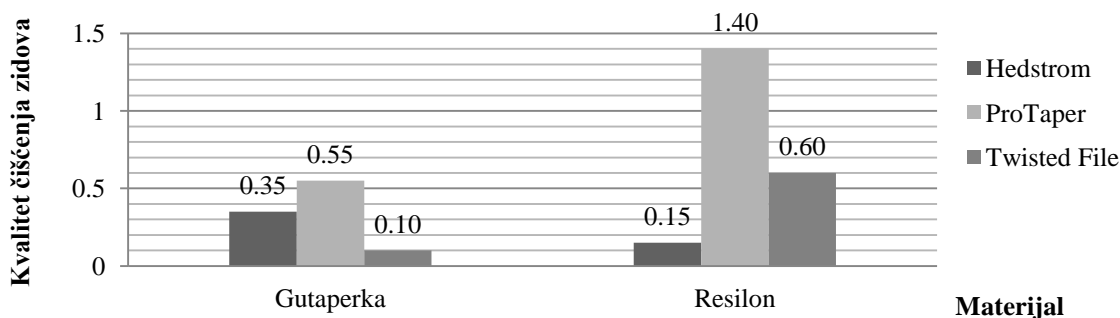
ProTaper instrumentima bila je toliko izražena da su statistički značajne razlike postojale u odnosu na sve druge rezultate dobijene upotrebom različitih instrumenata za dezopturaciju uzoraka napunjenih gutaperkom, odnosno resilonom (graf.5). Hedstrom instrumentima potpunije je uklanjan resilon, dok je rotirajućim mašinskim instrumentima bolje uklanjana gutaperka.



Grafikon 5 Kvalitet čišćenja zidova kanala u odnosu na korišćene instrumente i vrstu uklanjanog materijala

Takođe, razlike u prosečnom broju otvorenih tubula u zavisnosti od upotrebljenih instrumenata, bile su statistički značajne nakon uklanjanja različitih materijala ($p=0,002$; tab.9). U grupi uzoraka iz kojih je uklanjana gutaperka, značajne razlike ($p<0,05$) u prosečnom broju otvorenih tubula postojale su između Twisted File (91,15) i ProTaper instrumenata (56,13), kao i između Twisted File i Hedstrom instrumenata (49,85). U grupi uzoraka iz kojih je uklanjan resilon, značajne razlike u prosečnom broju otvorenih tubula su postojale ($p<0,05$) između ProTaper (39,70) i Hedstrom instrumenata (84,65). Najveći prosečan broj otvorenih dentinskih tubula nakon uklanjanja gutaperke bio je prisutan kada su uzorci retirirani Twisted File instrumentima, dok je broj otvorenih tubula u resilon grupi bio najveći nakon uklanjanja materijala Hedstrom turpijama. Nakon uklanjanja resilona Twisted File instrumentima, broj otvorenih tubula bio je značajno manji (54,00), nego kada je istim instrumentima uklanjana gutaperka (91,15). Takva statistička značajnost postojala je i kada su korišćene Hedstrom turpije, između uzoraka iz kojih je uklanjana gutaperka (49,85) i uzoraka iz kojih je uklanjan resilon (84,65).

Razlike u rezultatima kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala bile su statistički značajne ($p < 0,001$) kada su ispitivani instrumenti korišćeni za uklanjanje gutaperke, odnosno resilona (graf.6).



Grafikon 6 Kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala u odnosu na materijal i korišćene instrumente

Najveća količina materijala uočena je nakon uklanjanja resilona ProTaper instrumentima (1,40). Statističkom analizom utvrđeno je da je razlika u odnosu na sve ostale materijale i instrumente značajna, osim u odnosu na grupu uzoraka gde je resilon uklanjan Twisted File instrumentima (0,60). Twisted File i Hedstrom instrumenti su bili različito efikasni pri uklanjanju gutaperke i resilona, i ova razlika između efikasnosti uklanjanja dve vrste materijala je bila statistički značajna za kada su korišćeni pomenuti instrumenti. Gutaperka je najefikasnije uklanjana instrumentima Twisted File (0,10), dok je resilon najbolje uklanjan instrumentima Hedstrom (0,15). Najveća količina materijala na zidovima koronarnog dela kanala ostajala je posle dezopturacije ProTaper instrumentima, obe u uzorcima grupe materijala (0,55 i 1,40). Čistoća zidova nakon uklanjanja gutaperke bila je slična nakon upotrebe svake grupe instrumenata ($p=0,170$). Međutim, resilon je bolje uklanjan Hedstrom i Twisted File instrumentima, u odnosu na ProTaper instrumente, pri čemu su razlike u kvalitetu čišćenja zidova između uzoraka retiriranih Hedstrom i Protaper instrumentima bile statistički značajne (graf.6).

Razlike u prosečnom broju otvorenih tubula u koronarnoj trećini kanala nakon retreatmana različitim instrumentima bile su statistički značajne i u grupi uzoraka opturiranih gutaperkom, kao i u grupi uzoraka opturiranih resilonom ($p < 0,05$; tab.10).

Tabela 10 Broj otvorenih tubula u koronarnoj trećini kanala u odnosu na uklanjan materijal i upotrebjene instrumente

Materijal	Instrumenti	N	\bar{x}	SD	SE	Min.	Max.
Gutaperka	Hedstrom	20	108,60	76,56	17,12	0	246
	Protaper	20	73,00 ^{a,b}	58,62	13,11	4	250
	Twisted file	20	159,40 ^A	129,22	28,90	5	423
Resilon	Hedstrom	20	171,00 ^B	92,56	20,70	28	372
	Protaper	20	69,05 ^b	66,77	14,93	2	263
	Twisted file	20	104,10 ^b	83,77	18,73	0	283

* Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih istim velikim i malim slovima (A-a, B-b).

Efikasnost instrumenata korišćenih za retreatman bila je različita u dve posmatrane grupe materijala. Najveći prosečan broj otvorenih tubula nakon uklanjanja gutaperke bio je prisutan nakon primene Twisted File instrumenata (159,40), dok je resilon potpunije uklanjan Hedstrom turpijama (171,00). U obe grupe materijala, na zidovima uzoraka retreatiranih ProTaper instrumentima bilo je najmanje otvorenih tubula (73,00 i 69,05).

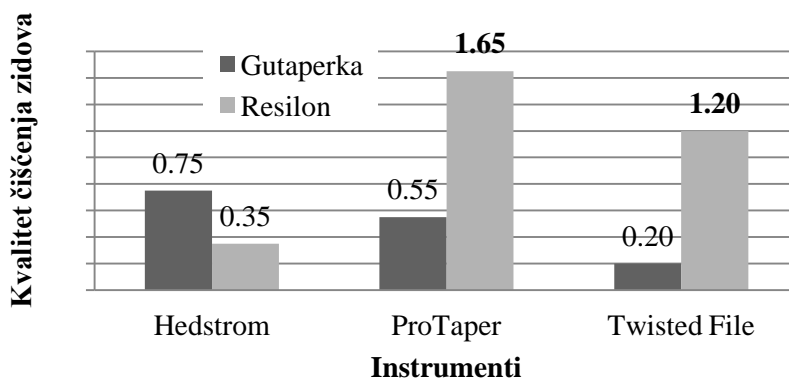
Statistički pokazatelji kvaliteta čišćenja zidova u srednjoj trećini kanala nakon dezopturacije uzoraka prethodno opturiranih gutaperkom i resilonom uz upotrebu različitih instrumenata prikazane su u tabeli 11.

Tabela 11 Kvalitet čišćenja zidova u srednjoj trećini kanala u odnosu na materijal i instrumente

Materijal	Instrument	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
			\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Gutaperka	Hedstrom	20	0,75	1,07	0,24	37,35 ^a	33,12	7,41
	ProTaper	20	0,55 ^a	0,89	0,20	77,90	73,91	16,53
	Twisted File	20	0,20 ^B	0,41	0,09	95,45 ^A	62,78	14,04
Resilon	Hedstrom	20	0,35 ^a	0,93	0,21	70,60	71,79	16,05
	ProTaper	20	1,65 ^{A,b}	1,27	0,28	47,45	74,65	16,69
	Twisted File	20	1,20 ^b	1,40	0,31	53,70	79,60	17,80

*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti označenih istim velikim i malim slovom.

Razlika u kvalitetu čišćenja zidova srednje trećine kanala različitim instrumentima bila je statistički značajna ($p < 0,005$) u grupi uzoraka opturisanih resilonom. Resilon je najefikasnije uklanjati Hedstrom turpijama (0,35) i razlika je bila statistički značajna u odnosu na dobijene rezultate nakon uklanjanja resilona ProTaper instrumentima (1,65). U grupi uzoraka opturisanih gutaperkom nisu postojale statistički značajne razlike u kvalitetu čišćenja različitim instrumentima, iako se uočava da je gutaperka iz srednjih delova kanala najbolje uklanjana Twisted File instrumentima (0,20). Rotirajućim instrumentima (ProTaper i Twisted File) značajno je lošije uklanjati resilon (1,65 i 1,20) u odnosu na gutaperku (0,55 i 0,20) i razlika u rezultatima je bila statistički značajna za oba instrumenta (graf.7).



Grafikon 7 Kvalitet čišćenja zidova u srednjoj trećini kanala u odnosu na instrumente i materijal

Međutim, razlike u prosečnom broju otvorenih tubula nakon retreatmana različitim instrumentima bile su statistički značajne u grupi uzoraka opturisanih gutaperkom ($p = 0,009$), i to između rezultata nakon upotrebe Twisted File (98,45) i Hedstrom instrumenata (37,35) (tab.11). U grupi uzoraka opturisanih resilonom razlike u prosečnom broju otvorenih tubula nakon uklanjanja ovog materijala različitim instrumentima nisu bile statistički značajne ($p = 0,607$). Ipak, efikasnost instrumenata u ovoj grupi materijala je bila različita u odnosu na njihovu efikasnost tokom uklanjanja gutaperke. Nakon uklanjanja resilona, najveći broj tubula bio je očišćen upravo kada su korišćeni Hedstrom instrumenti (70,60), a najmanji broj kada je retreatman rađen ProTaper instrumentima (47,45).

Analizom rezultata kvaliteta čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala uočene su statistički značajne razlike između različitih instrumenata korišćenih za retreatman u grupi uzoraka opturisanih resilonom ($p < 0,05$) (tab.12).

Tabela 12 Kvalitet čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala u odnosu na uklanjanje materijala i korišćene instrumente

Materijal	Instrument	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
			\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Gutaperka	Hedstrom	20	2,45	0,76	0,17	3,60	8,375	1,87
	ProTaper	20	1,89 ^a	1,29	0,29	15,84	29,55	6,78
	Twisted File	20	1,60 ^a	1,35	0,30	18,60 ^A	26,69	5,97
Resilon	Hedstrom	20	2,20	1,10	0,25	12,35	35,40	7,91
	ProTaper	20	2,85 ^A	0,49	0,11	2,60	7,25	1,62
	Twisted File	20	2,10 ^a	1,25	0,28	4,20 ^a	13,12	2,93

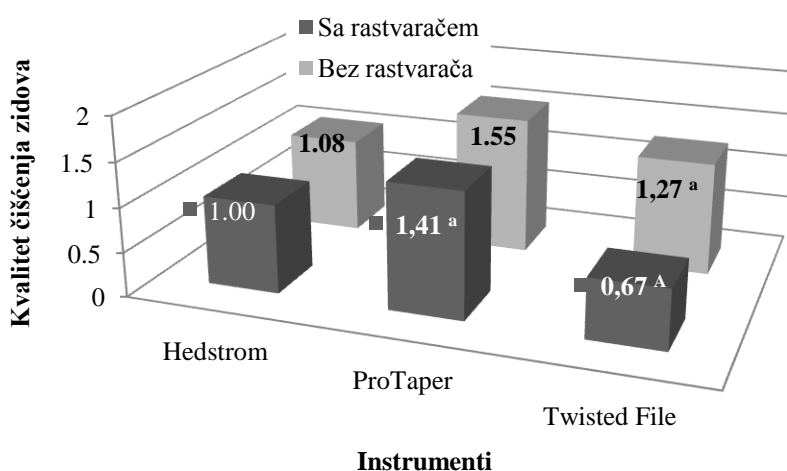
*Statistički značajne razlike postoje između prosečnih vrednosti obeleženih istim velikim i malim slovom (A-a).

Uzorci opturisani resilonom koji su retirirani ProTaper instrumentima, imali su najviše ostataka materijala (2,85) na zidovima apikalne trećine kanala, a značajno manje ostataka materijala bilo je prisutno kada su uzorci dezopturisani Twisted File instrumentima (2,10). Rezultati kvaliteta čišćenja zidova bili su statistički značajni i između grupe uzoraka iz kojih je resilon uklanjano ProTaper instrumentima (2,85) i grupe uzoraka iz kojih je uklanjano gutaperka Twisted File instrumentima (1,60). Kvalitet čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala bio je veći kada je gutaperka uklanjana pomoću mašinskih NiTi instrumenata, nego kada su ovi instrumenti korišćeni za uklanjanje resilona. Međutim, razlika je bila statistički značajna ($p = 0,006$) samo između rezultata dobijenih za ProTaper instrumente, kada su korišćeni za retreatman uzoraka opturisanih gutaperkom (1,89), odnosno resilonom (2,85). Ručnim Hedstrom turpijama su na sličan način uklanjana oba materijala (2,45 i 2,20).

Međutim, razlike u broju otvorenih tubula u apikalnoj trećini kanala nakon upotrebe različitih instrumenata nisu bile statistički značajne ($p = 0,119$) ni u jednoj grupi materijala. Iako razlike nisu bile statistički značajne, efikasnost čišćenja tubula različitim instrumentima se razlikovala između dva posmatrana materijala. Prosečan broj otvorenih tubula bio je najveći u grupi uzoraka iz kojih je uklanjano gutaperka nakon primene Twisted File instrumenata (18,60), a najmanji nakon retreatmana Hedstrom turpijama (3,60). Kada je uklanjano resilon, bilo je upravo obrnuto -

najviše tubula bilo je otvoreno kada su korišćeni Hedstrom instrumenti (12,35), a daleko manji broj otvorenih tubula bio je prisutan nakon retreatmana Twisted File i ProTaper instrumentima (4,20 i 2,60). Statistički značajne razlike u broju otvorenih tubula postojale su jedino u grupi Twisted File instrumenata ($p=0,039$), nakon uklanjanja gutaperke (18,60), odnosno resilona (4,20).

Kvalitet čišćenja zidova kanala korena zuba u zavisnosti od primene rastvarača tokom dezopturacije različitim instrumentima, prikazan je na grafikonu 8.

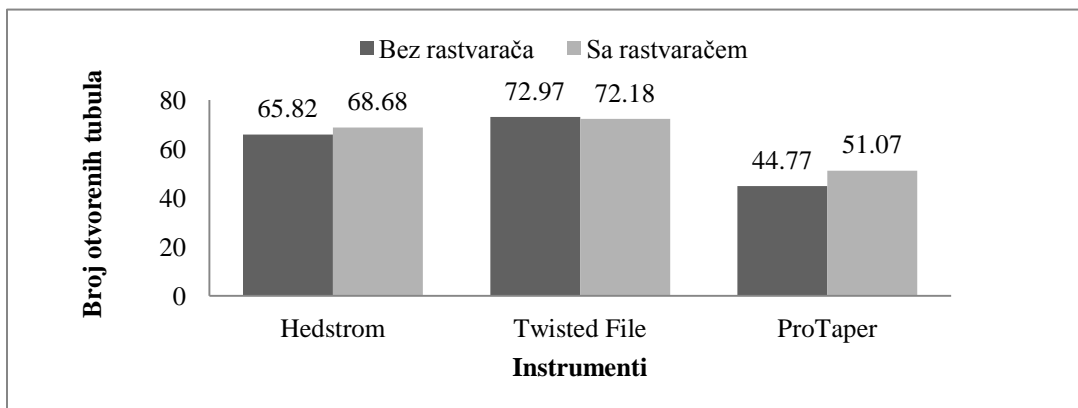


* Statistički značajne razlike ($p<0,05$) postoje između srednjih vrednosti označenih istim velikim i malim slovom (A-a).

Grafikon 8 Kvalitet čišćenja zidova kanala u odnosu na instrumente i upotrebu rastvarača

Kada su različiti instrumenti tokom retreatmana korišćeni bez rastvarača, razlike u kvalitetu čišćenja zidova kanala korena nisu bile statistički značajne. Međutim, kada su različiti instrumenti korišćeni uz pomoć rastvarača, uočene su značajne razlike između efikasnosti čišćenja zidova kanala Twisted File (0,67) i ProTaper instrumentima (1,41). Razlika je bila značajna i u grupi Twisted File instrumenata koji su bili efikasniji kada su za retreatman korišćeni uz upotrebu rastvarača (0,67), nego kada su korišćeni bez upotrebe rastvarača (1,27).

Međutim, statistička analiza broja otvorenih dentinskih tubula nije ukazala na značajne razlike ($p=0,300$) između uzoraka u kojima su za retreatman korišćeni različiti instrumenti sa ili bez upotrebe rastvarača (graf.9).



Grafikon 9 Broj otvorenih tubula u odnosu na instrumente i primenu rastvarača

Broj otvorenih tubula bio je sličan kada je retreatman rađen istom grupom instrumenata, bez obzira na upotrebu rastvarača. Najveći broj tubula bio je očišćen kada su za retreatman korišćeni Twisted File instrumenti.

Statistički pokazatelji kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala, u odnosu na upotrebene instrumente i primenu rastvarača, prikazani su u tabeli 13.

Tabela 13 Kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala u odnosu na instrumente i upotrebu rastvarača

Instrumenti	Upotreba rastvarača	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
			\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Hedstrom	Bez	20	0,35	0,74	0,17	131,00 ^a	88,13	19,71
ProTaper		20	1,15 ^A	1,27	0,28	61,65 ^A	41,47	9,27
Twisted File		20	0,50	0,89	0,20	138,55 ^a	105,55	23,60
Hedstrom	Sa	20	0,15 ^a	0,49	0,11	148,60 ^{a,b}	92,45	20,67
ProTaper		20	0,80	1,15	0,26	80,40 ^B	77,45	17,32
Twisted File		20	0,20 ^a	0,52	0,12	124,95	118,70	26,54

* Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih istim velikim i malim slovima (A-a, B-b).

Razlike u prosečnim vrednostima količine rezidualnog materijala su bile statistički značajne ($p < 0,005$) i to između uzoraka koji su dezopturirani ProTaper instrumentima i bez upotrebe rastvarača (1,15) i uzoraka u kojima je dezopturacija urađena pomoću Hedstrom, odnosno Twisted File instrumenata, uz upotrebu rastvarača (0,15 i 0,20).

Razlike u prosečnom broju otvorenih tubula u koronarnoj trećini kanala nakon retreatmana različitim instrumentima bile su statistički značajne i u uzorcima u kojima je korišćen rastvarač, kao i u uzorcima u kojima rastvarač nije primenjen ($p = 0,016$; tab.13). U podgrupi u kojoj nije korišćen rastvarač, najmanji broj otvorenih tubula izbrojan je u grupi uzoraka obrađivanih ProTaper instrumentima (61,65), a dvostruko više tubula bilo je otvoreno nakon primene Hedstrom (131,00) i Twisted File (138,55) instrumenata. Razlike su bile statistički značajne ($p < 0,05$) između ProTaper i Hedstrom instrumenata, kao i između Protaper i Twisted File instrumenata. U podgrupi sa primenom rastvarača, efikasnost čišćenja tubula takođe je bila najmanja kada su korišćeni ProTaper instrumenti (80,40). Razlika je bila statistički značajna ($p < 0,05$) u odnosu na broj otvorenih tubula nakon primene Hedstrom turpija (148,60).

Statistički pokazatelji kvaliteta čišćenja zidova u srednjoj trećini kanala u odnosu na upotrebene instrumente i primenu rastvarača, prikazani su u tabeli 14.

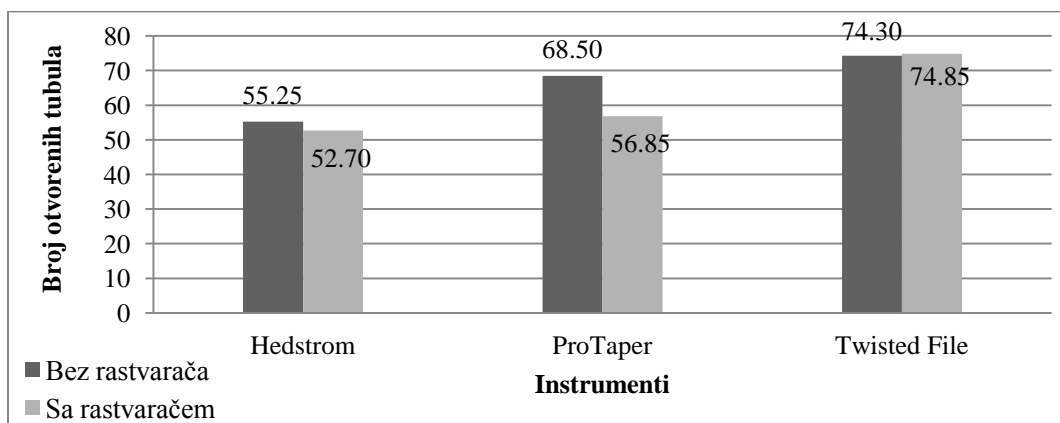
Tabela 14 Kvalitet čišćenja zidova u srednjoj trećini kanala u odnosu na upotrebene instrumente i primenu rastvarača

Instrumenti	Primena rastvarača	N	\bar{x}	SD	SE
Hedstrom	Bez	20	0,55	1,10	0,25
	Sa	20	0,55	0,94	0,21
ProTaper	Bez	20	1,05	1,23	0,28
	Sa	20	1,15	1,23	0,27
Twisted File	Bez	20	1,10 ^a	1,33	0,30
	Sa	20	0,30 ^a	0,73	0,16

Rezultati kvaliteta čišćenja zidova u srednjoj trećini kanala nakon dezopturacije Twisted File instrumentima bili su statistički značajni ($p = 0,026$) između uzoraka u kojima nije korišćen rastvarač (1,10) i uzoraka u kojima je korišćen rastvarač (0,30). Hedstrom i ProTaper

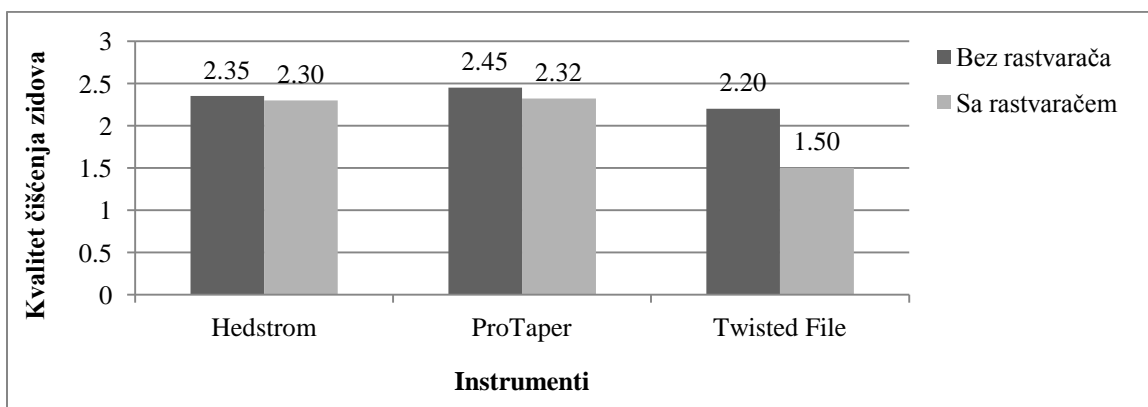
instrumentima je na sličan način uklanjan materijal sa zidova srednje trećine kanala, bez obzira na upotrebu rastvarača (0,55/0,55 i 1,05/1,15).

Upotreba rastvarača tokom retreatmana nije uticala na razlike u broju otvorenih tubula u srednjoj trećini kanala, bez obzira na vrstu upotrebljenog instrumenta ($p=0,844$) (graf. 10). Uočava se da je nešto veći broj otvorenih tubula bilo prisutno kada su upotrebljeni Twisted File instrumenti (74,30 i 74,85).



Grafikon 10 Broj otvorenih tubula u srednjoj trećini kanala u odnosu na instrumente i upotrebu rastvarača

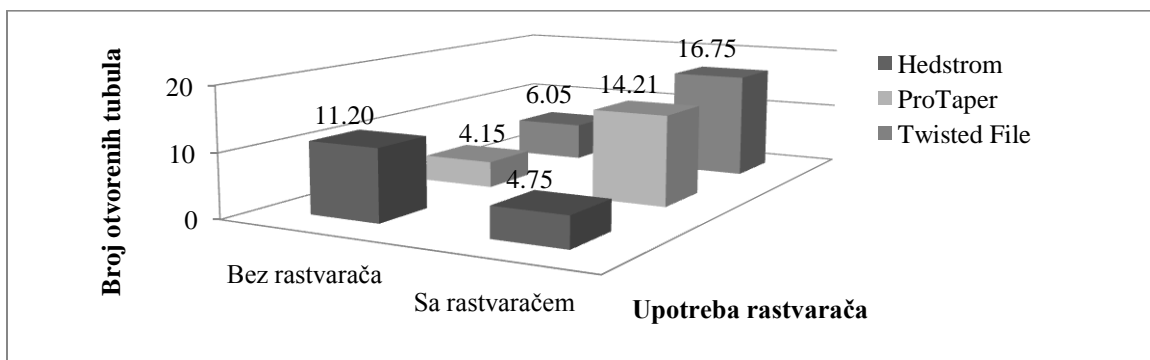
Analizom rezultata kvaliteta čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala, u odnosu na primenu različitih instrumenata i upotrebu rastvarača tokom retreatmana, nisu utvrđene statistički značajne razlike (graf.11).



Grafikon 11 Kvalitet čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala u odnosu na instrumente i upotrebu rastvarača

Kvalitet čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala bio je nešto veći nakon upotrebe Twisted File instrumenata i rastvarača (1,50), a razlika u odnosu na Hedstrom i ProTaper instrumente, upotrebjene pod istim uslovima tretmana (2,30 i 2,32), bila je na granici statističke značajnosti ($p=0,052$). Hedstrom i ProTaper instrumentima je na sličan način uklanjan materijal iz apikalne trećine kanala, bez obzira na primenu rastvarača. Twisted File instrumenti su bili nešto efikasniji kada su korišćeni sa rastvaračem (1,50), ali razlika nije bila statistički značajna ($p=0,096$) u odnosu na upotrebu ovih instrumenata bez rastvarača (2,20).

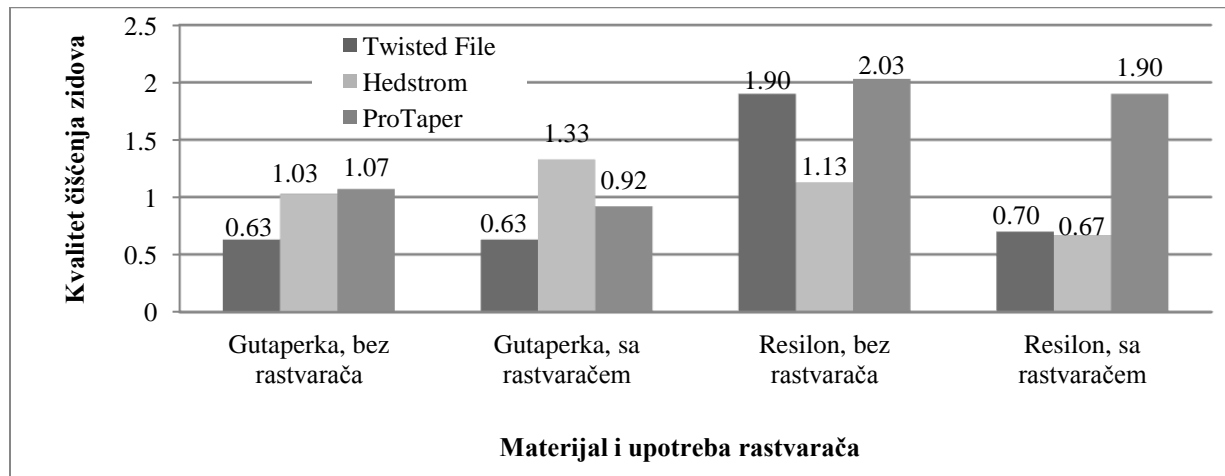
Broj očišćenih dentinskih kanalića u apikalnoj trećini kanala, u odnosu na upotrebu različitih instrumenata i u zavisnosti od primene rastvarača tokom tretmana, prikazan je na grafikonu 12.



Grafikon 12 Broj otvorenih tubula u apikalnoj trećini kanala u odnosu na instrumente i upotrebu rastvarača

Statistička analiza nije ukazala na značajne razlike između dobijenih rezultata ($p=0,406$), ali se uočava da je u podgrupi bez primene rastvarača, broj otvorenih tubula bio veći nakon upotrebe ručnih Hedstrom turpija (11,20), nego nakon upotrebe rotirajućih instrumenata (6,05 i 4,15). Kada su instrumenti upotrebljavani sa rastvaračem, bilo je suprotno - broj otvorenih tubula bio je veći kada su korišćeni rotirajući NiTi instrumenti (14,21 i 16,75), a manje otvorenih tubula na zidovima apikalne trećine kanala bilo je prisutno kada su korišćene Hedstrom turpije (4,75).

Prosečne vrednosti kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba u odnosu na sve ispitivane faktore (različiti materijali i instrumenti, upotreba rastvarača), prikazani su na grafikonu 13.



Grafikon 13 Kvalitet čišćenja zidova kanala korena u odnosu na sve ispitivane faktore

Najmanji kvalitet čišćenja zidova kanala korena nakon retreatmana uočen je kod sledećih grupa uzoraka u odnosu na kombinaciju materijala, instrumenata i primene rastvarača: resilon-ProTaper-bez rastvarača (2,03), resilon-Twisted File-bez rastvarača (1,90) i resilon-ProTaper-sa rastvaračem (1,90). Statistički značajne razlike ($p < 0,05$) postojale su u odnosu na grupe uzoraka u kojima je uočeno najkvalitetnije čišćenje zidova kanala: grupa uzoraka iz kojih je uklanjana gutaperka Twisted File instrumentima, bez obzira da li je korišćen rastvarač (0,63 i 0,63), i grupa uzoraka iz kojih je uklanjana resilon pomoću Hedstrom instrumenata i uz primenu rastvarača (0,67).

Statistički pokazatelji broja otvorenih tubula u odnosu na sve ispitivane faktore, prikazani su tabeli 15. Analiza rezultata ukazala je na postojanje statistički značajnih razlika između ispitivanih grupa uzoraka (ANOVA; $p=0,048$).

Tabela 15 Broj otvorenih tubula u odnosu na sve ispitivane faktore

Materijal	Primena rastvarača	Instrument	N	\bar{x}	SD	SE	Min.	Max.
Gutaperka	Bez	Hedstrom	10	50,83	25,12	7,94	2,67	88,00
		Protaper	10	47,37 ^A	16,68	5,27	11,33	71,33
		Twisted File	10	90,87 ^{a,B}	56,24	17,79	17,67	228,00
	Sa	Hedstrom	10	48,87 ^{b,c,g}	28,25	8,94	18,00	92,67
		Protaper	10	64,90	61,74	19,52	11,67	224,67
		Twisted File	10	91,43 ^{a,c,D}	63,35	20,03	14,67	188,67
Resilon	Bez	Hedstrom	10	80,80 ^E	48,04	15,19	12,33	141,00
		Protaper	10	42,17 ^{b,d,F}	46,01	14,55	3,67	159,33
		Twisted File	10	55,07	59,86	18,93	10,00	205,67
	Sa	Hedstrom	10	88,50 ^{a,f,G}	49,09	15,53	30,00	185,00
		Protaper	10	37,23 ^{b,d,e,g}	29,98	9,48	4,67	100,33
		Twisted File	10	52,93	37,43	11,84	4,00	119,33

*Statistička značajnost postoji između srednjih vrednosti označenih istim velikim i malim slovima.

Najmanji prosečan broj otvorenih tubula na zidovima kanala korena nakon retreatmana bio je prisutan u uzorcima iz kojih je resilon uklanjan ProTaper instrumentima, bez obzira da li je korišćen rastvarač (42,17 i 37,23). Kada je istim instrumentima uklanjana gutaperka, broj otvorenih tubula bio je nešto veći (47,37 i 64,90). Najviše otvorenih dentinskih kanalića nakon uklanjanja gutaperke uočeno je kada su korišćeni Twisted File instrumenti, bez obzira na upotrebu rastvarača (91,43 i 90,87). Nakon uklanjanja resilona, najviše tubula bilo je očišćeno kada je dezopturacija rađena pomoću Hedstrom turpija, takođe bez obzira na upotrebu rastvarača (88,50 i 80,80). Hedstrom turpije su bile efikasnije pri uklanjanju resilona, a Twisted File instrumenti pri uklanjanju gutaperke. Statistički značajne razlike između rezultata dobijenih nakon upotrebe različitih materijala, instrumenata i primene rastvarača, označene su u tabeli 15.

Kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala nakon retreatmana u odnosu na sve ispitivane faktore prikazan je u tabeli 16.

Tabela 16 Kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala u odnosu na sve posmatrane faktore

Materijal	Upotreba rastvarača	Instrument	N	\bar{x}	SD	SE	Min.	Max.
Gutaperka	Bez	Hedstrom	10	0,40	0,97	0,31	0	3
		ProTaper	10	0,60 ^a	0,84	0,27	0	2
		Twisted File	10	0,10 ^c	0,32	0,10	0	1
	Sa	Hedstrom	10	0,30 ^b	0,67	0,21	0	2
		ProTaper	10	0,50	1,08	0,34	0	3
		Twisted File	10	0,10	0,32	0,10	0	1
Resilon	Bez	Hedstrom	10	0,30 ^{a,b}	0,48	0,15	0	1
		ProTaper	10	1,70 ^A	1,42	0,45	0	3
		Twisted File	10	0,90 ^C	1,10	0,35	0	3
	Sa	Hedstrom	10	0,00 ^B	0,00	0,00	0	0
		ProTaper	10	1,10 ^b	1,20	0,38	0	3
		Twisted File	10	0,30	0,67	0,21	0	2
*Statistička značajnost postoji između vrednosti označenih istim velikim i malim slovima								

Najmanji kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala uočen je kada je resilon uklanjan pomoću ProTaper instrumenata, bez obzira na primenu rastvarača (1,70 i 1,10). Kada je resilon uklanjan Hedstrom instrumentima uz upotrebu rastvarača, uočeni su potpuno čisti zidovi u koronarnoj trećini kanala svakog uzorka ove grupe (0,00). Gutaperka je najbolje uklanjana Twisted File instrumentima, bez obzira na primenu rastvarača (0,10). Statistički značajne razlike u rezultatima nakon upotrebe različitih materijala, instrumenata i primene rastvarača, označene su u tabeli 16.

Broj otvorenih tubula u koronarnoj trećini kanala u odnosu na sve ispitivane faktore, prikazan je u tabeli 17.

Tabela 17 Broj otvorenih tubula u koronarnoj trećini kanala u odnosu na sve ispitivane faktore

Materijal	Upotreba rastvarača	Instrument	N	\bar{x}	SD	SE	Min.	Max.
Gutaperka	Bez	Hedstrom	10	102,30 ^B	78,30	24,76	0	246
		Protaper	10	68,30 ^A	39,22	12,40	7	125
		Twisted File	10	168,60 ^{a,C}	118,76	37,55	16	423
	Sa	Hedstrom	10	114,90	78,45	24,81	17	227
		Protaper	10	77,70 ^{c,D}	75,28	23,81	4	250
		Twisted File	10	150,20 ^{a,E}	144,78	45,78	5	396
Resilon	Bez	Hedstrom	10	159,70 ^{a,d,f}	91,85	29,05	28	268
		Protaper	10	55,00 ^{c,e,F}	44,65	14,12	2	136
		Twisted File	10	108,50	86,08	27,22	13	283
	Sa	Hedstrom	10	182,30 ^{a,b,d, f, G}	96,77	30,60	48	372
		Protaper	10	83,10 ^{c,g}	83,55	26,42	8	263
		Twisted File	10	99,70 ^g	85,81	27,14	0	231

Najmanji prosečan broj otvorenih tubula uočen je nakon primene ProTaper instrumenata bez rastvarača, u uzorcima obe grupe materijala (55,00 i 68,30). Broj otvorenih tubula bio je nešto veći kada je u kombinaciji sa ProTaper instrumentima korišćen i rastvarač (77,70 i 83,10), ali je i dalje bio manji u odnosu na broj otvorenih tubula nakon upotrebe Hedstrom (114,90/182,30) i Twisted file instrumenata (150,20/99,70), koji su primenjivani pod istim uslovima retreatmana.

Najveći broj otvorenih dentinskih kanalića nakon uklanjanja resilona uočen je na zidovima uzoraka u kojima su korišćene Hedstrom turpije sa primenom rastvarača (182,30), i razlika je bila statistički značajna u odnosu na ProTaper i Twisted File instrumente upotrebljene pod istim uslovima retreatmana (83,10 i 99,70). Najveći broj otvorenih tubula nakon uklanjanja gutaperke bio je prisutan kada su upotrebljeni Twisted File instrumenti bez rastvarača (168,60). Uočava se da su Hedstrom turpije bile efikasnije u čišćenju tubula pri uklanjanju resilona, a Twisted File instrumenti pri uklanjanju gutaperke. Statistički značajne razlike u rezultatima nakon upotrebe različitih materijala, instrumenata i primene rastvarača označene su u tabeli 17.

Kvalitet čišćenja zidova u srednjoj trećini kanala korena nakon retreatmana, u odnosu na sve posmatrane faktore, prikazan je u tabeli 18.

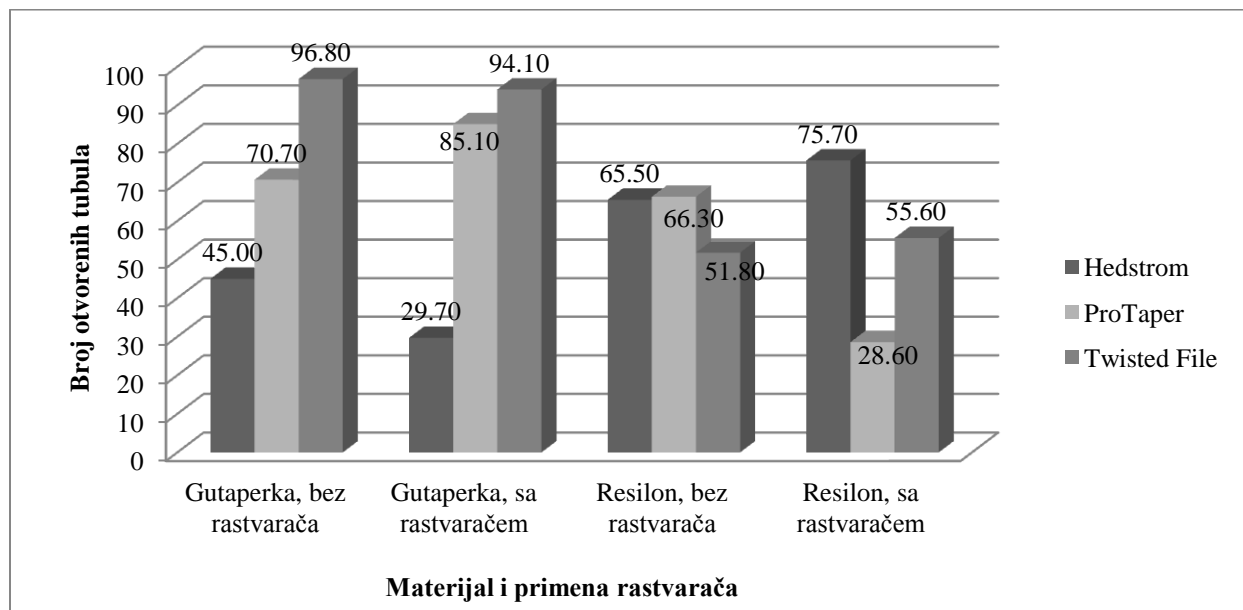
Tabela 18 Kvalitet čišćenja zidova u srednjoj trećini kanala u odnosu na sve ispitivane faktore

Materijal	Upotreba rastvarača	Instrument	N	\bar{x}	SD	SE	Min.	Max.
Gutaperka	Bez	Hedstrom	10	0,40	0,96	0,31	0	3
		ProTaper	10	0,40 ^{a,c}	0,70	0,22	0	2
		Twisted File	10	0,10 ^a	0,32	0,10	0	1
	Sa	Hedstrom	10	1,10 ^D	1,10	0,35	0	3
		ProTaper	10	0,70	1,06	0,33	0	3
		Twisted File	10	0,30 ^a	0,48	0,15	0	1
Resilon	Bez	Hedstrom	10	0,70 ^a	1,25	0,40	0	3
		ProTaper	10	1,70 ^C	1,34	0,42	0	3
		Twisted File	10	2,10 ^A	1,20	0,38	0	3
	Sa	Hedstrom	10	0,00 ^{a,b,c,d}	0,00	0,00	0	0
		ProTaper	10	1,60 ^B	1,26	0,40	0	3
		Twisted File	10	0,30 ^{a,b}	0,95	0,30	0	3
*Statistička značajnost postoji između srednjih vrednosti označenih istim malim i velikim slovom.								

Najveća količina materijala na zidovima u srednjoj trećini kanala nakon retreatmana uočena je u uzorcima iz kojih je uklanjano resilon, bez primene rastvarača i uz pomoć Twisted File, odnosno ProTaper instrumenata (2,10 i 1,70). Razlika u odnosu na kvalitet čišćenja zidova kanala u uzorcima u kojima je istim instrumentima uklanjano gutaperka, takođe bez rastvarača (0,10 i 0,40), bila je statistički značajna ($p < 0,001$). Rezultati kvaliteta čišćenja zidova kanala Twisted File instrumentima u uzorcima iz kojih je uklanjano resilon bez rastvarača (2,10) bili su statistički značajni ($p < 0,05$) u odnosu na sve druge grupe uzoraka u kojima su korišćeni Twisted File instrumenti (0,10/0,30/0,30). Kada su ovi instrumenti korišćeni sa rastvaračem, nije postojala razlika u čistoći zidova između uzoraka iz kojih je uklanjano gutaperka, odnosno resilon (0,30 oba). Najveći kvalitet čišćenja zidova u srednjoj trećini kanala uočen je u uzorcima iz kojih je uklanjano resilon Hedstrom instrumentima i pomoću rastvarača (0,00). Razlike su bile statistički

značajne u odnosu na uzorke iz kojih je uklanjan resilon pomoću Twisted File instrumenata i bez rastvarača (2,10), pomoću ProTaper instrumenata, i sa i bez primene rastvarača (1,60 i 1,70), kao i u odnosu na uzorke iz kojih je gutaperka uklanjana Hedstrom turpijama uz upotrebu rastvarača (1,10).

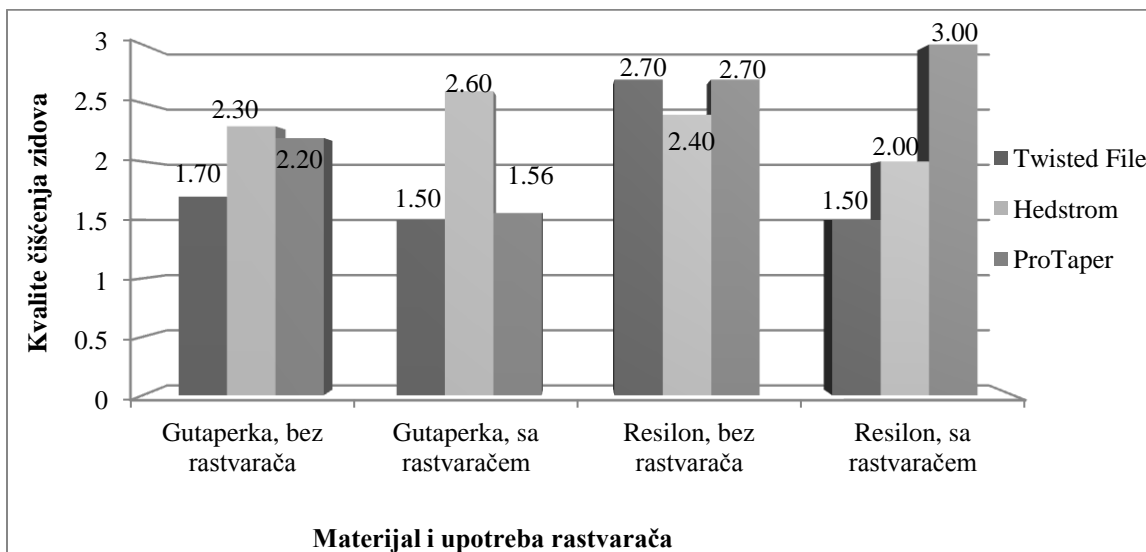
Statistička analiza rezultata prosečnog broja otvorenih tubula u srednjoj trećini kanala, u odnosu na sve ispitivane faktore, nije ukazala na postojanje značajnih razlika ($p=0,388$) između ispitivanih grupa (graf.14).



Grafikon 14 Broj otvorenih tubula u srednjoj trećini kanala u odnosu na sve ispitivane faktore

Najviše otvorenih tubula bilo je prisutno u uzorcima iz kojih je uklanjana gutaperka Twisted File instrumentima, bez obzira na upotrebu rastvarača (96,80 i 94,10). U grupama uzoraka iz kojih je uklanjan resilon, najviše tubula bilo je otvoreno nakon primene Hedstrom turpija sa rastvaračem (75,70).

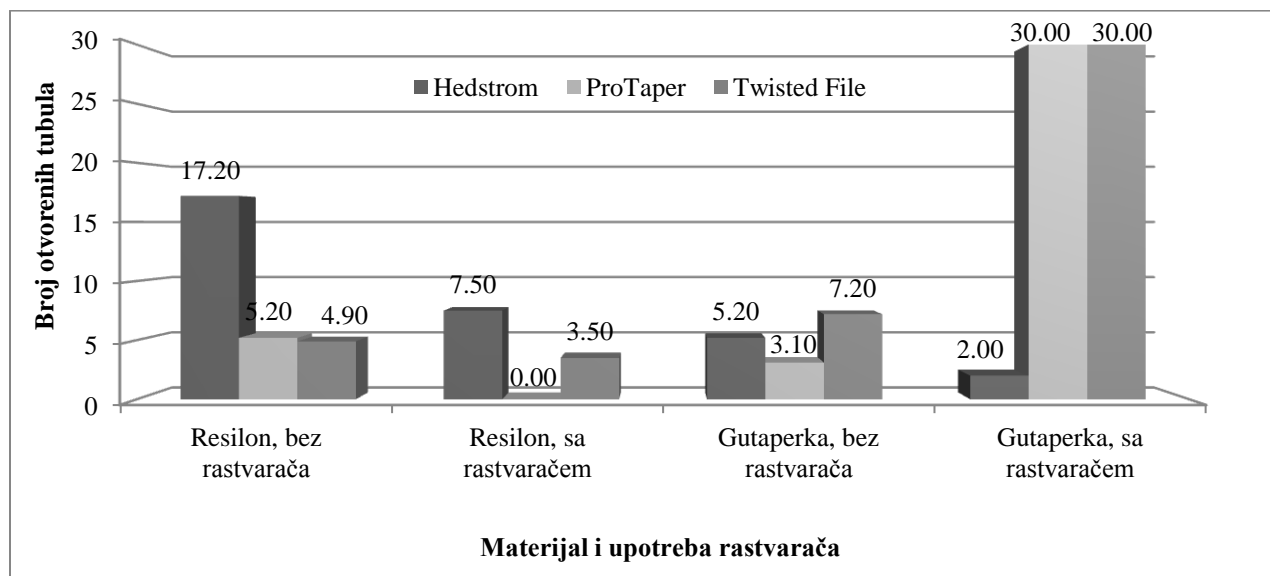
Prosečne vrednosti kvaliteta čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala korena, u odnosu na sve posmatrane faktore, prikazani su na grafikonu 15. (Napomena: Ukupan broj posmatranih uzoraka u apikalnoj trećini bio je 119, jer je isključen jedan uzorak usled nepravilnog odlamanja prilikom uzdužnog cepanja korenova.)



Grafikon 15 Kvalitet čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala u odnosu na sve ispitivane faktore

Najveća količina ostataka materijala za punjenje nakon retreatmana bila je prisutna na zidovima uzoraka opturisanih resilonom, kada su za retreatman korišćeni ProTaper instrumenti sa primenom rastvarača (3,00), kao i Twisted File i ProTaper instrumenti, bez primene rastvarača (2,70 oba). Kada su za retreatman korišćeni ProTaper instrumenti uz primenu rastvarača, zidovi apikalne trećine kanala su bili značajno bolje očišćeni ($p=0,016$) u uzorcima iz kojih je uklanjana gutaperka (1,56), nego u uzorcima iz kojih je uklanjana resilon (3,00). Kvalitet čišćenja zidova Twisted File instrumentima u uzorcima iz kojih je uklanjana resilon bio je značajno veći kada je korišćen rastvarač (1,50), nego bez primene rastvarača (2,70). Upravo je ovim instrumentima, uz primenu rastvarača, postignut najveći kvalitet čišćenja zidova u apikalnoj trećini kanala, podjednako u obe grupe materijala (1,50 oba). Razlike su bile statistički značajne u odnosu na grupu uzoraka iz kojih je ProTaper instrumentima uklanjana resilon, sa upotrebom rastvarača (3,00).

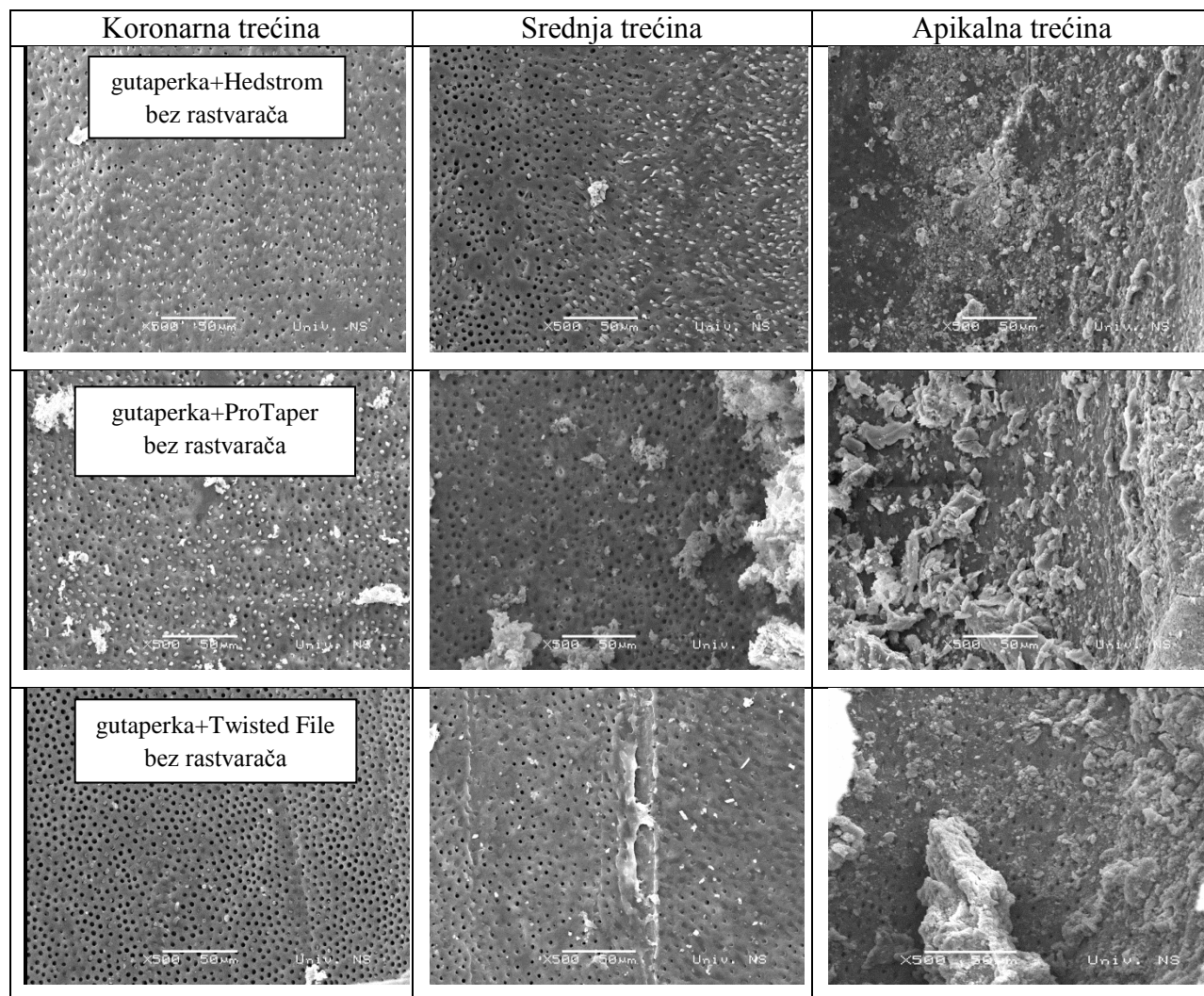
Prosečan broj otvorenih tubula u apikalnoj trećini kanala u odnosu na sve ispitivane faktore, prikazan je na grafikonu 16. Statistička analiza ukazala je na postojanje značajnih razlika između rezultata ($p=0,023$).



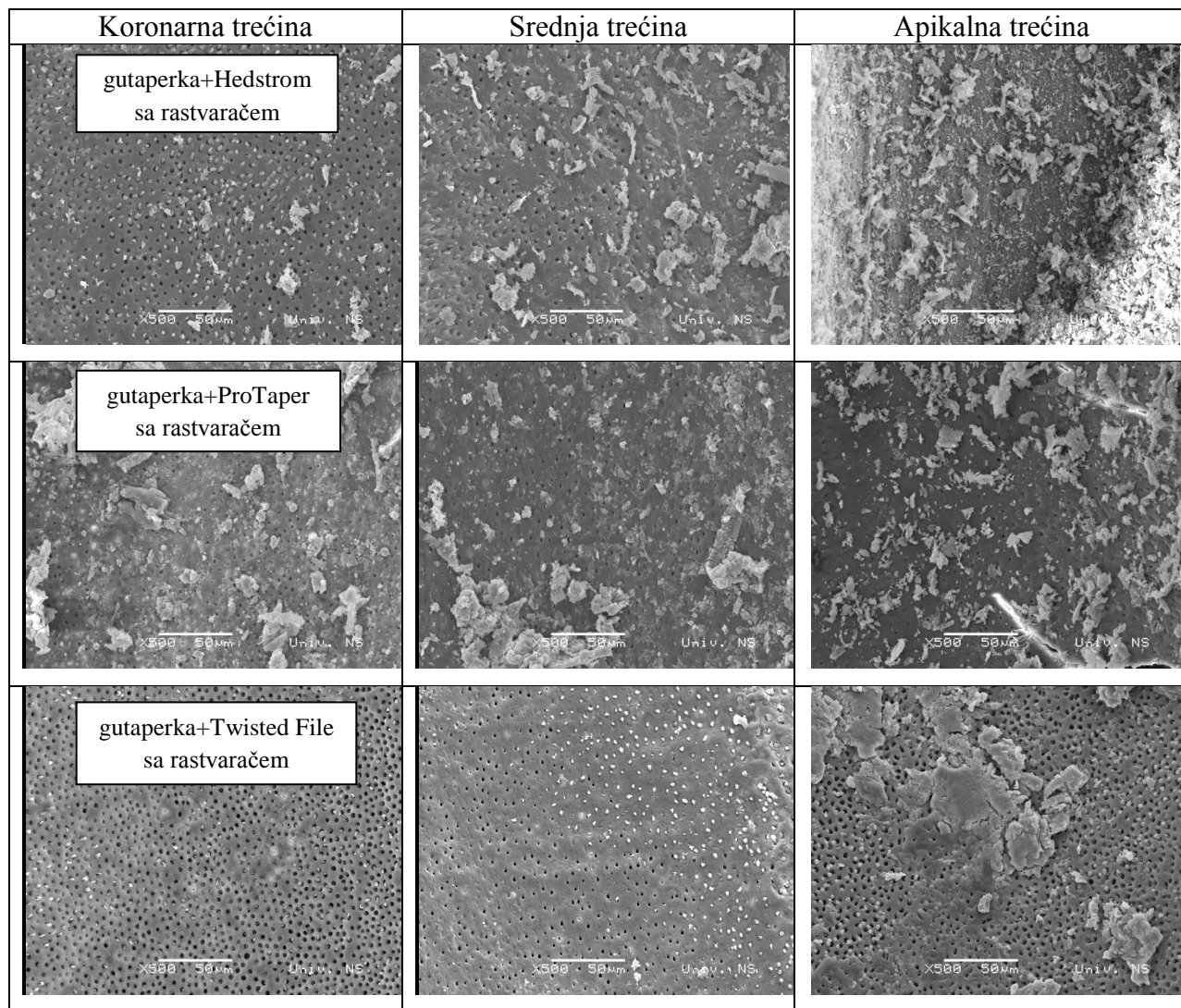
Grafikon 16 Broj otvorenih tubula u apikalnoj trećini kanala u odnosu na sve posmatrane faktore

Najveći broj otvorenih tubula bio je prisutan u uzorcima iz kojih je uklanjana gutaperka pomoću ProTaper, odnosno Twisted File instrumenata uz upotrebu rastvarača (30,00 oba). Razlika je bila statistički značajna u odnosu na sve ostale grupe, osim kada je Hedstrom instrumentima uklanjano resilon, bez primene rastvarača ($17,20 \pm 49,35$). U uzorcima iz kojih je ProTaper instrumentima uklanjano resilon uz pomoć rastvarača nije uočen nijedan otvoren tubul na zidovima apikalne trećine kanala (0,00).

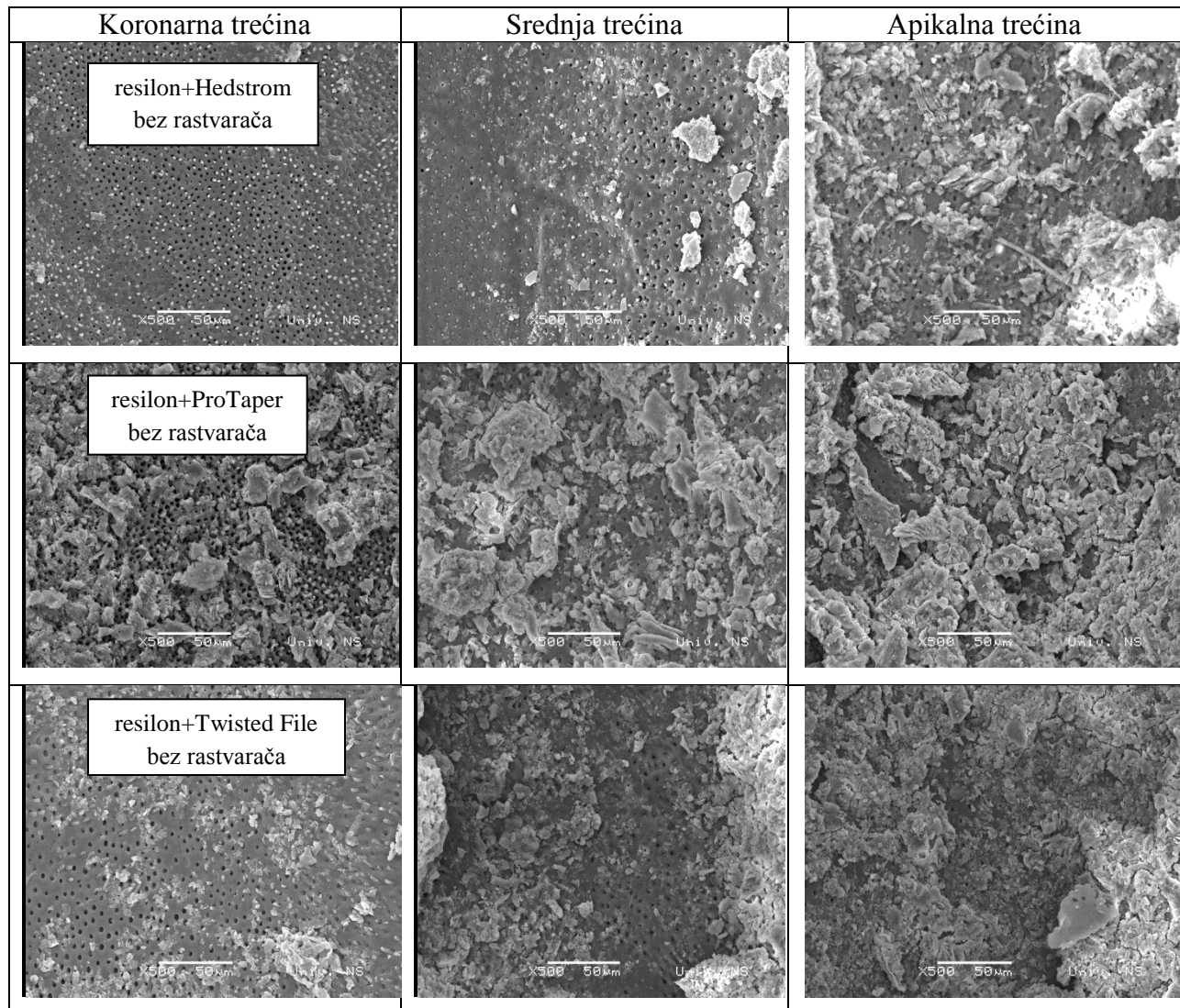
Reprezentativne SEM mikrofotografije kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala korena za svaku eksperimentalnu grupu prikazane su na slikama 23-26.



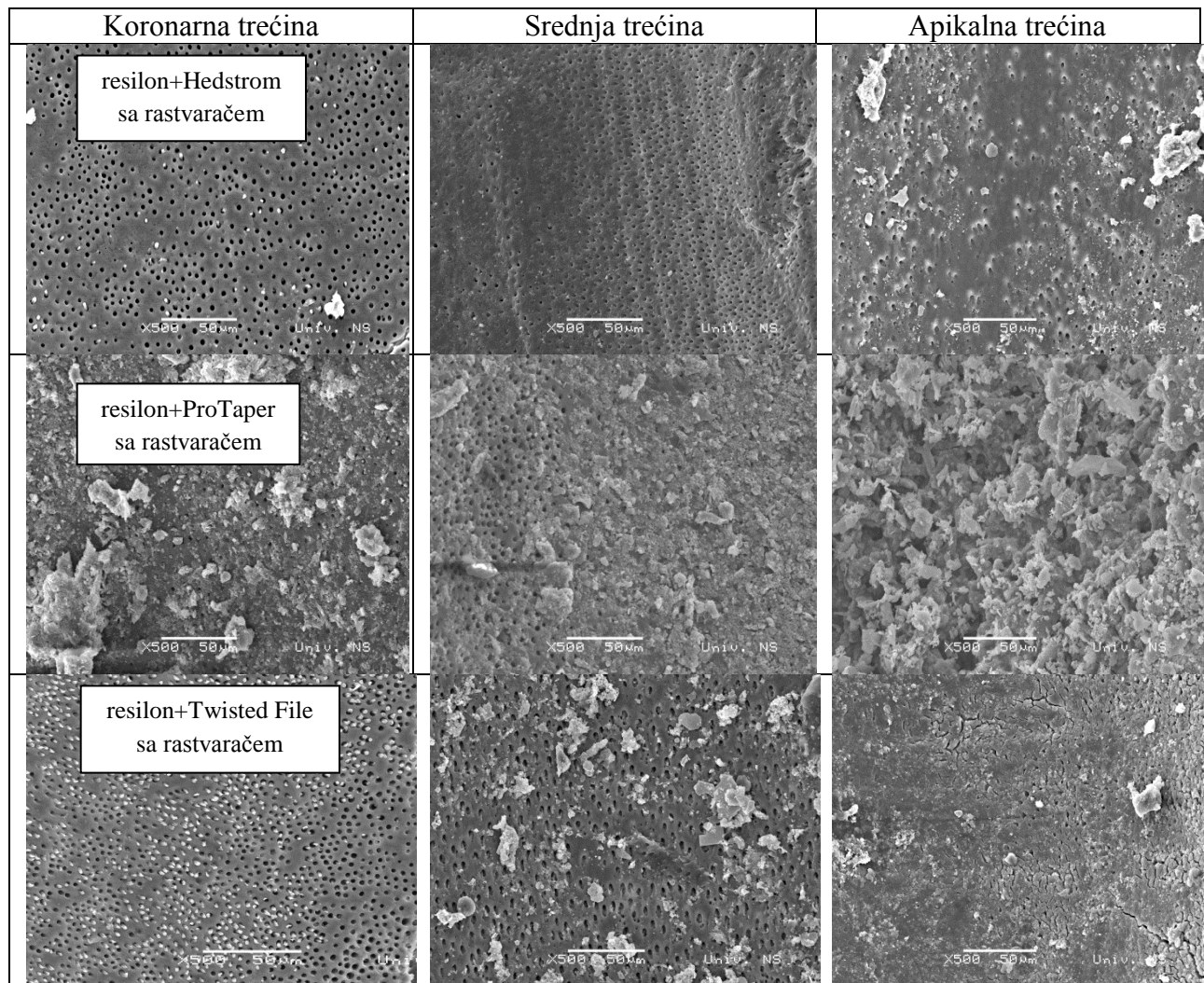
Slika 23 Reprezentativne SEM mikrofotografije kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala nakon uklanjanja gutaperke bez upotrebe rastvarača i pomoću različitih instrumenata



Slika 24 Reprezentativne SEM mikrofotografije kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala nakon uklanjanja gutaperke sa upotrebom rastvarača i pomoću različitih instrumenata



Slika 25 Reprezentativne SEM mikrofotografije kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala nakon uklanjanja resilona bez upotrebe rastvarača i pomoću različitih instrumenata



Slika 26 Reprezentativne SEM mikrofotografije kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala nakon uklanjanja resilona sa upotrebom rastvarača i pomoću različitih instrumenata

Osnovni statistički pokazatelji kvaliteta čišćenja zidova kanala korena u uzorcima kontrolne i eksperimentalne grupe, prikazani su u tabeli 19.

Tabela 19 Kvalitet čišćenja zidova kanala u kontrolnoj i eksperimentalnoj grupi

Grupa	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
		\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Kontrolna	5	0,67	0,41	0,13	104,67	74,36	33,25
Eksperimentalna	120	1,16	0,78	0,07	62,58	47,88	4,37

Iako je u uzorcima eksperimentalne grupe kvalitet čišćenja zidova kanala bio manji (1,16) nego u uzorcima kontrolne grupe (0,67), analiza pomoću *t*-testa nije otkrila statistički značajne razlike ($p=0,163$). Prosečan broj otvorenih dentinskih tubula takođe je bio manji u uzorcima eksperimentalne grupe (62,58) u odnosu na uzorke kontrolne grupe (104,67), ali statistička analiza nije ukazala na značajnost ove razlike (*t*-test, $p=0,062$).

Međutim, kada su rezultati kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba, u svakoj eksperimentalnoj grupi posebno (graf.13), upoređeni sa rezultatima kontrolne grupe ($0,67 \pm 0,41$), uočene su značajne razlike između pojedinih rezultata ($p < 0,005$). Razlika u odnosu na kontrolnu grupu bila je statistički značajna kada je u uzorcima eksperimentalnih grupa uklanjan resilon materijal bez upotrebe rastvarača, bez obzira na vrstu instrumenata korišćenih za retreatman (; $1,90/1,13/2,03$). Razlike u kvalitetu čišćenja zidova kanala u odnosu na kontrolnu grupu, takođe su bile statistički značajne kada je u uzorcima eksperimentalnih grupa uz pomoć rastvarača uklanjan resilon ProTaper instrumentima (1,90), odnosno kada je gutaperka uklanjana Hedstrom turpijama (1,33). Iako je broj čistih dentinskih kanalića bio manji u svakoj pojedinačnoj eksperimentalnoj grupi (tab.15), takođe nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p > 0,1$) u odnosu na broj čistih tubula u kontrolnoj grupi (104,67).

Statistički pokazatelji kvaliteta čišćenja zidova u odnosu na svaku trećinu kanala korena u uzorcima kontrolne i eksperimentalne grupe prikazani su u tabeli 20.

Tabela 20 Kvalitet čišćenja zidova u različitim trećinama kanala korena uzoraka kontrolne i eksperimentalne grupe

Trećina	Grupa	N	Procena količine zaostalog materijala			Broj otvorenih tubula		
			\bar{x}	SD	SE	\bar{x}	SD	SE
Koronarna	Kontrolna	5	0,20	0,45	0,20	189,00	150,09	67,12
	Eksperimentalna	120	0,53	0,94	0,09	114,19	94,27	8,60
Srednja	Kontrolna	5	0,00 *	0,00	0,00	90,80	80,87	36,16
	Eksperimentalna	120	0,78 *	1,14	0,10	63,74	69,21	6,32
Apikalna	Kontrolna	5	1,80	1,30	0,58	34,20	44,27	19,80
	Eksperimentalna	119	2,18	1,13	0,10	9,48	23,19	2,13

Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih sa *.

Iako je kvalitet čišćenja zidova kanala u uzorcima kontrolne grupe bio veći u odnosu na kvalitet čišćenja zidova u uzorcima eksperimentalne grupe, statistički značajne razlike su postojale samo u srednjoj trećini kanala korena, gde su zidovi uzoraka kontrolne grupe bili značajno čistiji (0,00) nego zidovi uzoraka eksperimentalne grupe (0,78) ($p < 0,001$). Prosečan broj otvorenih tubula, u različitim trećinama kanala, bio je nešto manji u uzorcima eksperimentalne grupe nego u uzorcima kontrolne grupe, ali ove razlike nisu bile statistički značajne ni u jednoj trećini kanala ($p > 0,1$).

Prosečne vrednosti kvaliteta čišćenja zidova u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala korena u kontrolnoj grupi i pojedinačnim eksperimentalnim grupama, prikazane su u tabeli 21 (u odnosu na sve ispitivane faktore).

Tabela 21 Kvalitet čišćenja zidova uzoraka posmatrano u različitim trećinama kanala u kontrolnoj grupi i pojedinačnim eksperimentalnim grupama

KONTROLNA GRUPA				Trećina ($\bar{x} \pm SD$)			
				N	Koronarna	Srednja	Apikalna
				5	0,20±0,45	0,00±0,00	1,80±1,30
EKSPERIMENTALNE GRUPE							
Materijal	Upotreba rastvarača	Instrument	N	Trećina ($\bar{x} \pm SD$)			
				Koronarna	Srednja	Apikalna	
Gutaperka	Bez	Hedstrom	10	0,40±0,97	0,40±0,97	2,30±0,95	
		Protaper	10	0,60±0,84	0,40±0,70	2,20±1,13	
		Twisted file	10	0,10±0,32	0,10±0,32	1,70±1,49	
	Sa	Hedstrom	10	0,30±0,67	1,10±1,10*	2,60±0,52	
		Protaper	9	0,50±1,08	0,70±1,06	1,56±1,42	
		Twisted file	10	0,10±0,32	0,30±0,48	1,50±1,27	
Resilon	Bez	Hedstrom	10	0,30±0,48	0,70±1,25	2,40±0,97	
		Protaper	10	1,70±1,42*	1,70±1,34*	2,70±0,67	
		Twisted file	10	0,90±1,10	2,10±1,20*	2,70±0,67	
	Sa	Hedstrom	10	0,00±0,00	0,00±0,00	2,00±1,25	
		Protaper	10	1,10±1,20	1,60±1,26*	3,00±0,00*	
		Twisted file	10	0,30±0,67	0,30±0,95	1,50±1,43	

Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih*.

U koronarnoj trećini kanala najviše rezidualnog materijala preostalo je na zidovima, kada su Protaper instrumentima retirirani uzorci resilon grupe, bez upotrebe rastvarača (1,70). Razlika je bila statistički značajna u odnosu na rezultate kontrolne grupe u koronarnoj trećine kanala (0,20). U srednjoj trećini kanala, uzorci kontrolne grupe imali su veoma čiste zidove (0,00), zbog čega su razlike bile statistički značajne u odnosu na rezultate nekoliko eksperimentalnih grupa: gutaperka-Hedstrom-sa rastvaračem (1,10), resilon-ProTaper-bez i sa rastvaračem (1,70 i 2,10) i resilon-Twisted File-bez rastvarača (1,60). U apikalnoj trećini, veća količina debrisa bila je prisutna i u kontrolnoj grupi, pa je statistička značajnost postojala samo u odnosu na uzorke eksperimentalne grupe u kojoj je resilon uklanjan ProTaper instrumentima, bez primene rastvarača (3,00). U toj grupi, zidovi apikalne trećine svakog uzorka bili su ocenjeni najvećom ocenom za količinu rezidualnog materijala.

Analizom broja otvorenih tubula u različitim trećinama kanala korena, između kontrolne grupe (tab.20) i pojedinačnih eksperimentalnih grupa (tab.17, graf.14 i graf.16), nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p>0,05$).

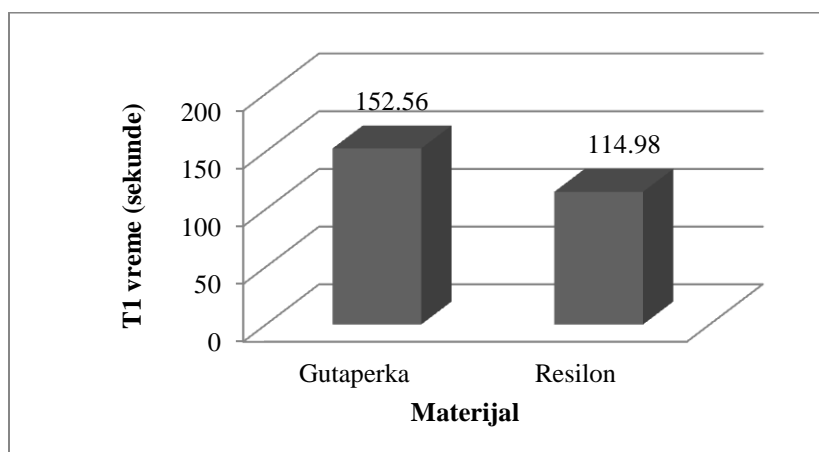
5.2. Rezultati ispitivanja vremena koje je potrebno za retreatman

Tokom retreatmana kanala, jedan uzorak iz gutaperka grupe je isključen iz ispitivanja, zbog formiranja stepenika na zidu kanala i dodatnog vremena potrebnog za njegovo prevazilaženje, kada su korišćeni Twisted File instrumenti, bez primene rastvarača.

Rezultati ovih ispitivanja prikazani su u tabelama 22-30 i na grafikonima 17-30.

Vremenski period T1 predstavlja vreme potrebno za uklanjanje materijala za punjenje iz središnjeg dela kanala i za dostizanje radne dužine preparacije. Prosečno T1 vreme, potrebno za dostizanje radne dužine preparacije, iznosilo je 133,61 sekundu.

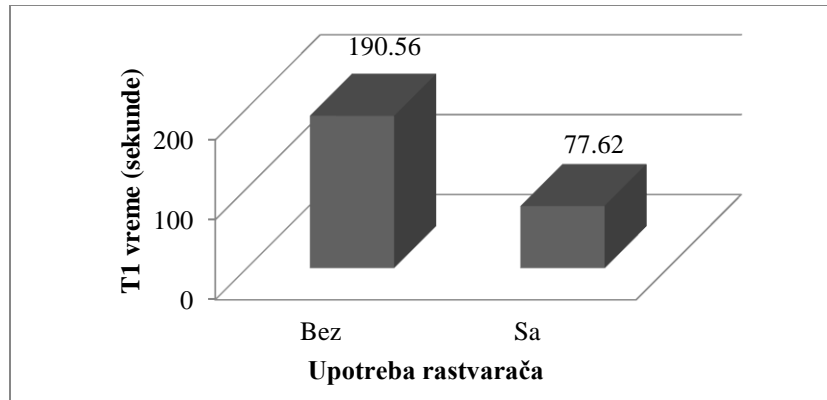
Vrednosti ispitivanog T1 vremena u odnosu na različite materijale koji su uklanjani, prikazane su na grafikonu 18.



Grafikon 18 Vrednosti T1 vremena u odnosu na materijale za opturaciju

Statističkom analizom ustanovljeno je da postoje značajne razlike u odnosu na uklanjane materijale (ANOVA, $p < 0,005$), pri čemu je bilo potrebno više vremena za dezopturaciju uzoraka napunjenih gutaperkom (152,56), nego uzoraka iz kojih je uklanjani resilon (114,98).

Primena rastvarača značajno je skratila vreme potrebno za dezopturaciju (77,62) u odnosu na T1 vreme kada nije primenjen rastvarač (190,56) ($p < 0,001$; graf.19).



Grafikon 19 Vrednosti T1 vremena u odnosu na upotrebu rastvarača

Takođe, upotreba rastvarača tokom dezopturacije značajno je uticala ($p < 0,001$) na skraćenje T1 vremena u obe grupe materijala (tab.22).

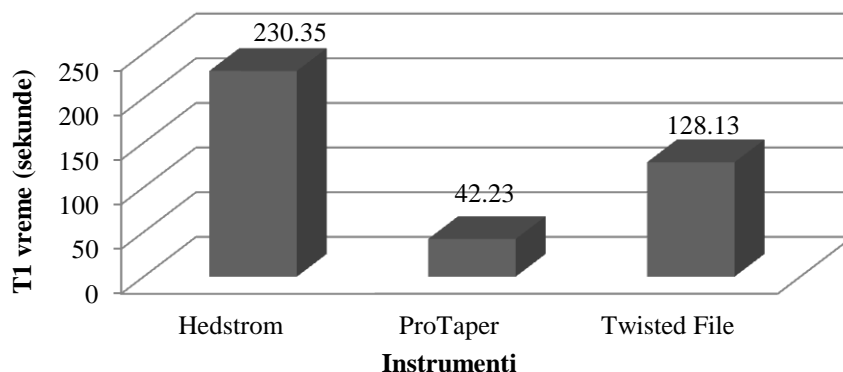
Tabela 22 Vrednosti T1 vremena u odnosu na uklanjanje materijale i upotrebu rastvarača

Materijal	Upotreba rastvarača	N	\bar{x}	SD	SE
Gutaperka	Bez	29	213,52 ^A	192,92	35,82
	Sa	30	93,63 ^{a,b}	52,05	9,50
Resilon	Bez	30	168,37 ^B	121,48	22,18
	Sa	30	61,60 ^{a,b}	34,81	6,35

*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih istim velikim i malim slovom.

Primena rastvarača u grupi uzoraka opturiranih resilonom je skoro trostruko ubrzala vreme potrebno za uklanjanje ovog materijala. Resilon je nešto brže uklanjao u poređenju sa gutaperkom, i kad je korišćen sa ili bez rastvarača.

Analizom rezultata T1 vremena u odnosu na upotrebljene instrumente, razlike su bile statistički veoma značajne, i to između svake grupe instrumenata ($p < 0,001$) (graf.20). Za dezopturaciju kanala Hedstrom instrumentima trebalo je najviše vremena (230,35), a ProTaper instrumentima najmanje (42,23), dok je Twisted File instrumentima (128,13) dezopturacija bila skoro dvostruko brža nego Hedstrom instrumentima, ali tri puta sporija nego ProTaper instrumentima.



Grafikon 20 Vrednosti T1 vremena u odnosu na upotrebljene instrumente

Statističkom analizom uticaja upotrebljenih instrumenata tokom uklanjanja različitih materijala na T1 vreme, utvrđene su značajne razlike ($p < 0,001$) između rezultata, koji su prikazani u tabeli 23.

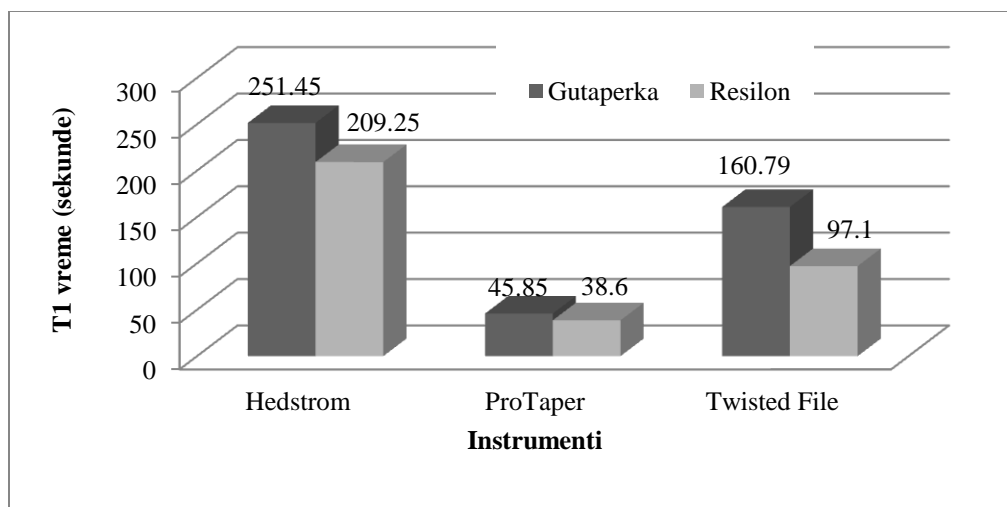
Tabela 23 Vrednosti T1 vremena u odnosu na upotrebljene instrumente i materijal

Instrumenti	Materijal					
	Gutaperka			Resilon		
	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD
Hedstrom	20	251,45 ^{a,b}	208,78	20	209,25 ^{a,b,c}	118,82
Protaper	20	45,85 ^B	12,37	20	38,60 ^A	13,03
Twisted file	19	160,79 ^{a,b,c}	65,40	20	97,10 ^{a,b,C}	57,04

*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih istim velikim i malim slovima.

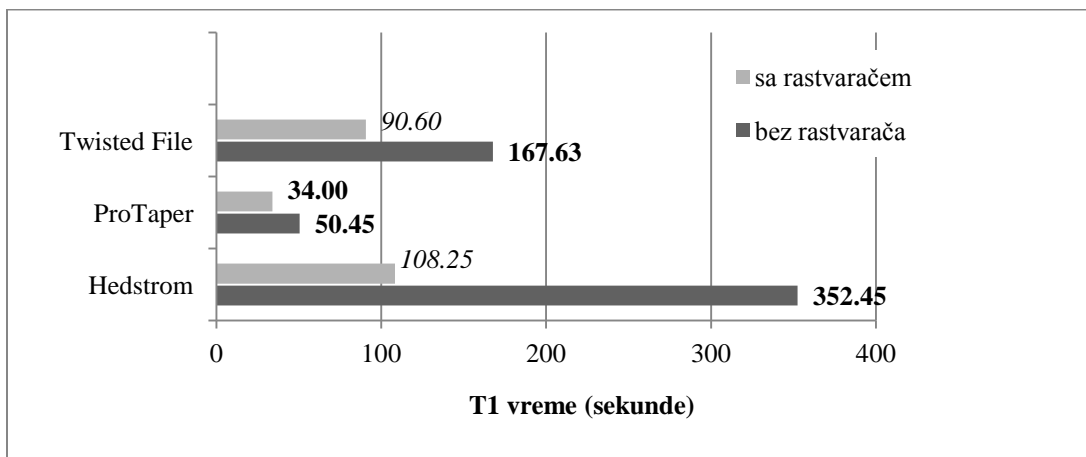
U obe grupe materijala, Hedstrom turpijama trebalo je najviše vremena za dostizanje radne dužine, dok je ProTaper instrumentima trebalo čak 5 puta manje vremena. Vreme potrebno za dezopturaciju ProTaper instrumentima uzoraka opturisanih gutaperkom i resilonom, bilo je statistički značajno kraće u odnosu na sve druge rezultate. ProTaper instrumentima su u sličnom vremenskom periodu uklanjane obe vrste materijala (45,85 i 38,60).

Dezopturacija uzoraka opturisanih resilonom pomoću svake grupe instrumenata trajala je nešto kraće nego dezopturacija uzoraka opturisanih gutaperkom istim instrumentima, pri čemu je razlika za Twisted File instrumente bila i statistički značajna (graf.21).



Grafikon 21 Vrednosti T1 vremena u odnosu na upotrebljene instrumente i materijal

Analiza uticaja primene rastvarača na brzinu uklanjanja kanalnog punjenja različitim instrumentima, ukazala je na postojanje statistički značajnih razlika ($p < 0,001$) između svih posmatranih rezultata, osim između rezultata za Hedstrom (90,60) i Twisted File (108,25) instrumente, kada su korišćeni sa rastvaračem (graf.22).



Grafikon 22 Vrednosti T1 vremena u odnosu na instrumente i upotrebu rastvarača

ProTaper instrumentima trebalo je najmanje vremena za dostizanje radne dužine, bez obzira da li su korišćeni sa ili bez upotrebe rastvarača (34,00 i 50,45). Upotreba rastvarača u većoj meri je skratila T1 vreme potrebno za uklanjanje materijala Hedstrom i Twisted File instrumentima,

nakon čega je Hedstrom instrumentima čak 3 puta brže uklanjan materijal, a Twisted File instrumentima skoro dva puta brže.

Vrednosti osnovnih statističkih pokazatelja ispitivanog T1 vremena u odnosu na sve ispitivane faktore (vrsta materijala, upotreba rastvarača i različitih instrumenata), predstavljene su u tabeli 24.

Tabela 24 Vrednosti T1 vremena u odnosu na sve ispitivane faktore

		Materijal					
		Gutaperka			Resilon		
Upotreba rastvarača	Instrument	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD
Bez	Hedstrom	10	390,30 ^{a,b}	218,12	10	314,60 ^{a,b,c,d,e,F}	69,35
	Protaper	10	52,10 ^C	11,75	10	48,80 ^D	10,12
	Twisted file	9	196,44 ^{a,b,c,d,e}	68,04	10	141,70 ^{a,b,c,d,e,f}	46,94
Sa	Hedstrom	10	112,60 ^{a,b,d,f}	39,99	10	103,90 ^{a,b,c,d,e,f}	18,16
	Protaper	10	39,60 ^B	9,90	10	28,40 ^{A,c,d}	4,97
	Twisted file	10	128,70 ^{a,b,c,d,e,f}	44,98	10	52,50 ^{a,E}	15,65

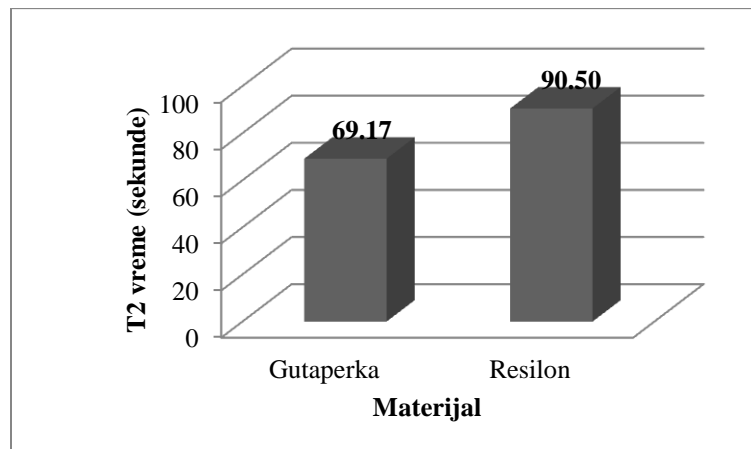
*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih istim velikim i malim slovom.

Najkraće T1 vreme bilo je potrebno ProTaper instrumentima za uklanjanje resilona (28,40) i gutaperke (39,60), sa upotrebom rastvarača. Razlike su bile toliko izražene da su bile statistički značajne u odnosu na sve rezultate, dobijene primenom Hedstrom i Twisted File instrumenata, bez obzira na vrstu materijala ili upotrebu rastvarača. Takođe, ProTaper instrumenti su bili vremenski najefikasniji i kada nije korišćen rastvarač, u obe grupe materijala (48,80 i 52,10).

Najviše vremena trebalo je Hedstrom instrumentima bez primene rastvarača, za uklanjanje gutaperke (390,30) i resilona (314,60). Kada su Hedstrom instrumenti upotrebljeni uz pomoć rastvarača, za dezopturaciju je bilo potrebno 3 puta manje vremena, u obe grupe materijala. Razlika je bila statistički značajna ($p < 0,05$). Dezopturacija kanala značajno je kraće trajala kada je Twisted File instrumentima uklanjan resilon sa upotrebom rastvarača (52,50) i razlika je bila statistički značajna u odnosu na uzorke iz kojih je istim instrumentima uklanjan resilon, bez upotrebe rastvarača (141,70), kao i u odnosu na uzorke iz kojih je uklanjana gutaperka, bez obzira na primenu rastvarača (196,44 i 128,70).

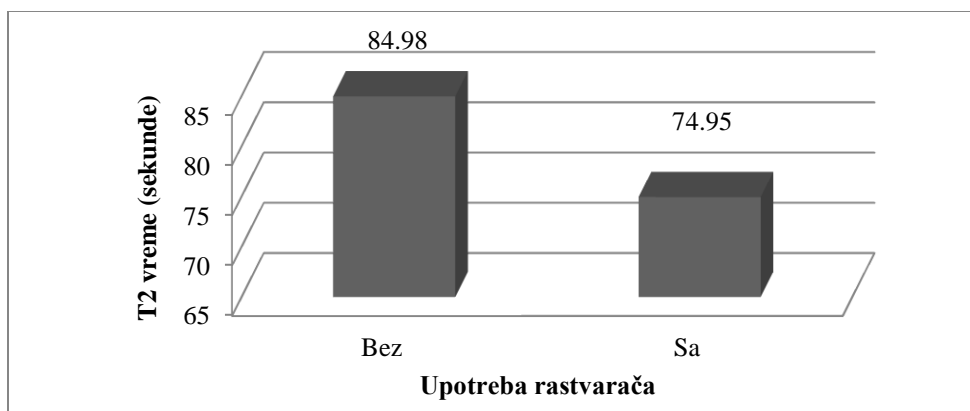
Vremenski period T2 predstavlja vreme potrebno za uklanjanje materijala koji je zaostao na zidovima kanala i za dodatnu preparaciju apeksnog dela kanala, odnosno uvećanje završne (master) apikalne preparacije sa prvobitne veličine #25 do veličine #40. Prosečno T2 vreme, potrebno za reprepauraciju kanala bilo je skoro dvostruko kraće u odnosu na T1 vreme i iznosilo je 79,92 sekunde.

Vrednosti ispitivanog T2 vremena, u odnosu na materijale koji su uklanjani, prikazani su na grafikonu 23. Statističkom analizom ustanovljene su veoma značajne razlike u odnosu na uklanjane materijale ($p < 0,001$), pri čemu je bilo potrebno više vremena za reprepauraciju uzoraka prethodno opturisanih resilonom (90,50), nego uzoraka prethodno opturisanih gutaperkom (69,17).



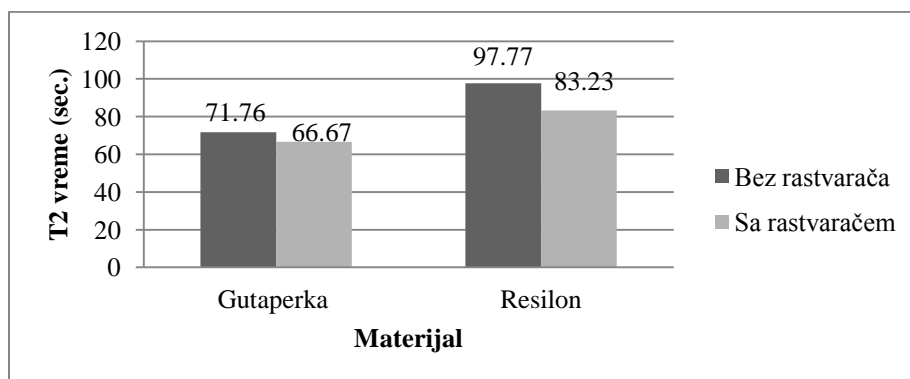
Grafikon 23 Vrednosti T2 vremena u odnosu na materijal za opturaciju

Primena rastvarača nije statistički značajno ($p > 0,05$) uticala na prosečne vrednosti T2 vremena (graf.24). Međutim, uočava se da je u podgrupama bez upotrebe rastvarača, T2 vreme bilo nešto duže (84,98) u odnosu na podgrupe gde je prethodno korišćen rastvarač (74,95).



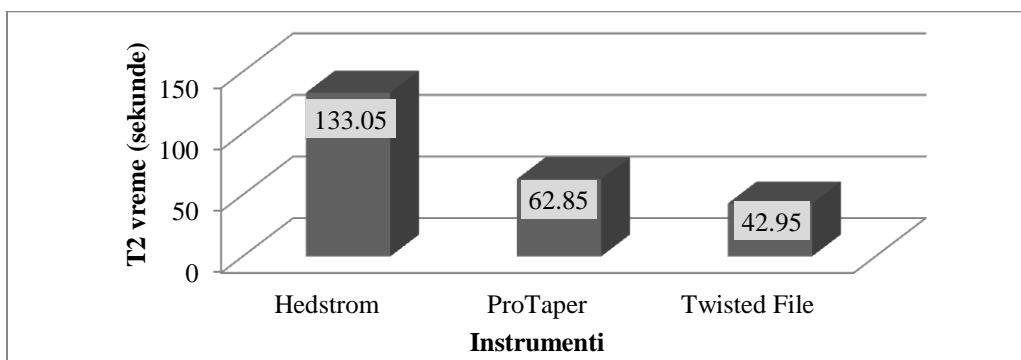
Grafikon 24 Vrednosti T2 vremena u odnosu na upotrebu rastvarača

Takođe, kraće vreme za reparaaciju bilo je potrebno i u uzorcima obe grupe materijala u kojima je prethodno korišćen rastvarač, ali razlike nisu bile statistički značajne u odnosu na T2 vreme potrebno bez upotrebe rastvarača (graf. 25).



Grafikon 25 Vrednosti T2 vremena u odnosu na uklanjane materijale i upotrebu rastvarača

Analizom rezultata T2 vremena u odnosu na upotrebljene instrumente, utvrđene su statistički značajne razlike ($p < 0,005$) između svake grupe instrumenata (graf. 26). Najviše vremena za reparaaciju trebalo je Hedstrom instrumentima (133,05), dok je vreme potrebno za dodatnu preparaciju rotirajućim ProTaper i Twisted File instrumentima bilo značajno kraće (62,85 i 42,95).



Grafikon 26 Vrednosti T2 vremena u odnosu na upotrebljene instrumente

Analizom uticaja različitih instrumenata i vrste uklanjanog opturacionog materijala na T2 vreme, utvrđene su statistički veoma značajne razlike ($p < 0,001$) između rezultata, koji su prikazani u tabeli 25.

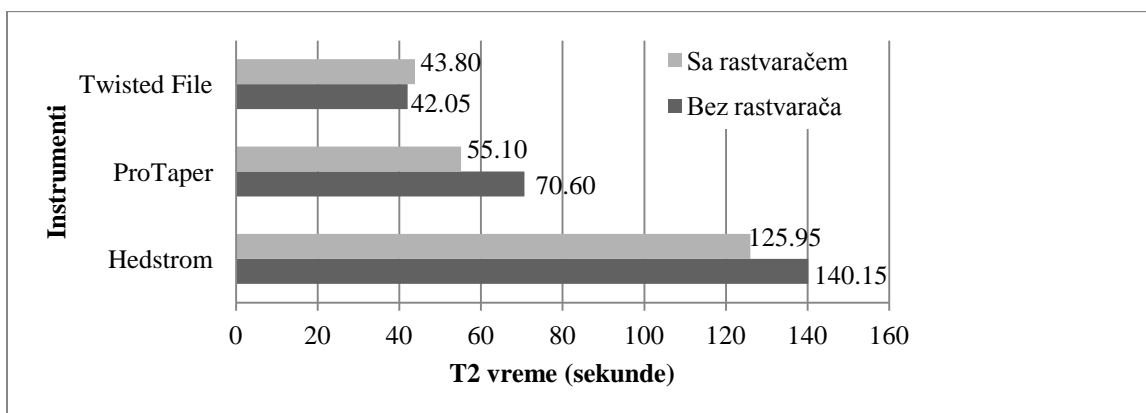
Tabela 25 Vrednosti T2 vremena u odnosu na upotrebljene instrumente i uklanjan materijal

Instrumenti	Materijal					
	Gutaperka			Resilon		
	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD
Hedstrom	20	105,85 ^{a,c}	57,66	20	160,25 ^{b,c}	50,88
Protaper	20	59,45 ^{a,c}	17,25	20	66,25 ^{b,d}	17,19
Twisted file	19	40,79 ^{a,b}	9,87	20	45,00 ^{c,d}	8,81

*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih istim malim slovima.

U uzorcima obe grupe materijala, Hedstrom turpijama trebalo je najviše vremena za dodatnu preparaciju (105,85 i 160,25), dok je Twisted File instrumentima trebalo najmanje vremena (40,79 i 45,00). Repreparacija Twisted File instrumentima najkraće je trajala u uzorcima iz kojih je uklanjana gutaperka (40,79). Razlika je bila statistički značajna u odnosu na sve druge kombinacije materijala i instrumenata, osim kada su isti instrumenti korišćeni za repreparaciju uzoraka resilon grupe (45,00). U uzorcima koji su opturirani resilonom, repreparacija svakom grupom instrumenata trajala je nešto duže nego repreparacija istim instrumentima u uzorcima koji su opturirani gutaperkom, pri čemu je razlika između rezultata dobijenih za Hedstrom turpije bila i statistički značajna.

Primena rastvarača nije značajno uticala na vreme koje je bilo potrebno za dodatno širenje kanala i uklanjanje punjenja različitim instrumentima (ANOVA, $p=0,203$) (graf.27). Razlike u vrednostima T2 vremena, između istih instrumenata korišćenih sa i bez primene rastvarača, bile su minimalne. Razlike u rezultatima T2 vremena postojale su samo između ispitivanih instrumenata ($p<0,001$).



Grafikon 27 Vrednosti T2 vremena u odnosu na instrumente i upotrebu rastvarača

Vrednosti osnovnih deskriptivnih pokazatelja ispitivanog T2 vremena u odnosu na sve ispitivane faktore (vrsta materijala za opturaciju, upotreba rastvarača i različitih instrumenata), prikazane su u tabeli 26.

Tabela 26 Vrednosti T2 vremena u odnosu na sve posmatrane faktore

Upotreba rastvarača	Instrument	Materijal					
		Gutaperka			Resilon		
		N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD
Bez	Hedstrom	10	109,00	66,82	10	171,30 ^A	61,69
	Protaper	10	65,90 ^{a,b}	19,97	10	75,30 ^{a,C}	16,06
	Twisted file	9	36,89 ^{a,b,c}	7,86	10	46,70 ^{a,b,c}	9,14
Sa	Hedstrom	10	102,70	50,31	10	149,20 ^{B,c}	37,25
	Protaper	10	53,00 ^{a,b}	11,71	10	57,20 ^{a,b}	13,55
	Twisted file	10	44,30 ^{a,b,c}	10,54	10	43,30 ^{a,b,c}	8,59

*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih istim velikim i malim slovom.

Analizom rezultata uočava se da je rotirajućim instrumentima trebalo manje vremena za reparaaciju kanala, u odnosu na ručne turpije. Najkraće T2 vreme bilo je potrebno Twisted File instrumentima za reparaaciju uzoraka opturisanih gutaperkom, bez primene rastvarača (36,89). Ovim instrumentima, trebalo je najmanje vremena za reparaaciju uzoraka opturisanih gutaperkom, kao i uzoraka opturisanih resilonom, bez obzira na primenu rastvarača. Reparacija ProTaper instrumentima takođe je znatno kraće trajala, u odnosu na ručne turpije. Ručnim, Hedstrom instrumentima najduže je uklanjani resilon, bez primene rastvarača (171,30), kao i sa primenom rastvarača (149,20). Razlike su bile statistički značajne u odnosu na rezultate dobijene primenom Twisted File i ProTaper instrumenata, u uzorcima obe grupe materijala, bez obzira na upotrebu rastvarača.

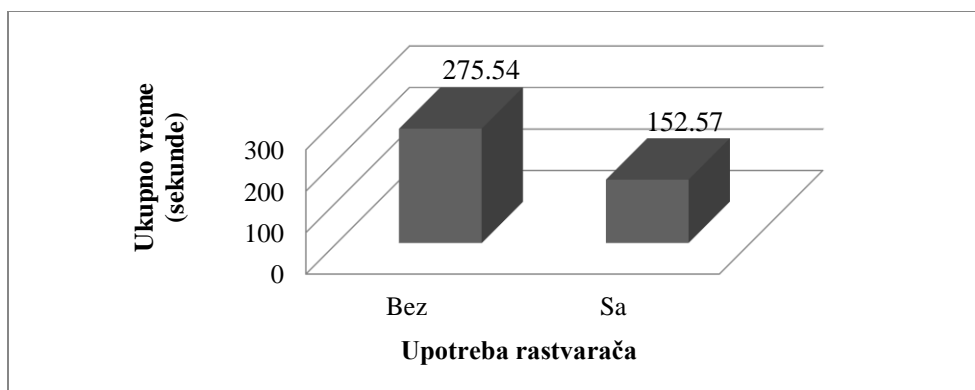
Ukupno vreme (T1+T2), potrebno za retreatman kanala korena zuba, u proseku je iznosilo 213,54 sekundi. Vrednosti osnovnih statističkih pokazatelja ispitivanog ukupnog vremena, u odnosu na materijale koji su uklanjani, prikazane su u tabeli 27.

Tabela 27 Vrednosti ukupnog vremena u odnosu na uklanjane materijale

Materijal	N	\bar{x}	SD
Gutaperka	59	221,73	171,93
Resilon	60	205,48	147,57

Ukupno vreme potrebno za retreatman bilo je slično u uzorcima obe grupe materijala i iznosilo je 221,73 sekundi u uzorcima opturisanih gutaperkom i 205,48 sekundi u uzorcima opturisanih resilonom, pri čemu razlike nisu bile statistički značajne (ANOVA, $p=0,581$).

Upotreba rastvarača je u velikoj meri uticala ($p<0,001$) na ukupno vreme potrebno za retreatman (graf. 28). Bez primene rastvarača bilo je potrebno skoro dvostruko više vremena (275,54), nego kad je upotrebljen rastvarač (152,57).



Grafikon 28 Vrednosti ukupnog vremena u odnosu na upotrebu rastvarača

Upotreba rastvarača je u velikoj meri uticala na vrednosti ukupnog vremena i kada je retretman rađen u uzorcima opturisanim gutaperkom, odnosno resilonom (tab.28).

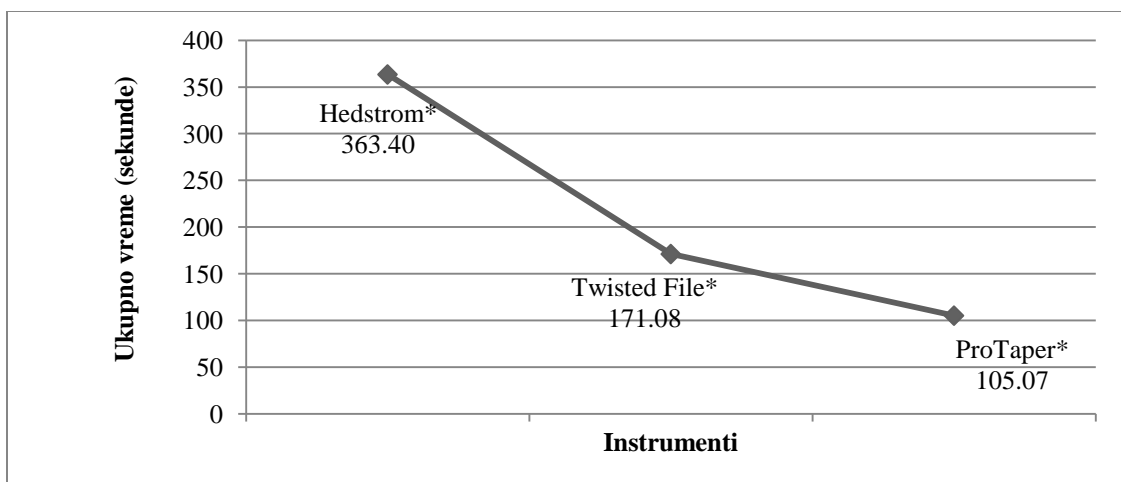
Tabela 28 Vrednosti ukupnog vremena u odnosu na materijal i upotrebu rastvarača

Materijal	Upotreba rastvarača	N	\bar{x}	SD	SE
Gutaperka	Bez	29	285,28 ^A	218,03	40,49
	Sa	30	160,30 ^{a,b}	72,68	13,27
Resilon	Bez	30	266,13 ^B	173,11	31,60
	Sa	30	144,83 ^{a,b}	82,03	14,98

*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih istim velikim i malim slovom.

Ukupno vreme potrebno za retretman bilo je značajno kraće u uzorcima obe grupe materijala, u kojima je prethodno korišćen rastvarač (160,30 i 144,83) u odnosu na grupe u kojima nije primenjen rastvarač (285,28 i 266,13). Vrsta uklanjanog materijala nije uticala na ukupno vreme kada je retretman rađen sa, kao ni bez upotrebe rastvarača.

Analizom rezultata ukupnog vremena u odnosu na upotrebene instrumente, razlike su bile statistički veoma značajne ($p < 0,001$) između svake grupe instrumenata (graf. 29). Najviše vremena za retretman trebalo je Hedstrom turpijama (363,40), dok je ukupno vreme potrebno za retretman rotirajućim NiTi instrumentima bilo dva puta (Twisted File-171,08), odnosno 3,5 puta kraće (ProTaper-105,07).



Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih *.

Grafikon 29 Vrednosti ukupnog vremena u odnosu na upotrebene instrumente

Statističkom analizom rezultata ukupnog vremena potrebnog za retreatman u odnosu na instrumente upotrebene za različitih vrsta opturacionog materijala, takođe su utvrđene veoma značajne razlike ($p < 0,001$) koje su prikazane u tabeli 29.

Tabela 29 Vrednosti ukupnog vremena u odnosu na upotrebene instrumente i uklanjanje materijal

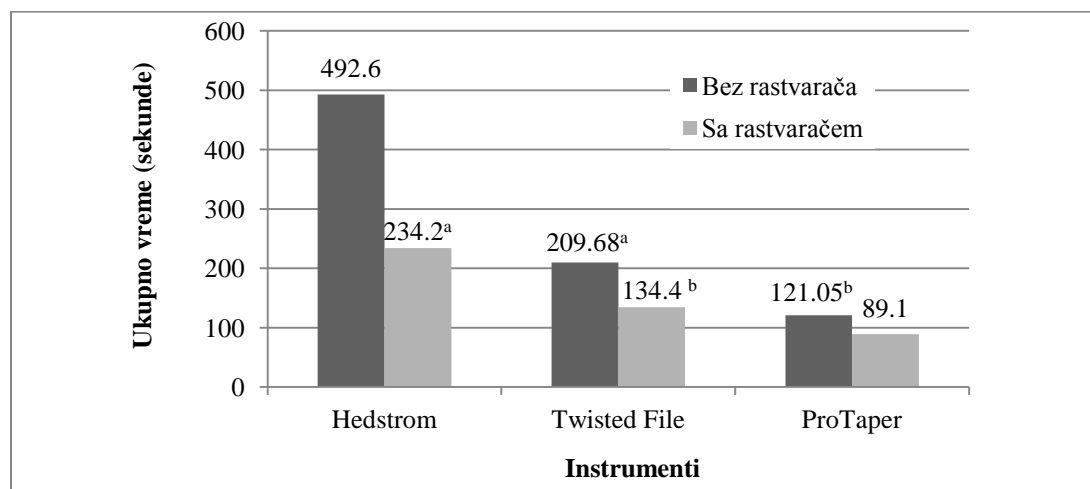
Instrumenti	Materijal							
	Gutaperka				Resilon			
	N	\bar{x}	SD	SE	N	\bar{x}	SD	SE
Hedstrom	20	357,30 ^A	227,12	50,78	20	369,50 ^{b,C}	141,70	31,68
Protaper	20	105,30 ^{a,b,c}	26,38	5,90	20	104,85 ^{a,b,c}	26,98	6,03
Twisted file	19	201,58 ^B	64,45	14,79	20	142,10 ^{a,c}	60,10	13,44

*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih istim velikim i malim slovima.

U uzorcima obe grupe materijala, Hedstrom turpijama trebalo je najviše vremena za retreatman (357,30 i 369,50), dok je ProTaper instrumentima trebalo najmanje vremena (105,30 i 104,85). Razlika između rezultata za ova dva instrumenta bila je statistički značajna. Značajnost je postojala i između rezultata za Hedstrom instrumente u resilon grupi i Twisted File instrumente u obe grupe materijala. Takođe, razlika je bila značajna i između rezultata za Twisted File instrumente korišćene za uklanjanje gutaperke i rezultata za ProTaper instrumente korišćene za uklanjanje oba materijala.

Ukupno vreme potrebno za retreatman bilo je slično kada su istim instrumentima retirirani uzorci opturisani gutaperkom, odnosno resilonom. U grupi uzoraka retiriranih Twisted File instrumentima, ukupno vreme je bilo nešto kraće kada je uklanjan resilon (142,10) u odnosu na vreme potrebno za uklanjanje gutaperke (201,58), ali razlika nije bila statistički značajna.

Analiza uticaja primene rastvarača na ukupno vreme potrebno za retreatman različitim instrumentima, ukazala je na postojanje statistički značajnih razlika ($p < 0,001$) između skoro svih dobijenih rezultata (graf. 30).



*Razlika NIJE statistički značajna između vrednosti označenih istim malim slovima.

Grafikon 30 Vrednosti ukupnog vremena u odnosu na instrumente i upotrebu rastvarača

Upotreba rastvarača značajno je skratila vreme potrebno za retreatman svakom grupom instrumenata, u odnosu na vreme potrebno za retreatman istim instrumentima, kada nije korišćen rastvarač. Upotreba rastvarača najmanje je uticala na vreme retreatmana ProTaper instrumentima. Uprkos tome, ovi instrumenti bili su vremenski najefikasniji, bez obzira na primenu rastvarača (121,05 i 89,10). Upotreba rastvarača imala je značajniji uticaj na skraćanje ukupnog vremena, kada su korišćeni Hedstrom i Twisted File instrumenti, pa je Hedstrom instrumentima čak dvostruko brže, a Twisted File instrumentima 1,5 puta brže uklanjan materijal. Razlike u rezultatima ukupnog vremena bile su izraženije između različitih instrumenata kada tokom retreatmana nije korišćen rastvarač: tada je retreatman rotirajućim instrumentima bio čak 4 puta (ProTaper), odnosno 2,5 brži (Twisted File), nego retreatman ručnim Hedstrom turpijama. Kada je korišćen rastvarač, razlike u ukupnom vremenu potrebnom za retreatman između ručnih i mašinskih instrumenata nisu bile toliko izražene.

Vrednosti osnovnih statističkih pokazatelja ispitivanog ukupnog vremena, u odnosu na vrstu materijala za opturaciju, upotrebu rastvarača i različitih instrumenata, prikazane su u tabeli 30.

Tabela 30 Vrednosti ukupnog vremena u odnosu na sve ispitivane faktore

		Materijal					
		Gutaperka			Resilon		
Upotreba rastvarača	Instrument	N	\bar{x}	SD	N	\bar{x}	SD
Bez	Hedstrom	10	499,30 ^{a,b,c,f}	241,46	10	485,90 ^{a,b,c,d,E}	103,53
	Protaper	10	118,00 ^{d,e,F}	27,55	10	124,10 ^{b,d,e}	22,92
	Twisted file	9	233,33 ^{a,b,c,e,f}	68,28	10	188,40 ^{a,b,c,e}	50,22
Sa	Hedstrom	10	215,30 ^{a,b,c,e}	76,07	10	253,10 ^{a,b,c,D}	39,51
	Protaper	10	92,60 ^{A,d}	18,77	10	85,60 ^{B,d}	13,70
	Twisted file	10	173,00 ^{a,b,c,d,e}	47,42	10	95,80 ^{C,d}	18,46

*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti obeleženih istim velikim i malim slovima.

Najkraće ukupno vreme za retreatman bilo je potrebno ProTaper instrumentima uz upotrebu rastvarača u uzorcima obe grupe materijala (85,60 i 92,60). Twisted File instrumenti bili su vremenski najefikasniji kada su korišćeni pomoću rastvarača u uzorcima opturisanim resilonom (95,80). Međutim, njihova efikasnost bila je značajno manja kada nije upotrebljen rastvarač (188,40). Razlika između rezultata ukupnog vremena za retreatman ProTaper instrumentima sa primenom rastvarača, bila je statistički značajna u odnosu na sve druge rezultate dobijene primenom Hedstrom i Twisted File instrumenata (osim kada je Twisted File instrumentima uklanjano resilon sa rastvaračem). Najviše vremena trebalo je Hedstrom turpijama za retreatman uzoraka obe grupe materijala, bez primene rastvarača (499,30 i 485,90). Ovi instrumenti su takođe bili vremenski najmanje efikasni u svim drugim kombinacijama materijala i rastvarača. Razlika u rezultatima ukupnog vremena retreatmana bila je statistički značajna između uzoraka u kojima su korišćeni Hedstrom i ProTaper instrumenti za uklanjanje gutaperke, a kada je uklanjano resilon, razlike su bile značajne i između uzoraka u kojima su korišćeni Hedstrom i Twisted File instrumenti.

5.3. Rezultati ispitivanja učestalosti oštećenja korišćenih instrumenata

Tokom istraživanja, upotrebljeno je ukupno 147 instrumenata, od kojih je 35 instrumenata (23,8%) pretrpelo oštećenje u vidu deformacije ili frakture. Rezultati ovih istraživanja prikazani su u tabelama 31-36 i na grafikonima 31-33.

Vrednosti osnovnih statističkih pokazatelja ispitivanja oštećenja instrumenata tokom retreatmana, u odnosu na vrstu materijala za opturaciju, predstavljene su u tabeli 31.

Tabela 31 Oštećenje instrumenata u odnosu na materijal za opturaciju

Materijal	Ukupan broj instrumenata	Oštećeni instrumenti	
		N	%
Gutaperka	79	23	29,1
Resilon	68	12	17,6
<i>Ukupno</i>	<i>147</i>	35	23,8

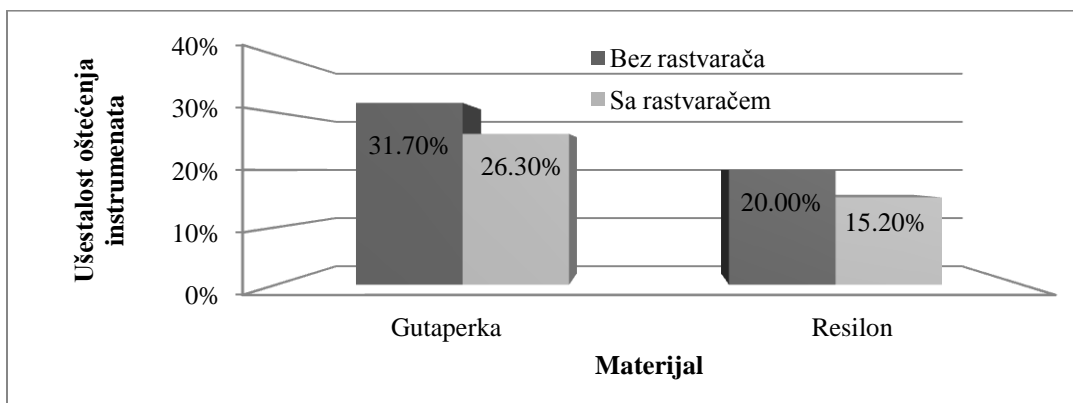
Uočava se da su se oštećenja instrumenata nešto češće dešavala kada je tokom retreatmana uklanjana gutaperka (29,1%) nego kada je uklanjan resilon (17,6%). Međutim, statističkom analizom rezultata pomoću Pirsonovog *hi*-kvadrat testa, razlike nisu bile značajne ($p=0,104$).

Statistički pokazatelji oštećenja instrumenata u zavisnosti od upotrebe rastvarača tokom retreatmana, prikazani su u tabeli 32. Učestalost oštećenja instrumenata korišćenih bez primene rastvarača bila je 26,3%, a kada je korišćen rastvarač, učestalost oštećenja bila je 21,1%. Razlike nisu bile statistički značajne ($p=0,460$).

Tabela 32 Oštećenje instrumenata u zavisnosti od upotrebe rastvarača

Upotreba rastvarača	Ukupan broj instrumenata	Oštećeni instrumenti	
		N	%
Bez	56	20	26,3
Sa	56	15	21,1

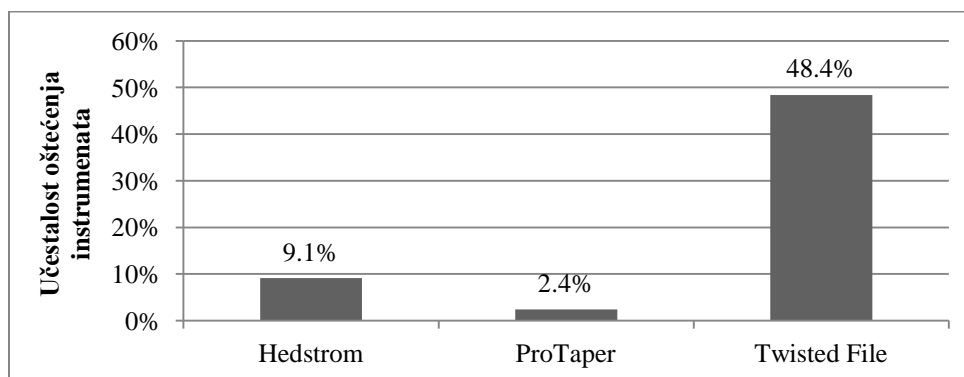
Razlike u učestalosti oštećenja instrumenata u odnosu na primenu rastvarača tokom uklanjanja gutaperke, odnosno resilona, takođe nisu bile statistički značajne ($p>0,5$) (graf.31).



Grafikon 31 Oštećenja instrumenata u odnosu na vrstu uklanjanog materijala i upotrebe rastvarača

Najveći procenat oštećenja instrumenata nastao je tokom uklanjanja gutaperke, kada nije upotrebljen rastvarač (31,70%), a najmanji procenat tokom uklanjanja resilona, kada je korišćen rastvarač (15,20%).

Razlike u učestalosti oštećenja instrumenata u odnosu na vrstu upotrebljenih instrumenata, prikazane su na grafikonu 32. Instrumenti tipa ProTaper bili su oštećeni u najmanjem procentu (2,4%, $n=1$), zatim Hedstrom instrumenti sa učestalošću oštećenja od 9,1% ($n=4$), a Twisted File instrumenti su bili oštećeni u čak 48,4% ($n=30$) slučajeva. Razlika je bila statistički veoma značajna ($p<0,001$) između Twisted File i Hedstrom instrumenata, kao i između Twisted File i ProTaper instrumenata.



Grafikon 32 Oštećenja instrumenata u zavisnosti od vrste instrumenata

Oštećenja instrumenata su klasifikovana i u odnosu na to da li je nastala deformacija ili lom (fraktura) instrumenta. U odnosu na ukupan broj oštećenih instrumenata (n=35; 23,8%), učestalost deformacije instrumenata iznosila je 20,4% (n=30), dok je do frakture instrumenata došlo u svega 3,4% slučajeva (n=5).

Vrednosti učestalosti deformacija instrumenata u toku uklanjanja različitih materijala za opturaciju, predstavljene su u tabeli 33. Iako je učestalost deformacija instrumenata bila nešto veća kada je uklanjana gutaperka (25,3%) nego kada je uklanjani resilon materijal (16,4%), razlika u rezultatima nije bila statistički značajna (p=0,194).

Tabela 33 Deformacija instrumenata u odnosu na materijal za opturaciju

Materijal	Ukupan broj instrumenata	Deformacija instrumenata	
		N	%
Gutaperka	75	19	25,3
Resilon	67	11	16,4

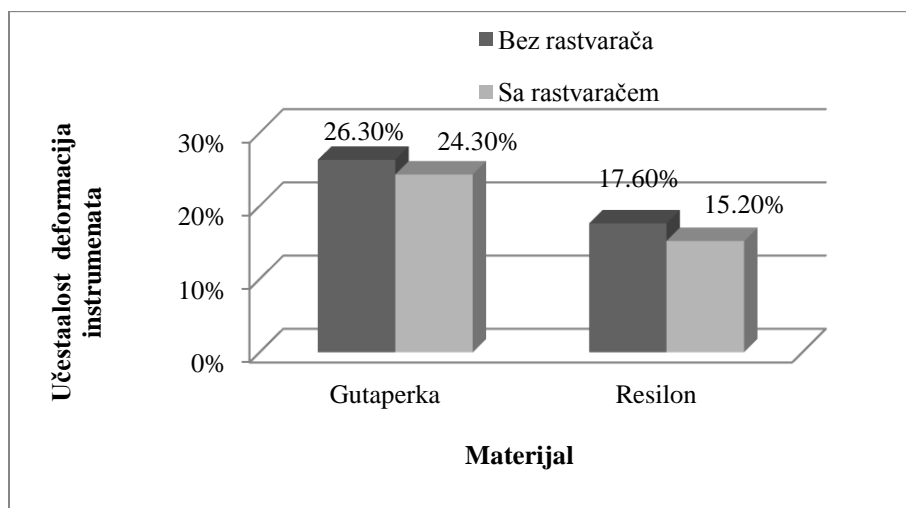
Učestalost deformacije instrumenata u odnosu na upotrebu rastvarača tokom retreatmana prikazan je u tabeli 34.

Tabela 34 Deformacija instrumenata u zavisnosti od upotrebe rastvarača

Upotreba rastvarača	Ukupan broj instrumenata	Deformacija instrumenata	
		N	%
Bez	72	16	22,2
Sa	70	14	20,0

Razlika u rezultatima se nije se puno razlikovala (p=0,746) i učestalost deformacije instrumenata iznosila je 22,2% u grupi uzoraka u kojoj je retreatman rađen bez upotrebe rastvarača, a kada je upotrebljen rastvarač deformacija instrumenata nastala je u 20% slučajeva.

Takođe, primena rastvarača u zavisnosti od vrste uklanjanog materijala, nije dovela do statistički značajnih razlika u učestalosti deformacija instrumenata ($p=0,785$; graf.33), iako je deformacija instrumenata u grupi uzoraka iz kojih je uklanjan resilon materijal nastala u nešto manjem procentu (17,60% i 15,20%), nego u grupi uzoraka iz kojih je tokom retreatmana uklanjana gutaperka (26,30% i 24,30%).



Grafikon 33 Deformacija instrumenata u odnosu na materijal i upotrebu rastvarača

Međutim, statistička analiza učestalosti deformacija instrumenata, ukazala je na veoma značajne razlike ($p=0,000$) između različitih vrsta ispitivanih instrumenata (tab.35). Deformacija instrumenata tokom retreatmana najčešće se dešavala u grupi Twisted File instrumenata (43,9%) i razlika je bila statistički značajna u odnosu na učestalost deformacija u grupi Hedstrom instrumenata (9,1%), kao i u odnosu na učestalost deformacija u grupi ProTaper instrumenata (2,4%).

Tabela 35 Deformacija instrumenata u zavisnosti od vrste instrumenata

Instrumenti	Ukupan broj instrumenata	Deformacija instrumenata	
		N	%
Hedstrom	44	4	9,1
Protaper	41	1	2,4
Twisted file	57	25	43,9

Jedina grupa instrumenata u kojoj je došlo do frakture, i to 5 instrumenata (8,1%), bila je grupa Twisted File instrumenata. Razlika je bila statistički značajna ($p=0,029$) u odnosu na Hedstrom i ProTaper grupe instrumenata, u kojima nije nastala nijedna fraktura u toku retreatmana.

Fraktura Twisted File instrumenata se nešto češće dešavala tokom uklanjanja gutaperke, nego resilona, međutim statističkom analizom nisu utvrđene značajne razlike ($p=0,231$; tab.36).

Tabela 36 Fraktura instrumenata u odnosu na uklanjan materijal

Materijal	Ukupan broj instrumenata	Fraktura instrumenata	
		N	%
Gutaperka	79	4	5,1
Resilon	68	1	1,5

Takođe, uticaj upotrebe rastvarača na nastanak frakture Twisted File instrumenata nije bio statistički značajan ($p=0,198$), iako je lom ovih instrumenata češće nastao kada nije korišćen rastvarač (5,3%, $n=4$), nego kada je korišćen rastvarač (1,4%, $n=1$).

5.4. Rezultati ispitivanja apikalne transportacije materijala za punjenje tokom retretmana

Rezultati ovih istraživanja prikazani su na tabelama 37-40 i grafikonima 34-37.

Analizom rezultata utvrđene su statistički značajne razlike ($p=0,005$) u odnosu na vrstu materijala koji je istisnut preko apeksa (tab.37), pri čemu je češće i više materijala bilo istisnuto tokom retretmana uzoraka opturisanih resilonom (1,00), nego tokom retretmana uzoraka opturisanih gutaperkom (0,51).

Tabela 37 Ocena apikalne transportacije u odnosu na vrstu materijala

Materijal	N	\bar{x}	SD	SE
Gutaperka	59	0,51*	0,878	0,114
Resilon	60	1,00*	0,991	0,128

Statistički značajne razlike postoje između vrednosti označenih *.

Primena rastvarača nije značajno uticala na količinu apikalno transportovanog materijala ($p=0,943$; tab.38). Rezultati apikalne transportacije materijala bili su veoma slični i kada je retretman rađen sa (0,75), odnosno bez upotrebe rastvarača (0,76).

Tabela 38 Ocena apikalne transportacije u odnosu na upotrebu rastvarača

Rastvarač	N	\bar{x}	SD	SE
Bez rastvarača	59	0,76	0,97	0,13
Sa rastvaračem	60	0,75	0,97	0,12

Međutim, kada je uticaj primene rastvarača posmatran u odnosu na uklanjanje različitih materijala (tab.39), razlike u rezultatima apikalne transportacije bile su statistički značajne ($p=0,046$).

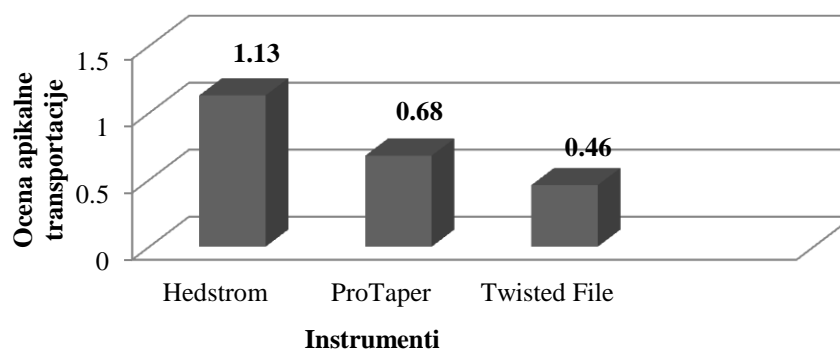
Tabela 39 Ocena apikalne transportacije u odnosu na materijal i upotrebu rastvarača

Materijal	Upotreba rastvarača	N	\bar{x}	SD	SE	Min.	Max.
Gutaperka	Bez	29	0,55	0,87	0,16	0	3
	Sa	30	0,47 ^A	0,90	0,16	0	3
Resilon	Bez	30	0,97 ^a	1,03	0,19	0	3
	Sa	30	1,03 ^a	0,96	0,18	0	3

*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti označenih istim velikim i malim slovom (A-a).

Najmanja količina materijala istisnuta je kada je tokom retretmana uklanjana gutaperka uz upotrebu rastvarača (0,47), i razlika je bila statistički značajna u odnosu na uklanjanje resilona, kada je apikalno istisnuta veća količina materijala, i sa i bez primene rastvarača (0,97 i 1,03).

Rezultati apikalne transportacije materijala u odnosu na različite instrumente kojima je sproveden retretman prikazani su na grafikonu 34.



Grafikon 34 Ocena apikalne transportacije u odnosu na različite instrumente

Statistička analiza otkrila je značajne razlike (ANOVA, $p=0,006$) između Hedstrom i Twisted File instrumenata. Twisted File instrumenti doveli su do najmanje (0,46), a Hedstrom instrumenti do najveće (1,13) ekstruzije materijala preko apeksnog otvora.

Rezultati apikalne transportacije u odnosu na vrstu materijala, koja je uklanjana različitim instrumentima, prikazani su u tabeli 40.

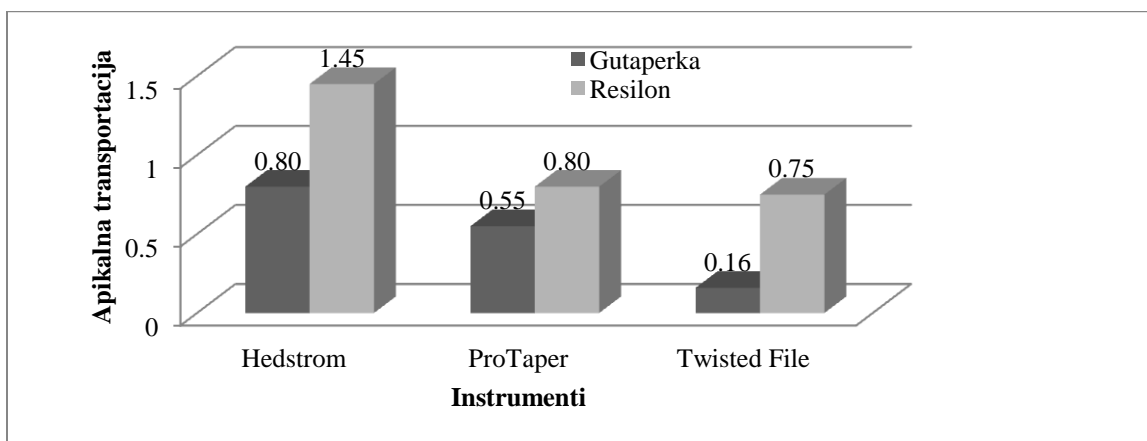
Tabela 40 Ocena apikalne transportacije u odnosu na različite instrumente i materijal

Materijal	Instrument	N	\bar{x}	SD	SE	Min.	Max.
Gutaperka	Hedstrom	20	0,80	1,15	0,26	0	3
	ProTaper	20	0,55	0,83	0,18	0	3
	Twisted File	19	0,16 ^{a,B}	0,37	0,09	0	1
Resilon	Hedstrom	20	1,45 ^A	1,15	0,26	0	3
	ProTaper	20	0,80 ^a	0,89	0,20	0	3
	Twisted File	20	0,75 ^{a,b}	0,79	0,18	0	2

*Statistički značajne razlike postoje između vrednosti označenih istim velikim i malim slovom.

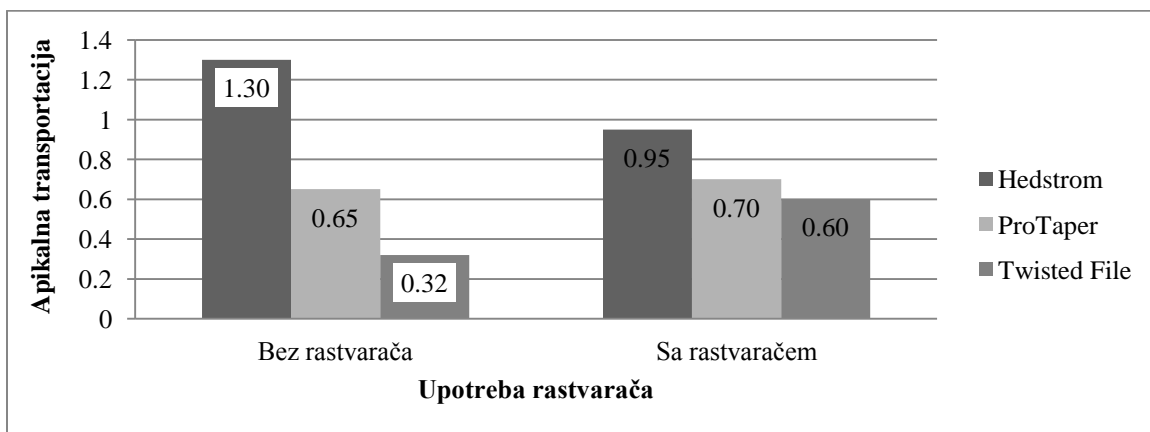
Najveća količina materijala istisnuta je kada je resilon uklanjao Hedstrom instrumentima (1,45), a najmanja količina, kada je gutaperka uklanjana Twisted File instrumentima (0,16). Razlika između ovih vrednosti bila je statistički veoma značajna ($p < 0,001$). U uzorcima opturiranih resilonom, transportacija materijala nakon upotrebe ručnih turpija bila je značajno veća (1,45), nego kada su korišćeni mašinski, rotirajući instrumenti (0,80 i 0,75).

Apikalna transportacija materijala za svaku grupu instrumenata bila je veća tokom uklanjanja resilona, nego kada je istim instrumentima uklanjana gutaperka, ali je razlika bila statistički značajna samo za grupu Twisted File instrumenata ($p = 0,005$; graf.35).



Grafikon 35 Ocena apikalne transportacije u odnosu na različite instrumente i materijal

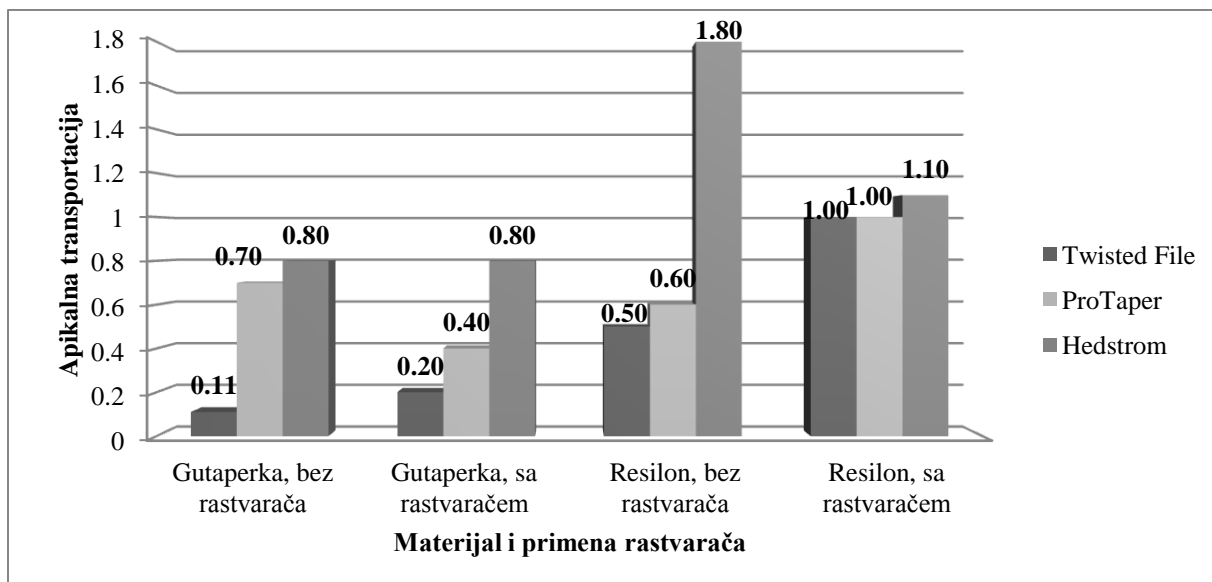
Rezultati apikalne ekstruzije materijala različitim instrumentima u odnosu na primenu rastvarača prikazani su na grafikonu 36. Razlika je bila statistički značajna ($p < 0,05$) u podgrupi bez primene rastvarača, i to između Hedstrom i Twisted File instrumenata.



*Statistički značajne razlike postoje između uokvirenih vrednosti.

Grafikon 36 Ocena apikalne transportacije u odnosu na instrumente i upotrebu rastvarača

Rezultati apikalne transportacije materijala u odnosu na sve ispitivane faktore (vrstu materijala, primenu rastvarača i upotrebu različitih instrumenata), prikazani su na grafikonu 37.



Grafikon 37 Ocena apikalne transportacije materijala u odnosu na sve posmatrane faktore

Uopšteno posmatrano, apikalna transportacija materijala bila je veća tokom uklanjanja resilona, nego tokom uklanjanja gutaperke. Najveća ekstruzija materijala nastala je nakon upotrebe ručnih Hedstrom turpija tokom uklanjanja resilona bez primene rastvarača, (1,80). Razlike su bile statistički značajne ($p < 0,05$) u odnosu na rezultate za obe grupe rotirajućih instrumenata, koji su pod istim uslovima retretmana, doveli do značajno manje transportacije resilona (ProTaper 0,60, Twisted File 0,50). Međutim, kada je resilon uklanjan sa upotrebom rastvarača, rotirajući instrumenti su doveli do slične apikalne transportacije materijala (1,00), kao i ručni instrumenti (1,10).

Tokom retretmana uzoraka opturisanih gutaperkom, najveća apikalna ekstruzija materijala nastala je takođe nakon upotrebe Hedstrom turpija, bez obzira na primenu rastvarača (0,80). Mašinski pokretani instrumenti su i u tokom uklanjanja gutaperke doveli do manje količine istisnutog materijala, i kada su korišćeni sa rastvaračem (0,20 i 0,40), kao i kada su korišćeni bez upotrebe rastvarača (0,11 i 0,70). Međutim razlike u odnosu na rezultate dobijene nakon upotrebe ručnih instrumenata nisu bile statistički značajne. Najmanja transportacija materijala tokom uklanjanja gutaperke nastala je kada su korišćeni Twisted File instrumenti, bez obzira na upotrebu rastvarača (0,11 i 0,20). Razlika je bila statistički značajna u odnosu na količinu istisnutog materijala, kada su korišćene Hedstrom turpije za uklanjanje resilona, bez upotrebe rastvarača (1,80). Takođe, razlika u rezultatima apikalne transportacije materijala bila je statistički značajna ($p = 0,013$) u grupi Twisted File instrumenata koji su korišćeni sa rastvaračem, između rezultata dobijenih tokom uklanjanja gutaperke i resilona (0,20 i 1,00).

6. DISKUSIJA

6.1. Diskusija materijala i metoda

Eksperimentalni protokol za ovo istraživanje razvijen je u skladu sa prethodno korišćenim modelima za ispitivanje efikasnosti endodontskog retreatmana. Istraživanje je sprovedeno u laboratorijskim uslovima na humanom biološkom materijalu. Za razliku od kliničkih, in vivo ispitivanja, ovakva in vitro ispitivanja se mogu sprovести pod strogo kontrolisanim uslovima i na velikom broju uzoraka. Negativne strane ovakve studije mogu se odnositi na činjenicu da ne postoje fiziološki uslovi tokom instrumentacije i retreatmana kanala, što može uticati na verodostojnost dobijenih rezultata [214].

Kod ispitivanja na ekstrahovanim zubima, postoji problem sa eksperimentalnim modelom i odabirom uzorka. U ovom istraživanju, uticaj mogućih varijabli je smanjen odabirom jednokorenih zuba sa pravim kanalima, koji su preparisani do veličine #25 (F2) apikalne preparacije. Takođe, dužina kanala je standardizovana na 16 mm, a dužina kanalnog punjenja kod svakog uzorka iznosila je 15 mm.

Oblik kanala na poprečnom preseku u velikoj meri utiče na endodontske procedure [215], pa bi standardizovana unutrašnja anatomija kanala predstavljala idealan eksperimentalni model. To je moguće postići upotrebom plastičnih blokova sa simuliranim kanalima, koji imaju standardizovane dimenzije i zakrivljenja [112,156,216]. Međutim, tvrdoća i abrazija akrilne smole i dentina nisu identične, kao ni stres koji instrument trpi tokom preparacije ili retreatmana kanala [174,214]. Drugi način standardizacije bila bi upotreba humanih zuba iste morfološke grupe i sličnih dimenzija kanala korena, kako bi se smanjile anatomske varijacije [20,25,31,83,84,217]. Ovakva standardizacija unutrašnje kanalne anatomije svakako bi uticala na statističku analizu, ali bi se uslovi ispitivanja u velikoj meri razlikovali od kliničkih uslova. Ovim bi se ograničile mogućnosti poređenja dobijenih laboratorijskih rezultata sa situacijama koje se nalaze u kliničkoj praksi [108]. Zbog toga, kao i zbog velikog broja zuba potrebnih za istraživanje, u ovoj studiji nije sprovedena potpuna standardizacija unutrašnje kanalne anatomije. Nasumičnom podelom zuba unutar grupa i podgrupa, donekle je smanjen uticaj ovih faktora [145].

Uprkos mogućim varijacijama u morfologiji kanalnog sistema kod ispitivanja na ekstrahovanim zubima, procena čistoće dentina pomoću SEM-a moguća je jedino na humanom biološkom materijalu. Tokom posmatranja pod SEM-om, ovo ispitivanje je pored procene količine ostataka materijala za opturaciju, radi preciznije evaluacije kvaliteta čišćenja zidova, obuhvatilo i metodu brojanja potpuno otvorenih dentinskih tubula. Zbog tubularne skleroze koja je sastavni deo fiziološkog procesa starenja humanog dentina i koja dovodi do postepenog zatvaranja dentinskih tubula, poželjno je bilo koristiti ekstrahovane zube pacijenata slične starosne grupe [149]. Iako bi starost dentina mogla uticati na broj otvorenih tubula, s obzirom na veliki uzorak koji je korišćen u ovoj studiji, pri prikupljanju zuba nije bilo moguće kontrolisati starosne faktore uključenih uzoraka. U nekim studijama [147] korišćeni su zubi iz banke humanih zuba, što značajno olakšava prikupljanje dovoljnog broja zuba sa istim morfološkim, starosnim ili drugim potrebnim karakteristikama. Nažalost takva banka u našoj zemlji ne postoji. Ipak, mogući uticaji ovih faktora smanjeni su nasumičnom raspodelom zuba u odgovarajuće grupe.

Primarnu preparaciju i opturaciju kanala, kao i sve procedure retreatmana obavio je jedan praktičar, kako bi se izbegla razlika u načinu rada između različitih operatora i postigla maksimalna kontrola tokom ovih faza eksperimenta [14,148,218]. Za način primene svakog instrumenta i materijala za opturaciju, poštovana su uputstva proizvođača. Radi pravilne procene efikasnosti ispitivanih instrumenata u svrhu retreatmana, korišćeni su setovi novih instrumenata, a svaki instrument je upotrebljen za dezopturaciju maksimalno pet kanala [14,118,150,159,218,219].

Između svakog instrumenta primenjena je ista količina sredstva za irigaciju (2 ml rastvora 5,25% natrijum-hipohlorita). Kao sredstvo za uklanjanje razmaznog sloja, pre opturacije, kao i nakon završenog retreatmana, upotrebljen je 10% rastvor limunske kiseline koji je delovao u kanalu tokom 1 minuta [147]. Razmazni sloj, nastao nakon preparacije instrumentima, vezan je za površinu dentina i zatvara dentinske tubule. Uklanjanje razmaznog sloja važno je zbog mogućnosti delovanja rastvora za irigaciju i medikamenata unutar dentinskih tubula. Ovo je naročito bitno kada je nakon uklanjanja kanalnog punjenja potrebno ukloniti infekciju iz ovih prostora [220,221]. Za uklanjanje razmaznog sloja u endodontskoj terapiji najčešće se upotrebljava rastvor EDTA, koncentracije od 10-17%. Međutim, limunska kiselina se pokazala kao efikasno i lako pristupačno sredstvo koje se takođe može primeniti u ovu svrhu [222].

Tokom ispitivanja efikasnosti uklanjanja razmaznog sloja, koje su sprovedeli Prado i saradnici, primena EDTA, limunske i fosforne kiseline tokom 30 sekundi, pokazala se nedovoljno efikasnom za uklanjanje razmaznog sloja. Primenom ovih sredstava tokom 1 minuta, limunska i fosforna kiselina bile su efikasnije u uklanjanju razmaznog sloja nego EDTA, u svim trećinama kanala [223].

U ovom ispitivanju uzorci su nakon opturacije čuvani na 37 °C u uslovima 100% vlažnosti tokom 2 nedelje, kako bi se omogućilo potpuno vezivanje kanalnog punjenja i kako bi se imitirali uslovi u usnoj duplji. Većina studija je takođe koristila ovaj vremenski period i način skladištenja zuba pre započinjanja retreatmana [130,144,149,224]. Međutim, neki istraživači navode da bi duže vreme skladištenja uzoraka moglo imati verodostojniji uticaj na uklanjanje materijala iz kanala korena [14,84]. U kliničkim uslovima, obično prođe više meseci, najčešće nekoliko godina, pre nego što je potrebno uraditi retreatman. Tokom tog vremena, na proces vezivanja i na hemijske i fizičke karakteristike opturacionih materijala i silera mogu uticati i uslovi okoline i dovesti do promena unutar materijala (tzv. "starenje" materijala) [225]. O prirodi ovih promena nedostaju klinički podaci, naročito za nove opturacione materijale na bazi metakrilatne smole [144].

Nakon retreatmana različitim instrumentima i protokolima rada, evaluacija kvaliteta čišćenja zidova kanala je, kao što je već spomenuto, sprovedena pomoću SEM-a. U drugim istraživanjima, upotrebljavane su najrazličitije metode za procenu uspešnosti endodontskog retreatmana. U ranijim studijama, uspešnost uklanjanja gutaperke iz kanala korena nakon retreatmana, evaluirana je pomoću standardnih rendgen filmova [15,22,84,157] ili digitalizovanih rendgenografskih slika [90,148,226]. Međutim, radiografska procena količine materijala može dati lažni utisak veće čistoće zidova kanala u odnosu na druge metode evaluacije [15]. U nekim studijama, korenovi su uzdužno prepolovljeni i pod uveličanjem stereomikroskopa fotografisane su unutrašnje površine kanala. Na načinjenim fotografijama, pomoću skale [14,23,151,155,195] ili kompjuterskog programa [32,94,105,147,149,217,227] ocenjivana je količina rezidualnog materijala. Postoje istraživanja u kojima su zubi posebnim postupkom demineralizovani kako bi postali prozirni i omogućili precizniju evaluaciju zaostalog materijala u kanalu [29,158,160,209]. Na ovaj način se sprečava gubitak opturacionog materijala, koji može nastati tokom razdvajanja zuba na polovine.

Posmatranje unutrašnje površine kanala pomoću stereomikroskopa predloženo je kao jednostavna i efikasna metoda za procenu rezidualnog materijala. Međutim, ispitivanje površine kanala SEM-om pospešuje inspekciju zidova i predstavlja precizniju metodu za evaluaciju [14,144,149]. SEM analiza koju su sprovedli Somma i saradnici [195] pokazala je da su dentinski zidovi, koji su ispod stereomikroskopa delovali čisti i bez ostataka materijala za opturaciju i bez debrisa, u velikoj meri bili prekriveni razmaznim slojem, pri čemu je vrlo mali broj dentinskih tubula bio otvoren.

Nedostatak prethodno navedenih metoda evaluacije je što se trodimenzionalan objekat (kanal) ocenjuje na dvodimenzionalnoj slici [118]. Iz tog razloga, novija ispitivanja su koristila metode koje omogućuju trodimenzionalna, kvantitativna merenja preostale količine materijala u kanalnom sistemu, poput mikro-kompjuterizovane tomografije (mikro-CT) [24,97,113,167,228] i kompjuterizovane tomografije konusnog zraka (CBCT) [118,164]. Međutim, iako ove metode daju veoma precizne podatke o količini rezidualnog materijala za opturaciju, one ne mogu da prikažu strukturu i čistoću samih zidova kanala, kao ni dentinskih kanalića, što je jedino moguće pomoću SEM-a.

Princip skening elektronske mikroskopije bazira se na upotrebi snopa elektrona visoke energije, pod ubrzanjem od 1-40 keV, usmerenih ka ispitivanoj površini, koji najvećim delom, u formi sekundarnih i raspršenih elektrona, šalju povratne informacije o ispitivanom uzorku. Broj sekundarnih elektrona koji se emituje sa neke tačke na površini zavisi od razlike u građi, sastavu i teksturi ispitivane površine. Na osnovu signala dobijenih interakcijom elektrona i površine uzorka, formira se pseudotrodimezionalna slika koja pruža informacije o teksturi (topografija), hemijskom sastavu (spektroskopija) i kristalnoj strukturi uzorka (kristalografija). Priprema površine uzorka pre posmatranja pod SEM-om često podrazumeva različite laboratorijske protokole poput fiksacije, dehidracije, sušenja i oblaganja površine elektron-sprovodljivim materijalom. Oblaganje uzorka koji je nesprovodan je neophodno da bi se sprečilo tzv. „punjenje”, odnosno stvaranje visoke akumulacije elektrona na površini uzorka. Oblaganje uzorka tankim slojem (15-20 nm) sprovodnog materijala (najčešće zlato, zlato/paladijum, platina) dozvoljava rasipanje elektrona i sprečava nastanak efekta „punjenja” [229]. Međutim, kako bi se izbeglo stvaranje artefakata kao posledice dehidracije uzorka ili tokom njegove opservacije u uslovima vakuuma, potrebna je pažljiva priprema uzoraka bioloških materijala [230,231].

Ova studija obuhvatila je ispitivanja na skening elektronskom mikroskopu radi što detaljnije i preciznije analize površine dentina kanala nakon retreatmana. Količina opturacionog materijala zaostalog posle sprovedenog retreatmana, kao i debris i razmazni sloj nastao posle re-preparacije kanala, predstavljaju glavne pokazatelje kvaliteta čišćenja zidova kanala. SEM je jedina poznata metoda za dobijanje fotografija visoke rezolucije. SEM-om se lako mogu uočiti i razlikovati instrumentisane i neinstrumentisane površine, mogu se videti otvoreni dentinski tubuli, prisustvo debrisa i razmaznog sloja, kao i erozivne i druge mikrostrukturne promene [223,231]. Rezolucija svih drugih primenjivih tehnika, pa čak ni mikro-kompjuterizovane tomografije, nije dovoljna za detekciju ovih struktura [224]. Zbog toga, analiza SEM-om predstavlja zlatni standard za ocenu efikasnosti čišćenja zidova kanala korena, kako nakon primarne instrumentacije, tako i nakon instrumentacije u toku retreatmana [232].

Mogućnost primene velikog raspona uveličanja od 10x do 100.000x, svakako pruža velike mogućnosti za razna posmatranja strukture površine pod SEM-om. Pitanje, na kom uveličanju treba posmatrati i ocenjivati rezultate, još uvek nije u potpunosti usaglašeno između istraživača. Ispitivanjem na manjim uveličanjima sagledavaju se šire površine i njihova topografija, gde jedno pored drugog može postojati očišćena, kao i neočišćena površina dentina. Veća uveličanja omogućuju uvid u mikrostrukturu i građu dentina, kao i preciznije procene ostataka materijala, dentinskog debrisa i razmaznog sloja, i identifikaciju otvorenih dentinskih tubula [149,219]. Međutim, na većim uveličanjima odabrana regija se može pogrešno protumačiti kao reprezentativna slika za celokupnu površinu kanala, odnosno posmatrane trećine. Takođe, postoji prostor za pristranost posmatrača prilikom odabira regije za posmatranje, kao i prilikom ocenjivanja i interpretacije dobijenih rezultata [232]. Činjenica da subjektivna interpretacija može uticati na pravilno tumačenje dobijenih rezultata, govori u prilog tome da ova metoda ima i nedostataka [214]. Tokom ove studije, u cilju smanjenja subjektivnog uticaja posmatrača pri odabiru regije za posmatranje, na spoljašnjim delovima korena zuba urezani su horizontalni žlebovi na 3, 8 i 12 mm od vrha korena zuba [130,149]. Na ovim nivoima, kao površina za posmatranje odabran je uvek isti, središnji deo kanala, na jednakoj udaljenosti od lateralnih zidova kanala [130,147,149,219]. Kvalitet čišćenja zidova kanala ocenjivan je na kodiranim fotografijama prethodno načinjenim na SEM-u, i to nezavisno od strane dva istraživača. Kada su se ocene razlikovale, ponovljen je postupak ocenjivanja za sporne uzorke dok nije postignut konsenzus. Ocenjivanje je bilo "slepo", što znači da istraživačima nisu bili poznati materijali i

metode korišćene u toku endodontskog retreatmana, s obzirom da su uzorci bili obeleženi različitim kombinacijama, sastavljenim od 5 brojeva.

Različite studije o retreatmanu, koristile su različita uveličanja za ocenu efikasnosti čišćenja zidova, posmatrane pomoću SEM-a [147,195,219,224]. Na osnovu preporuka dobijenih iz literature, u ovoj studiji, vršeno je posmatranje pod dva uveličanja: 500x za ocenu ostataka materijala/debrisa, odnosno 1000x, za vizuelizaciju i brojanje dentinskih kanalića [23,147,219,233,234]. Kao što je već napomenuto, dosad sprovedene studije o uspešnosti retreatmana koristile su različite načine za evaluaciju, kao i različita uveličanja pod SEM-om. Ovakva neujednačenost različitih istraživanja, svakako da otežava poređenje rezultata. Ova činjenica dodatno je komplikovana upotrebom različito definisanih skala za procenu ostataka opturacionog materijala. U ovoj studiji, procena količine rezidualnog materijala pod SEM-om vršena je pomoću numeričke evaluacione skale od 4 stepena, koja je korišćena i u većini drugih ispitivanja [23,130,144,146,150,195,219]. Međutim, neki istraživači koristili su istu skalu, ali različita uveličanja na SEM-u [130,144,150,195], dok su u drugim ispitivanjima upotrebljavane drugačije definisane skale [14,218,224]. Nažalost, zbog toga je smanjena mogućnost adekvatnog poređenja rezultata različitih istraživanja.

6.2. Diskusija rezultata SEM analize kvaliteta čišćenja zidova kanala korena zuba

Tokom prezentovanog istraživanja poređeno je uklanjanje dva različita materijala za opturaciju iz kanala korena, gutaperke i resilona. Gutaperka se kao materijal za opturaciju u endodonciji koristi poslednjih 100 godina [74], i danas predstavlja najčešće upotrebljavan materijal u ove svrhe. Međutim, nemogućnost adhezije između gutaperke i silera, kao i nemogućnost silera da se veže za dentin kanala korena, dovele su do razvoja resilona (Resilon Pentron Corp., Wallingford, CT, USA), termoplastičnog materijala na bazi smole (polikaprolaktona). Radi korektnog poređenja sa resilonom, koji se primenjuje u kombinaciji sa odgovarajućim adhezivnim, metakrilatnim silerom (Real Seal/Epiphany) [12,107,235], gutaperka je u ovom ispitivanju korišćena u kombinaciji sa silerom na bazi epoksi smole (AHplus) [32,117], jer je pokazano da ovi sileri bolje adheriraju za zidove kanala u odnosu na druge

konvencionalne silere [18]. Kao i u drugim, sličnim studijama, kanali su opturisani hladnom, lateralnom metodom kompakcije [14,21,105,130,146–149,195].

Rezultati ove studije pokazali su da nijedan od materijala ne može u potpunosti da se ukloni iz kanala korena. Nakon retreatmana, na zidovima kanala zaostalo je značajno manje materijala u uzorcima koji su prethodno napunjeni gutaperkom, nego u uzorcima napunjenim resilonom. Ovi nalazi su u skladu sa rezultatima drugih istraživača [32,112,113,144,236]. Lošije uklanjanje resilona verovatno je posledica adhezivnog vezivanja resilona i silera sa zidovima kanala, odnosno formacije “monobloka” [12,32]. Pasta koja se koristi u kombinaciji sa resilonom, praktično predstavlja tečni kompozit (metakrilatna smola), koji ima veću površinsku tvrdoću i čvrstoću, pa ga je verovatno zbog toga bilo teže ukloniti sa zidova kanala [112]. Međutim, ovo je u suprotnosti sa rezultatima drugih ispitivanja, gde su zidovi kanala bili čistiji nakon uklanjanja resilona [15,23,105,118,148]. Nekoliko faktora može dovesti do narušavanja adhezivne veze između metakrilatne smole i dentinskih zidova: prisustvo neinstrumentisanih površina kanala, primena natrijum-hipohlorita kao poslednjeg irigansa, nedovoljno kondicioniranje dentina helatnim sredstvom ili nepotpuno vezivanje silera [32]. Nepotpuno ostvarenom adhezivnom vezom bi se delimično moglo objasniti bolje čišćenje zidova kanala nakon uklanjanja resilona, dobijeno u nekim istraživanjima. Hammad i saradnici su veću čistoću zidova nakon uklanjanja resilona objasnili upravo formacijom “monobloka”, gde dolazi do hemijskog vezivanja između resilon konusa i silera, pa se zajedno sa konusom istovremeno uklanja i siler iz dentinskih kanalića [113]. Takođe, ne treba zanemariti razlike u eksperimentalnom dizajnu i metodologiji ispitivanja. Pomenuta istraživanja koristila su različite metode evaluacije čistoće zidova (radiografska metoda, fotografisanje površine kanala, mikroskop do 30x uveličanja, CBCT), a tokom ovog ispitivanja kvalitet čišćenja zidova posmatran je SEM-om, na ultrastrukturnom nivou.

Neki autori u svojim studijama koristili su SEM za evaluaciju efikasnosti čišćenja zidova kanala korena, ali svega za nekoliko uzoraka [23,148]. Cunha i saradnici [148] odabrali su 4 uzorka iz resilon grupe, u kojima su prethodnom evaluacijom pomoću rendgenskih snimaka uočeni veoma čisti zidovi kanala. SEM-om su i u tim uzorcima otkriveni ostaci materijala, i to u svim trećinama kanala. Takođe, većina istraživanja, u kojima je SEM korišćen za posmatranje svih uzoraka, ispitivala su samo uklanjanje gutaperke kao opturacionog materijala [149,218,219,224], pa su moguća samo delimična poređenja sa rezultatima ove studije.

Rezultati istraživanja čiji su eksperimentalni uslovi i evaluacione metode najbližnije prikazanoj studiji, u saglasnosti su sa dobijenim nalazom, da je uklanjanje gutaperke sa zidova kanala efikasnije u odnosu na uklanjanje resilona [144]. Međutim, u drugoj veoma sličnoj studiji, utvrđeno je da ni materijal, ni tehnika retreatmana nema uticaj na kvalitet čišćenja zidova kanala [150].

Dalja statistička analiza broja otvorenih tubula u ovoj studiji nije ukazala na postojanje značajnih razlika između materijala korišćenih za opturaciju. Broj otvorenih tubula neznatno je bio veći na zidovima gutaperka grupe, nego u resilon grupi. Sličan broj čistih tubula u obe grupe materijala, mogao bi se objasniti prisustvom razmaznog sloja na zidovima kanala, kao i opservacijom smolastih produžetaka paste za opturaciju unutar dentinskih tubula, iako na tim zidovima nisu bile prisutne veće količine opturacionog materijala. Prisustvo ovakvih produžetaka smole primećeno je u još jednoj studiji [224] koja je takođe koristila gutaperku i AHplus kao pastu za opturaciju. Ovaj siler na bazi epoksi smole prodire od 10-120 μm u dentinske tubule, kada je uklonjen razmazni sloj. Ovo ne utiče puno na jačinu veze, ali otežava uklanjanje materijala [209,237]. U nekoliko istraživanja koja su ispitivala dubinu penetracije Real Seal/Epiphany paste, dobijeni su različiti rezultati od 170 μm do čak 900 μm [237–239].

U prezentovanom ispitivanju, tokom primarne preparacije kanala upotrebljen je EDTA gel, kao i rastvor limunske kiseline za uklanjanje razmaznog sloja pre opturacije kanala, što je verovatno uticalo na izraženiju penetraciju silera u tubule [90]. Slična zapažanja nakon upotrebe AHplus paste i gutaperke, zabeležili su i Horvath i saradnici [149], s tim da su oni za ovu pojavu dali dva moguća objašnjenja. Jednim delom je ova pojava pripisana upotrebi rastvarača i razmekšavanju materijala, zbog čega je došlo do lakšeg utiskivanja u tubule i neravnine, odakle se materijal posle teško mogao ukloniti. Drugi razlog je nepotpuno uklanjanje materijala instrumentima, usled njihove nedovoljne sečivne efikasnosti.

Kako bi endodontski rastvori i medikamenti tokom retreatmana došli u kontakt sa bakterijama koje se nalaze na zidovima kanala i unutar dentinskih tubula, od presudnog značaja je što potpunije uklanjanje opturacionog materijala [32,158,240]. Iz tog razloga, tokom retreatmana je neophodna re-preparacija i uvećanje dijametra kanala (veličine preparacije), kako bi se uklanjanjem sloja dentina ujedno uklonili i delovi tubula u kojima se nalaze ostaci materijala/silera [23,32,228].

Odavno je poznato da hloroform bolje rastvara gutaperku u odnosu na druge rastvarače [26,27,74,129,143]. Ispitivanja novijih materijala, poput resilona i silera na bazi smole, ukazala su da se ovi materijali mogu efikasno ukloniti pomoću hloroforma i rotirajućih instrumenata [32,105,235,241]. Ispitivanja efikasnosti drugih rastvarača na rastvaranje resilona i gutaperke, pokazala su da je ksilol imao najveći uticaj na oba materijala, eukaliptusovo ulje značajno manje, dok ulje pomorandže nije imalo nikakvog uticaja na rastvaranje resilona [115]. Uticaj GP Solvent-a (d-limonen) bio je neznatan na opturacione materijale na bazi smole [112]. Takođe, studije o rastvorljivosti različitih pasta za punjenje kanala, pokazale su da se AHplus pasta na bazi epoksi smole, u odnosu na druge silere (GJC, ZnOE, CaOH₂), značajno više rastvara u hloroformu [78,135].

Ovakvi nalazi, kao i činjenica da je većina ispitivanja takođe koristila hloroform kao rastvarač [14,18,21,22,32,83,105,144,155,242], uticali su na odluku o primeni hloroforma kao rastvarača u ovoj studiji, čime je ujedno omogućeno i adekvatno poređenje rezultata između različitih studija. Upotreba hloroforma se preporučuje i od strane proizvođača, za retreatman RealSeal i resilon sistema.

Međutim, s obzirom da hloroform može delovati lokalno toksično, hepatotoksično, nefrotoksično i kancerogeno [74,243], teži se pronalasku alternativnih rastvarača koji će biti neškodljivi, a istovremeno delotvorni na sve vrste opturacionih materijala. Do tada, primena hloroforma u kliničkim uslovima može se smatrati bezbednom, ukoliko se koristi veoma pažljivo i kontrolisano [243,244]. U ovoj studiji je iz tog razloga, pre dezopturacije apikalne trećine, višak hloroforma pokupljen pomoću papirnih poena, kako ne bi došlo do istiskivanja viška rastvarača kroz apikalni foramen. Ovakav način upotrebe hloroforma smatra se bezbednim i preporučuje se i u kliničkim uslovima, jer sprečava da potencijalno toksični rastvarač dopre do periapikalnih tkiva [140].

Način primene i količina rastvarača u ovoj studiji bila je konstantna i ista za sve uzorke unutar podgrupa u kojima je upotrebljen rastvarač (3x po 0,05ml hloroforma, ukupno 0,15ml). Statističkom analizom nisu uočene značajne razlike u količini rezidualnog materijala između podgrupa sa i bez primene rastvarača. Kvalitet čišćenja zidova kanala bio je nešto veći nakon uklanjanja gutaperke nego nakon uklanjanja resilona, međutim čistoća zidova u gutaperka grupi bila je slična, bez obzira na primenu rastvarača. Ovakvi nalazi su u skladu sa rezultatima

dobijenim u drugim studijama [21,82,112,152]. Ovo se može objasniti formiranjem tankog sloja razmekšane gutaperke na zidovima kanala zbog upotrebe hloroforma [21,86]. Ova pojava uočena je i kada je gutaperka uklanjana pomoću eukaliptola [151]. Iz tog razloga, dejstvo intrakanalnih medikamenata, kao i adaptacija materijala za zidove kanala u fazi opturacije nakon retreatmana, može biti smanjena [86]. Ovo nije u skladu sa rezultatima studije koja je utvrdila značajan uticaj primene hloroforma na efikasnije čišćenje zidova kanala tokom uklanjanja gutaperke [22]. Međutim, upotreba rastvarača tokom ovog istraživanja uticala je na kvalitetnije čišćenje zidova kada je uklanjani resilon materijal i razlika je bila značajna u odnosu na uklanjanje ovog materijala bez upotrebe rastvarača. Ovakvi nalazi nisu u skladu sa rezultatima studije u kojoj je primena hloroforma i pomorandžinog ulja imala veći uticaj na čišćenje zidova pri uklanjanju gutaperke nego resilona, pri čemu nije postojala značajna razlika između dva rastvarača [144].

Razlike u broju otvorenih tubula u odnosu na upotrebu rastvarača, takođe nisu bile statistički značajne. Nešto veći broj otvorenih tubula uočen je nakon uklanjanja gutaperke kada je primenjen rastvarač, dok je broj otvorenih tubula bio skoro isti, kada je tokom retreatmana uklanjani resilon, bez obzira na primenu rastvarača. Ovo nije u skladu sa prethodno navedenim rezultatima za količinu rezidualnog materijala, kada je resilon efikasnije uklanjani pomoću rastvarača. Na osnovu ovoga bi se očekivalo više čistih dentinskih tubula nakon uklanjanja resilona sa rastvaračem, nego bez rastvarača. Ovo bi se takođe moglo objasniti formiranjem tankog sloja rastvorenog materijala na zidovima kanala, kao posledice upotrebe rastvarača [21,86], kao i činjenicom da se tako razmekšan materijal tokom reparaacije dodatno utiskuje u dentinske tubule i neravnine, odakle se posle teško može ukloniti [149]. S obzirom da je resilon termoplastičniji materijal [104] i da ima veću rastvorljivost u hloroformu u odnosu na gutaperku [114], manji broj otvorenih tubula nakon uklanjanja ovog materijala sa rastvaračem mogao bi se pripisati i ovim činjenicama. Ramzi i saradnici [146] su u svojoj studiji zaključili upravo suprotno - da upotreba rastvarača tokom retreatmana kanala korena opturisanog resilonom može biti korisna za uklanjanje smolastih produžetaka iz dentinskih tubula. Međutim, u ovoj studiji rastvarači su upotrebljeni na specifičan način: tokom dezopturacije kanala korišćeno je nekoliko kapi hloroforma, odnosno formamida (Endosolv R), posle čega je kanal napunjen rastvaračem koji je ostavljen da deluje jedan minut, a zatim je papirnim poenima sakupljan rastvoren materijal. Ovakva, tzv. "tehnika fitilja" ponovljena je još dva puta, sa ukupnom upotrebljenom

količinom od 1 ml rastvarača. Kontrolisan način primene, kao i skoro 7 puta manja količina upotrebljenog rastvarača tokom prezentovane studije, može biti razlog neslaganja rezultata sa gore navedenom studijom.

Različite tehnike, kao i primena veće količine rastvarača, mogu dovesti do poboljšanja kvaliteta čišćenja zidova kanala u eksperimentalnim uslovima, međutim u kliničkim uslovima potrebno je primeniti sve mere opreza i ograničiti količinu rastvarača zbog mogućeg toksičnog dejstva ovih hemijskih sredstava.

Kao što je već napomenuto, postoji veliki broj različitih vrsta endodontskih instrumenata koji se mogu koristiti u svrhu endodontskog tretmana. Međutim, kako mnoga istraživanja pokazuju [20,29,113,147,245], nijedna od ispitivanih metoda tretmana ne može u potpunosti da očisti zidove kanala korena, bez obzira na upotrebljene instrumente i tehnike. Smatra se da bi kombinacija ručnih i mašinskih metoda mogla rezultovati kvalitetnijim čišćenjem zidova kanala [32,113].

Ručni instrumenti od nerđajućeg čelika koji su najčešće ispitivani tokom tretmana su Hedstrom turpije [29,245], te su ovi instrumenti korišćeni i tokom ovog ispitivanja. Odlikuje ih karakterističan izgled, koji se sastoji od serije spiralnih, konusnih sečiva, sa reznim ivicama na bazi svakog konusa. Koriste se pokretima turpijanjanja, pri čemu su sečiva veoma efikasna i najviše aktivna tokom izvlačenja turpije iz kanala [153]. Negativna strana upotrebe ručnih instrumenata je duže vreme koje je potrebno za uklanjanje kanalnog punjenja, naročito ako je materijal dobro kondenzovan [105]. Ovo može biti veoma zamorno, kako za pacijenta tako i za terapeuta. S druge strane, na efikasnost tretmana ručnim instrumentima najviše utiče veština terapeuta i primenjena tehnika, a uklanjanje nekih materijala može čak biti neizvodljivo na ovaj način [112]. Međutim, prednost ručne tehnike je što terapeutu pruža bolji taktilni osećaj i veću kontrolu pri radu, kao i što može da se koristi i u nedostatku električnog motora ili redukcionog kolenjaka.

Nasuprot ovome, tehnika dezopturacije kanala mašinskim NiTi instrumentima je brža i može smanjiti zamor terapeuta i pacijenta [160,245]. Međutim, nekoliko studija je pokazalo da su ručni instrumenti od nerđajućeg čelika efikasniji u čišćenju opturacionog materijala sa zidova kanala od mašinskih instrumenata [19,25,28,86]. Druga istraživanja zaključuju da su ručni instrumenti pored toga i brži, zbog dodatnog vremena potrebnog za promenu instrumenta u kolenjaku, pri upotrebi mašinskih instrumenata [20,83].

Suprotno tome, brojne studije navode da upotreba rotirajućih NiTi instrumenata ima pozitivan uticaj ne samo na brzinu, već i na kvalitet čišćenja zidova kanala u odnosu na ručne instrumente [14,20,21,25,29,84,90,151,158–160]. Tako su Sae-Lim i saradnici [21] nakon upotrebe ProFile mašinskih instrumenata, sa ili bez rastvarača, kao rezultat dobili čistije zidove kanala u poređenju sa ručnim instrumentima. Nasuprot tome, u drugim studijama pomoću rotirajućih sistema postignuto je brže, ali slično uklanjanje kanalnog punjenja, kao i sa ručnim turpijama [19,20,22,209,226]. In vitro studije koje su poredile različite NiTi rotirajuće instrumente za uklanjanje materijala, takođe su zaključile da je mašinski metod brži, ali da ne čisti zidove kanala u dovoljnoj meri [163,217].

Na osnovu pregleda literature, u svrhu retreatmana najčešće ispitivani mašinski, rotirajući sistemi su instrumenti tipa ProTaper (Universal-U ili Retreatment-R, Dentsply, Maillefer, Switzerland) [87,116,117,119,120,161–170]. U navedenim studijama efikasnost ProTaper instrumenata najčešće je upoređivana sa ručnim ili drugim mašinskim instrumentima, sa ili bez upotrebe rastvarača, odnosno zagrevanja, radi razmekšavanja materijala. U ovoj studiji, takođe su ispitivani Protaper instrumenti, specijalno dizajnirani za dezopturaciju materijala tokom retreatmana. ProTaper Retreatment instrumenti sastoje se iz seta od tri instrumenta: D1, D2 i D3, progresivne koničnosti i dužine, koji se navedenim redosledom koriste za postepenu dezopturaciju kanala [28]. ProTaper turpije na poprečnom preseku imaju oblik trougla sa konveksno zaobljenim stranicama i oštre sečivne ivice. Ovakav dizajn povećava aktivnost turpije pri sečenju dentina [29]. Preporučena brzina rotacije ovih instrumenata je 500-700 rpm.

Ne tako davno, na dentalnom tržištu su se pojavili rotirajući instrumenti Twisted File, koji su prvenstveno namenjeni za primarnu preparaciju kanala korena. Međutim, kako proizvođač i neki istraživači [118,172,212] navode, ovi instrumenti se uspešno mogu koristiti i u svrhu retreatmana. Ovi instrumenti su, za razliku od većine mašinskih instrumenata koji se proizvode brušenjem površine hladne legure, napravljeni od specijalne, modifikovane niki-titanijumske legure koja je tretirana toplotom (R-faza), zbog čega je moguća njihova proizvodnja uvrtnjem (odatle i njihov naziv, eng. *twisted*-uvrnut). Osim toga, razlika u odnosu na ProTaper instrumente je i što ovi instrumenti umesto varijabilne poseduju konstantnu koničnost duž radnog dela instrumenta. Na poprečnom preseku su trouglastog oblika, imaju promenljiv broj sečiva i zatupljen, neaktivan vrh [174]. Preporučena brzina rotacije ovih instrumenata za primarnu

preparaciju kanala je 500 rpm, dok je za retreatman potreban nešto veći broj obrtaja u minuti (900-1200 rpm).

Rezultati dobijeni u ovom ispitivanju pokazali su da je najviše materijala na zidovima kanala zaostalo nakon retreatmana ProTaper instrumentima, dok je značajno manja količina materijala bila prisutna kada su za retreatman korišćeni Hedstrom i Twisted File instrumenti. Hedstrom instrumentima je bolje uklanjanje resilon, dok je uklanjanje gutaperke bilo efikasnije posle primene rotirajućih, mašinskih instrumenata. Slični su bili i rezultati dobijeni za broj otvorenih tubula.

Različita efikasnost ispitivanih instrumenata je verovatno posledica njihovog različitog dizajna. Kada su u pitanju rotirajući instrumenti, razlika je mogla nastati i zbog specifičnosti NiTi legure od koje se izrađuju Twisted File instrumenti, kao i različite koničnosti i brzine rotacije ProTaper (varijabilna koničnost, 600 rpm) i Twisted File (konstantna koničnost, 800 rpm) instrumenata. U jednoj studiji poređena je sečivna efikasnost ovih instrumenata tokom primarne preparacije kanala i zaključeno je da su Twisted File instrumenti efikasniji i da kvalitetnije čiste zidove kanala u odnosu na ProTaper instrumente [246]. To je bio slučaj i u ovoj studiji, tokom ispitivanja istih instrumenata u svrhu retreatmana.

Rezultati ovog istraživanja su u saglasnosti sa rezultatima studije u kojoj su ProTaper R instrumenti bili inferiorniji u čišćenju zidova kanala u odnosu na ručne, Hedstrom instrumente [94]. U drugoj studiji, ProTaper instrumenti su bili inferiorniji u odnosu na mašinske, D-Race instrumente [165]. Takođe, u studiji sprovedenoj od strane Miglani i saradnika [164], kvalitet čišćenja zidova kanala nakon uklanjanja gutaperke ProTaper instrumentima bio je manji, u poređenju sa M-Two i R-Endo instrumentima. Međutim, neke studije koje su ispitivale efikasnost ProTaper instrumenata za retreatman, zaključile su upravo suprotno - da su ProTaper instrumenti uklonili najviše materijala sa zidova [120,159,166,169], dok druge studije nisu otkrile značajne razlike između ProTaper i drugih ispitivanih instrumenata [116,171]. Iriboz i sar. [120] ispitivali su efikasnost uklanjanja gutaperke i resilona pomoću rotirajućih instrumenata (ProTaper R i M-Two), bez poređenja sa ručnom tehnikom retreatmana. Oni su zaključili da su ispitivani mašinski sistemi bili efikasniji kada je uklanjana gutaperka, nego kada je uklanjana resilon. To je u saglasnosti sa rezultatima dobijenim tokom ovog ispitivanja i može se objasniti time da, gutaperka razmekšana toplotom nastalom od rotacije instrumenata, pruža manji otpor, te se može lakše ukloniti [19]. Međutim, za veću količinu rezidualnog materijala na zidovima

uzoraka opturiranih resilonom, jednim delom može biti odgovorna adhezivna veza kojom se ovaj materijal vezuje za zidove kanala [12,32]. Sa druge strane, resilon, koji je nešto termoplastičniji od gutaperke [104,106], može da ispolji veću fluidnost (“tečenje”) nego gutaperka, pa je moguće da se materijal u takvom obliku rotacijom instrumenata dodatno potiskuje na zidove kanala, u dentinske tubule i neravnine, odakle se kasnije teško može ukloniti [149].

Jedina objavljena studija u ovom trenutku, koja je ispitivala Twisted File instrumente u svrhu retreatmana [118] u poređenju sa ProTaper i Mtwo instrumentima, nije utvrdila razlike između ova tri rotirajuća instrumenta u kvalitetu čišćenja zidova kanala. To nije u saglasnosti sa rezultatima ove studije, u kojoj je postojala značajna razlika između rezultata dva ispitivana rotirajuća instrumenta. U cilju potvrde efikasnosti čišćenja zidova kanala korena Twisted File instrumentima u procedurama retreatmana potrebna su dalja istraživanja.

Mnoga istraživanja zaključuju da nijedna od ispitivanih metoda retreatmana ne uspeva u potpunosti da očisti zidove kanala korena [20,29,113,147,150,245]. Takođe, istraživanja navode, da kvalitet čišćenja zidova nakon retreatmana nije isti u svim delovima kanala. Iz tog razloga i tokom ovog ispitivanja, posmatrana je efikasnost čišćenja zidova posebno u koronarnoj, srednjoj i apikalnoj trećini kanala, na prethodno obeleženim nivoima, na 3, 8 i 12 mm od vrha korena zuba [130,149,219].

Najveći kvalitet čišćenja zidova kanala obično je prisutan u koronarnim trećinama, a nešto manje u srednjim trećinama kanala. Najmanji stepen čišćenja zidova kanala korena utvrđen je u apikalnoj trećini, što se pripisuje malom promeru kanala, većoj učestalosti anatomskih varijacija i otežanom pristupu instrumenata ovoj regiji [19,20,22,247].

Rezultati ove studije saglasni su sa rezultatima gore navedenih studija, s obzirom da nijedna ispitivana tehnika dezopturacije nije uspela u potpunosti da ukloni materijal za opturaciju sa zidova kanala, bez obzira u kojoj trećini je posmatrano; efikasnost čišćenja zidova kanala bila je najveća u koronarnoj trećini i progresivno se smanjivala prema apikalnoj trećini. Ovakvi rezultati dobijeni su i u drugim ispitivanjima [14,23,32,130,144,147,195,219,226,248]. Kada je kvalitet čišćenja zidova kanala posmatran u odnosu na broj otvorenih tubula, takođe je veći broj otvorenih tubula bio prisutan u koronarnim trećinama kanala i progresivno se smanjivao idući

ka apikalnoj trećini. Ovo je u saglasnosti sa nalazima nekih studija [147,195], dok su Horvath i saradnici veći broj otvorenih tubula uočili upravo u apikalnoj trećini [149].

Vrsta opturacionog materijala uticala je na količinu rezidualnog materijala u koronarnoj i srednjoj trećini kanala, pri čemu je na zidovima ostalo više resilona nego gutaperke. U apikalnoj trećini, kvalitet čišćenja zidova kanala bio je sličan, bez obzira koji je materijal uklanjan. Takođe, vrsta opturacionog materijala nije značajno uticala na broj otvorenih tubula, ni u jednoj trećini kanala. Mogući razlozi ovakvih rezultata u odnosu na vrstu opturacionog materijala su već obrazloženi.

Primena rastvarača u prezentovanoj studiji nije imala uticaja na kvalitet čišćenja zidova ni u jednoj posmatranoj trećini kanala. Ovo je u saglasnostima sa rezultatima drugih studija [21,82,85,147,149,171]. Međutim, u nekim studijama upotreba rastvarača imala je uticaj na poboljšano čišćenje zidova u apikalnoj trećini kanala [22,151]. U ispitivanju efikasnosti Mtwo instrumenata, sa ili bez upotrebe rastvarača (hloroform/Endosolv R), zaključeno je da je upotreba Endosolv R rastvarača uticala na kvalitetnije čišćenje zidova u srednjoj i apikalnoj trećini kanala korena [146].

Iako uticaj upotrebe rastvarača u prikazanoj studiji nije bio statistički značajan, uočen je veći broj otvorenih tubula u uzorcima gde nije upotrebljen rastvarač. Ovo je suprotno u odnosu na detektovanu količinu materijala na zidovima kanala, gde je nešto veća količina materijala zaostala upravo u grupama u kojima nije primenjen rastvarač. Ovo bi se moglo objasniti razlikom u uveličanjima SEM-a, na kojima je posmatrana količina rezidualnog materijala (500x) i broj otvorenih tubula (1000x). Kao što je već ranije pomenuto, verovatno je primena rastvarača dovela do stvaranja razmaznog sloja od rastvorenog materijala [86], pa je mali broj tubula ostao otvoren. Ovo je u saglasnosti sa zapažanjima istraživanja, u kojima je nakon procene količine rezidualnog materijala drugim metodama (RTG i stereomikroskop), SEM-om na većim uveličanjima utvrđeno postojanje debrisa i razmaznog sloja u svakom uzorku koji je delovao da je potpuno bez ostataka materijala [148,195].

U prezentovanom istraživanju, upotreba različitih instrumenata imala je uticaj na kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala, pri čemu je najveća količina materijala bila prisutna nakon upotrebe ProTaper instrumenata, a najmanja, kada su korišćene Hedstrom turpije. Razlika u efikasnosti instrumenata u srednjoj i apikalnoj trećini nije bila značajna. U apikalnoj trećini kanala su čak sva tri instrumenta pokazala slične rezultate kvaliteta čišćenja zidova. Rezultati za

broj otvorenih tubula u saglasnosti su sa ovim rezultatima. Materijal iz koronarnih i srednjih trećina kanala najbolje je uklanjan Hedstrom instrumentima. Neki autori su uočili da dizajn i karakteristike instrumenata, kao i način njihove upotrebe mogu da utiču na količinu materijala koji ostaje u kanalnom sistemu [105]. Najverovatnije da je ovo razlog za efikasnije čišćenje zidova Hedstrom turpijama u koronarnim i srednjim trećinama kanala, jer se ovi instrumenti, pri cirkumferencijalnim pokretima turpijanja, najviše oslanjaju upravo na ove zidove kanala. Ovo je u skladu sa studijom Betti i saradnika [86] u kojoj je ručnim instrumentima bolje uklanjan materijal sa zidova koronarne i srednje trećine, u poređenju sa mašinskim GPX instrumentima. Druga grupa autora ispitala je pomoću mikro-CT-a količinu preostalog materijala i uklonjenog dentina sa zidova i zaključili su da je Hedstrom instrumentima uklonjeno značajno više dentina nego ProTaper instrumentima [213]. Rezultati suprotni ovima prikazani su u istraživanju Hülsmann-a i Bluhm-a [151], kada je Hedstrom instrumentima postignuto bolje čišćenje zidova u apikalnoj trećini, a ProTaper instrumenti su bili efikasniji u koronarnim i srednjim trećinama.

U skladu sa rezultatima prezentovane studije, većina istraživanja takođe zaključuje da su najveće količine materijala zaostajale u apikalnoj trećini kanala [15,21,209]. Zbog malog promera kanala i anatomskih nepravilnosti ove regije, izuzetno je teško, ako ne i nemoguće, usmeriti vrh instrumenta, tako da dodiruje sve zidove apikalne regije. Neki autori tvrde da je re-preparaciju apikalnih delova kanala bolje sprovesti ručnim, kontrolisanim pokretima, i da je ručnim instrumentima moguća bolje čišćenje, makar izolovanih delova kanala [151]. Ovo nije u skladu sa rezultatima studije u kojoj su mašinski instrumenti (ProTaper) u apikalnoj trećini bili značajno efikasniji u poređenju sa Hedstrom turpijama [158]. U prezentovanoj studiji, čišćenje zidova u apikalnoj trećini kanala takođe je bilo nešto efikasnije kada su upotrebljeni mašinski Twisted File instrumenti, ali ova razlika nije bila statistički značajna.

Rezultati in vitro studija ukazuju na potrebu povećanja dijametra kanala i veličine apikalne preparacije u toku endodontskog retreatmana, što može doprineti potpunijem uklanjanju materijala sa zidova kanala [18,23,32,195]. Na taj način bi se, uklanjanjem sloja dentina, ujedno uklonili i delovi tubula u kojima se nalaze ostaci materijala/silera. Velika je verovatnoća da se upravo u apeksnim delovima kanala nalazi najveći broj bakterija odgovornih za infekciju, pa je stoga važno sprovesti čišćenje i oblikovanje apikalne regije u što većoj meri [22]. S obzirom da u apikalnoj trećini uporno zaostaju najveće količine materijala, šira preparacija koronarnog i srednjeg dela kanala mogla bi da olakša uklanjanje materijala iz apikalne trećine [32] i omogućiti

bolju distribuciju iriganasa u taj region. Roggendorf i saradnici [228] ispitivali su pomoću mikro-CT-a uticaj uvećanja kanalne preparacije na kvalitet čišćenja zidova kanala i zaključili da je povećanje preparacije za dve veličine više od inicijalne preparacije dovela do značajne redukcije količine preostalog materijala. Isto su zaključili i Hassanloo i saradnici u svojoj studiji [32].

Tokom ovog istraživanja, repreparacija kanala načinjena je instrumentima do veličine #40 master preparacije (tri veličine veće od primarne veličine #25). Međutim, to nije bilo dovoljno da se materijal sa zidova kanala u potpunosti ukloni, naročito u apikalnoj trećini. Čak i u koronarnim i srednjim trećinama, gde nije bilo veće količine materijala na zidovima, u dentinskim tubulima često su bili prisutni smolasti produžeci silera. Slični rezultati čistoće zidova kanala uočeni su u studijama gde je nakon uklanjanja gutaperke i AHplus paste, ručnim i mašinskim instrumentima, takođe uvećan dijametar kanala do veličine #40 [219,224].

Pregled literature ne navodi nijedan konkretan podatak o veličini do koje je neophodno povećati preparaciju kanala tokom retreatmana. Međutim, treba imati na umu da prekomerna repreparacija, zbog dodatnog uklanjanja dentina, može rezultovati slabljenjem preostale zubne strukture i povećanim rizikom od apikalne transportacije, usecanja (eng. *stripping*) i ispravljanja kanala, i posledične vertikalne frakture korena [32,180]. Sa druge strane, čini se da šira preparacija kanala od prvobitne, predstavlja jedini način za poboljšanje kvaliteta čišćenja zidova kanala nakon endodontskog retreatmana, naročito kada se izvodi u otežanim, kliničkim uslovima [32].

Tokom ovog istraživanja, po uzoru na druge studije [130,144,149,218], pri konstrukciji uzorka formirana je i kontrolna grupa od 5 zuba, čiji kanali nisu opturisani, već su samo preparisani i ispirani na isti način kao i uzorci eksperimentalne grupe. Zidovi kanala kontrolne grupe takođe su posmatrani pod SEM-om i određena je količina debrisa i broj otvorenih tubula, prema istim kriterijumima kao i u eksperimentalnoj grupi. Na ovaj način provereno je postojanje i stepen nečistoća na zidovima kanala, koje ne potiču od ostataka opturacionih materijala. Prema nekim autorima, količina debrisa i razmaznog sloja u kontrolnim uzorcima može biti čak i veća u odnosu na uzorke iz kojih je uklanjan materijal za punjenje [144], što ukazuje na nemogućnost adekvatnog čišćenja zidova kanala već u toku primarne endodontske instrumentacije. Međutim, u drugim studijama čišćenje zidova kanala bila je najefikasnije upravo u kontrolnoj grupi

[130,149,218]. Takođe, i u ovoj studiji, kvalitet čišćenja zidova kanala i broj otvorenih tubula bio je nešto veći u kontrolnoj grupi u odnosu na celokupnu eksperimentalnu grupu, ali razlike nisu bile statistički značajne. Međutim, kada su rezultati kvaliteta čišćenja zidova kanala, u svakoj pojedinačnoj eksperimentalnoj grupi (u odnosu na sve ispitivane faktore), upoređeni sa rezultatima kontrolne grupe, uočene su značajne razlike između pojedinih rezultata. Razlika u odnosu na kontrolnu grupu bila je najznačajnija kada je tokom retreatmana uklanjan resilon materijal bez upotrebe rastvarača, bez obzira koji su instrumenti korišćeni za retreatman, iz čega se može zaključiti da se ovaj materijal teško uklanja sa zidova kanala.

Takođe, efikasnost čišćenja zidova kanala u uzorcima kontrolne grupe bila je veća u odnosu na uzorke eksperimentalne grupe u svakoj trećini kanala, ali statistički značajne razlike postojale su samo u srednjoj trećini kanala, gde su zidovi uzoraka kontrolne grupe bili značajno bolje očišćeni nego zidovi uzoraka eksperimentalne grupe. Ovo je u saglasnosti sa nalazima Keles i saradnika [218], dok su u drugim studijama [149,249] razlike u odnosu na kontrolnu grupu bile značajne u svakoj trećini kanala. U ovoj studiji, u apikalnoj trećini, je bila prisutna veća količina debrisa i u kontrolnoj grupi. Razlike u broju otvorenih tubula između eksperimentalne i kontrolne grupe nisu bile značajne ni u jednoj trećini kanala.

Potpuno uklanjanje dentinskog debrisa, razmaznog sloja i opturacionog materijala sa zidova kanala ne garantuje uspeh endodontske terapije ili retreatmana, kao što se ne može pouzdano tvrditi da će upravo njihovo prisustvo dovesti do neuspeha [149]. Međutim, u slučajevima neadekvatne primarne preparacije i opturacije kanala, uklanjanje materijala u što većoj meri tokom retreatmana je izuzetno važno, kako bi se otkrili ostaci nekrotičnog tkiva i bakterije, odgovorne za infekciju i omogućio pristup svim delovima kanalnog sistema, radi detaljne hemomehaničke reinstrumentacije [68].

6.3. Diskusija rezultata ispitivanja vremena koje je potrebno za retreatman

Tokom ovog ispitivanja, po uzoru na prethodne studije [29,84,86,150,213,228], mereno je vreme potrebno za dezopturaciju (T1), vreme potrebno za reparaciju kanala (T2), kao i ukupno vreme potrebno za retreatman (T1+T2). U nekim studijama, mereno je samo efektivno (ukupno) vreme retreatmana [17,25,112,155,160], dok je u drugim istraživanjima uključeno i vreme potrebno za irigaciju kanala i promenu instrumenata [20,32].

Tokom ovog ispitivanja, ukupno vreme potrebno za retreatman kretalo se u rasponu od 85-500 sekundi (u proseku 214 s), što je slično vrednostima dobijenim u drugim ispitivanjima [17,23,29,105,150,228]. Prosečno vreme potrebno za uklanjanje središnjeg dela punjenja (T1) bilo je nešto duže i iznosilo je 133,61 sekundu, dok je prosečno T2 vreme iznosilo 79,92 sekunde.

Razlike u vrednostima T1 vremena bile su statistički značajne u odnosu na vrstu materijala koji je uklanjan, u odnosu na upotrebu rastvarača, kao i u odnosu na različite instrumente koji su korišćeni za dezopturaciju. Za uklanjanje resilona bilo je potrebno značajno manje vremena, nego za uklanjanje gutaperke. Primena rastvarača značajno je skratila T1 vreme (2,5 puta) u odnosu na vreme koje je bilo potrebno za dezopturaciju kanala kada nije korišćen rastvarač. Dezopturacija kanala ubedljivo je najduže trajala kada su korišćeni ručni instrumenti, a čak 5 puta kraće kada su korišćeni rotirajući, ProTaper instrumenti. ProTaper instrumentima je najbrže uklanjano kanalno punjenje u svim grupama, bez obzira na vrstu materijala ili upotrebu rastvarača. Iz ovoga se može pretpostaviti da je veća brzina uklanjanja materijala ProTaper instrumentima verovatno posledica njihovog dizajna, specijalno konstruisanog za procedure retreatmana [29].

Razlike u prosečnim vrednostima T2 vremena bile su statistički značajne u odnosu na vrstu uklanjanog materijala i u odnosu na instrumente korišćene tokom retreatmana. U odnosu na materijal koji je uklanjan, zanimljivo je to da se gutaperka tokom T1 vremena sporije uklanjala u odnosu na resilon, a tokom T2 vremena je bilo obrnuto - resilon se uklanjao sporije u odnosu na gutaperku. Ovo bi se moglo pripisati adhezivnom sistemu kojim se resilon vezuje za zidove

kanala, formirajući tzv. “monoblok” [12,32,112], zbog čega se ovaj materijal verovatno teže uklanja sa samih zidova kanala, dok je prolazak kroz središnji deo resilon poena brži i lakši nego kroz gutaperka poen. Verovatno je iz istih razloga, svim instrumentima tokom T2 perioda, a naročito Hedstrom turpijama, trebalo nešto više vremena za instrumentaciju uzoraka opturisanih resilonom nego uzoraka opturisanih gutaperkom. Za repreparaciju ručnim instrumentima trebalo je najviše vremena, bez obzira na vrstu opturacionog materijala i primenu rastvarača. Od dva ispitivana rotirajuća instrumenta, Twisted File instrumentima trebalo je značajno manje vremena za repreparaciju kanala, nego Protaper instrumentima tokom T2 vremena, što je obrnuto u odnosu na rezultate T1 vremena, kada je uklanjanje materijala bilo brže ProTaper instrumentima. Ovakav nalaz verovatno je posledica različitih dizajna ovih instrumenata; ProTaper R instrumenti su specijalno dizajnirani za uklanjanje materijala, dok su Twisted File instrumenti prvenstveno namenjeni za primarnu preparaciju zidova kanala. Osim toga, Twisted File instrumenti pokretani su na nešto većem broju obrtaja (800 i 500 rpm) u odnosu na ProTaper instrumente (600 i 300 rpm), što je takođe moglo doprineti bržoj repreparaciji uzoraka. Statistička analiza pokazala je da primena rastvarača nije uticala na prosečne vrednosti T2 vremena. Ovo se može objasniti time što u toku T2 vremena rastvarač praktično nije ni bio primenjivan. Međutim, u podgrupama u kojima je korišćen rastvarač, T2 vreme je ipak bilo nešto kraće nego kada nije korišćen rastvarač. To je verovatno posledica toga što je rastvarač koji je upotrebljen tokom T1 vremena, doveo i do razmekšanja materijala koji je zaostao na zidovima kanala, što je moglo da utiče na nešto bržu repreparaciju.

Razlike u rezultatima ukupnog vremena (T1+T2) potrebnog za retreatman bile su statistički značajne u odnosu na korišćene instrumente i u odnosu na upotrebu rastvarača. Vrsta materijala za opturaciju nije uticala na ukupno vreme potrebno za retreatman, iako je uticaj materijala postojao u pojedinačnim vremenima T1 i T2. Tokom T1 vremena brže je uklanjan resilon, a tokom T2 vremena brže je uklanjan gutaperka, zbog čega uticaj materijala na ukupno vreme nije došao do izražaja. Ovakav nalaz je saglasan sa rezultatima studija koje su poredile uklanjanje gutaperke i resilona različitim instrumentima, pri čemu u tim studijama nije mereno pojedinačno vreme T1 i T2 [148,209]. Međutim, rezultati prezentovane studije se razlikuju od studija u kojima je resilon sporije uklanjano [32,112,245], odnosno od studija u kojima je resilon brže uklanjano [23,105,144], u odnosu na gutaperku. Oprečni rezultati istraživanja bi se mogli

objasniti različitim eksperimentalnim protokolom i upotrebom različitih instrumenata za retreatman ove dve vrste materijala.

Upotreba rastvarača je skoro dvostruko skratila ukupno vreme potrebno za retreatman. Rastvarač je podjednako uticao na skraćenje ukupnog vremena tokom uklanjanja obe vrste opturacionog materijala, sa svakim od ispitivanih instrumenata. Iz ovoga se može zaključiti da hloroform podjednako dobro rastvara i gutaperku i resilon. Ovakvi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima grupe istraživača koji su ispitivali uticaj primene hloroforma na brzinu uklanjanja resilona i gutaperke mašinskim K3 turpijama [32]. U nekim ispitivanjima primena rastvarača dovela je do sporijeg uklanjanja gutaperke rotirajućim instrumentima [86,152], dok u drugim ispitivanjima upotreba rastvarača nije imala uticaja na brzinu uklanjanja [95,151]. Postoji veliki broj istraživanja koja su u okviru svog eksperimentalnog dizajna ispitivala uticaj upotrebe nekog od rastvarača na kvalitet čišćenja zidova, ali nažalost, u malom broju studija je ispitivan uticaj upotrebe rastvarača na vreme potrebno za retreatman. Takođe, u većini studija nije uključena ni kontrolna grupa (bez rastvarača), zbog čega je ograničena mogućnost poređenja rezultata ove studije sa rezultatima drugih studija.

U ovoj studiji, ručnim instrumentima trebalo je najviše vremena za retreatman, dok je mašinskim instrumentima vreme bilo približno 2 puta kraće (Twisted File), odnosno 3,5 puta kraće (ProTaper). Ovakvu vremensku efikasnost različitih NiTi mašinskih sistema potvrdilo je više studija [22,23,25,31,84,95,151,217]. Grupa autora, pri poređenju Hedstrom instrumenata i tri rotirajuća sistema, navela je najkraće vreme retreatmana potrebno sa ProTaper instrumentima, u odnosu na Flexmaster, GT i Hedstrom instrumente [151]. U nekoliko studija, retreatman ProTaper i Mtwo instrumentima bio je značajno brži u odnosu na Hedstrom turpije [160,195,210]. Superiornost ProTaper instrumenata u odnosu na ručne turpije potvrđena je i u drugim studijama [29,152,158].

Mašinski instrumenti mogu biti veoma delotvorni za brzo uklanjanje materijala iz kanala. Osim što rotacijom i specifičnim dizajnom navoja, usmeravaju materijal u koronarnom pravcu, dovode i do stvaranja frikcione toplote i dodatnog razmekšavanja materijala [29,84]. Međutim, većina ispitivanja retreatmana zaključuje da rotirajućim sistemima nije moguće u potpunosti ukloniti opturacioni materijal iz kanala [20,22,23,31,83,84,105,151,209,217]. S druge strane, na efikasnost retreatmana ručnim instrumentima najviše utiče veština terapeuta i primenjena tehnika [112], pri čemu je njihova upotreba često zamorna i vremenski zahtevna. Međutim, primena

ručnih instrumenata može rezultovati kvalitetnijim čišćenjem zidova kanala u odnosu na mašinske instrumente [19,25,28,86,94].

Inicijalna mašinska dezopturacija mogla bi uticati na skraćenje vremena potrebnog za retreatman, nakon čega bi dodatna primena ručnih instrumenata mogla povećati efikasnost uklanjanja rezidualnog materijala sa zidova kanala [112,155]. Ovakva kombinacija ručnih i mašinskih tehnika mogla bi dovesti do najoptimalnijih rezultata retreatmana.

6.4. Diskusija rezultata ispitivanja učestalosti oštećenja korišćenih instrumenata

Uprkos niskoj incidenci, lom endodontskih instrumenata predstavlja značajan klinički problem. Instrumenti od nerđajućeg čelika se obično deformišu pre lomljenja, međutim NiTi instrumenti se mogu slomiti bez bilo kakvih prethodno vidljivih znakova deformacije [201]. Lom NiTi instrumenata pune rotacije tokom kliničke upotrebe može biti rezultat prekomernog torzionog opterećenja, cikličnog zamora materijala ili kombinacije oba faktora [202–205]. Torzioni lom instrumenata nastaje uglavnom u blizini vrha instrumenta (gde je poprečni presek i metalna masa instrumenta manja) i obično pokazuje znake plastične deformacije, kao što su odmotavanje ili uvijanje u blizini mesta loma [202,203]. Ciklični zamor nastaje kada se instrument slobodno rotira u zakrivljenom kanalu, pri čemu do loma dolazi na mestu njegove maksimalne zakrivljenosti [201]. Tokom ovog ispitivanja, instrumenti su korišćeni u pravim kanalima, tako da je opasnost od loma usled cikličnog zamora bila minimalna.

Da bi se smanjila opasnost od loma instrumenata, treba voditi računa o broju upotreba instrumenta i poštovati uputstva proizvođača o načinu primene. Imajući u vidu da ne postoji zvaničan stav o preporučenom broju korišćenja NiTi instrumenata pune rotacije [202], tokom ovog istraživanja, svaki instrument je upotrebljen za dezopturaciju i ponovnu instrumentaciju maksimalno pet kanala, po uzoru na druge studije o efikasnosti retreatmana [14,118,150,159,218,219]. Na ovaj način je ujedno obezbeđena slična sečivna efikasnost instrumenta tokom obrade svakog uzorka. Ukoliko je nastalo oštećenje u vidu plastične deformacije ili frakture, instrument je odbačen i zamenjen novim.

U ovom istraživanju ispitivana je učestalost oštećenja instrumenata tokom retreatmana kanala korena, i to jedne vrste čeličnih, ručnih instrumenata (Hedstrom) i dve vrste NiTi instrumenata pune rotacije (Protaper R i Twisted File). Prethodna ispitivanja pokazala su da je upotreba NiTi rotirajućih instrumenata bezbedna i efikasna za uklanjanje materijala za opturaciju [14,17,20,23,25,31,84,151,158,209]. Tokom ispitivanja različitih instrumenata u svrhu retreatmana, u mnogim studijama nije nastala fraktura nijednog instrumenta [29,85,160,226].

U ovom istraživanju utvrđeno je da postoje veoma značajne razlike između ispitivanih instrumenata u odnosu na učestalost njihovog oštećenja. Najmanji procenat oštećenja imali su instrumenti tipa ProTaper (2,4% - 1 instrument), zatim Hedstrom instrumenti sa učestalošću oštećenja od 9,1% (4 instrumenta), a Twisted File instrumenti su bili oštećeni u čak 48,4% slučajeva (30 instrumenata). Vrsta materijala koja je uklanjana tokom retreatmana, kao ni primena rastvarača nisu imali uticaja na učestalost oštećenja instrumenata. Iz ovoga se može zaključiti da je velika učestalost oštećenja Twisted File instrumenata verovatno posledica određenog dizajna, kao i načina proizvodnje ovih instrumenata. S obzirom da su Twisted File instrumenti prvenstveno namenjeni za primarnu instrumentaciju kanala, moguće je da njihov dizajn ne odgovara u potpunosti za potrebe retreatmana, iako proizvođač i prikazi nekih slučajeva [172,250] navode mogućnost njihove upotrebe i u svrhu retreatmana. Veća duktilnost termički obrađene NiTi legure (eng. *M-wire*, *R-phase*) od koje se ovi instrumenti proizvode, kao i način njihove proizvodnje (uvrtanjem), dovode do različitih mehaničkih osobina [30], koje takođe mogu biti odgovorne za značajno češća oštećenja ovih instrumenata tokom retreatmana. U jednoj studiji, tokom ispitivanja fizičkih i mehaničkih karakteristika Twisted File i RaCe instrumenata, zaključeno je da su Twisted File instrumenti značajno fleksibilniji od RaCe instrumenata istog dijametra i da imaju slične vrednosti torzionog opterećenja, iako je mikrotvrdoća Twisted File instrumenata značajno manja [173].

Oštećenja instrumenata u toku ovog eksperimenta klasifikovana su i u odnosu na to da li je došlo do deformacije ili frakture instrumenata, pri čemu je utvrđeno da je fraktura nastala jedino u grupi Twisted File instrumenata. Ispitivanje efikasnosti Twisted File instrumenata u svrhu retreatmana objavljeno je samo u jednom istraživanju [118]. U toj studiji je takođe prijavljena fraktura, ali samo 2 instrumenta (#25/.08), dok je u ovoj studiji fraktura nastala kod 5 instrumenata (3 instrumenta #25/.08 i po jedan instrument #30/.06 i #35/.06).

Tokom eksperimentalnog dela ove studije, takođe je uočeno da su deformacije (u vidu odvijanja navoja) i frakture Twisted File instrumenata češće nastajale tokom dezopturacije, kada bi vrh instrumenta naišao na prepreku i prestao da napreduje kroz materijal za opturaciju. Za ovu pojavu, osim specifičnih karakteristika legure i načina proizvodnje Twisted File instrumenata, mogao bi biti odgovoran tup, neaktivan vrh instrumenta [174]. Kod ProTaper R sistema, koji je specijalno dizajniran za primenu u svrhu retreatmana, prvi instrument koji se koristi (D1) ima aktivan vrh, i olakšava penetraciju sledećih turpija kroz opturacioni materijal. Stoga, prethodna upotreba ručnih instrumenata malog promera, u kombinaciji sa rastvaračem ili toplotom, radi obezbeđenja prolaza Twisted File instrumentima kroz opturacioni materijal, možda bi mogla omogućiti bezbedniju upotrebu ovih instrumenata u svrhu retreatmana [112,172]. Takođe, drugačiji redosled primene Twisted File instrumenata koji bi bio sličniji redosledu primene instrumenata u sklopu ProTaper R sistema, mogao bi doprineti većoj bezbednosti tokom korišćenja ovih instrumenata u svrhu retreatmana. U tom smislu bi najpre trebalo da se koriste instrumenti sa većim apikalnim dijametrom (#30-35/.06) naizmenično sa instrumentima veće koničnosti (#25/.08 ili #25/.10). S obzirom da su Twisted File instrumenti bili efikasni pri uklanjanju materijala sa zidova kanala, neophodno je preispitati način njihove upotrebe sa tačke gledišta bezbednosti, kako bi se mogle dati preporuke za njihovu dalju upotrebu u svrhu retreatmana.

Rezultati ispitivanja oštećenja instrumenata dobijeni u ovoj studiji su u saglasnosti sa rezultatima drugih studija, koje su zaključile da pri upotrebi rotirajućih NiTi instrumenata, postoji veći rizik od frakture instrumenata u odnosu na ručne turpije [20,84,155,156]. Međutim, rezultati oštećenja dobijeni ispitivanjem ProTaper instrumenata (deformacija samo jednog instrumenta) u saglasnosti su i sa istraživanjima koja su zaključila da su NiTi rotirajući instrumenti, specifično dizajnirani za procedure retreatmana, bezbedni za upotrebu u pravim kanalima [151,195,200]. Tako, ProTaper instrumenti su se pokazali kao efikasni za uklanjanje kanalnog punjenja iz pravih, kao i iz zakrivljenih kanala, međutim značajno više oštećenja nastalo je tokom retreatmana zakrivljenih kanala [17,156]. U svakom slučaju, potrebna su dodatna ispitivanja NiTi rotirajućih instrumenata radi procene njihove efikasnosti, očuvanja kanalne morfologije i bezbednosti tokom retreatmana korenova sa komplikovanim kanalnim sistemima [118,158].

Za postizanje najoptimalnijih rezultata retreatmana, nekada je potrebno kombinovati različite instrumente, dok upotreba rastvarača može olakšati dezopturaciju i smanjiti pojavu komplikacija, poput lateralne perforacije kanala ili frakture instrumenta tokom retreatmana [160,251]. U okviru eksperimentalnih uslova ove studije, ProTaper instrumentima trebalo je najmanje vremena za retreatman, pri čemu su bili i najbezbedniji za primenu, međutim ovi instrumenti nisu bili toliko efikasni pri uklanjanju materijala sa zidova kanala, u odnosu na Twisted File i Hedstrom instrumente. Iz ovih razloga, moglo bi se preporučiti da se ProTaper R instrumenti koriste za inicijalno uklanjanje kanalnog punjenja, a da se Twisted File i/ili Hedstrom instrumenti upotrebe tokom dodatne preparacije kanala.

6.5. Diskusija rezultata ispitivanja apikalne transportacije materijala za punjenje tokom retreatmana

Transportacija materijala za punjenje i dentinskog debrisa kroz apikalni foramen može da dovede do inflamacije ili čak infekcije periradikularnih tkiva, s obzirom da oba ova supstrata mogu biti kontaminirana mikroorganizmima [184]. Posledica toga može biti narušavanje reparacionih procesa, a neretko i akutna egzacerbacija i potreba za hitnim, ponovnim zakazivanjem pacijenta [66,68,70,185].

Apikalna transportacija materijala i debrisa u in vivo uslovima može biti dosta manja, nego u in vitro uslovima, jer periradikularna tkiva mogu delovati kao prirodna barijera. Takođe, postoji pritisak od strane periapikalnih tkiva koji može da neutrališe pritisak u kanalu koji nastaje tokom instrumentacije i na taj način da smanji količinu apikalno transportovanog materijala [186].

Ispitivanja apikalne transportacije materijala najčešće su rađena pomoću kvantitativne metode, koja podrazumeva upotrebu specijalne aparature za kolekciju debrisa i irigansa [190,194] i merenje količine apikalno istisnutog materijala u gramima, nakon isparavanja nakupljene tečnosti. U nekim istraživanjima količina istisnutog materijala je vizuelno posmatrana pod lupom i ocenjivana pomoću skale od 4 stepena [84,195]. Zamerka ovom načinu određivanja količine apikalno transportovanog materijala je manja preciznost metode i određen stepen subjektivnosti. Međutim, činjenica je da u in vivo uslovima, mogućnost nastanka reakcije

periapikalnih struktura ne zavisi toliko od količine prebačenog materijala, koliko od njegovog infektivnog i antigenog potencijala [182], kao i odbrambenih mogućnosti domaćina.

U ovom istraživanju, korišćena je metoda vizuelne procene količine apikalno transportovanog materijala tokom retreatmana. Apikalna transportacija zabeležena je, u manjoj ili većoj meri, u svim grupama u odnosu na ispitivane faktore (vrsta uklanjanog materijal, upotreba rastvarača i različitih instrumenata). Ovakvi rezultati dobijeni su i u drugim istraživanjima [161,192,195,200,252]. Statistički značajne razlike postojale su u odnosu na vrstu opturacionog materijala koji je uklanjan tokom retreatmana. Može se zaključiti da je resilon češće i u većoj količini bio istisnut kroz apeks. Količina transportovanog materijala bila je najveća kada je resilon uklanjan uz primenu rastvarača. Iz ovoga se može zaključiti da se resilon mnogo lakše može istisnuti kroz apeks, naročito ako je prethodno razmekšan primenom rastvarača. Razlike u odnosu na rezultate apikalne transportacije tokom uklanjanja gutaperke verovatno su posledica veće termoplastičnosti resilona [104,106]. U istraživanju koje su sproveli Somma i saradnici, takođe metodom vizuelne procene, vrsta ispitivanih materijala (Gutaperka, Resilon, Endorez) nije imala uticaja na apikalnu ekstruziju opturacionog debrisa [195].

Instrumenti ispitivani u ovoj studiji značajno su uticali na razlike u transportaciji materijala preko apeksnog otvora, pri čemu su Twisted File instrumenti doveli do najmanje, a Hedstrom instrumenti do najveće transportacije materijala. Ovi rezultati su u saglasnosti sa rezultatima drugih studija u kojima je ručna tehnika sa Hedstrom turpijama dovela do veće transportacije materijala preko apeksnog otvora u odnosu na rotirajuće instrumente [20,156,161,190]. Manja količina apikalne transportacije materijala Protaper R instrumentima u poređenju sa ručnim K i H-turpijama, utvrđena je i u istraživanju koje su sproveli Huang i saradnici [188]. Ovo je objašnjeno time da mašinski sistemi zbog rotirajućih pokreta, kao i zbog specifičnog dizajna navoja, teže da izvlače materijal iz kanala i usmeravaju ga više u koronarnom nego u apikalnom pravcu [20,29,84]. S druge strane, tokom uklanjanje materijala ručnim instrumentima često se primenjuje malo veći apikalni pritisak, kako bi se olakšalo napredovanje instrumenta kroz kanalno punjenje. Studije koje su ispitivale uticaj tehnike kanalne preparacije na apikalnu transportaciju debrisa, takođe su zaključile da tehnike u kojima se instrumenti koriste pokretima potiskivanja, pa povlačenja iz kanala (eng. *push-pull*), često stvaraju veće količine debrisa, za razliku od krunično-apeksnih tehnika, koje se najčešće primenjuju pri radu sa rotirajućim instrumentima [197,198].

Međutim, neke studije su tokom retreatmana uočile upravo veću ekstruziju materijala kada su korišćeni mašinski instrumenti, što je u suprotnosti sa rezultatima ove studije. Tako su u jednoj studiji mašinski Protaper R i MTwo R instrumenti doveli do značajno veće transportacije materijala u odnosu na Hedstrom turpije [195]. Takođe, studija koja je utvrđivala volumen apikalno transportovanog materijala pomoću CT skenera, zaključila je da je Hedstrom instrumentima istisnuta manja količina materijala nego rotirajućim instrumentima (ProTaper, Race, K3) [166]. Nedavna studija poredila je efikasnost dva sistema pune rotacije (ProTaper i Hyflex) sa recipročnim sistemom (WaveOne) za uklanjanje materijala iz kanala [199]. Ekstruzija debrisa nastala je unutar svih grupa, a u najvećoj meri kada je retreatman sproveden pomoću recipročnog sistema, a zatim kada je materijal uklanjan ProTaper instrumentima. Druga istraživanja nisu utvrdila značajne razlike u količini apikalno transportovanog materijala pri upotrebi različitih instrumenata i tehnika retreatmana [20,84,145,155,158,200]. Na ovakve oprečne rezultate apikalne transportacije materijala tokom retreatmana verovatno utiče neujednačenost eksperimentalnog dizajna kao i korišćenih evaluacionih metoda.

Daljim poređenjem rezultata u okviru ove studije, uočeno je da je apikalna transportacija materijala sa svakim instrumentom bila manja u gutaperka grupi u odnosu na resilon grupu. Kada su posmatrani rezultati apikalne transportacije u odnosu na sve ispitivane faktore, uočeno je da su Hedstrom instrumenti doveli do najveće ekstruzije materijala, bez obzira na vrstu materijala ili upotrebu rastvarača tokom retreatmana. Međutim, kada su rotirajući instrumenti korišćeni sa rastvaračem, doveli su do značajno veće apikalne transportacije resilona. Verovatno da je uzrok tome veća termoplastičnost ovog materijala u odnosu na gutaperku [104,112], pri čemu je nastalo veće razmekšanje resilona zajedničkim dejstvom rastvarača i frikcione toplote, usled čega je materijal lakše istisnut kroz apeksni otvor. Studija koja je poredila apikalnu ekstruziju gutaperke nakon primene rotirajućih (Protaper R i K3) i ručnih instrumenata uz upotrebu hloroforma, nije uočila razlike između ispitivanih instrumenata, ali je zaključeno da apikalno usmeren pritisak, koji se primenjuje tokom retreatmana radi lakše penetracije instrumenta i rastvarača, može doprineti većoj količini apikalno transportovanog materijala i debrisa [158].

Na osnovu gore pomenutih rezultata, može se zaključiti da je apikalna transportacija materijala tokom retreatmana neminovna, ali da različiti faktori mogu uticati na količinu istisnutog materijala. Tako, mogla bi se preporučiti upotreba mašinskih NiTi instrumenata u cilju

smanjenja količine apikalno transportovanog materijala. U slučaju upotrebe ručnih instrumenata u svrhu retreatmana, neophodna je njihova pažljiva primena, bez velikog pritiska. Takođe, upotreba rastvarača u apikalnoj regiji treba da se svede na minimum. Stoga je neophodno odabrati najadekvatnije kombinacije različitih tehnika i instrumenata za retreatman, koje će, ne samo biti efikasne za brzo i potpuno uklanjanje materijala iz kanalnog prostora, već istovremeno obezbediti minimalne količine apikalno istisnutog materijala [200]. Na taj način bi se u kliničkoj praksi mogle izbeći ili makar smanjiti iritacije periapikalnih tkiva, koje mogu dovesti do nastanka bola i drugih nepotrebnih komplikacija.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih i analiziranih rezultata istraživanja endodontskog retreatmana kanala korena zuba, različitim instrumentima i tehnikama dezopturacije dve vrste materijala za kanalno punjenje, izvedeni su sledeći zaključci:

1. Kvalitet čišćenja zidova kanala nakon uklanjanja gutaperke je veći nego nakon uklanjanja resilona, dok je broj otvorenih dentinskih kanalića bio sličan u obe grupe materijala.
2. Upotreba rastvarača ne utiče značajno na povećanje kvaliteta čišćenja zidova kanala, kao ni na povećanje broja otvorenih dentinskih tubula.
3. Dizajn i vrsta endodontskih instrumenata korišćenih za retreatman utiče na kvalitet čišćenja zidova kanala.
4. Kvalitet čišćenja zidova kanala, kao i broj otvorenih tubula najveći je nakon dezopturacije kanala korena Twisted File instrumentima, nešto manji nakon primene Hedstrom turpija, a najmanji nakon retreatmana ProTaper instrumentima. Hedstrom instrumentima se bolje uklanja resilon, dok se gutaperka efikasnije uklanja rotirajućim instrumentima.
5. Nijedna metoda retreatmana ne obezbeđuje potpuno čiste zidove kanala, ni u odnosu na ceo kanal, ni posmatrano u različitim trećinama kanala.
6. Kvalitet čišćenja zidova kanala i broj otvorenih tubula najveći je u koronarnoj trećini kanala i progresivno se smanjuje prema apikalnoj trećini.
7. Vrsta uklanjanog materijala i instrumenata korišćenih za retreatman utiče na kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala. Kvalitet čišćenja zidova u koronarnoj trećini kanala je veći nakon uklanjanja gutaperke i nakon upotrebe ručnih Hedstrom turpija.
8. Najmanji kvalitet čišćenja zidova kanala i najmanji broj otvorenih tubula nađen je u apikalnim trećinama kanala kod svih ispitivanih uzoraka; nijedan od ispitivanih faktora ne utiče na čistoću i broj otvorenih tubula u apikalnoj trećini kanala.
9. Uvećanje dijametra kanala i veličine apikalne preparacije za 3 veličine više od veličine inicijalne preparacije (sa #25 na #40) nije dovoljno da se u potpunosti ukloni materijal sa zidova kanala, naročito u apikalnoj trećini.
10. Ukupno vreme za retreatman kanala korena u proseku iznosi 214 sekundi.

11. Rotirajući, mašinski pokretani instrumenti značajno skraćuju vreme potrebno za endodontski retreatman u poređenju sa ručnim instrumentima.
12. Upotreba rastvarača značajno skraćuje vreme potrebno za retreatman, a hloroform podjednako dobro rastvara i gutaperku i resilon.
13. Najveća učestalost oštećenja instrumenata uočena je prilikom upotrebe Twisted File instrumenata, a najmanja učestalost uočena je nakon primene ProTaper instrumenata. ProTaper Retreatment rotirajući instrumenti, specifično dizajnirani za procedure retreatmana, bezbedni su za upotrebu u pravim kanalima.
14. Apikalna transportacija materijala tokom retreatmana je neminovna i značajno je veća tokom uklanjanja resilona nego tokom uklanjanja gutaperke.
15. Dizajn i tehnika primene endodontskih instrumenata korišćenih za retreatman utiče na količinu apikalno istisnutog materijala i najveća je pri upotrebi ručnih Hedstrom turpija, a najmanja pri upotrebi Twisted File rotirajućih NiTi instrumenata.

8. LITERATURA

- [1] Nair PN. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J* 2006;39:249–81.
- [2] Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod* 1992;18:625–7.
- [3] De Chevigny C, Dao T, Basrani B, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, et al. Treatment outcome in Endodontics: the Toronto study. Phases 3 and 4: Orthograde retreatment. *J Endod* 2008;34:131–7.
- [4] Del Fabbro M, Taschieri S, Testori T, Francetti L, Weinstein RL. Surgical versus non-surgical endodontic re-treatment for periradicular lesions (Review). *Cochrane Libr* 2008:1–17.
- [5] Ruddle CJ. Nonsurgical retreatment. *J Endod* 2004;30:827–45.
- [6] Friedman S. Endodontic retreatment. *Alpha Omegan* 1990;83:32–7.
- [7] Friedman S, Abitbol S, Lawrence HP. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase 1: initial treatment. *J Endod* 2003;29:787–93.
- [8] Friedman S. Considerations and concepts of case selection in the management of post-treatment endodontic disease (treatment failure). *Endod Top* 2002;1:54–78.
- [9] Stabholz A, Friedman S. Endodontic retreatment-Case selection and technique. Part 2: Treatment planning for retreatment. *J Endod* 1988;14:607–14.
- [10] Chandra A. Discuss the factors that affect the outcome of endodontic treatment. *Aust Endod J* 2009;35:98–107.
- [11] Grossman L. *Endodontic Practice*. 10th ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1981.
- [12] Shipper G, Ørstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod* 2004;30:342–7.
- [13] Teixeira FB and Trope M. Gutta-percha-the end of an era? *Alpha Omegan* 2004;97:16–22.
- [14] Kosti E, Lambrianidis T, Economides N, Neofitou C. Ex vivo study of the efficacy of H-files and rotary Ni-Ti instruments to remove gutta-percha and four types of sealer. *Int Endod J* 2006;39:48–54.

- [15] Schirrmeister JF, Hermanns P, Meyer KM, Goetz F, Hellwig E. Detectability of residual Epiphany and gutta-percha after root canal retreatment using a dental operating microscope and radiographs-an ex vivo study. *Int Endod J* 2006;39:558–65.
- [16] Sundqvist G, Figdor D, Persson S, Sjögren U. Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;85:86–93.
- [17] Schirrmeister JF, Wrbas KT, Meyer KM, Altenburger MJ, Hellwig E. Efficacy of Different Rotary Instruments for Gutta-Percha Removal in Root Canal Retreatment. *J Endod* 2006;32:469–72.
- [18] Friedman S, Moshonov J, Trope M. Efficacy of removing glass ionomer cement, zinc oxide eugenol and epoxy resin sealers from retreated root canals. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* 1992;73:609–12.
- [19] Bramante CM and Betti LV. Efficacy of Quantec rotary instruments for gutta-percha removal. *Int Endod J* 2000;33:463–7.
- [20] Imura N, Kato AS, Hata G-I, Uemura M, Toda T, Weine F. A comparison of the relative efficacies of four hand and rotary instrumentation techniques during endodontic retreatment. *Int Endod J* 2000;33:361–6.
- [21] Sae-Lim V, Rajamanickam I, Lim BK, Lee HL. Effectiveness of Profile .04 taper rotary instruments in endodontic retreatment. *J Endod* 2000;26:100–4.
- [22] Ferreira J, Rhodes J, Pitt Ford T. The efficacy of gutta-percha removal using ProFiles. *Int Endod J* 2001;34:267–74.
- [23] Ezzie E, Fleury A, Solomon E, Spears R, He J. Efficacy of retreatment techniques for a resin-based root canal obturation material. *J Endod* 2006;32:341–4.
- [24] Barletta FB, Rahde NDM, Limongi O, Moura AAM, Zanesco C, Mazocatto G. In vitro comparative analysis of 2 mechanical techniques for removing gutta-percha during retreatment. *J Can Dent Assoc (Tor)* 2007;73:65–65e.
- [25] Zmener O, Pameijer CH, Banegas G. Retreatment efficacy of hand versus automated instrumentation in oval-shaped root canals: an ex vivo study. *Int Endod J* 2006;39:521–6.
- [26] Tamse A, Unger U, Metzger Z, Rosenberg M. Gutta-percha solvents – a comparative study. *J Endod* 1986;12:337–9.

- [27] Wilcox L. Endodontic retreatment with halothane versus chloroform solvent. *J Endod* 1995;21:305–7.
- [28] Ünal GC, Kaya BU, Taç AG, Keçeci AD. A comparison of the efficacy of conventional and new retreatment instruments to remove gutta-percha in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J* 2009;42:344–50.
- [29] Gu L-S, Ling J-Q, Wei X, Huang X-Y. Efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from root canals. *Int Endod J* 2008;41:288–95.
- [30] Hou X, Yahata Y, Hayashi Y, Ebihara A, Hanawa T, Suda H. Phase transformation behaviour and bending property of twisted nickel-titanium endodontic instruments. *Int Endod J* 2011;44:253–8.
- [31] Masiero AV, Barletta FB. Effectiveness of different techniques for removing gutta-percha during retreatment. *Int Endod J* 2005;38:2–7.
- [32] Hassanloo A, Watson P, Finer Y, Friedman S. Retreatment efficacy of the Epiphany soft resin obturation system. *Int Endod J* 2007;40:633–43.
- [33] Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of root canal obturation: A three-dimensional in vitro study. *J Endod* 2009;35:541–4.
- [34] Ørstavik D, Pitt Ford T. Apical periodontitis: microbial infection and host responses. In: Ørstavik D, Pitt Ford T, editors. *Essential endodontology. Prevention and treatment of apical periodontitis*. Oxford: Blackwell Science; 1998.
- [35] Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. 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.
- [36] Sjögren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endodon* 1990;16:498–504.
- [37] Siqueira JF, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod* 2008;34.
- [38] Kvist T. Endodontic retreatment. Aspects of decision making and clinical outcome. *Swed Dent J* 2001;Suppl 144:1–57.
- [39] Bergenholtz G. Controversies in Endodontics. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004;15:99–114.

- [40] Friedman S, Mor C. The Success of endodontic therapy - healing and functionality. *Dent South Africa* 2002;7:22–34.
- [41] Salehrabi R, Rotstein I. Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. *J Endod* 2004;30:846–50.
- [42] Kirkevang LL, Væth M, Wenzel A. Ten-year follow-up of root filled teeth: A radiographic study of a Danish population. *Int Endod J* 2014;980–8.
- [43] Sunay H, Tanalp J, Dikbas I, Bayirli G. Cross-sectional evaluation of the periapical status and quality of root canal treatment in a selected population of urban Turkish adults. *Int Endod J* 2007;40:139–45.
- [44] Loftus JJ, Keating AP, McCartan BE. Periapical status and quality of endodontic treatment in an adult Irish population. *Int Endod J* 2005;38:81–6.
- [45] Georgopoulou MK, Spanaki-Voreadi AP, Pantazis N, Kontakiotis EG. Frequency and distribution of root filled teeth and apical periodontitis in a Greek population. *Int Endod J* 2005;38:105–11.
- [46] Lupi-Pegurier L, Bertrand M-F, Muller-Bolla M, Rocca JP, Bolla M. Periapical status, prevalence and quality of endodontic treatment in an adult French population. *Int Endod J* 2002;35:690–7.
- [47] Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: Systematic review of the literature - Part 2. Influence of clinical factors. *Int Endod J* 2008;41:6–31.
- [48] Ng YL, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: Systematic review of the literature - Part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J* 2007;40:921–39.
- [49] Farzaneh M, Abitbol S, Lawrence HP, Friedman S. Treatment outcome in endodontics-the Toronto Study. Phase II: initial treatment. *J Endod* 2004;30:302–9.
- [50] Marquis VL, Dao T, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: The Toronto Study. Phase III: Initial treatment. *J Endod* 2006;32:299–306.
- [51] De Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, et al. Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study-Phase 4: Initial Treatment. *J Endod* 2008;34:258–63.

- [52] Ng YL, Mann V, Gulabivala K. Outcome of secondary root canal treatment: A systematic review of the literature. *Int Endod J* 2008;41:1026–46.
- [53] Ingle J, Simon J, Machtou P, Bogaerts P. Outcome of Endodontic Treatment and Re-Treatment. In: *Ingle's Endodontics* 2002:747–68.
- [54] Chugal NM, Clive JM, Spångberg LSW. Endodontic treatment outcome: effect of the permanent restoration. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* 2007;104:576–82.
- [55] Siqueira JJ. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *Int Endod J* 2001;34:1–10.
- [56] Wilcox LR, Krell KV, Madison S, Rittman B. Endodontic retreatment: Evaluation of gutta-percha and sealer removal and canal reinstrumentation. *J Endod* 1987;13:453–7.
- [57] Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Figdor D. Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *Int Endod J* 2002;35:221–8.
- [58] Molander A, Reit C, Dahlén G, Kvist T. Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* 1998;31:1–7.
- [59] Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: Its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod* 2006;32:93–8.
- [60] Sedgley CM, Lennan SL, Appelbe OK. Survival of *Enterococcus faecalis* in root canals *ex vivo*. *Int Endod J* 2005;38:735–42.
- [61] Figdor D, Davies JK, Sundqvist G. Starvation survival, growth and recovery of *Enterococcus faecalis* in human serum. *Oral Microbiol Immunol* 2003;18:234–9.
- [62] Reit C, Kvist T. Endodontic retreatment behaviour: the influence of disease concepts and personal values. *Int Endod J* 1998;31:358–63.
- [63] Lovdahl P. Endodontic retreatment. *Dent Clin North Am* 1992;36:473–90.
- [64] Torabinejad M, Corr R, Handysides R, Shabahang S. Outcomes of Nonsurgical Retreatment and Endodontic Surgery: A Systematic Review. *J Endod* 2009;35:930–7.
- [65] Cohn SA. Treatment choices for negative outcomes with non-surgical root canal treatment: non-surgical retreatment vs. surgical retreatment vs. implants. *Endod Top* 2005;11:4–24.

- [66] Gilbert OB, Rice RT, Miss J. Re-treatment in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987;64:333–8.
- [67] Kvist T, Reit C. The perceived benefit of endodontic retreatment. *Int Endod J* 2002;35:359–65.
- [68] Bergenholtz G, Lekholm U, Milthon R, Heden G, Odesjö B, Engström B. Retreatment of endodontic fillings. *Scand J Dent Res* 1979;87:217–24.
- [69] AAE - American Association of Endodontists. *Glossary of Endodontic Terms* 2012.
- [70] Taintor JF, Ingle JI, Fahid A. Retreatment versus further treatment. *Clin Prev Dent* 1983;5:8–14.
- [71] Teodorović N. Ponovna terapija endodontski lečenih zuba-retretman kanala korena. In: Živković S, editor. *Praktikum endodontske Terapije*. 1st ed., Beograd: Data Status; 2011, p. 211–5.
- [72] Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study. Phases I and II: Orthograde Retreatment. *J Endod* 2004;30:627–33.
- [73] Madison S, Wilcox LR. An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part III. In vivo study. *J Endod* 1988;14:455–8.
- [74] Wennberg A, Ørstavik D. Evaluation of alternatives to chloroform in endodontic practice. *Endod Dent Traumatol* 1989;5:784–7.
- [75] Bergenholtz G. *Textbook of Endodontology*. 2nd ed. Wiley-Blackwell; 2010.
- [76] Kaplowitz GJ. Clinical uses of rectified turpentine oil. *Int Endod J* 1996;29:93–4.
- [77] Rehman K, Khan FR, Aman N. Comparison of orange oil and chloroform as gutta-percha solvents in endodontic retreatment. *J Contemp Dent Pract* 2013;14:478–82.
- [78] Whitworth JM, Boursin EM. Dissolution of root canal sealer cements in volatile solvents. *Int Endod J* 2000;33:19–24.
- [79] Goodman A, Schilder H, Aldrich W. The thermomechanical properties of gutta-percha. II. The history and molecular chemistry of gutta-percha. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974;37:954–61.
- [80] Johnson W and Gutmann J. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: Cohen S, Hargreaves K, editors. *Pathways Pulp*. 9th ed., St. Louis: Mosby; 2006, p. 358.

- [81] Maniglia-Ferreira C, Silva JBA, de Paula RCM, Feitosa JPA, Zaia AA, Ferraz CCR, et al. Degradation of trans-polyisoprene over time following the analysis of root fillings removed during conventional retreatment. *Int Endod J* 2007;40:25–30.
- [82] Aydin B, Köse T, Calışkan MK. Effectiveness of HERO 642 versus Hedström files for removing gutta-percha fillings in curved root canals: an ex vivo study. *Int Endod J* 2009;42:1050–6.
- [83] Barrieshi-Nusair KM. Gutta-percha retreatment: effectiveness of nickel-titanium rotary instruments versus stainless steel hand files. *J Endod* 2002;28:454–6.
- [84] Betti LV and Bramante CM. Quantec SC rotary instruments versus hand files for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J* 2001;34:514–9.
- [85] Betti LV, Bramante CM, de Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB. Efficacy of Profile .04 taper series 29 in removing filling materials during root canal retreatment-an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:46–50.
- [86] Betti LV, Bramante CM, de Moraes IG, Bernardineli N, Garcia RB. Comparison of GPX with or without solvent and hand files in removing filling materials from root canals-an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:675–80.
- [87] Capar ID, Arslan H, Ertas H, Gök T, Saygili G. Effectiveness of ProTaper Universal retreatment instruments used with rotary or reciprocating adaptive motion in the removal of root canal filling material. *Int Endod J* 2014:79–83.
- [88] Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, Duarte MAH, del Carpio-Perochena AE, Villas-Bôas MH, Marciano MA, et al. Efficacy of xylene and passive ultrasonic irrigation on remaining root filling material during retreatment of anatomically complex teeth. *Int Endod J* 2014:1078–83.
- [89] De Azevêdo RM, Villela AM, Cunha RS, Velasco RC, De Martin AS, Kato AS, et al. Efficacy of 2 reciprocating systems compared with a rotary retreatment system for gutta-percha removal. *J Endod* 2014;40:543–6.
- [90] De Carvalho Maciel AC, Zaccaro Scelza MF. Efficacy of automated versus hand instrumentation during root canal retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J* 2006;39:779–84.

- [91] Dhillon JS, Bhagat A, Chabra G. Efficacy of two rotary instruments for gutta-percha removal during root canal retreatment. *Bangladesh J Dent Res Educ* 2014;04:56–60.
- [92] Filho F, Vanni J, Limongi O, Leonardi D, Scaini F, Fagundes F. Retreatment of Thermafill fillings with the ProFile .04 system at 350 or 2000 rpm. *Rev Sul-Brasileira Odontol* 2006;3:26–31.
- [93] Frajlich SR, Goldberg F, Massone EJ, Cantarini C, Artaza LP. Comparative study of retreatment of Thermafil and lateral condensation endodontic fillings. *Int Endod J* 1998;31:354–7.
- [94] Guiotti FA, Kuga MC, Leonardo RDT, Chávez-Andrade GM, Magro MG, Cavenago BC, et al. Effectiveness of ProTaper Retreatment system associated with organic solvents in the removal of root canal filling material. *World J Dent* 2013;4:175–9.
- [95] Kfir A, Tsesis I, Yakirevich E, Matalon S, Abramovitz I. The efficacy of five techniques for removing root filling material: microscopic versus radiographic evaluation. *Int Endod J* 2011;45:35–41.
- [96] Sağlam BC, Koçak MM, Türker SA, Koçak S. Efficacy of different solvents in removing gutta-percha from curved root canals: A micro-computed tomography study. *Aust Endod J* 2013;40:76–80.
- [97] Solomonov M, Paqué F, Kaya S, Adgüzel Ö, Kfir A, Yigit-Özer S. Self-adjusting files in retreatment: A high-resolution micro-computed tomography study. *J Endod* 2012;38:1283–7.
- [98] Shrestha D, Wei X, Wu WC, Ling JQ. Resilon: A methacrylate resin-based obturation system. *J Dent Sci* 2010;5:47–52.
- [99] Schwartz RS, Fransman R. Adhesive dentistry and endodontics: materials, clinical strategies, and procedures for restoration of access cavities: a review. *J Endod* 2011;128:547–70.
- [100] Teixeira F, Teixeira E, Thompson J, Trope M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *J Am Dent Assoc* 2004;135:646–52.
- [101] Williams C, Loushine RJ, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. A comparison of cohesive strength and stiffness of Resilon and gutta-percha. *J Endod* 2006;32:553–5.

- [102] Pawińska M, Kierklo A, Marczuk-Kolada G. New technology in endodontics--the Resilon-Epiphany system for obturation of root canals. *Adv Med Sci* 2006;51:154–7.
- [103] Miner MR, Berzins D, Bahcell JK. A comparison of thermal properties between gutta-percha and a synthetic polymer based root canal filling material (Resilon). *J Endod* 2006;32:683–6.
- [104] Tanomaru-Filho M, Silveira GF, Tanomaru JMG, Bier CAS. Evaluation of the thermoplasticity of different gutta-percha cones and Resilon. *Aust Endod J* 2007;33:23–6.
- [105] de Oliveira DP, Barbizam JVB, Trope M, Teixeira FB. Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. *J Endod* 2006;32:362–4.
- [106] Tanomaru-Filho M, Silveira GF, Reis JMSN, Bonetti-Filho I, Guerreiro-Tanomaru JM. Effect of compression load and temperature on thermomechanical tests for gutta-percha and Resilon. *Int Endod J* 2011;44:1019–23.
- [107] Teixeira FB, Teixeira ECN, Thompson J, Leinfelder KF, Trope M. Dentinal bonding reaches the root canal system. *J Esthet Restor Dent* 2004;16:348–54.
- [108] Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Bernardineli N, Graeff MSZ, Garcia RB, de Moraes IG, et al. A preliminary study of the percentage of sealer penetration in roots obturated with the Thermafil and RealSeal obturation techniques in mesial root canals of mandibular molars. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* 2009;108:961–8.
- [109] Shawkat ES, Shortall AC, Addison O, Palin WM. Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dent Mater* 2009;25:1338–46.
- [110] Yiu CKY, García-Godoy F, Tay FR, Pashley DH, Imazato S, King NM, et al. A nanoleakage perspective on bonding to oxidized dentin. *J Dent Res* 2002;81:628–32.
- [111] Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-Prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod* 2001;27:753–7.
- [112] Iizuka N, Takenaka S, Shigetani Y, Okiji T. Removal of resin-based root canal filling materials with K3 rotary instruments: relative efficacy for different combinations of filling materials. *Dent Mat J* 2008;27:75–80.

- [113] Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Three-dimensional evaluation of effectiveness of hand and rotary instrumentation for retreatment of canals filled with different materials. *J Endod* 2008;34:1370–3.
- [114] Azar M, Khojastehpour L, Iranpour N. A comparison of the effectiveness of chloroform in dissolving resilon and gutta-percha. *J Dent* 2011;8:19–24.
- [115] Tanomaru-Filho M, Orlando TDA, Bortoluzzi EA, da Silva GF, Tanomaru JMG. Solvent capacity of different substances on gutta-percha and resilon. *Braz Dent J* 2010;21:46–9.
- [116] Dadresanfar B, Iranmanesh M, Mohebbi P, Mehrvarzfar P, Vatanpou M. Efficacy of two rotary NiTi instruments in removal of resilon/epiphany obturants. *Iran Endod J* 2012;7:183–8.
- [117] Anil Kumar G, Aliveni A. Evaluation of gutta-percha and resilon retreatment - an in-vitro study. *Indian J Dent Adv* 2009;1:12–5.
- [118] Marfisi K, Mercade M, Plotino G, Duran-Sindreu F, Bueno R, Roig M. Efficacy of three different rotary files to remove gutta-percha and Resilon from root canals. *Int Endod J* 2010;43:1022–8.
- [119] Al-Haddad AY, Che ZA, Aziz A, Sulaiman E. Efficacy of R-endo and Protaper Retreatment systems in removal of RealSeal. *Aust J Basic Appl Sci* 2011;5:108–13.
- [120] Iriboz E, Sazak Öveçoğlu H. Comparison of ProTaper and Mtwo retreatment systems in the removal of resin-based root canal obturation materials during retreatment. *Aust Endod J* 2014;40:6–11.
- [121] Gluskin A, Peters C, Wong R, Ruddle C. Retreatment of non-healing endodontic therapy and management of mishaps. In: Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner CJ, editors. *Ingle's Endodontics* 6, Hamilton, Ontario: BC Decker Inc; 2008: p.1088–161.
- [122] Duncan HF, Chong BS. Removal of root filling materials. *Endod Top* 2011;19:33–57.
- [123] Lipski M, Wasniak K. In vitro infrared thermographic assessment of root surface temperature rises during Thermafil retreatment using System B. *J Endod* 2003;6:413–5.
- [124] De Mello Junior JE, Cunha RS, Bueno CEDS, Zuolo ML. Retreatment efficacy of gutta-percha removal using a clinical microscope and ultrasonic instruments: part I-an ex vivo study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:59–62.
- [125] Kaplowitz GJ. Evaluation of gutta-percha solvents. *J Endod* 1990;16:539–40.

- [126] Zaccaro Scelza MF, Lima Oliveira LR, Carvalho FB, Côte-Real FS. In vitro evaluation of macrophage viability after incubation in orange oil, eucalyptol, and chloroform. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:24–7.
- [127] Wourms D, Campbell AD, Hicks ML, Pelleu GB. Alternative solvents to chloroform for gutta-percha removal. *J Endod* 1990;16:224–6.
- [128] Hansen MG. Relative efficiency of solvents used in endodontics. *J Endod* 1998;24:38–40.
- [129] Pecora JD, Spano JCE, Barbin ED. In vitro study on the softening of gutta-percha cones in endodontic retreatment. *Braz Dent J* 1993;4:43–7.
- [130] Nikhade P, Tiwari R, Chandak M. Solvency capacity of gutta-percha using chloroform and eucalyptol: A scanning electron microscopic study. *J Dent Med Sci* 2014;13:110–7.
- [131] Magalhães BS, Johann JE, Lund RG, Martos J, Del Pino FAB. Dissolving efficacy of some organic solvents on gutta-percha. *Braz Oral Res* 2007;21:303–7.
- [132] Oyama KNO, Siqueira EL, dos Santos M. In vitro study of effect of solvent on root canal retreatment. *Braz Dent J* 2002;13:208–11.
- [133] Rubino AG, Akisue E, Nunes GB, Gavini G. Solvency capacity of gutta-percha and Resilon using chloroform, eucalyptol, orange oil or xylene. *J Heal Sci Inst* 2012;30:22–5.
- [134] Bodrumlu E, Er O, Kayaoglu G. Solubility of root canal sealers with different organic solvents. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:67–9.
- [135] Schäfer E, Zandbiglari T. A comparison of the effectiveness of chloroform and eucalyptus oil in dissolving root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;93:611–6.
- [136] Mushtaq M, Masoodi A, Farooq R, Khan FY. The dissolving ability of different organic solvents on three different root canal sealers: In vitro study. *Iran Endod J* 2012;7:198–202.
- [137] Tanomaru Filho M, Jorge EG, Tanomaru JG. Solvent capacity of eucalyptol and xylol on different endodontic sealers. *Cienc Odontol Bras* 2006;9:60–5.
- [138] Barbosa SV, Burkard DH, Spångberg LS. Cytotoxic effects of gutta-percha solvents. *J Endod* 1994;20:6–8.
- [139] Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment-Case selection and technique. Part 3. Retreatment techniques. *J Endod* 1990;16:543–9.

- [140] Metzger Z, Ben-Amar A. Removal of overextended gutta-percha root canal fillings in endodontic failure cases. *J Endod* 1995;21:287–380.
- [141] Vajrabhaya L, Suwannawong SK, Kamolroongwarakul R, Pewklieng L. Cytotoxicity evaluation of gutta-percha solvents: Chloroform and GP-Solvent (limonene). *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;98:756–9.
- [142] International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Suppl. 7. 1987:152–4.
- [143] Uemura M, Hata G, Toda T, Weine FS. Effectiveness of eucalyptol and d-limonene as gutta-percha solvents. *J Endod* 1997;23:739–41.
- [144] Ring J, Murray PE, Kenneth N, Moldauer BI, Namerow KN, Garcia-Godoy F. Removing root canal obturation materials: A comparison of rotary file systems and re-treatment agents. *JADA* 2009;140:680–8.
- [145] Ladley RW, Campbell AD, Hicks ML, Li SH. Effectiveness of halothane used with ultrasonic or hand instrumentation to remove gutta-percha from the root canal. *J Endod* 1991;17:221–4.
- [146] Ramzi H, Shokouhinejad N, Saghiri MA, Samieefard A. Efficacy of three different methods in retreatment of root canals filled with Resilon/Epiphany SE. *Iran Endod J* 2010;5:161–6.
- [147] Zaccaro Scelza MF, Coil JM, De Carvalho M, Ana C, Oliveira LRL, Scelza P. Comparative SEM evaluation of three solvents used in endodontic retreatment. *J Appl Oral Sci* 2008;16:24–9.
- [148] Cunha RS, de Martin AS, Barros PP, da Silva FM, Jacinto RC, Bueno CES. In vitro evaluation of the cleansing working time and analysis of the amount of gutta-percha or Resilon remnants in the root canal walls after instrumentation for endodontic retreatment. *J Endod* 2007;33:1426–8.
- [149] Horvath SD, Altenburger MJ, Naumann M, Wolkewitz M, Schirrmeister JF. Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 2009;42:1032–8.
- [150] Fenoul G, Meless GD, Pérez F. The efficacy of R-Endo rotary NiTi and stainless-steel hand instruments to remove gutta-percha and Resilon. *Int Endod J* 2010;43:135–41.

- [151] Hülsmann M, Bluhm V. Efficacy, cleaning ability and safety of different rotary NiTi instruments in root canal retreatment. *Int Endod J* 2004;37:468–76.
- [152] Takahashi CM, Cunha RS, De Martin AS, Fontana CE, Silveira CFM, da Silveira BCE. In vitro evaluation of the effectiveness of Protaper Universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *J Endod* 2009;35:1580–3.
- [153] Berutti E, Cantatore G, Castelulucci A. Endodontic Instruments. In: Castelluci A, editor. *Endodontics vol. II, IL Tridente*; 2005, p. 371.
- [154] Khatavkar R, Hegde V. Current concepts in gutta-percha removal for re-treatment *Dental Tribune* 2010;(2):18.
- [155] Hülsmann M, Stotz S. Efficacy, cleaning ability and safety of different devices for gutta-percha removal in root canal retreatment. *Int Endod J* 1997;30:227–33.
- [156] Schirrmeister JF, Strohl C, Altenburger MJ, Wrbas KT, Hellwig E. Shaping ability and safety of five different rotary nickel-titanium instruments compared with stainless steel hand instrumentation in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:807–13.
- [157] Zanettini PR, Barletta FB, de Mello RN. In vitro comparison of different reciprocating systems used during endodontic retreatment. *Aust Endod J* 2008;34:80–5.
- [158] Saad A, Al-Hadlaq S, Al-Katheeri N. Efficacy of two rotary NiTi instruments in the removal of gutta-percha during root canal retreatment. *J Endod* 2007;33:38–41.
- [159] Giuliani V, Cocchetti R, Pagavino G. Efficacy of ProTaper Universal Retreatment files in removing filling materials during root canal retreatment. *J Endod* 2008;34:1381–4.
- [160] Taşdemir T, Er K, Yildirim T, Celik D. Efficacy of three rotary NiTi instruments in removing gutta-percha from root canals. *Int Endod J* 2008;41:191–6.
- [161] Arora C, Bahri R, Mittal N. Comparative evaluation of debris extruded apically by using, Protaper retreatment file, K3 file and H-file with solvent in endodontic retreatment. *Saudi End J* 2012;2:136–41.
- [162] Ersev H, Yilmaz B, Dinçol ME, Daglaroglu R. The efficacy of ProTaper Universal rotary retreatment instrumentation to remove single gutta-percha cones cemented with several endodontic sealers. *Int Endod J* 2012;45:756–62.

- [163] Ferreira E, Baratto Filho F, Fidel R, Fariniuk L, Rached R. The performance of ProTaper system during the endodontic retreatment. *Rev Sul Brasileira Odontol* 2006;3:64–8.
- [164] Miglani A, Dhingra A, Mangat P, Yadav V. Comparative evaluation of efficacy of three different rotary instrument systems for removal of gutta-percha from root canals using cone beam computed tomography and stereo microscope. *Int J Sci Study* 2014;2:113–8.
- [165] Marwan A-J, Abdul-Karim JA. Comparison of the efficacy of three different techniques in the removal of gutta-percha and two types of sealers during endodontic retreatment. *J Bagh Coll Dent* 2011;23:24–30.
- [166] Chandrasekar AV, Ebenezer R, Sivakumar A. A comparative evaluation of gutta percha removal and extrusion of apical debris by rotary and hand files. *J Clin Diagnostic Res* 2014;8:110–4.
- [167] Rödiger T, Hausdörfer T, Konietschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of D-RaCe and ProTaper Universal Retreatment NiTi instruments and hand files in removing gutta-percha from curved root canals - a micro-computed tomography study. *Int Endod J* 2012;45:580–9.
- [168] Ma J, Al-Ashaw AJ, Shen Y, Gao Y, Yang Y, Zhang C, et al. Efficacy of ProTaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal from oval root canals: A micro-computed tomography study. *J Endod* 2012;38:1516–20.
- [169] Shivanand S, Patil CR, Thangala V, Kumar PR, Sachdeva J, Krishna A. To evaluate and compare the efficacy, cleaning ability of hand and two rotary systems in root canal retreatment. *J Contemp Dent Pract* 2013;14:440–4.
- [170] Kumar MSR, Sajjan GS, Satish K, Varma KM. A comparative evaluation of efficacy of Protaper universal rotary retreatment system for gutta-percha removal with or without a solvent. *Contemp Clin Dent* 2012;3:160–3.
- [171] Ferreira Alves FR, Oliveira Ribeiro T, Moreno JO, Lopes HP. Comparison of the efficacy of nickel-titanium rotary systems with or without the retreatment instruments in the removal of gutta-percha in the apical third. *BMC Oral Health* 2014;14:1–5.
- [172] Mounce R, Glassman G. The clinical challenge in endodontic retreatment. *Endod Featur* 2010:66–70.

- [173] Braga LC, Magalhães RRS, Nakagawa RKL, Puente CG, Buono VTL, Bahia MGA. Physical and mechanical properties of twisted or ground nickel-titanium instruments. *Int Endod J* 2013;46:458–65.
- [174] De Lima DJR, Nevares G, Xavier F, Ferraz GL, de Albuquerque DS. A comparative study of Protaper and Twisted File nickel titanium instruments in curved canals preparation. *Stomatol Glas Srb* 2013;60:175–82.
- [175] Friedman S, Moshonov J, Trope M. Residue of gutta-percha and a glass ionomer cement sealer following root canal retreatment. *Int Endod J* 1993;26:169–72.
- [176] Joiner H, Canales M, del Rio C. Temperature changes in thermoplasticized gutta-percha: a comparison of two ultrasonic units. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989;68:764–9.
- [177] Viducic D, Jukic S, Karlovic Z, Bozic Z, Miletic I, Anic I. Removal of gutta-percha from root canals using an Nd:YAG laser. *Int Endod J* 2003;36:670–3.
- [178] Farge P, Nahas P BP. In vitro study of a Nd: YAP laser in endodontic retreatment. *J Endod* 1998;24:359–63.
- [179] Radatti DA, Baumgartner JC, Marshall JG. A comparison of the efficacy of Er, Cr:YSGG laser and rotary instrumentation in root canal debridement. *J Am Dent Assoc* 2006;137:1261–6.
- [180] Hülsmann M, Drebenstedt S, Holscher C. Shaping and filling root canals during root canal re-treatment. *Endod Top* 2011;19:74–124.
- [181] Imura N, Pinheiro ET, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ. The outcome of endodontic treatment: a retrospective study of 2000 cases performed by a specialist. *J Endod* 2007;33:1278–82.
- [182] Tanalp J, Güngör T. Apical extrusion of debris: a literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *Int Endod J* 2014;47:211–21.
- [183] Van de Visse J, Brilliant J. Effect of irrigation on the production of extruded material at the root apex during instrumentation. *J Endod* 1975;1:243–6.
- [184] Yusuf H. The significance of the presence of foreign material periapically as a cause of failure of treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;54:566–57.
- [185] Seltzer S, Naidorf I. Flare-ups in endodontics: part I. Etiological factors. *J Endod* 1985;11:472–8.

- [186] Fairbourn DR, McWalter GM, Montgomery S. The effect of four preparation techniques on the amount of apically extruded debris. *J Endod* 1987;13:102–8.
- [187] Salzgeber RM BJ. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod* 1977;3:394–8.
- [188] Huang X, Ling J, Wei X, Gu L. Quantitative Evaluation of debris extruded apically by using Protaper universal tulsa rotary system in endodontic retreatment. *J Endod* 2007;33:1102–5.
- [189] Nagaveni SA, Balakoti KR, Smita K, Ratnakar P, Satish SV, Aravind T. Quantitative evaluation of apical extrusion of debris and irrigants using four rotary instrumentation systems: An in vitro study. *J Contemp Dent Pract* 2013;14:1065–9.
- [190] Sowmya S, Priya H, Kishan K, Girish T, Nanjamma K. A comparison of amounts of apically extruded debris during retreatment using three different techniques. *J Res Adv Dent* 2014;3:171–8.
- [191] Hinrichs RE, Walker WA, Schindler WG. A comparison of amounts of apically extruded debris using handpiece-driven nickel-titanium instrument systems. *J Endod* 1998;24:102–6.
- [192] Tanalp J, Kaptan F, Sert S, Kayahan B, Bayirli G. Quantitative evaluation of the amount of apically extruded debris using 3 different rotary instrumentation systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:250–7.
- [193] Taşdemir T, Er K, Çelik D, Aydemir H. An in vitro comparison of apically extruded debris using three rotary nickel-titanium instruments. *J Dent Sci* 2010;5:121–5.
- [194] Sheetal Ghivari B, Kubasad G. Apical extrusion of debris and irrigant using two rotary systems- a comparative study. *Arch Oral Sci Res* 2011;1:185–9.
- [195] Somma F, Cammarota G, Plotino G, Grande NM, Pameijer CH. The effectiveness of manual and mechanical instrumentation for the retreatment of three different root canal filling materials. *J Endod* 2008;34:466–9.
- [196] Al-Omari MA, Dummer PM. Canal blockage and debris extrusion with eight preparation techniques. *J Endod* 1995;21:154–8.

- [197] Ferraz CC, Gomes NV, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Apical extrusion of debris and irrigants using two hand and three engine-driven instrumentation techniques. *Int Endod J* 2001;34:354–8.
- [198] Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod* 1998;24:180–3.
- [199] Surakanti JR, Venkata RCP, Vemisetty HK, Ram Kiran Dandolu N, Jaya KM, Thota S. Comparative evaluation of apically extruded debris during root canal preparation using ProTaper, Hyflex and Waveone rotary systems. *J Conserv Dent* 2014;17:129–32.
- [200] Uezu M, Britto M, Nabeshima C, Pallotta R. Comparison of debris extruded apically and working time used by ProTaper Universal rotary and ProTaper retreatment system during gutta-percha removal. *J Appl Oral Sci* 2010;18:542–5.
- [201] Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue of nickel-titanium endodontic systems. *J Endod* 1997;23:77–85.
- [202] Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. *J Endod* 2004;30:722–5.
- [203] Sattapan B, Nervo G, Palamara J, Messer H. Defects in nickel titanium endodontic rotary files after clinical usage. *J Endod* 2000;26:161–6.
- [204] Shen Y, Cheung GS, Bian Z PB. Comparison of defects in ProFile and ProTaper systems after clinical use. *J Endod* 2006;32:61–6.
- [205] Peng B, Shen Y, Cheung GS, Xia TJ. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: longitudinal examination. *Int Endod J* 2005;38:550–7.
- [206] Glosson CR, Hailer RH, Dove SB del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 1995;21:146–51.
- [207] Thompson SA. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J* 2000;33:297–310.
- [208] Baumann MA. Nickel-titanium: options and challenges. *Dent Clin North Am* 2004;48:55–67.

- [209] Schirrmeister JF, Meyer KM, Hermanns P, Altenburger MJ, Wrbas K-T. Effectiveness of hand and rotary instrumentation for removing a new synthetic polymer-based root canal obturation material (Epiphany) during retreatment. *Int Endod J* 2006;39:150–6.
- [210] Bramante CM, Fidelis NS, Assumpcao TS, Bernardinelli N, Garcia RB, Bramante AS, et al. Heat release, time required, and cleaning ability of Mtwo R and ProTaper Universal Retreatment systems in the removal of filling material. *J Endod* 2010;36:1870–3.
- [211] Ünal GÇ, Maden M, Savgat A, Onur OE. Comparative investigation of 2 rotary nickel-titanium instruments: Protaper Universal versus Protaper. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:886–92.
- [212] Mounce R. Use of the Twisted File in Retreatment: discussion of a clinical case. Oral Health Group 2008.
- [213] Rödíg T, Reicherts P, Konietzschke F, Dullin C, Hahn W, Hülsmann M. Efficacy of reciprocating and rotary NiTi instruments for retreatment of curved root canals assessed by micro-CT. *Int Endod J* 2014;47:942–8.
- [214] Brkanić T. Preparacija kanala korena zuba niki-titanijumskim rotirajućim instrumentima. Doktorska disertacija, Novi Sad 2007.
- [215] Rechenberg DK, Paqué F. Impact of cross-sectional root canal shape on filled canal volume and remaining root filling material after retreatment. *Int Endod J* 2013;46:547–55.
- [216] Hata G, Uemura N, Kato AS, Imura N, Novo NF, Toda T. A comparison of shaping ability using ProFile, GT file and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. *J Endod* 2002;28:316–20.
- [217] Baratto Filho F, Ferreira EL, Fariniuk LF. Efficiency of the 0.04 taper ProFile during the re-treatment of gutta-percha-filled root canals. *Int Endod J* 2002;35:651–4.
- [218] Keleş A, Şimşek N, Alçin H, Ahmetoglu F, Yologlu S. Retreatment of flat-oval root canals with a self-adjusting file: A SEM study. *Dent Mater J* 2014;33:786–91.
- [219] Schwerz L, Eduardo C, Bueno S, Eduardo C, Arruda DA, Andréa R, et al. Comparison of the effectiveness of the protaper system versus hand instrumentation in endodontic retreatment: a scanning electron microscopy study. *RSBO Rev Sul-Brasileira Odontol* 2012;9:368–74.

- [220] Torabinejad M, Hanysides R, Khademi AA, Bakland LK. Clinical implications of the smear layer in endodontics: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002;94:658–66.
- [221] Živković S, Brkanić T, Dačić D, Opačić V, Pavlović V. Smear Layer in Endodontics. *Serbian Dental J* 2005;52:7–19.
- [222] Petrović V, Živković S. Smear layer removal with citric acid solution. *Serbian Dent J* 2005;52:193–9.
- [223] Prado M, Gusman H, Gomes BPF, Simão RA. Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. *J Endod* 2011;37:255–8.
- [224] Pirani C, Pelliccioni GA, Marchionni S, Montebugnoli L, Piana G, Prati C. Effectiveness of three different retreatment techniques in canals filled with compacted gutta-percha or Thermafil: a scanning electron microscope study. *J Endod* 2009;35:1433–40.
- [225] Nielsen BA, Beeler WJ, Vy C, Baumgartner JC. Setting times of Resilon and other sealers in aerobic and anaerobic environments. *J Endod* 2006;32:130–2.
- [226] Gergi R, Sabbagh C. Effectiveness of two nickel-titanium rotary instruments and a hand file for removing gutta-percha in severely curved root canals during retreatment: an ex vivo study. *Int Endod J* 2007;40:532–7.
- [227] Só MVR, Saran C, Magro ML, Vier-Pelisser FV, Munhoz M. Efficacy of ProTaper Retreatment system in root canals filled with gutta-percha and two endodontic sealers. *J Endod* 2008;34:1223–5.
- [228] Roggendorf MJ, Legner M, Ebert J, Fillery E, Frankenberger R, Friedman S. Micro-CT evaluation of residual material in canals filled with Activ GP or GuttaFlow following removal with NiTi instruments. *Int Endod J* 2010;43:200–9.
- [229] Goldstein JI, Newbury DE, Echlin PP, Joy D, Fiori C, Lifshin E. Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. A text for biologists, material scientist, and geologists. 2nd edition, New York: Plenum Press 1992.
- [230] DeLong A. Electron sources for electron microscopes. *Eur Microsc Anal* 1993:9–11.

- [231] Dačić D, Živković S. A comparative investigation of the cleaning efficacy of different manual and mechanical endodontic instruments (SEM study). *Serbian Dent J* 2003;50:137–43.
- [232] Metzger Z, Solomonov M, Kfir A. The role of mechanical instrumentation in the cleaning of root canals. *Endod Top* 2013;29:87–109.
- [233] Schäfer E, Schlingemann R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 2003;36:208–17.
- [234] Zmener O, Pameijer CH, Banegas G. Effectiveness in cleaning oval-shaped root canals using Anatomic Endodontic Technology, ProFile and manual instrumentation: A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 2005;38:356–63.
- [235] Lotfi M, Ghasemi N, Rahimi S, Vosoughhosseini S, Saghiri MA, Shahidi A. Resilon: A comprehensive literature review. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2013;7:119–30.
- [236] Zarei M, Shahrami F, Vatanpour M. Comparison between gutta-percha and Resilon retreatment. *J Oral Sci* 2009;51:181–5.
- [237] 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;7:423.
- [238] Vandekar M, Padhye L, Mandke L. The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: A confocal microscopic study-in vitro. *Endodontology* 2012;24:65–72.
- [239] Patel DV, Sherriff M, Pitt Ford TR, Watson TF, Mannocci F. The penetration of RealSeal primer and Tubliseal into root canal dentinal tubules: A confocal microscopic study. *Int Endod J* 2007;40:67–71.
- [240] Love RM, Jenkinson HF. Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. *Crit Rev Oral Biol Med* 2002;13:171–83.
- [241] Rached-Junior FJ, Souza-Gabriel AE, Alfredo E et al. Bond strength of Epiphany sealer prepared with resinous solvent. *J Endod* 2009;35:251–5.

- [242] Imura N, Zuolo ML, Ferreira MOF, Novo NF. Effectiveness of the Canal Finder and hand instrumentation in removal of gutta-percha root fillings during root canal retreatment. *Int Endod J* 1996;29:382–6.
- [243] McDonald MN, Vire DE. Chloroform in the endodontic operator. *J Endod* 1992;18:301–3.
- [244] Chutich MJ, Kaminski EJ, Miller DA, Lautenshlager EP. Risk assessment of the toxicity of solvents of gutta-percha used in endodontic retreatment. *J Endod* 1998;24:213–6.
- [245] Taşdemir T, Yildirim T, Celik D. Comparative study of removal of current endodontic fillings. *J Endod* 2008;34:326–9.
- [246] Fayyad DM, Abeer EE. Cutting efficiency of twisted versus machined nickel-titanium endodontic files. *J Endod* 2011;37:1143–6.
- [247] Aziz MN, Saeed HD. Evaluation of different techniques used in non-surgical endodontic retreatment for teeth with different obturation techniques (An in-vitro study). *J Bagh Coll Dent* 2012;24:31–4.
- [248] Fouda MY. Significance of the use of two rotary systems and hand file in endodontic retreatment. *Cairo Dent J* 2008;24:511–20.
- [249] Tiwari RM, Nikhade PP, Chandak MG. Efficacy of Protaper Universal, R Endo, Peezo Reamer on gutta percha removal: A stereomicroscopic analysis. *J Dent Med Sci IOSR* 2014;13:65–70.
- [250] Mounce RE. Blended endodontic elegance and simplicity: the single Twisted File preparation and matching RealSeal one obturator. *Int Dent SA* 2010;12:40–8.
- [251] Ruddle CJ. Nonsurgical endodontic retreatment. In: Cohen S, Burns R, editors. *Pathways of the Pulp*. 8th ed., St Louis, MO, USA: Mosby; 2002, p. 875–929.
- [252] Schirrmeister JF, Wrbas K-T, Schneider FH, Altenburger MJ, Hellwig E. Effectiveness of a hand file and three nickel-titanium rotary instruments for removing gutta-percha in curved root canals during retreatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101:542–7.