

Apikotomija

Knezović, Anamarija

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Dental Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:657413>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb School of Dental Medicine Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu Stomatološki fakultet

Anamarija Knezović

APIKOTOMIJA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, travanj 2023.

Rad je ostvaren na Stomatološkom fakultetu, Zavod za oralnu kirurgiju.

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Tihomir Kuna, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Ema Ivanković, mag. educ. philol. croat.

Lektor engleskog jezika: Aleksandar Ignjatović, mag. educ. philol. angl.

Rad sadrži: 41 stranicu

4 slike

1 CD

Rad je vlastito autorsko djelo, koje je u potpunosti samostalno napisano uz naznaku izvora drugih autora i dokumenata korištenih u radu. Osim ako nije drugačije navedeno, sve ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu izvorni su doprinos autora diplomskog rada. Autor je odgovoran za pribavljanje dopuštenja za korištenje ilustracija koje nisu njegov izvorni doprinos, kao i za sve eventualne posljedice koje mogu nastati zbog nedopuštenog preuzimanja ilustracija odnosno propusta u navođenju njihova podrijetla.

Zahvala

Hvala obitelji i prijateljima koji su mi bili potpora i vjerovali u mene.

Hvala profesorima koji su mi omogućili kvalitetno obrazovanje.

Hvala mom mentoru, izv. prof. dr. sc. Tihomiru Kuni, na znanju i savjetima.

Hvala dr. sc. Tomislavu Katancu na ustupljenim fotografijama.

Hvala svima koji su utjecali na mene tijekom školovanja i omogućili mi ovaj uspjeh.

APIKOTOMIJA

Sažetak

Apikotomija je kirurški zahvat u kojem se osteotomijom pristupa periapikalnom dijelu radi resekcije vrška korijena i kiretaže periapikalnog područja. Indicirana je kod neuspjeha primarne endodontske terapije i kod nemogućnosti ortogradnog pristupa kanalima zuba koji pokazuje simptome upale. Kod slučajeva indiciranih za apikotomiju, najčešće je periapikalno prisutna lezija. Trodimenzionalna radiološka analiza omogućuje detaljno planiranje tijekom operacije i pregled okolnih anatomskih struktura. Pacijent se anestezira lokalnim anestetikom nakon čega se odiže mukoperiostalni režanj. Vrsta režnja bira se prema lokalizaciji zahvaćenog zuba i parodontološkom stanju pacijenta. Osteotomija se izvodi rotirajućim instrumentima sa svrdlima čime se otvara prostor periapikalne lezije. Nakon pristupanja vršku korijena, isti se resektira u dužini od 3 mm pod kutom što bližem 90 °. Kanalu resektiranog korijena pristupa se ultrazvučnim ili rotacijskim instrumentom i priprema retrogradni kavitet. Njegova važnost velika je jer sprečava prodor bakterija iz kanala u periapikalni prostor i obrnuto. Godinama je u te svrhe korišten amalgam, ali napuštanjem amalgama njegovo mjesto preuzima MTA. Dostupni su brojni bioaktivni materijali koji zadovoljavaju visoke zahtjeve retrogradnog punila. Kiretažom defekta uklanja se upalno i inficirano tkivo te debris. Repozicijom režnja i šivanjem završava se operativni dio. Pacijentu je potrebno dati detaljne upute i informirati ga o nuspojavama.

Razvoj materijala, instrumenata i kirurških tehnika omogućio je i daljnji razvoj apikotomije. Uvođenje lupa, endoskopa i mikroskopa u stomatologiju omogućilo je precizniji rad. Upotreba bioaktivnih retrogradnih materijala u kombinaciji s mikroskopima omogućila je minimalnu invazivnost i predvidljivost uspjeha od preko 90 %.

Ključne riječi: apikotomija; oralna kirurgija; endodoncija

APICOECTOMY

Summary

Apicoectomy is a surgical procedure in which an osteotomy is used to access the periapical part for root tip resection and curettage of the periapical area. It is indicated in case of failure of primary endodontic therapy and in case of no orthograde access to tooth canals showing symptoms of inflammation. In cases indicated for apicoectomy, a periapical lesion is usually present. Three-dimensional radiological analysis enables detailed planning of the course of surgery and examination of the surrounding anatomical structures. The patient is administered with a local anesthetic, after which the mucoperiosteal flap is detached. The type of the flap is chosen according to the location of the affected tooth and the periodontal condition of the patient. An osteotomy is performed with rotating instruments with drills, which make it possible to open the space of the periapical lesion. After approaching the root apex, it is resected 3 mm in length at an angle as close as possible to 90°. The canal of the resected root is accessed with an ultrasonic or rotary instrument and a retrograde cavity is prepared. It is very important in that it prevents the penetration of bacteria from the canal into the periapical space and vice versa. Amalgam was used for years for these purposes, but now MTA has taken its place. There are a large number of bioactive materials that meet the high requirements of retrograde filler. Curettage of the defect removes inflamed and infected tissue and debris. Repositioning the flap and then performing a suturing procedure completes the surgical part of the treatment. It is necessary to give detailed instructions to the patient and inform him about side effects. The development of materials, instruments and surgical techniques has enabled the further development of apicoectomy. The introduction of magnifiers, endoscopes and microscopes into dentistry enabled more precise work. The use of bioactive retrograde materials in combination with microscopes has enabled minimal invasiveness with a predictability of success of over 90%.

Keywords: apicoectomy; surgery, oral; endodontics

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	INDIKACIJE I KONTRAINDIKACIJE.....	3
3.	PREOPERATIVNA/PREDKIRURŠKA PRIPREMA.....	6
3.1.	Radiološka analiza.....	7
3.2.	Farmakološka priprema.....	7
3.3.	Anesteziranje.....	8
4.	OPERATIVNI TIJEK ZAHVATA.....	10
4.1.	Odizanje režnja i vrste režnjeva.....	11
4.1.1.	Puni mukoperiostalni režanj.....	11
4.1.2.	Submarginalni režanj.....	11
4.1.3.	Semilunarni režanj.....	12
4.2.	Osteotomija i periradikularno čišćenje.....	13
4.3.	Resekcija vrška korijena.....	14
4.4.	Izrada i punjenje retrogradnog kaviteta.....	14
4.5.	Reponiranje režnja i šivanje.....	16
4.6.	Postoperativne upute, nuspojave i komplikacije.....	17
5.	MATERIJALI ZA RETROGRADNO PUNJENJE.....	19
5.1.	Amalgam.....	20
5.2.	Cink-oksidi eugenol.....	20
5.3.	Staklenoionomerni cementi.....	20
5.4.	Gutaperka.....	21
5.5.	Kompoziti.....	21
5.6.	Bioaktivni materijali.....	21
5.6.1.	MTA.....	22
5.6.2.	Biodentin.....	22
5.6.3.	Biokeramika.....	22

6.	SUVREMENI PRISTUP APIKOTOMIJI.....	24
7.	RASPRAVA.....	27
8.	ZAKLJUČAK.....	31
9.	LITERATURA.....	33
10.	ŽIVOTOPIS.....	40

Popis kratica

CT – (eng. *Computed tomography*)

CBCT – (eng. *Cone beam computed tomography*) - kompjuterizirana tomografija konusnog snopa

RTG – rendgen

INR – (eng. *international normalised ratio*) – međunarodni normalizirani omjer

NSAR – nesteroidni antireumatski lijekovi

IRM – (eng. *Intermediate restorative material*) – imedijatni restaurativni materijal

Super-EBA – (eng. *Super-etoxybenzoic acid*) – super-etoksibenzojeva kiselina

SIC – staklenoionomerni cement

RRM – (eng. *Root repair material*) – materijal za popravljanje korijena

HBSS – (eng. *Hank's balanced salt solution*) – Hankova uravnotežena solna otopina

MTA – (eng. *Mineral trioxide aggregate*) – agregat mineralnog trioksida

Er:YAG – (eng. *Erbium – doped: Yttrium – Aluminum – Garnet*) – Erbij:YAG

Er,Cr:YSGG – (eng. *Erbium, Chromium – doped: Yttrium – Scandium – Gallium – Garnet*) – Erbij,
Krom:YSGG

Nd:YAG – (eng. *Neodymium – doped: Yttrium – Aluminium – Garnet*)

GTR – (eng. *Guided tissue regeneration*) – tkivno vođena regeneracija

1. UVOD

Apikotomija ili resekcija vrška korijena kirurški je zahvat u kojem se pristupa vršku korijena kroz kost i odstranjuje ga se zajedno s periapikalnim patološkim tvorbama i uzročnicima upale.

Prva pojava apikotomije bilježi se krajem 19. i početkom 20. stoljeća kada se javlja ideja o uklanjanju inficiranog dijela korijena zajedno sa zahvaćenim periapikalnim dijelom. Tijekom godina prepoznaje se važnost intraradikularne infekcije pa se pristup mijenja kao i tehnike, metode, instrumenti i materijali. Napretkom endodoncije, krajem 20. stoljeća, dovodi se u pitanje učinkovitost i potreba za apikotomijom zbog velikog postotka perzistiranja upale nakon zahvata. Moderna endodontska kirurgija na to odgovara uvođenjem novih metoda (mikroskopi, endoskopi, vođena apikotomija), instrumenata (ultrazvučni instrumenti, mikroinstrumenti) te materijala. (1)

Konzervativna endodoncija generalno je uspješna, međutim, u 10 – 15 % slučajeva simptomi perzistiraju ili se ponovno pojavljuju. Često je to i nakon godinu dana od endodontskog zahvata što dodatno komplicira situaciju, pogotovo ako je postavljena protetska nadogradnja na liječeni zub. U takvim i sličnim slučajevima, kada je konzervativna endodoncija nedostatna ili neizvediva da bi se spriječilo vađenje zuba, poseže se za apikotomijom. (2)

Svrha je ovog rada prikazati postupak, materijale, indikacije i kontraindikacije te moderni pristup zahvatu, uspješnost, potrebu za samim zahvatom u današnje vrijeme i prostor za napredak.

2. INDIKACIJE I KONTRAINDIKCIJE

Indikacije za apikotomiju sljedeće su:

1. rendgenski vidljiva periapikalna lezija i/ili simptomi povezani s opstruiranim kanalom kada je opstrukciju nemoguće ukloniti, uklanjanje nije izvedivo konvencionalnim metodama ili je rizik od oštećenja prevelik;
2. prepunjenje kanala uz radiološki nalaz apikalnog parodontitisa i/ili simptoma koji perzistiraju;
3. perzistiranje ili pojava patologije nakon endodontskog liječenja na zubu kod kojeg je onemogućena ili neprimjerena revizija;
4. perforacija korijena i/ili dna pulpne komorice koju je nemoguće liječiti ortogradno. (3)

Svim radiolucentnim lezijama, radilo se o cistama, apscesu ili granulomu, primarno se pristupa konzervativno, a tek nakon eventualnog neuspjeha terapije poseže se za kirurškim zahvatom resekcije vrška korijena. Pozitivan nalaz ciste ne uključuje nužno potrebu za apikotomijom ako se vršak korijena ne nalazi unutar ovojnice ciste. (4) Prije odlučivanja za apikotomiju, preporuča se konzervativno liječenje ili revizija čak i kod anatomski izazovnih kanala. Perzistiranje ili ponovno aktiviranje simptoma nakon završetka konzervativne endodontske terapije ukazuje na moguću potrebu kirurškog pristupa rješavanja problema. Proceduralne greške, poput potiskivanja materijala za punjenje u periapikalno područje i zaglavljenih instrumenata koje se ne mogu izvaditi ortogradno, nisu indikacija bez prisutnih simptoma upale. Iako se u literaturi sve perforacije korijena i pulpne komore navode kao indikacije za apikotomiju, to su dokazano neinvazivno rješivi problemi ako je ortogradni pristup moguć. (5, 6)

Kontraindikacije za apikotomiju sljedeće su:

1. nepogodni lokalni anatomske faktori;
2. zub s neodgovarajućom parodontnom potporom;
3. nekooperativan pacijent;
4. kompromitirano zdravstveno stanje pacijenta koje ne dopušta izvođenje ikakvih kirurških zahvata. (3)

U kompromitirano zdravstveno stanje ubrajaju se nekontrolirane sistavne bolesti (dijabetes, epilepsija, kongenitalne srčane mane, poremećaj zgrušavanja krvi, bakterijski endokarditis), leukemija i tuberkuloza. (7, 8) Zdravstveno stanje takvih pacijenata zahtijeva

interdisciplinarni pristup i obavljanje zahvata pod kontroliranim uvjetima ako specijalisti procijene da je korist operacije veća od rizika.

Preoperativni nalaz velikih koštanih defekata, pretjerane resorpcije, horizontalne frakture u srednjoj ili cervikalnoj trećini kratkih korijenova mogu nakon apikotomije dovesti do destabilizacije zuba i neuspjeha terapije. (2) Nepovoljna lokacija vrška korijena je uz mandibularni kanal, foramen mentale, foramen palatinum majus, foramen incisivus i maksilarni sinus ili u navedenim tvorbama. Takav smještaj korijenova pri operaciji donosi preveliki rizik od ozljede navedenih struktura i pripadajućih živaca. Također, nepovoljna je lokacija i ona koja onemogućuje vidljivost apeksa. (8)

3. PREOPERATIVNA PRIPREMA

Svaki oralnokirurški postupak iziskuje dobru pripremu koja se sastoji od kliničkog pregleda i razgovora, detaljne anamneze, analize CT-a te individualne farmakološke pripreme ako je indicirana zdravstvenim stanjem pacijenta. Nakon toga detaljno se planira tijek operacije te se pacijenta informira o tijeku i mogućim nuspojavama. Kanali zuba na kojemu se provodi zahvat pune se ortogradno ako postoji ta mogućnost. Punjenje se po mogućnosti obavlja sat vremena prije operacije ili tijekom operacije. Treba izbjegavati ranije punjenje da se mogućnost razvoja upale svede na minimum. (7) Nakon pripreme, a netom prije operacije, potrebno je anestezirati pacijenta.

3.1. Radiološka analiza

Radiološke pretrage od iznimno su velike važnosti u dijagnostici periapikalnih procesa. U dijagnostici periapikalnih lezija najčešće su korištene periapikalna snimka, ortopantomogram i CBCT snimka. Dvodimenzionalni prikaz dovodi do superponiranja struktura što može navesti kliničare na lažno pozitivnu ili, češće, lažno negativnu dijagnozu periapikalne lezije. Točnost dijagnosticiranja apikalnog parodontitisa pomoću ortopantomograma, u usporedbi s periapikalnim snimkama, značajno je manja. Zbog navedenog, sve je više u upotrebi CT, i to inačica prilagođena snimanju područja glave i vrata – CBCT. CBCT omogućuje trodimenzionalni prikaz pa je samim time dijagnostički precizniji od dvodimenzionalnih RTG snimki u prikazu patoloških tvorbi i okolnih anatomskih struktura. (9)

3.2. Farmakološka priprema

Kod zahvata poput apikotomije, kod kojeg je velik rizik od postoperativne infekcije rane i potencijalnog širenja infekcija u bliske anatomske prostore otvaranjem komunikacije, primjena antibiotske profilakse indicirana je. Rizik od lokalne infekcije velik je jer se operacija najčešće provodi u području s akutnom i/ili subakutnom upalom te često dolazi do postoperativnog oticanja i infekcije hematoma. Korištenje antibiotske profilakse kod zdravih i kompromitiranih pacijenata još uvijek je predmet rasprave i istraživanja te često odluku donosi kirurg na temelju vlastitog iskustva prema stanju pacijenta i invazivnosti zahvata. (2) Perioperativna primjena kortikosteroida intravenozno ili submukozno u literaturi se navodi kao mjera smanjivanja nuspojava kod invazivnih oralnih operacija. Istraživanja u kojima se koristi deksametazon i betametazon u svrhu smanjivanja nuspojava pokazuju statistički značajno smanjenje razine boli i subjektivnog osjećaju oteknuća u različitom postoperativnom periodu, ovisno o vrsti zahvata i primijenjenoj dozi. (10, 11) Iako postoji više

protokola korištenja deksametazona za ovu svrhu, najčešće se jednokratno primjenjuje 8 mg deksametazona prije operacije. Korištenje se može nastaviti u dozama od 0,75 do 1,25 mg dva puta dnevno 2 do 3 dana nakon operacije radi kontrole edema. Pri upotrebi kortikosteroida preporuča se i upotreba antibiotika jer kortikosteroidi svojim immunosupresivnim djelovanjem mogu povećati rizik od infekcije. (2) Što je veća manipulacija mekim tkivom i kosti, veća je postoperativna bol i oteklina, stoga je dobrobit primjene kortikosteroida veća. Primjena kortikosteroida uz endodontsku mikrokirurgiju nije uvijek opravdana jer je manipulacija tvrdim i mekim tkivom najčešće minimalna, kao i nuspojave. (2) Istraživanje utjecaja 4 mg intramukozno apliciranog kortikosteroida specifično za postupak minimalno invazivne periapikalne mikrokirurgije pokazalo je minimalan utjecaj na smanjenje otekline i bolova u prvih postoperativnih tjedan dana i ne opravdava korištenje umjesto NSAR-a i antibiotika. (12) Iako kortikosteroidi korišteni u ovu svrhu jednokratno imaju minimalne nuspojave, treba odvagati prednosti i rizike prije svake primjene i koristiti ih samo kod opsežnih zahvata nakon kojih se očekuju jako izražene nuspojave.

Pacijentima koji pokazuju velik strah od zahvata preporuča se prije zahvata neki od anksiolitika, kao što je diazepam noć prije zahvata ili lorazepam jutro prije zahvata. (2) Individualnu terapiju koju pacijenti svakodnevno koriste treba popiti prije zahvata, osim antikoagulantnih i antiagregacijskih lijekova koje se preporuča popiti poslije zahvata. Postoji i mogućnost prekida korištenja navedenih lijekova ako je INR na dan zahvata jednak ili veći od 3. Prekid terapije određuje se u suradnji s hematologom. (13)

3.3. Anestezija

Zbog invazivnosti zahvata nužno je osigurati analgeziju tijekom postupka. Korištenjem anestezije lokalno u području zahvata uz analgeziju osigurava se i hemostaza izazvana vazokonstriktorom u anestetiku. Lokalna hemostaza važna je kod svih pacijenata radi održavanja preglednosti i suhog radnog polja koje je potrebno zbog preciznosti tehnike i materijala za ortogradno punjenje. (4)

Prilikom izbora lokalnog anestetika treba uzeti u obzir svojstva anestetika. U današnje vrijeme, gotovo su u potpunosti izbačeni esterski lokalni anestetici iz upotrebe zbog dokazane preosjetljivosti nekih ljudi na produkt metabolizma esterske grupe, para-amino benzojevu kiselinu. Alergijske reakcije na amidne anestetike još se uvijek dovode u pitanje, ali ipak velika većina alergijskih reakcija izazvanih primjenom amidnih lokalnih anestetika pripisuje se antioksidansima i konzervansima. (14) Najčešće korišteni lokalni anestetici lidokain,

artikain i bupivakain osigurat će zadovoljavajuću anesteziju. Primjena bupivakaina koji je anestetik dugog djelovanja pokazala se učinkovita i u kontroli postoperativne boli 4 do 8 sati nakon operacije.

Adrenalin je najčešće korišten vazokonstriktor u anesticima koji, uz hemostazu, pruža i duže djelovanje anestetika, smanjuje trajanje operacije i postoperativno krvarenje. Koristi se u koncentraciji između 1 : 50 000 i 1 : 200 000. Kod kirurških zahvata radi postizanja dostatne hemostaze preporuča se anestetik s koncentracijom adrenalina 1 : 50 000 ili 1 : 80 000. (15) U toj koncentraciji primjenjuje se samo na distalni i mezijalni zub i kod osoba kod kojih nije kontraindiciran anestetik s vazokonstriktorom. Kod provodne anestezije ne preporuča se korištenje tolike koncentracije vazokonstriktora jer ne osigurava dostatnu hemostazu na radnom polju, a povećava rizik od nuspojava i komplikacija vezanih uz povećanu koncentraciju adrenalina u krvi. (1)

Postoje zdravstvena stanja kod kojih je kontraindicirana primjena vazokonstriktora. Apsolutne kontraindikacije neke su od bolesti srca (nestabilna angina pectoris, infarkt miokarda unazad 6 mjeseci, ugrađivanje prenosnice koronarnih arterija unazad 6 mjeseci, aritmije, nekontrolirana hipertenzija i nekontrolirano kongestivno zatajivanje srca), nekontrolirani hipertireoidizam, nekontrolirani dijabetes, osjetljivost na sulfite, steroid ovisna astma, feokromocitom i preboljeli moždani inzult unazad 6 mjeseci. Relativne kontraindikacije su terapija tricikličkim antidepressivima, inhibitorima monoaminooksidaze, fenotiazinom ili neselektivnim β -blokatorima te ovisnost o kokainu. (16, 17)

Kod trudnica nije dokazana štetnost anestetika u ranoj trudnoći, ali u uznapredovanoj trudnoći mogu biti štetne velike koncentracije. Tada treba pripaziti na dozu vazokonstriktora zbog rizika od odljepljivanja posteljice. Preporučuju se anestetici s koncentracijom vazokonstriktora 1 : 200000. Lidokain se sigurno upotrebljava za vrijeme trudnoće, dok se bupivakain i mepivakain, koji su anestetici C kategorije, trebaju primjenjivati oprezno zbog mogućeg izazivanja fetalne bradikardije. (18)

4. OPERATIVNI TIJEK ZAHVATA

4.1. Odizanje režnja i vrste režnjeva

Prvi je korak u pristupanju apeksu odizanje mukoperiostalnog režnja. Prilikom odizanja i manipulacije mekim tkivom potrebno je držati se osnovnih principa kako bi se izbjegle nekroza, dehiscijencija i trganje režnja.

Kao prevenciju nekroze pri izradi režnja ostavlja se baza režnja šira od apeksa režnja, osim u slučaju kad se izbjegava velika krvna žila u području baze. Širina baze trebala bi biti veća od dužine režnja. Rasteretni rezovi trebali bi konvergirati prema apeksu i pričvrstnoj gingivi. Baza je važna zbog opskrbe režnja krvlju i održavanja tkiva vitalnim pa se njom ne smije grubo manipulirati.

Dehiscijencija se prevenira dovoljno velikim režnjem kako bi rubovi rane i šavovi bili na zdravoj kosti. Također je prilikom šivanja rane potrebno samo približiti rubove rane da se osigura primarno cijeljenje. Zatezanjem šavova može se izazvati dehiscijencija koja dovodi do bolova, izlaganja i gubitka kosti, otežanog cijeljenja i povećanog ožiljka.

Trganje režnja i dodatno rezanje usred operacije izbjegava se dovoljno dugačkim rasteretnim rezovima. Kvalitetno zašiveni dugi rezovi jednako zarastaju kao i kratki, dok oštećeno tkivo zarasta s puno više komplikacija. Također tkivo ne smije biti suho, periodično se vlaži fiziološkom otopinom.

Režanj se uvijek radi s bukalne strane, osim ako je u pitanju palatinalni korijen gornjih molara. Rez treba biti u kontinuiranom potezu, pod kutom od 90 °, dovoljno dubok da prereže periost cijelom dubinom koristeći oštar skalpel koji radi minimalnu traumu na tkivo. Odizanje periosta mora biti izvedeno uz čvrsti pritisak raspatorija na kost kako bi periost ostao priljubljen uz submukozu ili mukozu, ako je u pitanju palatinalni režanj. Rez se planira uzimajući u obzir okolne vitalne strukture radi sprečavanja njihova oštećenja te se pozicionira tako da vidljivost apeksa bude zadovoljavajuća s rubovima na zdravoj kosti. (2) Režnjevi se razlikuju po horizontalnim i vertikalnim rasteretnim rezovima.

4.1.1. Puni mukoperiostalni režnjevi

Izrada ovakvog režnja započinje sulkularnom horizontalnom incizijom u kombinaciji s jednim ili s dvama rasteretnim rezovima te uključuje papile, slobodnu gingivu, pričvrstnu gingivu i alveolarnu sluznicu. Ako je u pitanju jedan rasteretni rez, naziva se i trokutasti, a s dva reza dobiva naziv pravokutni ako su rasteretni rezovi paralelni ili trapezoidni ako su rezovi divergentni. Ovaj režanj pruža najveću vidljivost korijena zuba. (2) Kao nedostatak

navodi se moguća recesija papila, pa je često korištena incizija na bazi papile. Njome se izbjegavaju papile incizijom kroz njihovu bazu i ostatak sulkusa u jednom kontinuiranom rezu s bukalne strane. Tako papila ostaje pričvršćena, ne izlaže se krestalna kost i ne dolazi do resorpcije. Incizija na bazi papile preporuča se kod tankog fenotipa gingive te fiksnih radova u vidljivom području. (1)



Slika 1. Trapezoidni mukoperiostalni režanj.

Preuzeto s dopuštenjem autora: dr. sc. Tomislav Katanec.

4.1.2. Submarginalni režanj

Primarna je karakteristika ovakvog reznja submarginalna horizontalna incizija najčešće u kombinaciji s dvama vertikalnim rasteretnim rezovima. Naziva se još i Luebke-Ochsenbeinov režanj. Submarginalna incizija prati liniju gingivnog ruba i koristi se najčešće u gornjoj fronti gdje je estetika važna jer se postiže očuvanje slobodne gingive, parodontnog pričvrstka i ne izlaže se krestalna kost čime se sprečava resorpcija i recesija. Preduvjet je dovoljno pričvrstne gingive i parodontološko zdravlje. Rez se radi na 2 mm apikalno od baze sulkusa. (4) Nedostaci su koji se navode krvarenje iz horizontalnog reza u operacijsko područje, moguće ožiljkasto zarastanje i teže uočavanje vertikalne frakture. (2) U literaturi se navodi i „V” režanj kao vrsta submarginalnog vestibularnog reznja koji se sastoji od dvaju vertikalnih rezova s bazom distalno ili mezijalno od zuba. (19)



Slika 2. Submarginalni režanj.

Preuzeto s dopuštenjem autora: dr. sc. Tomislav Katanec

4.1.3. Semilunarni režanj

Nastaje jednom zavijenom horizontalnom incizijom u području pomične gingive. Iako je popularan zbog jednostavnosti, trebalo bi ga izbjegavati iz više razloga. Nedovoljna preglednost i nemogućnost proširenja u slučaju većeg defekta može stvoriti probleme kod resekcije. Incizija u području koje je često inflamirano rezultira pojačanim krvarenjem i većom vjerojatnošću za pucanjem tkiva. Također je zbog pozicije veća vjerojatnost od otežanog i ožiljkastog zarastanja. (2)

4.2. Osteotomija i periradikularno čišćenje

Otvaranju kosti pristupa se svrdlom za kost uz hlađenje fiziološkom otopinom i uz blag pritisak radi prevencije nekroze zbog pregrijavanja. Svrdlo mora biti dovoljno oštro da se ne bi vršio prevelik pritisak na kost pri brušenju. (4) Instrumenti korišteni za osteotomiju moraju imati obrnuti zračni ispuh kako bi se spriječio nastanak emfizema upuhivanjem zraka na mjesto operacije. Lokacija osteotomije mora biti pomno isplanirana pomoću radiološkog nalaza kako bi se izbjeglo oštećenje okolnih struktura i kako bi se omogućila valjana kiretaža upalnog tkiva, resekcija apeksa i retrogradno punjenje. U planiranje pozicije otvora također treba uzeti u obzir zakrivljenost korijena. Ponekad defekt probije kost pa je lociranje otvora lako i potrebno ga je samo proširiti. Otvor u kosti treba biti dovoljno velik za kvalitetnu kiretažu periapikalnog područja. (2)

Kiretažom se uklanjaju upalne granulacije, patološke promjene, uzročnici upale, debris i

ostaci punila. Uklanjanjem granulacija smanjuje se krvarenje pa se i time povećava preglednost radnog polja. (2, 4) Kiretaža se provodi oštrim kiretama često u nepristupačnim dijelovima pa je moguće zaostajanje dijela granulacijskog tkiva. Nije nužno u potpunosti ukloniti granulacijsko tkivo, pogotovo ako se uklanjanjem dijela granulacijskog tkiva dovodi u opasnost vitalitet susjednog korijena ili obližnju anatomsku strukturu. Ono ne ometa cijeljenje sve dok nije infektivno. Cistu s ovojnicom treba ukloniti u potpunosti da bi se spriječio recidiv iz epitelnih ostataka. (2)

4.3. Resekcija korijena

Kanal u apeksu korijena najčešće ima najslabije brtvljenje nakon punjenja jer je najudaljeniji od krune zuba. U apikalnom dijelu povećan je i broj akcesornih kanala koji, zbog teškog pristupa, mogu biti izvor bakterija i uzrok perzistentnih infekcija nakon ortogradnog liječenja i punjenja. Uz uklanjanje potencijalnog izvora bakterija, resekcijom se stvara prostor za instrumentiranje i retrogradno punjenje. (4) Vršak korijena u apikalnih 3 mm sadrži 98 % apikalnih račvanja i 93 % lateralnih kanala zbog čega se taj iznos uzima kao smjernica pri resekciji korijena. (20) Resekcija se vrši što više okomito na aksijalnu os zuba, a da pritom vidljivost okomite odrezane površine korijena ostane zadovoljavajuća. Kut od 90 ° optimalan je jer je tada broj izloženih dentinskih kanalića najmanji i time je najmanja mogućnost infekcije prodorom bakterija kroz kanaliće. Nije potrebno zakošavanje prilikom resekcije kad korijen zakreće bukalno, ali kada zakreće u drugom smjeru, nagib pri resekciji neizbježan je radi preglednosti kanala. (2) Što je manji kut resekcije, to je manje apikalno mikrobnog curenje. (21) Kada je prisutna lijevana metalna nadogradnja, apeks se ne uklanja do same nadogradnje da se ne bi narušila kompaktnost cementa. Kod mikrokirurškog pristupa, nakon rezanja vrška fisurnim čeličnim svrdlom, vrši se inspekcija preostale površine izloženog korijena lećama ili mikroskopima pomoću metilenskog modrila u potrazi za akcesornim kanalima i frakturama. (4)

4.4. Izrada i punjenje retrogradnog kaviteta

Preparacija retrogradnog kaviteta provodi se minimalnom rotacijom obrnutofisurnim čeličnim svrdlom na rotirajućem koljičniku s mikroglavom ili, sve češće, ultrazvučnim instrumentima. Rotirajućim instrumentima teže je pratiti tijek kanala, dok ultrazvučne instrumente odlikuje jednostavnost upotrebe i očuvanje više zubnog i koštanog tkiva zbog manjeg koštanog

prozora potrebnog za pristup apeksu. Jednostavnost upotrebe ultrazvučnih instrumenata omogućuju nastavci različitih veličina, oblika i angulacija. Nastavci se razlikuju i u površinama za obrađivanje pa se dijele na nastavke s dijamantnim premazom, cirkonij-nitridnim premazom i nastavke od nehrđajućeg čelika. Za nedostatak im se navodi povećana mogućnost mikropukotina i vertikalne frakture. Preparacija svrdlima polako se napušta zbog izrade prevelikih kaviteta uz nepotpuno čišćenje

kanala što je izraženo najviše kod isthmusa nastalog fuzijom korijena. (4) Dubina preparacije prema nekim izvorima trebala bi biti 1 mm duža od širine presjeka korijena (2), a prema drugim izvorima otprilike 2 mm (8), odnosno 3 do 4 mm (4). Istraživanja su pokazala izravnu korelaciju smanjenja apikalnog popuštanja s povećanjem dubine retrogradne preparacije i punjenja. (21) Preparacija je šira od kanala, a često se i dodatno proširuje pri bazi obrnutokoničnim svrdlom radi retencije, ali stijenke korijena se ne smiju previše tanjiti kako bi opasnost od frakture bila što manja. (8)



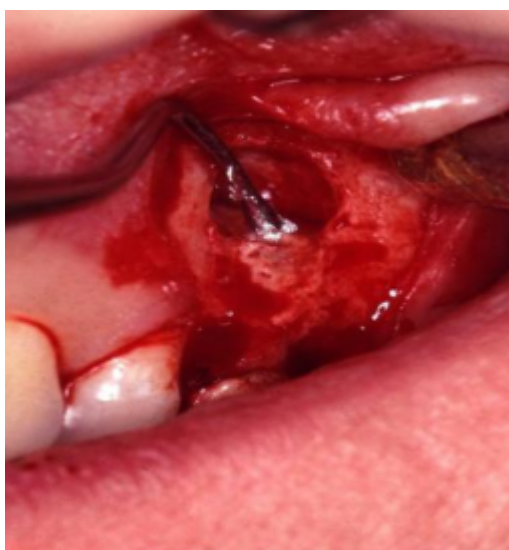
Slika 3. Preparacija retrogradnog kaviteta mikroglavom i svrdlom.

Preuzeto s dopuštenjem autora: dr. sc. Tomislav Katanec

Najvažniji korak za sprečavanje apikalnog mikrobnog popuštanja retrogradno je punjenje koje omogućava hermetičko zatvaranje apeksa pod vizualnom kontrolom. Zbog bolje preglednosti, lakše aplikacije i svojstava materijala za retrogradno punjenje, hemostaza je važna kod ovog koraka. Hemostaza se može postići na kemijski i/ili mehanički način.

Primarno se postiže primjenom anestetika s odgovarajućom koncentracijom vazokonstriktora, sukcijom i odgovarajućim operativnim tehnikama i rukovanjem mekim tkivom. Navodi se kemijsko postizanje hemostaze pomoću gaze natopljene epinefrinom, željezovim sulfatom ili aluminijevim kloridom. Resorbilni osteosintetski materijali koji se koriste u tu svrhu materijali su na bazi kolagena, na bazi oksiceluloze (Surgicel®) i materijali od hemostatske želatinaste spužve (Gelfoam®, Dengofoam®). Mehanički se hemostaza postiže opstrukcijom krvnih žila blagim udarcem u kortikalnu kost na mjestu krvarenja te koštanim voskom ili kalcijevim sulfatom koji priliježu uz kost i čine mehaničku barijeru. (2) Apeks se dodatno izolira sterilnom gazom u periapikalnom području čime se, uz dodatnu kontrolu krvarenja, sprječava zaostajanje materijala u periapikalnom području. (8)

Dugi niz godina kao retrogradno punilo upotrebljavao se amalgam. Pomoću minijaturnog aplikatora i nabijača, aplicirao se u kavitet metodom sličnom izradi amalgamskog ispuna. Iako nije potpuno izbačen iz uporabe, sve više ga zamjenjuju različiti materijali različitih svojstava, pa se tako i postupak retrogradnog punjenja razlikuje ovisno o punilu. (1)



Slika 4. Punjenje retrogradnog kaviteta amalgamom.

Preuzeto s dopuštenjem autora: dr. sc. Tomislav Katanec

4.5. Reponiranje reznja i šivanje

Tijekom operacije ne smije se dopustiti isušivanje odignutog reznja zbog opasnosti od nekroze i retrakcije tkiva. Prije reponiranja reznja, vrši se završno obilno ispiranje periapikalnog dijela fiziološkom otopinom u svrhu ispiranja koštanog debrisa, ostataka

materijala i ugrušaka. Ispiranje se obavlja prije retrogradnog punjenja jedino u slučaju punjenja MTA-om. Prije šivanja sulkularnog režnja, može se provesti nježno struganje ekspaniranih vratova radi uklanjanja kamenca i granulacija kako bi se ubrzao oporavak pričvrška i smanjila se vjerojatnost resorpcije. (2) Reponiranje i šivanje obavljaju se s ciljem primarnog cijeljenja. Najčešće su korišteni pojedinačni šavovi u aproksimalnim prostorima i duž vertikalnih rasteretnih šavova. Preporučuju se atraumatske igle i monofilamentni ili konci s glatkim premazom veličine 6/0 radi što manje iritacije tkiva. (4) Tradicionalno korišteni konci od svile mogu poticati razvoj bakterija i ometati cijeljenje. Materijali izbora za konce u endodontskoj kirurgiji danas su najlon, polipropilen, politetrafluoretilenski ili premazani monofilamentni konci. (22) Nakon šivanja, radi postizanja hemostaze i sprečavanja nastanka ugruška ispod režnja koji odgađa cijeljenje, 5 minuta vrši se pritisak na režanj vlažnom gazom. (4)

4.6. Postoperativne upute, moguće nuspojave i komplikacije

Postoperativne upute podrazumijevaju upoznavanje pacijenta s očekivanim postoperativnim simptomima te upute kako ih smanjiti i što izbjegavati kako ne bi došlo do komplikacija. Pacijent može očekivati oticanje, bol, nelagodu, pojavu podljeva i sukrvavi ispljuvak nekoliko dana nakon operacije. Operirano područje treba se što manje dirati, sluznica oko njega što manje navlačiti, a hrana koja se unosi trebala bi biti kašasta prva 3 dana i lako se ispirati te je potrebno izbjegavati četkanje tog područja minimalno 24 sata nakon operacije. Pacijent bi se trebao suzdržati od pušenja nakon operacije koliko god je to moguće i vježbi visokog intenziteta barem 1 do 2 dana. Preporuča se ispiranje klorheksidinom dvaput dnevno radi reduciranja broja bakterija na operiranom području. Prvih nekoliko dana, a posebno na dan operacije radi smanjenja otekline i upale, preporuča se korištenje hladnih obloga uz pritisak. NSAR se preporuča postoperativno prema potrebi. U slučaju pretjeranog oticanja i jakih bolova, potrebno je kontaktirati stomatologa. Potrebne su 2 kontrole u prvih 6 tjedana nakon operacije i snimanje kontrolnog ortopantomograma 6 mjeseci nakon operacije radi procjene periapikalnog cijeljenja. (23) Skidanje šavova obavlja se 5 do 7 dana nakon operacije. (2)

Komplikacije, odnosno neuspjesi apikotomije, mogu se podijeliti na neuspjehe koje uzrokuje liječnik i one koje uzrokuje pacijent. Liječnik može uzrokovati neuspjeh pogrešnom dijagnozom, nepravilnim preoperativnim punjenjem, uzrokovanjem uzdužne frakture,

nedovoljnim uklanjanjem upalnog periapikalnog tkiva, resekcijom manje od $\frac{1}{3}$ korijena ili više bez upotrebe implantata, neuklanjanjem akcesornih kanala, ostavljanjem stranog tijela u operacijskom području, neadekvatnim planiranjem reza i šivanjem, nepoštivanjem pravila asepsa i antiseptike. Pacijent može dovesti do neuspjeha izazivanjem mehaničke traume u neposrednom postoperativnom razdoblju lošom higijenom usne šupljine i nepoštivanjem postoperativnih uputa. (7)

5. MATERIJALI ZA RETROGRADNO PUNJENJE

Idealan materijal za punjenje korijena trebao bi biti biokompatibilan, pružati odlično brtvljenje, imati dobru adheziju na dentin, dimenzijsku stabilnost i biti radioopaktni. Ne smije biti topljiv niti podložan koroziji, a istovremeno bi trebao biti jednostavan za upotrebu s dovoljno dugim vremenom manipulacije. Također, poželjno bi bilo da pruža bakteriostatska i/ili baktericidna te osteogena i cementogena svojstva. Ne smije bojiti zubna i meka tkiva. (1) S obzirom na to da postoji velik broj novih materijala za retrogradno punjenje na tržištu, navedeni su samo najčešće korišteni i najistraženiji materijali.

5.1. Amalgam

Dugi niz godina amalgam je, u nedostatku izbora, bio najpopularniji materijal za retrogradno punjenje. Sastavljen je od srebra, kositra, bakra i žive u većinskim udjelima te cinka, zlata, molibdena, wolframa, nikla, paladija i platine u tragovima. Iako je jeftin, jednostavan za korištenje i lako dostupan, iz upotrebe se postepeno izbacuje zbog kritika po pitanju rubnog popuštanja, korozije, osjetljivosti na vlagu i prisutnosti žive kako u tkivu tako i u okolišu. U nekim je državama i zakonski zabranjena njegova upotreba u dentalnoj medicini. (24)

5.2. Cink-oksidi eugenolni cementi

U svrhu retrogradnog punjenja kaviteta tijekom kirurškog zahvata koriste se ZOE cementi koji su modificirani radi smanjenja topljivosti, a time i iritacije tkiva. IRM cement unaprijeđen je 20 %-tnim udjelom metakrilata u prahu, dok je ostatak cink-oksidi prah, a 99 % tekućine čini eugenol. Super EBA sastavljena je od 60 % cinkovog oksida, 30 % aluminijske, 6 % prirodnih smola s tekućinom koju čini 37,5 % eugenola i 62,5 % etoksibenzojeve kiseline. Izvrsno adheriraju i nisu toksični nakon stvrdnjavanja, ali osjetljivi su na vlagu i izazivaju početnu iritaciju periapikalnog tkiva. (25). Dokazana je čak i biokompatibilnost Super EBA-e. (26)

5.3. Staklenoionomerni cementi

Staklenoionomerni cementi sastavljeni su od silicijeva dioksida, aluminijske oksida te aluminijske i kalcijeva fluorida pomiješanih s poliakrilnom kiselinom u koju su, radi poboljšanja svojstava, dodane itakonska, maleinska i tartaratska kiselina. Prednosti SIC-a jaka su kemijska adhezija na tvrdo zubno tkivo, slaba topljivost, termički koeficijent ekspanzije

sličan dentinu, otpuštanje fluora i visoka tlačna čvrstoća. (24) Nedostatak kod retrogradnog punjenja SIC-om dimenzijska je nestabilnost zbog osjetljivosti na vodu tijekom stvrdnjavanja što rezultira apikalnim popuštanjem i formacijom pora. Navodi se jako dobra sposobnost brtvljenja svjetlosno-polimerizirajućeg SIC-a kod kojeg je riješen problem osjetljivosti na vodu jer polimerizacijom SIC postaje dimenzijski stabilan i neosjetljiv na vodu. (2)

5.4. Gutaperka

Gutaperka je izoprenski dio prirodne gume. Kao materijal za punjenje korijenskih kanala, gutaperka se koristi od 1867. godine. Koristi se u obliku štapića od 56 – 75 % cinkovog oksida, 18 – 22 % gutaperke, 1,5 – 17 % sulfata teških metala te voska i smole u udjelu od 1 do 4 %. (24) Iako je dokazano učinkovita kod ortogradnog punjenja, kod retrogradnog punjenja značajno je manje učinkovita od amalgama uspoređujući smanjenje periapikalnih transparentija i simptoma. (27)

5.5 Kompoziti

Iako su najčešće korišten materijal u izradi ispuna, kompozitne smole nisu u tolikoj mjeri u upotrebi za retrogradne kavitete. Za retrogradno punjenje osmišljen je Retroplast. Prijašnja verzija sadržavala je srebro za povećanje radioopaknosti, ali istovremeno srebro je skraćivalo vrijeme manipulacije, stabilnost pri skladištenju i bojilo je tkivo. Kao zamjena, uveden je iterbij trifluorid. (28) Navodi se velika razlika u rubnom popuštanju ovisno o adhezijskom sustavu koji se koristi. Iako istraživanja ukazuju na visok postotak uspjeha zahvata u kojima je korišten Retroplast kompozit u kombinaciji s Gluma adhezivom od 90-ak %, glavni problem i dalje je održavanje suhog radnog polja potrebnog za kvalitetnu adheziju. (29)

5.6. Bioaktivni materijali

Bioaktivni su materijali kalcij silikatni cementi koji potječu od Portland cementa, građevinskog materijala koji sadrži silikatne, aluminijske i kalcijeve komponente. Daljnjim razvojem u kliničku upotrebu prvo ulazi MTA, a zatim i Biodentin te biokeramika. Svi kalcij silikatni materijali hidrofilni su, ali vrijeme stvrdnjavanja te metode pripreme i korištenja razlikuju se. (1)

5.6.1. Mineral-trioksid agregat

MTA je često korišten materijal u svrhu retrogradnog punjenja zbog pozitivnih bioloških karakteristika. Sastavljen je od Portland cementa s dodatkom bizmutova oksida koji mu omogućuje radioopaknost. (30) Spominju se brojne prednosti ovog materijala, između ostalog to su hidrofilnost, osteokonduktivnost, dobro brtvljenje, dimenzijska stabilnost i radioopaknost. Vrijeme je rukovanja MTA-om 10-ak minuta, a stvrdnjavanje 2 do 3 sata zbog čega se ispiranje periapikalnog dijela izvodi prije punjenja retrogradnog kaviteta, a nakon punjenja vlažnom se gazom ukloni višak materijala. (2) Istraživanja su pokazala formiranje novog cementa, periodontalnog ligamenta preko resektiranog korijena i retrogradnog kaviteta. (31) Također, primijećeno je i stvaranje hidroksiapatita na površini MTA-e kada je u kontaktu s tkivnim tekućinama tijekom stvrdnjavanja. Kao nedostatak, navodi se bojenje tkiva i teža aplikacija i rukovanje. Problem aplikacije riješen je jednokratnim plastičnim uskim aplikatorima. (2) Problem dugog stvrdnjavanja riješen je MTA Angelus materijalom koji ima manju količinu bizmutovog oksida i magnezijevog fosfata, a veću kalcijevog karbonata, kalcijevog silikata i barijevog cink fosfata. Vrijeme stvrdnjavanja skraćeno je na 12 do 14 minuta. (24)

5.6.2. Biodentin

Biodentin ulazi u kliničku praksu 2011. kao zamjena za dentin zbog sposobnosti remineralizacije dentina otpuštanjem kalcijevih iona koji se sa silikatima odlažu u dentin. Ovaj biokompatibilni materijal stvrdnjava se 10 do 12 minuta, a pH vrijednost mu je visokih 11,7 te ostaje takva do 28 dana. Uz remineralizaciju dentina, potiče i diferencijaciju matičnih stanica u osteoblaste, a cirkonijev oksid osigurava mu radiokontrastnost. (24)

5.6.3. Biokeramika

Biokeramika je, zahvaljujući brojnim bioaktivnim svojstvima, pronašla mjesto u brojnim granama medicine i stomatologije kao materijal za rekonstrukciju oštećenih i nedostatnih dijelova mišićno-koštanog sustava. (32) Na tržištu je dostupna unaprijed zamiješana verzija biokeramike pod nazivom RRM. RRM je češće korišten u svrhu retrogradnog punjenja od biodentina koji se češće koristi za perforacije korijena. Dimenzijski je stabilan, visokog je

pH-a i stvrdnjava 2 do 4 sata. (1)

6. SUVREMENI PRISTUP APIKOTOMIJI

Moderna endodontska kirurgija uključuje korištenje CBCT-a u dijagnostici i planiranju, ultrazvučne uređaje pri osteotomiji i obradi korijena, bioaktivne materijale za retrogradno punjenje, instrumente za vizualno uvećanje radnog polja, leće, mikroskope i endoskope u kombinaciji s unaprijedom kirurškim tehnikama i instrumentima.

Stomatološke leće i mikroskopi otvaraju vrata novoj vrsti kirurgije, mikrokirurgiji. Mikrokirurgija podrazumijeva i korištenje pripadajućih instrumenata poput Stropko mikronastavka za ispiranje i sušenje, mikrozrcala veličine od 2 do 5 mm te kružnog ili kvadratnog oblika, ultrazvučnih i soničnih mikroinstrumenata za pripremanje retrogradnog kaviteta te ručnih proširivača i strugača koji omogućuju pregled kanala bez zaklanjanja radnog polja. (4)

Sve su više u oralnoj kirurgiji u upotrebi piezoelektrični instrumenti. Koriste se zbog preciznosti rezanja tvrdih tkiva istovremeno neoštećujući meka tkiva uz minimalno stvaranje topline. (33) Osim u svrhu izrade sidrišta za retraktore u obliku žlijeba u kosti, sve se više istražuje njihova upotreba u osteotomiji, resekciji korijena i preparaciji retrogradnog kaviteta. Oštriji nastavci omogućuju korištenje piezoelektričnih uređaja za *window* tehniku osteotomije. (1)

Pri *window* tehnici osteotomije piezoelektričnim instrumentima za rezanje kosti odvaja se koštani poklopac kortikalne ploče i privremeno pohranjuje u HBSS otopini, a zatim nakon retrogradnog punjenja biva vraćen na početno mjesto. Indikacije su za navedenu tehniku debljina kortikalne kosti od minimalno 1 mm, blizina sinusa ili velike lezije koje uključuju više korijena. Nedostatak joj je duže trajanje osteotomije. Cilj ove tehnike očuvanje je koštane strukture, očuvanje integriteta kortikalne kosti i postizanje lakšeg pristupa bez potrebe za dvije odvojene osteotomije. (34)

Kao novitet od instrumenata u oralnoj kirurgiji navode se i laseri. Najčešće korišteni laseri u oralnoj kirurgiji su CO₂, Er:YAG 2940 nm i Er,Cr:YSGG 2790 nm, diodni i Nd:YAG. Koriste se i laseri niskog intenziteta kao pomoć u zarastanju i cijeljenju. (35) Upotreba lasera u endodontskoj kirurgiji još je primarno u eksperimentalnoj fazi, a rezultati su oprečni. Uspješno, ali još eksperimentalno, Er:YAG se koristi za resekciju korijena uz vodeno hlađenje i preparaciju retrogradnog kaviteta. (36)

Trodimenzionalni prikaz nužan je za planiranje tijekom operacije, posebice kad je u pitanju endodontska mikrokirurgija. Planiranje zahvata ovisi o blizini anatomskih struktura čije oštećenje treba izbjeći, a to su n. alveolaris inferior, n. mentalis, rr. alveolares superiores posteriores, a. palatina major, sinuse, nosnu šupljinu, blizinu susjednih korijena i slične

strukture. (1) Uz mikroskope i iskusnog kirurga u endodontskoj kirurgiji blizina apeksa takvim strukturama više nije kontraindikacija za apikotomiju. Osim u procesu planiranja, potencijal CBCT-a vidljiv je i u praćenju apikalnog cijeljenja. Dokazano je da se, u slučajevima u kojima se cijeljenje ne može sa sigurnošću utvrditi na dvodimenzionalnim periapikalnim snimkama, cijeljenje može točno svrstati u određenu grupu koristeći trodimenzionalni CBCT. (37)

Cijeljenje kosti može biti potpomognuto primjenom GBR metode. Cilj je korištenja ove tehnike dozvoliti koštanu regeneraciju prije migracije mekog tkiva u prostor predviđen za buduću kost. Migracija se ograničava pomoću membrana koje sprečavaju urastanje epitela u koštani defekt. (38) Svoju primjenu pronašla je uglavnom u parodontološkoj kirurgiji i implantologiji. U endodontskoj kirurgiji pokazala se korisnom kod kompliciranih endodontskih i endo-paro lezija. (4) Veći postotak cijeljenja dokazan je u slučajevima s buko-oralnim lezijama, lezijama s koštanim defektom prema sinusu i endo-paro lezijama. Nije postignut uspjeh u cijeljenju koristeći membrane kod lezija većih od 10 mm. (1)

Dostupnost CBCT-a potaknuo je razvoj vođenih kirurških tehnika u endodontskoj kirurgiji. Vođena i ciljana endodontska mikrokirurgija provodi se pomoću trodimenzionalnih printanih predložaka i kirurških vodilica. Navedena tehnika naziva se statičnom navigacijom. Dinamička navigacija podrazumijeva korištenje stetoskopske kamere, računala sa zaslonom i navigacijskog sustava koji za vrijeme operacije navigira kirurga. (39) Takva tehnologija nije dovoljno istražena, ali dosadašnja istraživanja pokazala su uspjeh u lociranju periapikalne lezije i obavljanju zahvata na minimalno invazivan način. (40)

Istovremeno se razvijaju i metode koje koriste napredak u CBCT tehnologiji te u poljima umjetne inteligencije i učenja. U dosadašnje uspjehe zasad se navode razvoj algoritma za kompjutersku detekciju i dijagnozu periapikalnih lezija koje odgovaraju apikalnom parodontitisu, identifikaciju pukotina, automatsku segmentaciju zuba i mandibularnog kanala te razvijanje algoritma pomoću dubokog učenja koji bi razlikovao cistične periapikalne lezije od granuloma. (41 – 45) U budućnosti bi umjetna inteligencija mogla pomoći kirurzima u odlukama o nužnosti zahvata razlikujući cistu od granuloma te detektirajući frakture, a u planiranju tretmana točno lokalizirajući anatomske strukture na temelju čega se izrađuju vodilice. Tijekom godina realno je očekivati razvoj i primjenu robota u endodontskim mikrokirurškim zahvatima, pristup već predstavljen u implantologiji. (46)

7. RASPRAVA

Čimbenici koji utječu na ishod apikotomije mogu se podijeliti na preoperativne, intraoperativne i postoperativne. Preoperativni su faktori koji povećavaju vjerojatnost uspjeha izostanak preoperativne boli, kompaktno punjenje kanala, slučajevi bez periapikalne lezije ili s periapikalnom lezijom manjom od 5 mm, paradontno zdravlje, pušenje i periapikalna lezija ograničena na apikalnu trećinu korijena. Najveću stopu uspjeha imaju sjekutići gornje čeljusti i molari gornje čeljusti kojima je apikotomiran meziobukalni korijen, a najmanju donji sjekutić pa se može zaključiti da i lokacija uvelike utječe na ishod. Čimbenici su vezani za zahvat koji pospješuju ishod korištenje pomagala za uvećanje slike, korištenje ultrazvučnih instrumenata za preparaciju retrogradnog kaviteta i upotreba MTA-e kao retrogradnog punila. Ishod je lošiji kod ponovljenih operacija. (2,47 – 49) Uspjeh periradikularne kirurgije može se mjeriti na osnovi periapikalnog cijeljenja, preživljenja zuba i utjecaja na kvalitetu života. Periapikalno cijeljenje može biti potpuno, nepotpuno (ožiljkasto) i nezadovoljavajuće. (50) Postoperativni nalaz kod kojeg se može očekivati uspjeh terapije radiološki je nalaz cijeljenja, izostanak simptoma i sinus trakta te smanjenje pomičnosti zuba. (2)

Uspješnost endodontske mikrokirurgije u usporedbi s klasičnom endodontskom kirurgijom bez pomagala za povećanje značajno je veća. Navodi se razlika u uspjehu od čak 45 %. (51) Precizni rad pomoću pomagala za uvećanje slike omogućuje manju invazivnost što značajno povećava stopu uspješnosti. Postotak uspjeha raste s 53 % kod defekata većih od 10 mm na 80 % kod defekata manjih od 10 mm. (52) Neosporna je važnost minimalne invazivnosti pri osteotomiji vidljiva i u brzini cijeljenja. Rubinstein i sur. dokazali su to istraživanjem u kojem su lezije manje od 5 mm zacijelile unutar 6,4 mjeseca, lezije od 6 do 10 mm u 7,5 mjeseci, a lezije veće od 10 mm u 11 mjeseci. (53)

Preparacija retrogradnog kaviteta ultrazvučnim instrumentima postala je zlatni standard iz više razloga. Minimalna invazivnost i lakše praćenje kanala tanjim radnim nastavcima omogućuju lakši i slobodniji rad bez straha od perforacije stijenke korijena. Iako se kao nedostatak ultrazvučnih instrumenata navodio veći postotak fraktura tijekom preparacije, ta je tvrdnja opovrgnuta u više radova, posebice za dijamantima obložene radne nastavke. (54 – 56) Veliki potencijal je i erbium:YAG laserima koji ne izazivaju mikropukotine kod preparacije za razliku od ultrazvučnih i rotirajućih instrumenata. Također, smanjena je vjerojatnost ozljede okolnog tkiva kao i nelagoda izazvana mehaničkih uklanjanjem. (57) Kod resekcije korijena potvrđen je veći broj pukotina koristeći ultrazvučne instrumente s dijamantnim nastavcima nego koristeći rotirajuće instrumente i dijamantna fisurna svrdla. (58)

Pri vrednovanju efikasnosti materijala za retrogradno punjenje prvenstveno se cijeni sposobnost brtvljenja i biokompatibilnost materijala pa je najviše istraživanja napisano na tu temu. Kvalitetno brtvljenje važno je zbog sprečavanja prodora bakterija iz korijenskog kanala u periapikalno područje. Rubno popuštanje smatra se krivcem za 60 % neuspjeha u periapikalnoj kirurgiji. (59) Biokompatibilnost materijala ima veliku ulogu u cijeljenju periapikalnog tkiva. Amalgam je godinama bio materijal izbora za retrogradno punjenje zbog niske cijene, dostupnosti i jednostavnosti korištenja. Uspješnost apikotomije zabilježena korištenjem amalgama kao retrogradnog punila bila je 50 – 80%. Tijekom godina učinkovitost amalgama dovodila se u pitanje zbog rubnog popuštanja, korozije, osjetljivosti na vlagu te kontaminacije tkiva i okoliša živom. Nakon podizanja svijesti o negativnim stranama amalgama, na tržište dolazi IRM, a zatim i Super-EBA. (60) Najviše korištena i istraživana alternativa amalgamu kao retrogradnom punilu je MTA. Prema istraživanjima o rubnom propuštanju, MTA je pokazala najbolje rezultate u usporedbi s amalgamom bez cinka, IRM-om, Super-EBA-om. (61, 62) Visoka stopa potpunog i nepotpunog cijeljenja od ukupno 92 % zabilježena je pri korištenju MTA-e. (63) Prema metanalizi Yáñez Sáncheza i sur. iz 2008. postotak je uspjeha operacija u kojima je korištena MTA 95,62 %, Super-EBA 91,8 %, a IRM i amalgam oko 77 %. Rezultati rubnog popuštanja također idu u prilog MTA-i i Super-EBA-i. Najbiokompatibilnijom pokazala se MTA s gotovo nepostojećim upalnim odgovorom, dok je upalni odgovor kod Super-EBA-e i IRM-a bio blag do umjeren, a kod amalgama umjeren do jak. Regeneracija tkiva i odlaganje cementa zabilježeno je samo kod primjene MTA-e. Regeneracija kosti zabilježena je kod svih četiriju materijala. (59) MTA se smatra zlatnim standardom zbog brojnih bioaktivnih svojstava već dugi niz godina, no pojavom biodentina koji se pokazao kao mogući konkurent MTA-i, povećan je interes i broj istraživanja koji uspoređuju njihova svojstva. Iako su rezultati o rubnom propuštanju kontradiktorni i nije dokazana klinička superiornost nijednog od navedenih materijala (64), odlična sposobnost brtvljenja biodentina povezana s povoljnim biološkim svojstvima potvrđuje da se može efikasno koristiti u kliničkoj praksi kao materijal za retrogradno punjenje. Prednost mu je brže stvrdnjavanje od MTA-e. (65) Područje biokompatibilnih dentalnih materijala ubrzano se razvija te su se na tržištu pojavili brojni materijali koji bi daljnjim usavršavanjem i izradom većeg broja komparativnih istraživanja mogli predstavljati konkurenciju MTA-i.

Većina istraživanja prati kratkoročni uspjeh operacije. Starija istraživanja prije uvođenja mikroskopa u kirurgiju bilježila su nekonzistentan uspjeh apikotomije u nižim postocima i

velikom rasponu (51, 66). Uz primjenu mikroskopa i biokompatibilnih materijala rezultati uspjeha novijih istraživanja su poprilično konstantni i iznad 90 %. (53, 67, 68)

Postotak cijeljenja i uspjeha mikrokirurške apikotomije pada s godinama nakon zahvata. Navodi se cijeljenje od 92,5 % u prve 4 godine nakon operacije u usporedbi s cijeljenjem od 82 % 5 do 9 godina nakon operacije. (69) Kada se uspoređuje dugoročno preživljenje apikotomiranih zubi i implantata, oba tretmana imaju visok postotak dugoročnog preživljenja. Ipak, implantati su u blagoj prednosti, ali značajna razlika primijećena je tek 8 godina nakon zahvata. (70)

8. ZAKLJUČAK

Endodontska kirurgija ima dugu povijest konstantnog napredovanja kako na istraživačkom polju tako i u kliničkoj praksi. Napretkom na području materijala i metoda, apikotomija je postala zahvat s minimalnim nuspojavama i predvidljivim ishodom. Uvođenjem koncepta mikrokirurgije uz korištenje biokompatibilnih materijala drastično se povećao postotak kratkoročnog i dugoročnog uspjeha zahvata. Korištenje mikroskopom smanjilo je i broj kontraindikacija omogućivši izvođenje na korijenima izazovne anatomije. Pravilnim postavljanjem indikacija, izborom tehnika i metoda, izvođenjem zahvata prema smjericama i pravilnom postoperativnom njegoj smanjuje se intenzitet i broj nuspojava. Na uspjeh operacije utječu i drugi faktori poput lokacije i vrste zuba, pušenja, parodontnog zdravlja, veličine periapikalne lezije, kompaktnosti intrakanalnog punjenja i vrsta materijala za retrogradno punjenje. Kao materijal izbora koristi se MTA koja se smatra najprikladnijom zbog velikog broja istraživanja koja su potvrdila njezinu bioaktivnost, brtvljenje i sveukupnu visoku uspješnost zahvata.

Na pitanje treba li zahvaćeni zub liječiti endodontski, kirurški ili se odlučiti na vađenje, odgovor nije jednostavan. Kada se neinvazivne metode ne pokažu uspješnima, apikotomija često ostaje jedini mogući zahvat kojim se zub može sačuvati od vađenja. Implantati su dostojna zamjena za zub, ali vađenje zuba i ugradnja implantata pacijentima su često traumatični i/ili pacijenti nisu u mogućnosti financirati ih. Uzevši u obzir visoku stopu uspjeha i predvidljiv ishod operacije koristeći suvremene metode i materijale, apikotomija je još uvijek nezamjenjiv zahvat vrijedan daljnjih istraživanja.

9. LITERATURA

1. Setzer FC, Kratchman SI. Present status and future directions: Surgical endodontics. *Int Endod J.* 2022;55(S4):1020–58.
2. Hupp JR, Ellis III E, Tucker MR. Contemporary oral and maxillofacial surgery. 6th ed. Mosby; 2013. 718 p.
3. Endodontology ES of. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J.* 2006;39(12):921–30.
4. Bergenholtz EG. Textbook of Endodontology, 2nd ed. Wiley Blackwell; 2010. 402 p.
5. Jitaru S, Hodisan I, Timis L, Lucian A, Bud M. THE USE OF BIOCERAMICS IN ENDODONTICS - LITERATURE REVIEW. *Med Pharm Rep.* 2016 Oct 28;89(4):470–3.
6. Estrela C, Decurcio D de A, Rossi-Fedele G, Silva JA, Guedes OA, Borges ÁH. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. *Braz Oral Res [Internet].* 2018 Oct 18 [cited 2022 Nov 23];32(suppl 1). Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-83242018000500608&lng=en&tlng=en
7. Kuna T, Gabrić Pandurić D, Sušić M, Bego K. Apikotomija. *Sonda.* 2007;VIII(14/15):51.
8. Fragiskos D. Fragiskos. Oral surgery. 1th ed. Berlin: Springer; 2007. 367 p.
9. Antony DP, Thomas T, Nivedhitha M. Two-dimensional Periapical, Panoramic Radiography Versus Three-dimensional Cone-beam Computed Tomography in the Detection of Periapical Lesion After Endodontic Treatment: A Systematic Review. *Cureus.* 12(4):e7736.
10. Moraschini V, Hidalgo R, Porto Barboza ED. Effect of submucosal injection of dexamethasone after third molar surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016;45(2):232–40.
11. Vieth MP, Deas DE, Archontia Palaiologou A, Diogenes A, Mader MJ, Mealey BL. Effect of intravenous dexamethasone on postoperative pain and swelling following periodontal flap surgery: A randomized controlled trial of patient-centered outcomes. *J Periodontol.* 2022;93(2):239–47.
12. Kan E, Coelho MS, Reside J, Card SJ, Tawil PZ. Periapical Microsurgery: The Effects of Locally Injected Dexamethasone on Pain, Swelling, Bruising, and Wound Healing. *J Endod.* 2016 Nov 1;42(11):1608–12.
13. Par M, Španović N, Filipović-Zore I. Rizični pacijenti (II. dio). 2009;(Sonda):69–70.

14. Dewachter P, Mouton-Faivre C, Emala CW, Riou B. Anaphylaxis and Anesthesia: Controversies and New Insights. *Anesthesiology*. 2009 Nov 1;111(5):1141–50.
15. Buckley JA, Ciancio SG, McMullen JA. Efficacy of Epinephrine Concentration in Local Anesthesia during Periodontal Surgery. *J Periodontol*. 1984;55(11):653–7.
16. Pérusse R, Goulet JP, Turcotte JY. Contraindications to vasoconstrictors in dentistry: Part I. Cardiovascular diseases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1992 Nov;74(5):679–86.
17. Pérusse R, Goulet JP, Turcotte JY. Contraindications to vasoconstrictors in dentistry: Part II. Hyperthyroidism, diabetes, sulfite sensitivity, cortico-dependent asthma, and pheochromocytoma. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1992 Nov;74(5):687–91.
18. James W. Little, Donald A. Falace, Craig S. Miller, Nelson L. Rhodus. Dental management of the medically compromised patient. 7th ed. Mosby; 2008. 628 p.
19. Kacarska M, Stefanovski J. Originalni „V“ režanj za endodontsko-kirurško zbrinjavanje kroničnoga periapikalnog procesa. *Acta Stomatol Croat*. 2011;45(3):190-195.
20. Kim S, Kratchman S. Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice: A Review. *J Endod*. 2006 Jul 1;32(7):601–23.
21. Gilheany PA, Figdor D, Tyas MJ. Apical dentin permeability and microleakage associated with root end resection and retrograde filling. *J Endod*. 1994 Jan;20(1):22–6.
22. Velvart P, Peters CI. Soft tissue management in endodontic surgery. *J Endod*. 2005 Jan;31(1):4–16.
23. Gutmann JL. Surgical endodontics: post-surgical care. *Endod Top*. 2005;11(1):196–205.
24. Mehulić i sur. K. Dentalni materijali. Zagreb: Medicinska naklada; 2017. 352 p.
25. Bhagat K, Goel M, Bhagat N. Root filling materials and recent advances: a review. *INDIAN J Appl Res*. 2017;
26. Oynick J, Oynick T. A study of a new material for retrograde fillings. *J Endod*. 1978 Jul;4(7):203–6.
27. Niederman R, Theodosopoulou JN. A systematic review of in vivo retrograde obturation materials. *Int Endod J*. 2003;36(9):577–85.
28. Rud J, Rud V, Munksgaard EC. Retrograde root filling with dentin-bonded modified resin composite. *J Endod*. 1996 Sep 1;22(9):477–80.
29. Ambus C, Munksgaard EC. Dentin bonding agents and composite retrograde root filling. *Am J Dent*. 1993 Feb;6(1):35–8.

30. Camilleri J. Mineral trioxide aggregate: present and future developments. *Endod Top.* 2015;32(1):31–46.
31. Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod.* 1999 Mar 1;25(3):197–205.
32. Hench LL. Bioceramics. *J Am Ceram Soc.* 1998;81(7):1705–28.
33. Gabrić Pandurić D. Upotreba piezoelektričnog uređaja u oralnoj kirurgiji. *Medix.* 2010;91.:142.-145.
34. Lee SM, Yu YH, Wang Y, Kim E, Kim S. The Application of “Bone Window” Technique in Endodontic Microsurgery. *J Endod.* 2020 Jun;46(6):872–80.
35. Mohammadi Z et al. Lasers in Apicoectomy: A Brief Review. *J Contemp Dent Pract.* 2017 Feb;18(2):170–3.
36. Bago I, Lucić R, Budimir A, Rajić V, Balić M, Anić I. Sealing Ability of Bioactive Root-End Filling Materials in Retro Cavities Prepared with Er,Cr:YSGG Laser and Ultrasonic Techniques. *Bioengineering.* 2022 Jul 14;9(7):314.
37. Schloss T, Sonntag D, Kohli MR, Setzer FC. A Comparison of 2- and 3-dimensional Healing Assessment after Endodontic Surgery Using Cone-beam Computed Tomographic Volumes or Periapical Radiographs. *J Endod.* 2017 Jul;43(7):1072–9.
38. Ziccardi VB, Buchbinder D. Guided tissue regeneration in dentistry. *N Y State Dent J.* 1996 Dec;62(10):48–51.
39. D GT, Saxena P, Gupta S. Static vs. dynamic navigation for endodontic microsurgery - A comparative review. *J Oral Biol Craniofacial Res.* 2022;12(4):410–2.
40. Gambarini G, Galli M, Stefanelli LV, Di Nardo D, Morese A, Seracchiani M, et al. Endodontic Microsurgery Using Dynamic Navigation System: A Case Report. *J Endod.* 2019 Nov;45(11):1397-1402.e6.
41. Orhan K, Bayrakdar IS, Ezhov M, Kravtsov A, Özyürek T. Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans. *Int Endod J.* 2020 May;53(5):680–9.
42. Lahoud P, EzEldeen M, Beznik T, Willems H, Leite A, Van Gerven A, et al. Artificial Intelligence for Fast and Accurate 3-Dimensional Tooth Segmentation on Cone-beam Computed Tomography. *J Endod.* 2021 May;47(5):827–35.
43. Shah P, Kendall F, Khozin S, Goosen R, Hu J, Laramie J, et al. Artificial intelligence and machine learning in clinical development: a translational perspective. *Npj Digit Med.* 2019 Jul 26;2(1):1–5.

44. Okada K, Rysavy S, Flores A, Linguraru MG. Noninvasive differential diagnosis of dental periapical lesions in cone-beam CT scans: Noninvasive differential diagnosis of dental periapical lesions. *Med Phys*. 2015 Mar 17;42(4):1653–65.
45. Kwak GH, Kwak EJ, Song JM, Park HR, Jung YH, Cho BH, et al. Automatic mandibular canal detection using a deep convolutional neural network. *Sci Rep*. 2020 Mar 31;10(1):5711.
46. Wu Y, Wang F, Fan S, Chow JKF. Robotics in Dental Implantology. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am*. 2019 Aug;31(3):513–8.
47. Tsesis I, Rosen E, Taschieri S, Strauss YT, Ceresoli V, Fabbro MD. Outcomes of Surgical Endodontic Treatment Performed by a Modern Technique: An Updated Meta-analysis of the Literature. *J Endod*. 2013 Mar 1;39(3):332–9.
48. Arx T von, Peñarrocha M, Jensen S. Prognostic Factors in Apical Surgery with Root-end Filling: A Meta-analysis. *J Endod*. 2010 Jun 1;36(6):957–73.
49. De Paolis G, Vincenti V, Prencipe M, Milana V, Plotino G. Ultrasonics in endodontic surgery: a review of the literature. *Ann Stomatol (Roma)*. 2010 Dec 8;1(2):6–10.
50. Qualtrough et al. Guidelines for Periradicular Surgery. [Internet] The Royal College of Surgeons of England; 2020. Available at:
https://www.rcseng.ac.uk/-/media/files/rcs/fds/publications/periradicular_surgery_guidelines_2020.pdf
51. Setzer FC, Shah SB, Kohli MR, Karabucak B, Kim S. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature--part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *J Endod*. 2010 Nov;36(11):1757–65.
52. Barone C, Dao TT, Basrani BB, Wang N, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study--phases 3, 4, and 5: apical surgery. *J Endod*. 2010 Jan;36(1):28–35.
53. Rubinstein RA, Kim S. Short-term observation of the results of endodontic surgery with the use of a surgical operation microscope and super-EBA as root-end filling material. *J Endod*. 1999 Jan 1;25(1):43–8.
54. Calzonetti KJ, Iwanowski T, Komorowski R, Friedman S. Ultrasonic root end cavity preparation assessed by an in situ impression technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998 Feb;85(2):210–5.
55. De Bruyne M a. A, De Moor RJG. SEM analysis of the integrity of resected root apices of cadaver and extracted teeth after ultrasonic root-end preparation at different

intensities. *Int Endod J.* 2005;38(5):310–9.

56. Brent PD, Morgan LA, Marshall JG, Baumgartner JC. Evaluation of diamond-coated ultrasonic instruments for root-end preparation. *J Endod.* 1999 Oct;25(10):672–5.
57. Komori T, Yokoyama K, Takato T, Matsumoto K. Clinical application of the erbium:YAG laser for apicoectomy. *J Endod.* 1997 Dec;23(12):748–50.
58. Shammaa MA, Abiad RS, Elsaad NA. Evaluation of root-end resection with conventional and ultrasonic methods: a single-blind, randomized in-vitro study. 2021;
59. Sánchez ÁFY, Berrocal MIL, González JMM. Metaanalysis of filler materials in periapical surgery. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2008;
60. Li H, Guo Z, Li C, Ma X, Wang Y, Zhou X, et al. Materials for retrograde filling in root canal therapy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021 Oct 14;2021(10):CD005517.
61. Fischer EJ, Arens DE, Miller CH. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as compared with zinc-free amalgam, intermediate restorative material, and Super-EBA as a root-end filling material. *J Endod.* 1998 Mar;24(3):176–9.
62. Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR. Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod.* 1995 Mar;21(3):109–12.
63. Lindeboom JAH, Frenken JWFH, Kroon FHM, Akker HP van den. A comparative prospective randomized clinical study of MTA and IRM as root-end filling materials in single-rooted teeth in endodontic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005 Oct 1;100(4):495–500.
64. Paños-Crespo A, Sánchez-Torres A, Gay-Escoda C. Retrograde filling material in periapical surgery: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2021 Jul;26(4):e422–9.
65. Solanki NP, Venkappa KK, Shah NC. Biocompatibility and sealing ability of mineral trioxide aggregate and biodentine as root-end filling material: A systematic review. *J Conserv Dent.* 2018 Jan 1;21(1):10.
66. Hepworth MJ, Friedman S. Treatment outcome of surgical and non-surgical management of endodontic failures. *J Can Dent Assoc.* 1997 May;63(5):364–71.
67. Chen YY, Pradan SP, Yang JB. A retrospective study of endodontic microsurgery about 302 patients. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi Huaxi Kouqiang Yixue Zazhi West China J Stomatol.* 2021 Aug 1;39(4):458–63.
68. Rubinstein RA, Kim S. Long-term follow-up of cases considered healed one year after

apical microsurgery. J Endod. 2002 May;28(5):378–83.

69. Pallarés-Serrano A, Glera-Suarez P, Tarazona-Alvarez B, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. Healing of 295 Endodontic Microsurgery Cases After Long-Term (5-9 Years) Versus Middle-Term (1-4 Years) Follow-up. J Endod. 2022 Jun;48(6):714–21.

70. Torabinejad M, Landaez M, Milan M, Sun CX, Henkin J, Al-Ardah A, et al. Tooth retention through endodontic microsurgery or tooth replacement using single implants: a systematic review of treatment outcomes. J Endod. 2015 Jan;41(1):1–10.

10. ŽIVOTOPIS

Anamarija Knezović rođena je 26. 6. 1997. u Zagrebu. Završila je Osnovnu školu Eugena Kumičića u Velikoj Gorici, a zatim i Gimnaziju Velika Gorica, prirodoslovno-matematički smjer. 2015. godine upisala je Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom školovanja aktivno se bavila odbojkom i bila član sportske udruge Stomatološkog fakulteta. Za vrijeme studiranja radila je u privatnoj stomatološkoj ordinaciji kao asistentica.