

# Utjecaj različitih čimbenika na ishod endodontskog liječenja zuba

---

Šodan, Bose Antonia

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:127:175342>

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

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



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Bose Antonia Šodan

**UTJECAJ RAZLIČITIH ČIMBENIKA NA  
ISHOD ENDODONTSKOG LIJEČENJA  
ZUBA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2024.

Rad je ostvaren na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na Zavodu za endodonciju i restaurativnu stomatologiju.

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Ivona Bago, Zavod za endodonciju i restaurativnu stomatologiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Dejana Pacina, univ.mag.educ.philol.croat.

Lektor engleskog jezika: Vedrana Boras, univ.bacc.philol.angl.

Rad sadrži: 43 stranice

0 tablica

0 slika

Rad je vlastito autorsko djelo, koje je u potpunosti samostalno napisano uz naznaku izvora drugih autora i dokumenata korištenih u radu. Osim ako nije drukčije navedeno, sve ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu su izvorni 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 njihovog podrijetla.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Ivoni Bago na pristupačnosti, uloženom trudu i korisnim savjetima tijekom izrade ovoga rada.

Zahvaljujem svim svojim prijateljima i kolegama, koji su moj studij učinili ljepšim i što su bili uz mene svo ovo vrijeme. Mia i Antonina hvala što ste mi uljepšale ovih šest godina.

Zahvaljujem Venni i Ivanu na smijehu i motivaciji.

Zahvaljujem Martinu na bezuvjetnoj podršci, strpljenju i razumijevanju.

Najveću zahvalu dugujem svojim roditeljima na neizmjerljivoj ljubavi i vjeri u mene.

# UTJECAJ RAZLIČITIH ČIMBENIKA NA ISHOD ENDODONTSKOG LIJEČENJA ZUBA

## Sažetak

Cilj je endodontskog liječenja sprječavanje razvoja periapikalnog parodontitisa ili postizanje odgovarajućih uvjeta za uspješno cijeljenje već postojećih lezija. Kako bi se postigli prethodno navedeni ciljevi, važno je pravilno provesti sve korake liječenja: kemo-mehaničku obradu kanala, trodimenzionalno brtvljenje kanala i izradu koronarne restauracije. Tijekom izvođenja ovih koraka, brojni čimbenici potencijalno mogu ugroziti i izostaviti uspjeh endodontske terapije. Čimbenici koji mogu utjecati na ishod endodontske terapije klasificiraju se u tri skupine : biološki čimbenici, čimbenici vezani za postupak endodontskog liječenja i postoperacijski čimbenici. Dokazano je da, od navedenih čimbenika, prisutnost preoperativne periapikalne lezije, kvaliteta punjenja i kvaliteta koronarne restauracije znatno utječu na uspješnost provedenog liječenja. Utjecaj je ostalih čimbenika manje značajan, no nije zanemariv. Uspješnim se endodontskim liječenjem smatra ono kod kojeg izostaju klinički znakovi upale te se radiološki uočava normalna parodontna pukotina. Obraćanjem pažnje na sve čimbenike, točnom dijagnostikom i ispravnim provođenjem liječenja može doći do pomaka ravnoteže u korist imunološkog odgovora domaćina i suzbijanja infekcije.

**Ključne riječi:** liječenje korijenskih kanala, ishodi, periapikalno cijeljenje, čimbenici koji utječu

# **INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS ON THE OUTCOME OF ENDODONTIC TREATMENT OF THE TEETH**

## **Summary**

The goal of endodontic treatment is to prevent the development of periapical periodontitis or to achieve appropriate conditions for successful healing of already existing lesions. In order to achieve previously stated goals, it is important to properly carry out all treatment steps: chemo-mechanical canal treatment, three-dimensional canal obturation and coronary restoration. During the execution of these steps, a number of factors can potentially compromise and negate the success of endodontic therapy. Factors that can affect the outcome of endodontic therapy are classified into three groups: biological factors, factors related to the endodontic treatment procedure, and postoperative factors. It is proven that the presence of a preoperative periapical lesion, the quality of the filling and the quality of the coronary restoration significantly affect the success of the treatment. The influence of other factors is less significant, but not negligible. A successful endodontic treatment is considered to be one in which there are no clinical signs of inflammation and a normal periodontal crack is observed radiologically. Paying attention to all of factors, precise diagnosis and correct execution of the treatment can lead to a shift in the balance in the favor of the host's immune response and suppression of infection.

**Keywords:** root canal treatment, outcomes, periapical healing, factors affecting

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. ENDODONTSKO LIJEČENJE ZUBA.....	3
2.1.Mehanička obrada kanala.....	4
2.2.Kemijska obrada kanala.....	5
2.2.1. Sredstva za kemijsku obradu kanala.....	5
2.2.2. Tehnike ispiranja kanala.....	6
3. PROCJENA ISHODA ENDODONTSKOG LIJEČENJA.....	8
3.1.Klinički pokazatelji ishoda endodontskog liječenja.....	9
3.2.Radiološki pokazatelji ishoda endodontskog liječenja.....	10
3.3.Histološki pokazatelji ishoda endodontskog liječenja.....	11
4. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA ISHOD ENDODONTSKOG LIJEČENJA.....	12
4.1. Biološki čimbenici.....	13
4.1.1. Dob, spol i zdravlje pacijenta.....	13
4.1.2. Pulpni i periapikalni status.....	14
4.1.3. Morfologija i integritet zuba.....	14
4.2. Čimbenici vezani za postupak endodontskog liječenja.....	15
4.2.1. Kompetencija terapeuta.....	15
4.2.2. Izolacija i priprema radnog polja.....	15
4.2.3. Dizajn trepanacijskog otvora.....	16
4.2.4. Mehanička preparacija.....	16
4.2.5. Dezinfekcija kanala.....	18
4.2.6. Broj dolazaka i egzacerbacija simptoma.....	19
4.2.7. Kvaliteta i tehnike punjenja kanala.....	19
4.3. Postoperacijski čimbenici.....	21
5. RASPRAVA.....	22
6. ZAKLJUČAK.....	25
7. LITERATURA.....	27
8. ŽIVOTOPIS.....	35

## **POPIS SKRAĆENICA**

2D – dvodimenzionalno

3D – trodimenzionalno

CBCT – *engl. cone beam computed tomography*; hrv. kompjuterizirana tomografija konusnih zraka

CHX- klorheksidin

Cpm – ciklusa po minuti

EDTA – etilen-diamino-tetraoctena kiselina

MTA – *engl. Mineral Trioxide Aggregate*; hrv. Mineral trioksid agregat

NaOCl – natrijev hipoklorit

NiTi – nikal-tiatanska legura

SIC – staklenoionomerni cement





Zub je jedinstven organ u ljudskom tijelu koji nakon prekida krvne i živčane opskrbe nastavlja održavati svoju funkcionalnu vrijednost. Uvjet je za to uspješno provedeno endodontsko liječenje. Endodontsko liječenje je postupak koji se sastoji od više koraka, pri čemu svaki idući korak ovisi o uspješnosti prethodnog kako bi terapija bila adekvatno provedena. Liječenje obuhvaća mehaničku instrumentaciju korijenskih kanala ručnim ili strojnim instrumentima i kemijsku obradu sredstvima za ispiranje, nakon čega slijedi primjerna obturacija, koronarno i apikalno brtvljenje (1). Cilj je endodontskog liječenja prevenirati razvoj periapikalnog parodontitisa ili postići optimalne uvjete za cijeljenje već postojećih lezija (2). Čimbenici koji mogu utjecati na periapikalni status nakon provedene terapije klasificiraju se u tri skupine : biološki čimbenici, čimbenici vezani za postupak endodontskog liječenja i postoperacijski čimbenici. Poznavanjem ovih čimbenika moguće je prepoznati i spriječiti greške koje mogu dovesti do neuspješnog endodontskog liječenja i posljedičnog gubitka zuba (2) .

Svrha je ovog preglednog rada sistematizirati i objasniti faktore koje potencijalno mogu utjecati na ishod endodontskog liječenja, njihovu međuovisnost i povezati ih s dostupnim podacima kako bi razumjeli podležće mehanizme koji negativno utječu na uspjeh endodontskog liječenja.

## **2. ENDODONTSKO LIJEČENJE ZUBA**

Endodontskim se liječenjem nastoji sačuvati zub koji je zahvaćen pulpalnom ili periradikularnom bolešću. Opsežan karijes, ili trauma, omogućuju nesmetan protok bakterijama, njihovim toksinima i otpadnim produktima u sustav korijenskih kanala zuba. Budući da je sustav korijenskih kanala u velikoj mjeri izoliran od imunološkog sustava, nekrotično tkivo pulpe i bakterije stvaraju žarište infekcije te iritiraju okolno periradikularno tkivo. Cilj je endodontske terapije ukloniti upaljenu ili nekrotičnu pulpu, bakterije i upalne medijatore te spriječiti ponovnu reinfekciju kanala.

Spomenuti je postupak podijeljen u više koraka. Nakon uklanjanja oštećenog zubnog tkiva, izrađuje se pristupni kavitet i detektiraju se ulazi u korijenske kanale. Zatim se provodi kemo-mehaničko čišćenje, debridman i završno oblikovanje. Naposljetku se osigurava trodimenzionalna obturacija kanala i postavlja se konačna koronarna restauracija.

## **2.1. Mehanička obrada kanala**

Mehanička obrada korijenskih kanala osnovni je korak u endodontskom liječenju čija je svrha u potpunosti očistiti endodontski prostor od ostataka vitalnog i nekrotičnog tkiva pulpe, mikroorganizama te, ako se radi o ponovnom endodontskom liječenju, od ostataka materijala za punjenje korijenskih kanala. Nadalje, preparacijom se teži postići koničan oblik kanala koji omogućuje neometanu i dostatnu dezinfekciju te hermetičko punjenje cjelokupnog prostora korijenskih kanala (3). Prilikom instrumentacije važno je ne otkloniti previše tvrdog zubnog tkiva i očuvati integritet parodontnog mekog tkiva. Danas dostupne tehnike obrade korijenskih kanala obuhvaćaju ručne i strojne tehnike (3). Usavršavanje instrumenata dovelo je do značajne prekretnice u endodontskom liječenju. Raniji su instrumenti bili izrađeni od nehrđajućeg čelika i dizajnirani isključivo za ručnu upotrebu, što je zahvat činilo dugotrajnijim i tehnički zahtjevnijim (4). Uvođenjem nikal-titanskih (NiTi) legura dolazi do revolucije u endodonciji, instrumenti postaju fleksibilniji i otporniji na zamor, što je omogućilo razvoj rotacijskih i recipročnih sustava koji poboljšavaju učinkovitosti, točnost i predvidljivost liječenja kanala (5). Unatoč svim napredcima, ne postoji univerzalna tehnika koja zadovoljava sve zahtjeve endodontske terapije. Primjenom kombinacija ručnih i strojnih instrumenata uz kemijsku obradu kanala postiže se odgovarajuća endodontska terapija (5).

## 2.2. Kemijska obrada kanala

Irigacija je nezaobilazan dio endodontskog liječenja kojim se nastoji eliminirati većinski udio mikroorganizama preostalih nakon mehaničke instrumentacije. Pokazalo se da mehaničkom obradom više od 35% korijenskih kanala ostane neočišćeno, zbog složene anatomije endodontskih prostora s brojnim dodatnim i lateralnim kanalićima, račvanjima, istmusima i proširenjima (6). Svi mikroorganizmi koji ostanu u sustavu kanala nose rizik za reinfekciju.

Svojstva idealnog sredstva za ispiranje su: otapanje i uklanjanje nekrotičnog tkiva, inaktivacija endotoksina, otapanje zaostatnog sloja, lokalna netoksičnost, razlikovanje nekrotičnog i vitalnog tkiva domaćina, zadržavanje učinkovitosti u kontaktu s dentinskim tkivom ili nekim drugim irigansom te lubrikacijsko djelovanje. Kemijsko sredstvo koje objedinjuje sve ove karakteristike ne postoji, stoga terapeut tijekom zahvata mora posegnuti za korištenjem više sredstava određenim redoslijedom i u određenim omjerima za adekvatnu dezinfekciju. Razlikuje se nekoliko važnih funkcija koje se postižu irigacijom ovisno o tome koje se kemijsko sredstvo koristi: otapanje anorganskog i organskog tkiva, antimikrobni učinak i uklanjanje biofilma, lubrikacija, hlađenje zubnog tkiva i instrumenta te poboljšanje rezne učinkovitosti instrumenta (7). Provode se brojna istraživanja vezana uz dokazivanje najboljeg kemijskog sredstva za irigaciju, međutim nijedno se sredstvo nije istaknulo u dosadašnjim kliničkim dokazima (2).

### 2.2.1. Sredstva za kemijsku obradu kanala

Najčešće korištena sredstva za ispiranje kanala su natrij-hipoklorit (NaOCl), klorheksidin (CHX) i etilendiamintetraoctene kiselina (EDTA) koja se koristi kao kelator za otapanje anorganskog materijala. NaOCl ima širok antimikrobni spektar, u manjim koncentracijama učinkovito otapa nekrotično pulpno tkivo, a u većim i vitalno. Inaktivira endotoksine i otapa organsku komponentu zaostatnog sloja. U kontaktu s vodom ionizira na natrijeve ( $\text{Na}^+$ ) i hipokloritne ( $\text{OCl}^-$ ) ione koji dolaze u ravnotežu s hipoklornom kiselinom (HOCl) koja u kontaktu s organskim materijalom postiže antimikrobno djelovanje. NaOCl se najčešće koristi u koncentracijama od 0.5 % do 6 % (7).

CHX kationski je bisgvanid koji u fiziološkoj pH ima učinak jake baze. Antimikrobni učinak postiže vezanjem na staničnu stijenku, pri čemu narušava njezin integritet i osmotsku ravnotežu,

što posljedično dovodi do raspada same stanice. Koristi se u koncentracijama od 0,2 % do 2 %. Klorheksidin ne može otapati organski materijal, slabije djeluje na gram-pozitivne bakterije nego na gram-negativne i ne djeluje na viruse, bakterijske spore i mikrobakterije. EDTA je kelirajući agens koji otapa anorganski materijal u zaostatnom sloju, razmekšava dentin i koristi se pri instrumentaciji kalcificiranih i uskih kanala. Koristi se u koncentracijama od 15 % do 17 %. Iako EDTA nema antimikrobna svojstva, njezina je najveća kvaliteta sposobnost uklanjanja zaostatnog sloja i ekspanzija dentinskih tubulusa kako bi ostala učinkovitija antimikrobna sredstva mogla djelovati (7,8).

### 2.2.2. Tehnike ispiranja kanala

Za uspješnu je dezinfekciju važan i način na koji se sredstvo dostavlja u kanal. Razvijene su različite metode kako bi uklanjanje debrisa i mikroorganizama bilo što djelotvornije. Ove se metode mogu podijeliti u dvije skupine: ručne i rotacijske (9). U ručne tehnike spada ispiranje iglom, ispiranje aktivirano četkicama i ispiranje aktivirano štapićima gutaperke (9). Rotacijske tehnike obuhvaćaju zvučnu i ultrazvučnu tehniku i upotrebu negativnog tlaka prilikom ispiranja korijenskih kanala (9). U novije vrijeme, napredkom tehnologije, dolazi do inkorporacije lasera u dezinfekcijske metode kanala.

Konvencionalno je ispiranje još uvijek uobičajena tehnika za kojom terapeut poseže. Za korištenje potrebne su šprica i igla. Najčešće korištene šprice volumena su od jednog do pet mililitara radi boljeg osjeta prilikom deponiranja irigansa. Igle koje se koriste manjeg su promjera, te imaju otvor na vrhu, postranično ili dvostruki otvor (7). Iglom se mora pažljivo rukovati tako da neometano klizi između zidova kanala. Prednost je ove tehnike to što omogućuje terapeutu dobru kontrolu nad dubinom penetracije igle i nad volumenom irigansa koji se deponira u kanal (9). Na tržištu postoje igle sa četkicama, kao što je NaviTip FX, koje su dizajnirane za aktivaciju irigansa prilikom ručnog ispiranja (9). Aktivno ručno ispiranje može se izvoditi i uz pomoć laganog pomicanja gutaperka štapića u kratkim razmacima od dva do tri milimetra. Ovaj korak će proizvesti uspješan hidrodinamički efekt i omogućiti bolju raspodjelu irigansa u kanalu (7,9).

Zbog nedovoljne učinkovitosti ručnog ispiranja, na tržištu se pojavljuju rotacijski instrumenti (10). Rotacijske instrumente pokreće vanjski pogonski motor koji omogućuje neprekidnu rotaciju instrumenta u kanalu i postizanje hidrodinamskog učinka. Ovim učinkom dolazi do bolje

penetracije irigansa u zavijena i teško dostupna mjesta u sustavu kanala te dolazi do izravnog dodirivanja sa stijenkama kanala, čime se otapanje i uklanjanje zaostatnog sloja ubrzava (7,10). U zvučne tehnike pripadaju instrumenti koji osciliraju do šest kHz. Titrajući nastavak u kanalu proizvodi zvučne valove koji generiraju mehaničke vibracije irigansa, razbijaju bakterijske naslage i zaostatni sloj kanala uz pomoć akustičnog strujanja te olakšavaju protok irigansa do apikalne trećine kanala (10). EndoActivator (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK, USA) je bežični uređaj iz ove skupine, radi na baterije i može generirati tri brzine: 2000, 6000 10 000 ciklusa po minuti (cpm) (7). Uređaj se postavlja u preparirani kanal, dva milimetra kraće od izmjerene radne duljine i lagano se pomiče u vertikalnom smjeru. Li i sur. (11) dokazali su veću učinkovitost dezinfekcije aktivacijskim metodama u usporedbi s konvencionalnom ručnom metodom. EDDY® (VDW, München, Njemačka) novi je uređaj na tržištu koji se pokreće pomoću Sonicflexa i postiže frekvenciju do 6000 Hz (12). Nastavci su građeni od poliamida koji omogućuju oscilacije velike amplitude, što rezultira kavitacijama unutar endodontskog prostora i dovodi do učinkovitije dezinfekcije (7). Istraživanja su dokazala da EDDY ima bolji učinak na uklanjanje zaostatnog sloja od EndoActivator-a (12). Nadalje, Liu i sur. (13) dokazali su da EDDY može postići sličan učinak u dentinskim tubulusima kao ultrazvučni instrumenti u korornarnoj i srednjoj trećini korijenskog kanala (13).

### **3. MEHANIZMI PROCJENE ISHODA ENDODONTSKOG LIJEČENJA**



Prema dosadašnjim podacima endodontsko liječenje pokazuje visoku stopu uspješnosti koja se kreće između 85% i 95%, dok je uspješnost revizije znatno manja i kreće se oko 66% (14). Postoperativni izostanak kliničkih znakova i simptoma, zajedno s radiografskim dokazom o ispravno endodontski napunjenom zubu, predstavlja rutinsku potvrdu uspješnog endodontskog zahvata (2). Rendgenske se snimke koriste za potvrdu kvalitete punjenja kanala netom nakon završetka zahvata te nakon šest mjeseci za potvrdu smanjenja veličine periapikalne radiolucencije. Endodontsko se liječenje zuba treba pratiti, klinički i radiografski, u razdoblju od četiri godine da bi se zahvat smatrao uspješnim (14). Idealni bi ishod terapije bila regeneracija periapikalnog tkiva sa stvaranjem novog cementa oko apikalne trećine korijenskog kanala radi stvaranja biološke barijere i zaštite sustava kanala (2). U mehanizme procjene ishoda endodontskog liječenja spadaju klinički, radiološki i histološki pokazatelji.

### **3.1. Klinički pokazatelji ishoda endodontskog liječenja**

Klinički se pokazatelji definiraju kao promjene u bolesti, funkciji i kvaliteti života pacijenta, a uz pomoć njih može se procijeniti tijek ishoda endodontske terapije (15).

Prema ESE (The European Society of Endodontology) smjernicama iz 2023., klinički su pokazatelji podijeljeni na glavne (primarne) i dodatne (sekundarne), koji terapeutu olakšavaju procjenu ishoda terapije. Najvažniji je klinički pokazatelj „preživljenje zuba“. U ostale se primarne pokazatelje povoljnog ishoda liječenja ubrajaju: odsutnost boli, oticanja, osjetljivosti na kliničke testove, potrebe za lijekovima (analgeticima i antibioticima) te normalni prostor periodontalnog ligamenta. U sekundarne se simptome koji olakšavaju procjenu ubrajaju: uspostavljena funkcija zuba (odsutne frakture i adekvatna restauracija zuba), izostanak potrebe za daljnom intervencijom, kao i sinus trakta i promjene kvalitete života pacijenta zbog oralnog zdravlja (16). Nakon provedene endodontske terapije, preporučuje se praćenje zuba u razdoblju od jedne godine do maksimalno nedefiniranog vremenskog perioda za sve pokazatelje osim boli, osjetljivosti, oticanja i potrebe za analgeticima. Ako su navedeni simptomi prisutni, pacijenta treba pregledati najranije nakon sedam dana i najkasnije nakon tri mjeseca, a kasnije pratiti po potrebi (16). Svi navedeni pokazatelji trebaju se kombinirati s radiološkim nalazom (16). Spomenutim novim smjernicama nastoji se kliničaru i pacijentu olakšati razumijevanje i razvoj ishoda provedene terapije.

### 3.2. Radiološki pokazatelji ishoda endodontskog liječenja

Uz prethodno navedene kliničke pokazatelje, radiološki je prikaz neizostavan dio procjene ishoda endodontske terapije. Konvencionalno dvodimenzionalno (2D) radiografsko prikazivanje još je uvijek najkorištenija metoda u stomatologiji. Unatoč komprimiranju trodimenzionalnih (3D) u 2D podatke i superponiranju anatomskih struktura, daje dovoljno dobar uvid u napredak liječenja (17). Trodimenzionalni prikaz CBCT-om ( *engl. Cone Beam Computed Tomography*) savladava sve navedene izazove (2) – omogućuje pregled snimaka po slojevima i presjek u sve tri ravnine. Komparativne analize CBCT-a i periapikalnih dijagnostičkih snimki pokazuju da CBCT-e snimke pokazuju 34% veću stopu u otkrivanju periapikalnih lezija (18).

Rutinsko korištenje CBCT-a u dijagnostici još uvijek nije preporučeno zbog visokih radijacijskih doza te bi se trebao koristiti samo kada 2D snimke ne daju dovoljno informacija za utvrđivanje stanja željenog zuba. Zbog visoke osjetljivosti i preciznosti, CBCT daje manje rezultate uspjeha i procjenu vremena za kompletno cijeljenje periapiksa (19). Jedan od nedostataka za primjenu u endodonciji je taj da je dijagnostika periapiksa CBCT-om neprikladnija za endodontski napunjenje zube nego za nenapunjene, zbog “ beam hardening ” artefakata (20).

Prilikom proučavanja radiografskog prikaza ponajprije se promatraju obrisi, širina i građa parodontne pukotine i resorpcija periapikalne kosti. Pozitivnim se ishodom terapije smatra radiološki dokaz o normalnoj parodontnoj pukotini uz izostanak kliničkih pokazatelja. Ako je periapikalna lezija ostala ista ili se samo smanjila, ishod se smatra neodređenim te se preporučuje pratiti leziju tijekom sljedeće četiri godine. Liječenja kod kojih je zub povezan sa kliničkim znakovima infekcije, radiološki vidljivom lezijom iste veličine ili one kod koje dolazi do njenog povećanja uz znakove kontinuirane resorpcije, smatraju se neuspješnima i potrebna je revizija zuba. Kao iznimka navode se lezije kod kojih pacijent ne navodi nikakve subjektivne i objektivne simptome, ali dolazi do cijeljenja lezije usprkos perzistiranju periapikalne radiolucencije. Za navedeni je defekt moguće pretpostaviti da cijeli ožiljkom (21).

Prema novim smjernicama ESE-a „ radiografski dokaz smanjenja veličine periapikalne lezije ” ubraja se u nesigurne kriterije, dok se „ radiografski dokaz o normalnoj veličini parodontne pukotine ” ubraja u sigurne kriterije pozitivnog ishoda endodontskog liječenja (16).

### **3.3. Histološki pokazatelji ishoda endodontske terapije**

Uspjeh endodontskog liječenja s histološkog se aspekta očituje u saniranju upale i regeneraciji, to jest formaciji novog tkiva koje ima istu strukturu i funkciju kao dentin i pulpa (22).

Budući da histološkoj analizi prethodi kirurški zahvat, procjena se u većini slučajeva izvodi na pokusnim životinjama i prikazima slučaja. Zubna tkiva također predstavljaju izazov u izradi visoko kvalitetnih histoloških preparata radi neposredne blizine različitih mekih i tvrdih mineraliziranih tkiva. U skladu s tim, histološki su postupci proučavanja zubnih tkiva modificirani. Rabe se rutinska bojenja kao hemalaun-eozin, Masson–Goldner trikromsko bojenje za koštano tkivo te May-Gruenwald-Giemsma bojenje za vizualizaciju upale i upalnih stanica u tkivima itd. (23).

Dosadašnja su istraživanja pokazala da se tkiva formirana nakon endodontske terapije često razlikuju od normalnih zubnih tkiva. Nova su zubna tkiva u većini slučajeva samo nalikovala parodontom ligamentu, kosti i cementu (22,24–27). Stoga se može zaključiti da endodontsko liječenje potiče reparaciju, koja se može definirati kao obnova funkcije i kontinuiteta tkiva, ali uz narušavanje njegove normalne strukture (22). Zbog malog broja histoloških istraživanja koja su usporediva s radiološkim snimkama, procjena ishoda endodontskog liječenja provodi se samo uz pomoć kliničkih i radioloških pokazatelja.

#### **4. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA ISHOD ENDODONTSKE TERAPIJE**

Kao što je već navedeno, endodonsko je liječenje postupak koji se sastoji od više koraka, pri čemu svaki idući korak ovisi o uspješnosti prethodnog, što se odražava na kumulativni uspjeh provedene terapije. Interpretacija radioloških prikaza i kliničkih simptoma, dijagnoza i način na koji terapeut provodi liječenje, zahtjevi samog pacijenta i utjecaj okoline igraju važnu ulogu u moderiranju ishoda terapije (2). Sinteza i raspodjela čimbenika koji utječu na ishod endodonske terapije dugi niz godina predstavlja problem terapeutima zbog stalnog mijenjanja kriterija za mjeru uspješnosti ishoda terapije u kliničkim istraživanjima (29).

Nedostatak konsenzusa štetno utječe na razvijanje kliničkih smjernica za terapeute, ali i za pacijentovo razumijevanje samog tijeka terapije. Čimbenici koji utječu na ishod terapije mogu se podijeliti u 3 skupine: biološki, operacijski i postoperacijski. U dosadašnjim istraživanjima dokazano je da periapikalni status najviše utječe na uspješnost terapije, dok operacijski i postoperacijski čimbenici, izuzev kvalitete punjenja i postendodonske restauracije, najmanje utječu na ishod (2,29). U nastavku će biti opisane sve skupine i podskupine čimbenika koji utječu na ishod endodonske terapije.

#### **4.1. Biološki čimbenici**

##### **4.1.1. Dob, spol i zdravlje pacijenta**

Predpostavljalo se da dob ima velik utjecaj na ishod endodonske terapije zbog imunološkog odgovora ovisnog o različitoj životnoj dobi pacijenta, no prikupljeni demografski podaci pokazuju da čimbenici kao što su spol i dob pacijenta nemaju veliki značaj u ishodu terapije (2,30). Dob sama po sebi ne utječe izravno na negativan ishod terapije, ali vjerovatnije je da će se to dogoditi u denticiji koja je duže vrijeme u funkciji. Stariji pojedinci često imaju pridružene bolesti, kao što je marginalni paradontitis, koji uvelike može utjecati na ishod endodonski liječenog zuba (31). Određene sistemske bolesti, kao što su kardiovaskularne bolesti, dijabetes melitus, kompromitirani urođeni imunološki sustav, mogu utjecati na nespecifični imunološki sustav i promijeniti cijeljenje periapikalnog tkiva nakon endodonskog liječenja, no dosad ne postoji dovoljan broj dokaza o kinetičkom putu i snazi samog učinka (2,31). Novija istraživanja pokazuju da polimorfizmi gena, koji sudjeluju u periapikalnom cijeljenju, mogu igrati veliku ulogu u ishodu endodonske terapije (2,32,33).

#### 4.1.2. Pulpni i periapikalni status

Rossi-Fedele i Ng. u svom su radu prikazali da status pulpe (vitalan ili nekrotičan) ne utječe na ishod endodontske terapije, osim ako nije pridružena periapikalna lezija (34). Cijeljenje periapikalne lezije endodontskog podrijetla je intenzivan proces i potrebno je puno vremena da se liječenje proglasi uspješnim (35). Cijeljenje uvelike ovisi o postojanju i volumenu preoperativne periapikalne lezije (2,29) .

U istraživanju Sjorgena i sur. više od 96% zubi bez periapikalne lezije je imalo uspješno cijeljenje, dok je samo 86% zubi s periapikalnom lezijom uspješno zacijelilo. Istraživanje je također pokazalo da postoji jaka korelacija između postojanja infekcije u sustavu kanala i stvaranju same periapikalne lezije (36).

Periapikalne lezije većeg volumena imaju veću raznolikost bakterija (broj i vrstu) u zahvaćenim zubima. Također, ove lezije obično imaju infekciju dužeg trajanja, što omogućuje dublju penetraciju u dentinske tubuluse te još više otežava i produžuje kontrolu infekcije (2). Mosquera-Barreiro i sur. dokazali su da povećanje lezije za  $1 \text{ mm}^3$  produžuje vrijeme cijeljenja za 0.3 %. Nadalje, isto tako su dokazali da je vrijeme cijeljenja kosti, za lezije jednake veličine, produljeno u pacijenata u starijoj dobi za 4.9% za svaku godinu razlike u dobi (37). Razloge duljeg cijeljenja određenih periapikalnih lezija, unatoč uklanjanju izvora infekcije iz sustava kanala, treba pripisati postojanju različitih vrsta lezija (granulomi, ciste, giganto-celularne lezije itd.). Nisu sve lezije granulomi koji će cijeliti (37). Bol, osjetljivost na testove senzibiliteta i vitaliteta, resorpcija korijena, prisutne otekline i sinus trakt mogu biti pokazatelji veće i agresivnije periapikalne lezije te njezinog težeg i sporijeg cijeljenja (2).

#### 4.1.3. Morfologija i integritet zuba

Jednokorijenski zubi nemaju bolji ishod endodontske terapije od višekorijenskih, unatoč jednostavnijoj anatomiji endodontskog prostora, lakšem pristupu i samouvjerenosti terapeuta prilikom izvršavanja ovakvog tretmana (38).

Psihološki napor zbog nepredvidivih akcesornih kanala i pronalaženja njihovih lokacija te otežani pristup stražnjim zubima sprječavaju terapeuta u samom započinjanju terapije. Stoga postoji

moguća nepristranost stomatologa prilikom liječenja stražnjih zuba. Zubi koji imaju manjak mase, kvalitete ili integriteta (frakture) cakline ili dentina se smatraju kompromitiranim zubima. Ovakvi zubi imaju manju vjerovatnost uspješnog cijeljenja nakon provedene endodontske terapije (2).

## **4.2. Čimbenici vezani za postupak endodontskog liječenja**

### 4.2.1. Kompetencija terapeuta

Iako se većina stomatologa psihološki opterećuje kako bi njihova preciznost i tehnika izvođenja liječenja imale najveći utjecaj na ishod endodontske terapije, povezanost ovog čimbenika s ishodom još uvijek nije dovoljno istražena. Sama tehnička izvedba nije toliko važna koliko je važno razumijevanje biološke pozadine periapikalne lezije koja uvelike utječe na donešenje odluka tijekom zahvata (2). Kliničari s više godina iskustva i višim stupnjom edukacije pokazuju stope ishoda razmjerne s njihovim obrazovanjem i razinom iskustva (29) . Također, potvrđeno je da terapeut ima najmanji učinak na ishod periapikalnog cijeljenja. (39). Ishod terapije više ovisi o čimbenicima koji nisu pod izravnim utjecajem terapeuta, već pod utjecajem međuovisnosti bioloških čimbenika te će interpretacija istih imati najveći utjecaj na daljni operativni tijek terapije (2).

### 4.2.2. Priprema radnog polja

Koferdam se u endodonciji koristi za osiguravanje suhog i čistog radnog polja tijekom endodontskog zahvata. Uz to pomaže i pri sprječavanju inhalacije instrumenata, štiti meka tkiva, olakšava rukovanje instrumentima dok su u oralnoj šupljini i osigurava bolju vidljivost i preglednost radnog polja (40).

Korištenje koferdama tijekom liječenja nema značajan utjecaj na daljnji ishod terapije. Periapikalno cijeljenje poglavito ovisi o infekciji koja zahvaća periapeks, stoga kontinuirana kontaminacija slinom iz oralne šupljine pacijenta tijekom zahvata neće imati značajan utjecaj na njen daljni tijek, s obzirom na minimalan učinak koji kontinuirana kontaminacija slinom ima na izloženu pulpu tijekom nekoliko dana (2,41). Dobro osvjetljenje i korištenje instrumenata za uvećanje specijalisti endodoncije ističu kao prednosti zbog osjećaja bolje kontrole nad zahvatom (42). Optimalno osvjetljenje radnog polja omogućuje dobar uvid u dno pulpne komorice za

pronalaženja ulaza svih kanala (2). Istraživanja nisu uspjela dokazati povezanost između korištenja instrumenata za uvećanje, osvjetljenje i pozitivnog ishoda endodontske terapije, osim u pronalasku dodatnih kanala (2,29).

#### 4.2.3. Dizajn trepanacijskog otvora

Očuvanje strukturalnog integriteta i pericervikalnog dentina ključni su čimbenici koji utječu na otpornost zuba na lom i njihovu dugovječnost nakon endodontske terapije. Dizajn (oblik i mjesto) izrade trepanacijskog otvora stoga je usmjeren na što veće očuvanje zubnog tkiva bez ugrožavanja vidljivosti i pristupa kanalima (43).

Konvencionalni se trepanacijski otvori izrađuju uklanjanjem cijelog krova pulpne komorice kako bi se omogućio pravocrtni pristup kanalima. Preparacija započinje u centralnoj fisuri te se pri proširenju prati morfologija zuba. Zidovi preparacije mogu lagano konvergirati ili divergirati (40).

Pojavom CBCT-a omogućeno je izrađivanje minimalno invazivnog trepanacijskog otvora za očuvanje što više dentina, posebice pericervikalnog (2,43). Međutim, minimalno invazivni trepanacijski otvori mogu utjecati na čišćenje i začepljenje kanala te povećati rizik jatrogeno izazvanih komplikacija tijekom liječenja (2). Posljednja istraživanja pokazuju da nema značajne razlike u otpornosti na lom između konzervativnog i minimalno invazivnog dizajna trepanacijskog otvora (43,44). Otpor na lom u posljednje se vrijeme također više povezuje s gubitkom marginalnog grebena ili kvržice, a ne s dizajnom trepanacijskog otvora (43).

#### 4.2.4. Mehanička preparacija

Pronalazak svih kanala, određivanje i održavanje njihove pune radne duljine smatra se jednim od ključnih čimbenika za uspješan ishod endodontske terapije (2,29). Elektronska je tehnika jedna od najpouzdanijih tehnika u određivanju radne duljine. Koristi posebne uređaje – endometre – koji se temelje na mjerenju električne impedancije između oralne sluznice i apikalnog foramena. Kad se dosegne vrh kanala, uređaj to signalizira zvučnim ili svjetlosnim signalom (2,40). Završetak kanala, to jest apikalni foramen, u literaturi se različito naziva, na primjer „apikalno suženje”, „mjesto 0.5-2 mm niže od radiološkog apeksa” ili „cementno-dentinski spoj/ fiziološki foramen” (2,16,40). Postizanje prohodnosti do završetka kanala povećava stopu zacjeljivanja 2 puta, dok



se za svaki neinstrumentirani 1 mm stopa smanjuje za 12 % do 14 % (2). Ponekad patološke mineralizacije i regresivne promjene pulpe ometaju dopiranje do završetka kanala i daju pogrešna očitavanja endometra. U ovakvim situacijama, dostatna irigacija i „kontrolirani pritisak” olakšavaju postizanje prohodnosti kanala (45). Održavanje prohodnosti kanala do izmjerene pune radne duljine smatra se taktinom vještinom koja zahtjeva pažljivu upotrebu instrumenata i dostatno ispiranje kanala EDTA-om kako bi se sprječila blokada kanala, što predstavlja najveći rizik u ovom koraku endodontske terapije. Nadalje, neobrađeni kanali također mogu utjecati na dugoročni uspjeh liječenja. Prema istraživanju Hoena i sur., u 42 % neuspješnih endodontskih liječenja pronađen je drugi meziobukalni kanal (46). Nakon definiranja radne duljine, korijenski se kanali moraju optimalno proširiti kako bi dostava irigansa u kompleksan sustav kanala bila olakšana (2).

Proširenje kanala izvodi se radi malog volumena sustava kanala. Nakon dostave irigansa, kompresijski učinak uzrokuje promjenu njegovog ponašanja, iz tekućeg stanja u kruto. Instrumentacijom i uklanjanjem dentina povećava se volumen te se omogućuje lakše kretanje tekućine. Optimalna dimenzija i oblik kanala koji omogućuje najbolju irigaciju ne može se istražiti jer se kemo-mehanički učinak ne može istraživati kao pojedinačna stavka. Prema smjernicama ESE-a, kanal bi se trebao obrađivati u koronarno-apikalno smjeru kako bi zadržao svoj prirodni konicitet. Minimalni potrebni konicitet u smjernicama nije naveden (2). Ng i sur. su dokazali da ne postoje razlike u ishodu periapikalnog cijeljenja prilikom korištenja instrumenata različitih koniciteta, materijala i tehnika preparacije (46,47).

Istraživanja provedena o utjecaju širine apeksa na periapikalno cijeljene pokazuju da povećanjem širine dolazi do slabijeg cijeljenja (46,47). Obradom širokih apikalnih otvora stvara se velika količina dentinske piljevine koja može prouzročiti zatvaranje neobrađenih i kontaminiranih apikalnih otvora te tako onemogućiti periapikalno cijeljenje. Nadalje, prilikom ovakvih preparacija postoji povećana mogućnost za greškom terapeuta te često dolazi do pomicanja sadržaja preko apeksa, stvaranja stepenice i začepljenja korijenskog kanal (48). Do ovakvih grešaka dolazi zbog međudjelovanja nedovoljne irigacije i akumuliranog dentinskog i organskog sadržaja, što nadalje omogućuje stvaranje „muljevitog dentina” kojeg terapeut pokušava probiti radi vraćanja pune radne duljine (48).

U ostale jatrogene greške prilikom mehaničke instrumentacije ubrajaju se još lom instrumenta i perforacija korijena. Lom instrumenta značajno smanjuje uspjeh periapikalnog cijeljenja (46,47). Ako se lom dogodio nakon dezinfekcije, šanse za cijeljenje su veće. Prevalencija ove pogreške loma čeličnog instrumenta iznosi od 0.5 % do 7.4 %, a za strojnog nikal-titanskog od 1.3 % do 10 % (49). Koronarno-apikalna pozicija loma instrumenta nema nikakav utjecaj na ishod terapije, iako uspješno zaobilaženje instrumenta prilikom punjenja pozitivno utječe na konačnu terapiju (46,47).

Jatrogenom je perforacijom kanala uspjeh periapikalnog cijeljenja je značajno niži (50). MTA (Mineral trioksid-agregat) pokazao se kao odličnim materijalom za ispunjavanje perforacije zbog svoje biokompatibilnosti i mogućnosti brtvljenja (51). Istraživanja pokazuju da iskustvo operatera, adekvatnost nanošenja brtvila te mjesto, veličina i vrijeme nastanka perforacije nemaju veliki utjecaj na dugoročni ishod endodontske terapije u perforacijama prekrivenim MTA-om (51).

#### 4.2.5. Dezinfekcija kanala

Kemijska se sredstva koriste za eradikaciju preostalih mikroorganizama u kanalu nakon mehaničke preparacije, posebice onih zaostalih u lateralnim kanalicima, istmusima i apikalnim deltama. Terapeuti koriste različite vrste i koncentracije irigansa za bolji učinak, no istraživanja pokazuju da navedene kombinacije ne dovode do efikasnijeg periapikalnog cijeljenja (2). U istraživanju Ng i sur. korištenje veće koncentracije NaOCl-a ( 5 % i 2.5 %) imalo je neznan učinak na ishod terapije (46, 47). U drugom istraživanju, veće koncentracije NaOCl-a također nisu imale znatan učinak na periapikalno cijeljenje i redukciju broja bakterija (52). Uz NaOCl najčešće se koristi EDTA, čije korištenje pospješuje stopu periapikalnog cijeljenja za 1,3 – 2,3 puta (46, 47). Sinergistički učinak NaOCl-a i EDTA-e se pripisuje kelacijskim sposobnostima EDTA-e koja uklanja zaostatni sloj i eksponira bakterije u dubljim slojevima. Istraživanja pokazuju da je sposobnost odvajanja bakterijskog biofilma od dentinskog zida najvažnije svojstvo EDTA-e u pospješivanju periapikalnog cijeljenja (2). Klorheksidin se danas izbjegava u praksi radi stvaranja toksičnog spoja u reakciji s NaOCl-om, para-kloro-anilina, koji je citotoksičan i kancerogen (2). Korištenje dinamičkih tehnika ispiranja pokazuje značajne učinke *in vitro*, no njihov učinak na periapikalno cijeljenje u kliničkim uvjetima nije još dovoljno istražen (48). Nedostatak značajnih razlika u korištenju različitih tehnika ispiranja može se objasniti „fenomenom apikalne stagnacijske zone“. Tekućina se u stagnacijskog zoni ne može kretati zbog zatvorenog sustava kanala

uzrokujući difuziju nagomilanih kemijskih sredstava, što je dug i manje učinkovit proces. Zbog ovog fenomena dolazi do manje stope redukcije broja bakterija u apikalnoj trećini kanala, za razliku u koronarne dvije trećine (48). *Vapor lock effect* dodatno može smanjiti prijanjanje irigansa na zidove kanala te smanjiti njihov učinak (2).

#### 4.2.6. Broj dolazaka i egzacerbacija simptoma

Nema dovoljno dokaza koji bi potvrdili da jednposjetna ili višeposjetna endodoncija ima pozitivniji utjecaj na ishod terapije. Nijedna navedena terapija ne može spriječiti pojavu boli i ostalih simptoma u postoperativnom razdoblju (2). Debata oko njihove učinkovitosti tema je mnogih rasprava jer se upliće velik broj faktora, od vremenske i novčane isplativosti za pacijenta do postoperativne boli i zahtjevnosti zahvata (53).

Postoperativna bol koja se javlja 24 do 48 sati nakon endodontske terapije normalna je pojava te pacijente treba unaprijed opskrbiti informacijama i analgeticima. Ng i sur. pokazali su da je pojava jake boli i otekline u 15% slučajeva nakon kemo-mehaničke obrade kanala usko povezana s nižom stopom periapikalnog zacjeljenja (46, 47). Uzrok boli moguće je pripisati pomaku u rastu virulentnijih mikroorganizama zbog nedovoljne kemo-mehaničke obrade ili korištenja nedezinficiranih instrumenata, što u konačnici uzrokuje akutnu reakciju organizma ili ekstraradikularnu infekciju (46, 47).

#### 4.2.7. Kvaliteta i tehnike punjenja kanala

Gutaperka je najčešće korišteni materijal za punjenje korijenskih kanala. Čista je gutaperka biološki inertan materijal, ali na tržište dolazi u sastavu s cink-oksidiom koji može izazvati iritaciju periapikalnog tkiva (40). Uz gutaperku uvijek je potrebno koristiti punila koja ispunjavaju nepravilne prostore između dentinskog zida i gutaperke. Punila se mogu temeljiti na: cink-oksidiu, kompozitnim smolama, kalcij-hidroksidiu, staklenomionomeru, MTA-u, biokermici itd. (40). Istraživanja dokazuju da vrsta materijala ili metoda punjenja ne utječu značajno na ishod endodontske terapije (54). Utjecaj izabranog materijala za punjenje očituje se više u njegovom apikalnom dometu s vrhom kanala i radiografskom kvalitetom obturacije (2). Kvaliteta punjenja radiološki se očituje u homogenosti i duljini punjenja prema radiološkom apeksu. Kriteriji za procjenu adekvatnosti punjenja nisu precizno definirani te se stomatolozi u opisivanju radioloških

snimki koriste nejasnim opisima kao što su : „nehomogeno punjenje”, „loše apikalno brtvljenje”, „prisutnost praznina u punjenju” itd. (55). Unatoč nedefiniranim kriterijima, punjenja koja su na radiološkim snimkama opisana kao „homogena” ili adekvatna” imaju uspješniji ishod nego punjenja opisana kao „nehomogena”, čak i u istraživanjima u kojima je korišten CBCT (56).

Apikalni domet punjenja u odnosu s vrhom kanala najistraženiji je intraoperacijski čimbenik i ima značajan utjecaj na periapikalno cijeljenje, neovisno o preoperativnom periapikalnom statusu. Na radiološkim snimkama odnos se može opisati na tri načina : kratko punjenje (punjenje > 2 mm kraće od radiološkog apeksa) , adekvatno punjenje (unutar 2 mm od radiološkog apeksa) i prepunjenje kanala (premašuje radiološki apeks) (55).

Adekvatna punjenja imaju najveći broj uspješnog ishoda terapije (81 %) , a prepunjenja najmanji (66 %) (54). Dosadašnja su istraživanja o prepunjenju kanala jednaka i pokazuju da ekstruzija gutaperke ometa, odgađa ili sprječava cijeljenje periapeksa zbog prisutnosti trajne upale i stranog tijela. Podatci ne pokazuju povezanost između količine ekstrudirane gutaperke i intenzivnosti upale, to jest stupnja periapikalnog cijeljenja (2). Istraživanja o potiskivanju punila u periapeks imaju proturječne zaključke. Goldberg i sur. (57) dokazali su da uspješnost endodontskog liječenja ne ovisi o prisutnosti punila u periapeksu ni o njegovoj vrsti materijala, resorpciji i vremenu prisustva. Sama radiološka procjena resorpcije punila je komplicirana zbog prosijavanja toksičnih komponenti punila i nemogućnosti procjene točne količine protrudiranog materijala (46, 47). Nestanak protrudiranog materijala može se pripisati resorpciji ili raspršivanju radioopakne komponentne. Neovisno o resorpciji, aktivna tvar može opstati u blizini i nastaviti ometanje periapikalnog cijeljenja (58). Neka potisnuta punila, kao cink-oksidi eugenol, glasionomerna i silikonska, prisutna su na radiološkim snimkama i nakon godinu dana dok su punila temeljena na kalcij-hidroksidu vidljiva u periapeksu i nakon 3 godine (2).

Ng i sur. dali su dva objašnjenja razlike između utjecaja protrudirane gutaperke i punila na ishod periapikalnog cijeljenja. Prvo, punila zbog svojih antibakterijskih svojstava mogu utjecati na preostale mikroorganizme i zbog veće topljivosti stanice domaćina ih lakše uklanjaju u usporedbi s gutaperkom. Drugo, prodiranje aktivnog stranog materijala u ranu (zaraženu ili nezaraženu) , ne pospješuje njeno cijeljenje, već ga odgađa i sprječava (46, 47).

### 4.3. Postoperativni čimbenici

Izrada adekvatne koronarne restauracije nakon endodontskog zahvata ima veliki utjecaj na periapikalno cijeljenje (54). Zajedno s endodontskim punjenjem predstavlja barijeru prodiru bakterija iz usne šupljine prema periapeksu. Zadovoljavajućom restauracijom se smatra restauracija bez rubnih pukotina i diskoloracija, rekurentnih karijesa i dokaza o ispadaju indirektnih restauracija (59). Zubi s „zadovoljavajućom” koronarnom restauracijom pokazali su tri puta bolje cijeljenje u usporedbi s onima s „nezadovoljavajućom” restauracijom (54). Istraživanja koja uspoređuju privremene i trajne restauracije pokazuju da trajne restauracije imaju više stope periapikalnog cijeljenja u usporedbi s privremnim restauracijama (46, 47).

Nadalje, dokazano je da tip koronarne restauracije, direktni ili indirektni, nema značajan utjecaj na ishod terapije. Stavljanjem sloja SIC-a ili cink-oksida eugenol cementa na vrh napunjenih kanala radi boljeg brtvljenja ne pokazuje značajnu razliku u periapikalnom cijeljenju (46, 47).

Smatra se da kod pacijenata s protetičkim nadomjestcima, fiksnim ili mobilnim, dolazi do lošije raspodjele sile tijekom žvakanja te posljedično do stvaranja pukotina i lomova na endodontski liječenim zubima. Kod takvih zubi dolazi do slabijeg periapikalnog cijeljenja. Točni mehanizam ovog fenomena još uvijek nerazjašnjen te se trenutno klasificira u „mikroopuštanja” (2).



Cilj je svakog endodontskog liječenja eliminirati nekrotično tkivo i mikroorganizme kemo-mehaničkom preparacijom i pravilno obturirati novoočišćeni endodontski prostor kako bi se spriječila reinfekcija kanala. Brojni čimbenici, od kojih na neke stomatolog može utjecati, i njihova interakcija mogu kompromitirati ishod endodontske terapije.

Svi čimbenici koji izravno utječu na dinamiku domaćina i mikroorganizama, snažno utječu i na ishod terapije (2). Preoperativni periapikalni status, to jest preoperativno postojanje periapikalne lezije, znatno smanjuje uspjeh endodontske terapije. Samo 86 % zubi s periapikalnom lezijom uspješno zacijeli, u usporedbi s 96 % zubi bez periapikalne lezije (36). Nadalje, dokazano je da se povećanjem volumena lezije i dobi pacijenta, u starijoj dobi cijeljenje produljuje, što uvelike kompromitira adekvatno cijeljenje (37). Prisustvo sinus trakta, velikih otekline i jake boli povezuje se s manjim uspjehom u endodontskom liječenju. Ostali preoperacijski čimbenici, kao što su morfologija zuba, dob i sistemsko zdravlje pacijenta, imaju neznatan ili nikakav utjecaj na ishod terapije (2).

Razina poboljšanja uspješnosti periapikalnog cijeljenja godinama stagnira i ne pokazuje nikakve značajne razlike jer su operacijska načela, unatoč brojnim inovacijama i varijacijama u kemo-mehaničkom protokolu, ista već godinama. Iako je korištenje unaprjeđenih materijala, strojnih tehnika preparacije kanala te novih načina dostave irigansa u kanale, unaprijedilo i povećalo učinkovitost u tehničkom ishodu, promjene u poboljšanju periapikalnog cijeljenja izostaju (2).

Pronalazak svih kanala, održavanje njihove pune radne duljine te adekvatno punjenje u usporedbi s apeksom smatra se još uvijek jednim od najvažnijih čimbenika za uspješan ishod endodontske terapije (29, 54). Istraživanja pokazuju da se za svaki neinstrumentirani 1 mm kanala uspješnost endodontskog cijeljenja smanjuje za 12 % do 14 % (2). Primarni je zadatak postizanja prohodnosti i pristupa apeksu efektivna dostava dezinficijensa do apikalne trećine kanala i poticanje periapeksa na cijeljenje. Prema Vera i sur., uspješna dezinfekcija apikalne trećine korijena mijenja apikalnu dinamiku i može pospješiti periapikalno cijeljenje (60). Nakon kemo-mehaničke obrade za vrijeme obturacije, terapeut treba paziti na unos gutaperke i punila radi izbjegavanja ekstruzije materijala te omogućavanja najboljeg ishoda endodontskog cijeljenja (2). Radiološkom analizom punjenja kanala pokazano je da punjenja do vrha apeksa imaju najveću (81 %), a prepunjenja najmanju (66 %) uspješnost u ishodu terapije (54). Ekstruzije punila ne pokazuju znatan utjecaj na ishod

endodontske terapije (57). Preostali operacijski čimbenici nemaju veliki učinak na ishod endodontske terapije. Pojava lomova i marginalnih propuštanja može pasivno utjecati na dinamiku periapikalnog cijeljenja nakon adekvatne endodontske terapije te rasplamsati upalu propuštanjem mikroorganizama iz usne šupljine (2).

Zadovoljavajuće endodontsko liječenje, analiziranjem i obraćanjem pažnje na sve čimbenike, može aktivno pomaknuti ravnotežu u korist imunološkog odgovora domaćina ublažavanjem i promjenom poretka upale (2).





Čimbenici koji utječu na ishod terapije mogu se podijeliti na biološke, čimbenike vezane za postupak endodontskog liječenja i postoperacijske. Postoji mali broj istraživanja koja proučavaju njihov pojedinačni i zajednički utjecaj na ishod terapije. Razlog tome leži u nemogućnosti izvođenja takvih istraživanja u kliničkim uvjetima i dugotrajnom praćenju pacijenta.

Međutim, poznavanje navedenih čimbenika pomaže kliničarima u procjeni ishoda endodontskog liječenja.



1. Ingle J, Bakland L, Baumgartner J. Ingle's Endodontics. Sv. 6. Hamilton: BC Decker Inc; 2008. p. 3-10.
2. Gulabivala K, Ng YL. Factors that affect the outcomes of root canal treatment and retreatment: A reframing of the principles. *Int Endod J.* 2023;56(2):82–115.
3. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics.* 2005;10(1):30–76.
4. Schulz-Weidner N, Wang J, Steinbart J, Windfelder AG, Krombach GA, Krämer N, et al. Evaluation of Mechanical Versus Manual Root Canal Preparation in Primary Molars: A Comparative In Vitro Study. *Journal of Clinical Medicine.* 2023;12(24):1-10.
5. Srivastava S. Root Canal Instrumentation: Current Trends and Future Perspectives. *Cureus.* 2024;16(4):1-12.
6. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni–Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J.* 2001;34(3):221–30.
7. Kapetanović Petričević G. Eksperimentalno ispitivanje učinkovitosti laserski aktiviranoga otoakustičnoga strujanja u endodontskom liječenju [dissertation]. Zagreb:Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2024. 147 p.
8. Johnson JD, Flake NM. Impact of Root Canal Disinfection on Treatment Outcome. In: Cohenca N., editor. *Disinfection of Root Canal Systems: The Treatment of Apical Periodontitis.* 1st ed. Ames: John Wiley & Sons; 2014 p. 71–88.
9. Gu L sha, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 2009;35(6):791–804.
10. Zou X, Zheng X, Liang Y, Zhang C, Fan B, Liang J, et al. Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy. *Int J Oral Sci.* 2024;16(1):1-23.
11. Li Q, Zhang Q, Zou X, Yue L. Evaluation of four final irrigation protocols for cleaning root canal walls. *Int J Oral Sci.* 2020;12(1):1–6.

12. Urban K, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Canal cleanliness using different irrigation activation systems: a SEM evaluation. *Clin Oral Investig*. 2017;21(9):2681–7.
13. Liu C, Li Q, Yue L, Zou X. Evaluation of sonic, ultrasonic, and laser irrigation activation systems to eliminate bacteria from the dentinal tubules of the root canal system. *J Appl Oral Sci* [Internet]. 2022 [cited 2024 Aug 24]; 30: [about 11 p.]. Available from: <https://www.scielo.br/j/jaos/a/r3GcvPtvNwnb7FPpCzpQfK/abstract/?lang=en>
14. Santos-Junior AO, De Castro Pinto L, Mateo-Castillo JF, Pinheiro CR. Success or failure of endodontic treatments: A retrospective study. *J Conserv Dent*. 2019;22(2):129–32.
15. Nagendrababu V, Duncan HF, Pulikkotil SJ, Dummer PMH. Glossary for randomized clinical trials. *Int Endod J*. 2021;54(3):354–65.
16. Duncan HF, Kirkevang LL, Peters OA, El-Karim I, Krastl G, Del Fabbro M, et al. Treatment of pulpal and apical disease: The European Society of Endodontology (ESE) S3-level clinical practice guideline. *Int Endod J*. 2023;56(3):238–95.
17. Huumonen S, Lenander-Lumikari M, Sigurdsson A, Ørstavik D. Healing of apical periodontitis after endodontic treatment: a comparison between a silicone-based and a zinc oxide-eugenol-based sealer. *Int Endod J*. 2003;36(4):296–301.
18. Pineda F. Roentgenographic investigation of the mesiobuccal root of the maxillary first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1973;36(2):253–60.
19. Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly RD, Abella F, Durack C. Cone beam computed tomography in Endodontics: a review of the literature. *Int Endod J*. 2019;52(8):1138–52.
20. Kruse C, Spin-Neto R, Evar Kraft DC, Vaeth M, Kirkevang LL. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography used for assessment of apical periodontitis: an ex vivo histopathological study on human cadavers. *Int Endod J*. 2019;52(4):439–50.
21. Endodontology ES of. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J*. 2006;39(12):921–30.

22. Altaii M, Richards L, Rossi-Fedele G. Histological assessment of regenerative endodontic treatment in animal studies with different scaffolds: A systematic review. *Dent Traumatol.* 2017;33(4):235–44.
23. Widbiller M, Rothmaier C, Saliter D, Wölflick M, Rosendahl A, Buchalla W, et al. Histology of human teeth: Standard and specific staining methods revisited. *Arch Oral Biol.* 2021;127:1-16.
24. Altaii M, Cathro P, Broberg M, Richards L. Endodontic regeneration and tooth revitalization in immature infected sheep teeth. *Int Endod J.* 2017;50(5):480–91.
25. Ding RY, Cheung GS pan, Chen J, Yin XZ, Wang QQ, Zhang CF. Pulp revascularization of immature teeth with apical periodontitis: a clinical study. *J Endod.* 2009;35(5):745–9.
26. Yamauchi N, Nagaoka H, Yamauchi S, Teixeira FB, Miguez P, Yamauchi M. Immunohistological characterization of newly formed tissues after regenerative procedure in immature dog teeth. *J Endod.* 2011;37(12):1636–41.
27. Yamauchi N, Yamauchi S, Nagaoka H, Duggan D, Zhong S, Lee SM, et al. Tissue engineering strategies for immature teeth with apical periodontitis. *J Endod.* 2011;37(3):390–7.
28. El-Karim I, Duncan HF, Nagendrababu V, Clarke M. The importance of establishing a core outcome set for endodontic clinical trials and outcomes studies. *Int Endod J.* 2023;56(2):200–6.
29. 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(12):921–39.
30. Fransson H, Dawson V. Tooth survival after endodontic treatment. *Int Endod J.* 2023;56(2):140–53.
31. Segura-Egea JJ, Cabanillas-Balsera D, Martín-González J, Cintra LTA. Impact of systemic health on treatment outcomes in endodontics. *Int Endod J.* 2023;56(2):219–35.

32. Morsani JM, Aminoshariae A, Han YW, Montagnese TA, Mickel A. Genetic Predisposition to Persistent Apical Periodontitis. *J Endod.* 2011;37(4):1-11.
33. Petean IBF, Silva-Sousa AC, Cronenbold TJ, Mazzi-Chaves JF, da Silva LAB, Segato RAB, et al. Genetic, Cellular and Molecular Aspects involved in Apical Periodontitis. *Braz Dent J.* 2022;33(4):1–11.
34. Rossi-Fedele G, Ng YL. Effectiveness of root canal treatment for vital pulps compared with necrotic pulps in the presence or absence of signs of periradicular pathosis: A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J.* 2023;56(3):370–94.
35. Zhang MM, Liang YH, Gao XJ, Jiang L, van der Sluis L, Wu MK. Management of Apical Periodontitis: Healing of Post-treatment Periapical Lesions Present 1 Year after Endodontic Treatment. *J Endod.* 2015;41(7):1020–5.
36. Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod.* 1990;16(10):498–504.
37. Mosquera-Barreiro C, Ruíz-Piñón M, Sans FA, Nagendrababu V, Vinothkumar TS, Martín-González J, et al. Predictors of periapical bone healing associated with teeth having large periapical lesions following nonsurgical root canal treatment or retreatment: A cone beam computed tomography-based retrospective study. *Int Endod J.* 2024;57(1):23–36.
38. Laukkanen E, Vehkalahti MM, Kotiranta AK. Radiographic outcome of root canal treatment in general dental practice: tooth type and quality of root filling as prognostic factors. *Acta Odontol Scand.* 2021;79(1):37–42.
39. Ng YL. Factors affecting outcome of non-surgical root canal treatment [master's thesis]. [London]: University College London; 2008. 336 p.
40. Jukić Krmek S, Baraba A, Klarić E, Marović D, Matijević J. Pretklinička endodoncija. Zagreb: Medicinska naklada; 2017. p. 27-29, 85-91, 98-104, 118-23.

41. Cox CF, Bergenholtz G, Heys DR, Syed SA, Fitzgerald M, Heys RJ. Pulp capping of dental pulp mechanically exposed to oral microflora: a 1-2 year observation of wound healing in the monkey. *J Oral Pathol.* 1985;14(2):156–68.
42. Patel S, Rhodes J. A practical guide to endodontic access cavity preparation in molar teeth. *Br Dent J.* 2007;203(3):133–40.
43. Vorster M, Gravett DZ, Vyver PJ van der, Markou G. Effect of Different Endodontic Access Cavity Designs in Combination with WaveOne Gold and TruNatomy on the Fracture Resistance of Mandibular First Molars: A Nonlinear Finite Element Analysis. *Journal of Endodontics.* 2023;49(5):559–66.
44. Marinescu AG, Cirilegeriu LE, Boscornea-Puscu SA, Horhan RM, Sgiia ST. Fracture strength evaluation of teeth with different designs od endodontic access cavities. *Romanian Journal of Oral Rehabilitation.* 2020;12(2):76-84.
45. Magni E, Jäggi M, Eggmann F, Weiger R, Connert T. Apical pressures generated by several canal irrigation methods: A laboratory study in a maxillary central incisor with an open apex. *Int Endod J.* 2021;54(10):1937–47.
46. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *International Endodontic Journal.* 2011;44(7):583–609.
47. Ng YL, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment: part 2: tooth survival. *International Endodontic Journal.* 2011;44(7):610–25.
48. Gulabivala K, Ng YL, Gilbertson M, Eames I. The fluid mechanics of root canal irrigation. *Physiol Meas.* 2010;31(12):49-84.
49. Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PMH. Management of Intracanal Separated Instruments. *Journal of Endodontics.* 2013;39(5):569–81.



50. Cvek M, Granath L, Lundberg M. Failures and healing in endodontically treated non-vital anterior teeth with posttraumatically reduced pulpal lumen. *Acta Odontol Scand.* 1982;40(4):223–8.
51. Mente J, Leo M, Panagidis D, Saure D, Pfefferle T. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: repair of root perforations-long-term results. *J Endod.* 2014;40(6):790–6.
52. Cvek M, Nord CE, Hollender L. Antimicrobial effect of root canal débridement in teeth with immature root: A clinical and microbiologic study. *Odontol Revy.* 1976;27(1):1–10.
53. Schwendicke F, Göstemeyer G. Cost-effectiveness of root caries preventive treatments. *J Dent.* 2017;56:58–64.
54. 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(1):6–31.
55. Saatchi M, Mohammadi G, Vali Sichani A, Moshkforoush S. Technical Quality of Root Canal Treatment Performed by Undergraduate Clinical Students of Isfahan Dental School. *Iran Endod J.* 2018;13(1):88–93.
56. Fernández R, Restrepo JS, Aristizábal DC, Álvarez LG. Evaluation of the filling ability of artificial lateral canals using calcium silicate-based and epoxy resin-based endodontic sealers and two gutta-percha filling techniques. *Int Endod J.* 2016;49(4):365–73.
57. Goldberg F, Cantarini C, Alfie D, Macchi RL, Arias A. Relationship between unintentional canal overfilling and the long-term outcome of primary root canal treatments and nonsurgical retreatments: a retrospective radiographic assessment. *Int Endod J.* 2020;53(1):19–26.
58. Nair PN, Sjögren U, Krey G, Sundqvist G. Therapy-resistant foreign body giant cell granuloma at the periapex of a root-filled human tooth. *J Endod.* 1990;16(12):589–95.
59. Ricucci D, Russo J, Rutberg M, Burleson JA, Spångberg LSW. A prospective cohort study of endodontic treatments of 1,369 root canals: results after 5 years. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol and Endod.* 2011;112(6):825–42.

60. Vera J, Siqueira JF, Ricucci D, Loghin S, Fernández N, Flores B, et al. One- versus Two-visit Endodontic Treatment of Teeth with Apical Periodontitis: A Histobacteriologic Study. *Journal of Endodontics*. 2012;38(8):1040–52.



Bose Antonia Šodan rođena je 13.06.2000. godine u Zagrebu. Osnovnoškolsko obrazovanje završava u Brelima te godine 2014. postaje učenicom Opće gimnazije fra Andrije Kačića Miošića u Makarskoj. Po završetku srednjoškolskog obrazovanja završava školu stranih jezika iz engleskog i njemačkog. Godine 2018. upisuje Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studija osim na fakultetu, znanje i iskustvo stječe asistiranjem u nekoliko ordinacija dentalne medicine. Kao članica sekcije za protetiku i endodonciju sudjelovala je na nekoliko studentskih kongresa i simpozija. Za vrijeme studija zajedno s kolegicom i profesoricom objavila je članak u studentskom časopisu Sonda na temu „Primjena probiotika u parodontologiji”.