

# Suvremene biološke metode liječenja mladih trajnih zubi

---

**Tomas, Nikolina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*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:127:626332>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-25**



*Repository / Repozitorij:*

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





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Nikolina Tomas

# **SUVREMENE BIOLOŠKE METODE LIJEČENJA MLADIH TRAJNIH ZUBI**

Diplomski rad

Zagreb, 2017.

Ovaj rad izrađen je na Zavodu za dječju i preventivnu stomatologiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Voditelj rada: prof.dr.sc. Željko Verzak, Zavod za dječju i preventivnu stomatologiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Lektor hrvatskog jezika: Morena Mandić Čolić, dipl. učitelj razredne nastave i hrvatskoga jezika

Lektor engleskog jezika: Majda Salarić, prof. engleskog i talijanskog jezika

Sastav Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Datum obrane rada: \_\_\_\_\_

Rad sadrži: 32 stranice

2 slike

1 CD

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.

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
1.1. Svrha rada .....	2
2. HISTOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA TVRDIH ZUBNIH TKIVA .....	3
2.1. Caklina .....	3
2.2. Dentin .....	4
2.3. Cement .....	5
2.4. Pulpa .....	5
2.4. Formiranje korijena .....	6
3. DIJAGNOSTIČKI POSTUPCI .....	7
3.1. Testovi termičke osjetljivosti .....	8
3.2. Test osjetljivosti na električnu struju .....	8
3.3. Laser doppler flowmetrija (LDF) .....	9
3.4. Pulsna oksimetrija .....	9
3.5. Radiološki nalaz (RTG) .....	9
4. BIOLOŠKE METODE LIJEČENJA MLADIH TRAJNIH ZUBI .....	10
4.1. Indirektno prekrivanje pulpe (IPP) .....	10
4.2. Direktno prekrivanje pulpe (DPP) .....	11
4.3. Pulpotomija .....	12
4.3.1. Djelomična pulpotomija (parcijalna pulpotomija po Cveku) .....	12
4.3.2. Vitalna pulpotomija .....	13
4.4. Apeksogeneza .....	14
5. EVALUACIJA USPJEŠNOSTI LIJEČENJA .....	16
6. MATERIJALI ZA PREKRIVANJE PULPE .....	16
6.1. Kalcijev hidroksid .....	16
6.2. Mineral trioksid agregat (MTA) .....	18
6.3. Biodentin .....	20
6.4. PRF/PRGF .....	21
7. RASPRAVA .....	23
8. ZAKLJUČAK .....	26
9. LITERATURA .....	28
10. ŽIVOTOPIS .....	31

Zahvaljujem se svom mentoru prof.dr.sc. Željku Verzaku na susretljivosti, nezamjenjivoj pomoći te korisnim savjetima tijekom čitavog studija i izrade ovoga rada.

Posebno zahvaljujem obitelji i svojoj majci koja mi je tijekom studiranja pružila bezuvjetnu ljubav, razumijevanje i potporu. Ovaj rad posvećujem njoj.

Hvala Nikoli koji je prolazio sa mnom kroz sve uspone i padove u protekle tri godine.

Zahvaljujem svim prijateljicama i prijateljima koji su mi na bilo koji način pomogli i bili potpora za vrijeme mog studiranja.

## **POPIS KRATICA I OZNAKA**

CEZIH – centralni zdravstveni informacijski sustav Hrvatske

KEP indeks – zbroj broja zuba zahvaćenih karijesom, ekstrahiranih zuba i zuba sa ispunom

CDS – caklinsko - dentinsko spojište

LDF – laser doppler flowmetrija

RTG – rentgenska snimka

IPP – indirektno prekrivanje pulpe

DPP – direktno prekrivanje pulpe

Ca(OH)<sub>2</sub> – kalcijev hidroksid

MTA- mineraltrioksid agregat

SIC – staklenoionomerni cement

CO<sub>2</sub> – ugljični dioksid

PRF - platelet rich fibrin (trombocitima obogaćen fibrin)

PRGF – plasma rich in growth factor (plazma bogata faktorima rasta)

PDGF – faktor rasta podrijetlom iz trombocita

VEGF – vaskularni endotelni faktor rasta

PD-EGF – epidermalni faktor rasta iz trombocita

IGF-1 – inzulinu sličan faktor rasta

## **Suvremene biološke metode liječenja mladih trajnih zubi**

### **SAŽETAK**

Biološke metode liječenja zuba imaju za cilj očuvanje vitaliteta zuba. U biološke metode liječenja spada zaštitna podloga, direktno prekrivanje pulpe, indirektno prekrivanje pulpe, djelomična i vitalna pulpotomija te apeksogeneza.

Preparati kalcij hidroksida već dugi niz godina su materijal izbora za ovakvu vrstu liječenja.

Napretkom tehnologije i novim znanstvenim spoznajama otkriveni su i proizvedeni novi, bioaktivni materijali među kojima se najviše ističu mineral trioksid agregat (MTA), Biodentin, trombocitima obogaćeni fibrin (PRF metoda), te plazma bogata faktorima rasta (PRGF metoda).

Osnova djelovanja navedenih materijala je poticanje obrambenog odgovora pulpe, odnosno stimulacija diferencijacije odontoblasta (nerijetko i cementoblasta i osteoblasta), stvaranja reparatornog dentina i nastavka rasta i razvoja korijena.

Indikacije za biološko liječenje zuba i primjenu navedenih materijala su jatrogeno ili traumom uzrokovano otvaranje pulpe, infekcija dijela ili cijele pulpe u koronarnom dijelu zuba uz očuvanje zdrave radikularne pulpe, te zubi s nezavršenim rastom i razvojem korijena.

Navedeni materijali međusobno se razlikuju po složenosti rukovanja njima, dugotrajnosti i uspješnosti rezultata liječenja, radioopaknosti te cijeni. Upravo zbog tih kriterija još ne postoji jedan univerzalni materijal kojim se provodi biološko liječenje zuba.

Ključne riječi: vitalitet zuba, indirektno prekrivanje pulpe, direktno prekrivanje pulpe, pulpotomija, apeksogeneza.

## **Contemporary biological methods of treating young permanent teeth**

### **SUMMARY**

The biological tooth treatment methods have a goal to preserve the vitality of the teeth. Biological treatment methods are the following: protective base, direct pulp capping, indirect pulp capping, partial and vital pulpotomy, and apexogenesis.

Calcium hydroxide preparations have been the material of choice for this type of treatment for many years.

With the advancement of technology and science, new and bioactive materials have been discovered and produced. Mineral trioxide aggregate (MTA), Biodentin, platelet rich fibrin (PRF method) and plasma rich in growth factor (PRGF method) are some of the most recognized contemporary biomaterials.

The action mechanism of the above-mentioned materials enable to stimulate the defensive pulp response, stimulate of odontoblast (often even cementoblast and osteoblast) differentiation, enable the creation of reparative dentine and the further development of the root.

Indications for biological tooth treatment and application of the above-mentioned materials are the following: iatrogenic or traumatic dental pulp exposure, partial or completely infected coronary part of the pulp (but with healthy radicular part of the pulp) and teeth with unfinished growth and root development.

These materials differ from one another in the complexity of handling, longevity and success of the treatment results, radiopacity and price. Because of these differences, a universal gold-standard material for biological treatment of teeth still does not exist.

Key words: tooth vitality, indirect pulp capping, direct pulp capping, pulpotomy, apexogenesis



## **1. UVOD**

Unatoč napretku stomatoloških materijala, metoda liječenja, materijala za održavanje oralne higijene i unatoč naporima koji se ulažu u prevenciju karijesa, KEP indeks dječje dobi i dalje je iznimno visok. Prema podacima CEZIH-a od 2013. do 2015. godine KEP indeks 6-godišnjaka u Hrvatskoj iznosi 4,14, dok kod 12-godišnjaka on iznosi 4,18 (19). Osim toga, broj endodontski liječenih zuba u mliječnoj, kao i u trajnoj denticiji djece iznimno je visok.

Nekroza pulpe zbog karijesa ili traume kod mladih trajnih zubi dovodi do mnogih komplikacija. Prerani gubitak vitaliteta sprječava razvoj korijena ostavljajući tanke zidove korijenskog kanala i široki apeksni otvor, zbog čega se konvencionalne tehnike endodontskog liječenja ne mogu primijeniti za liječenje mladih trajnih zuba.

Upravo iz tih razloga, današnji naponi i razvoj materijala u dentalnoj medicini usmjereni su sve više na biološke metode liječenja, tj. metode koje imaju za cilj očuvati vitalitet zuba.

U biološke metode liječenja zuba spadaju zaštitna podloga, indirektno prekrivanje pulpe (IPP), direktno prekrivanje pulpe (DPP), djelomična i vitalna pulpotomija te apeksogeneza.

Materijal izbora za navedene postupke su preparati na bazi kalcijevog hidroksida, no napretkom tehnologije i znanstvenih otkrića u dentalnoj medicini, pronađeni su i razvijeni neki novi materijali poput mineral trioksid agregata (MTA), Biodentina i PRF/PRGF metode.

Svi navedeni materijali imaju za cilj diferencijaciju odontoblasta, stimulaciju stvaranja reparatornog dentina i završetka rasta i razvoja korijena, sprječavanje daljnjeg napretka infekcije i upale, te posljedično, očuvanje zdravlja i funkcionalnosti zubne pulpe.

### **1.1. Svrha rada**

Svrha rada je dati pregled suvremenih metoda liječenja mladih trajnih zuba koje imaju za cilj očuvati vitalitet zuba, odnosno zdravlje i funkcionalnost zubne pulpe, a ujedno će se dati pregled dentalnih materijala namijenjenih za tu svrhu.

## 2. HISTOMORFOLOŠKA OBILJEŽJA TVRDIH ZUBNIH TKIVA

### 2.1. Caklina

Zubna caklina je tkivo koje prekriva dentin u predjelu anatomske krune zuba. Ona štiti strukturu zuba i daje vanjski oblik kruni zuba. S obzirom na masene udjele, caklinu čini 96% mineralne tvari (anorganski dio), 1% organske tvari i 3% vode. Zahvaljujući visokom udjelu mineralne tvari, caklina je najtvrdje tkivo u ljudskom organizmu. Anorganski dio cakline čine kristali kalcijevog fosfata (hidroksiapatit), dok organsku komponentu tvore ne-kolageni proteini.

Debljina cakline mijenja se na pojedinim dijelovima zuba. Najdeblja je na incizalnim bridovima i vrhovima kvržica zuba, a debljina joj se postupno smanjuje prema vratu zuba.

Proučavajući caklinu na razini svjetlosne mikroskopije, temeljna građevna jedinica cakline je caklinska prizma, dok u elektronskoj mikroskopiji temeljnu građevnu jedinicu cakline čini kristal hidroksiapatita.

Promatrajući caklinu svjetlosnim mikroskopom uočavamo caklinske prizme koje se protežu cijelom debljinom cakline, od caklinsko - dentinskog spojišta do vanjske površine zuba te su međusobno odijeljene interprizmatskim prostorima. U području kvržica i incizalnih bridova zuba prizme su položene okomito na površinu zuba, dok su na bočnim stjenkama strmo položene od CDS-a prema površini. Promjenom smjera prizama povećana je otpornost na lom i trošenje cakline.

Ostale strukture cakline vidljive pod svjetlosnim mikroskopom su poprečne pruge cakline (Retziusove pruge, neonatalna linija, Hunter-Schregerove pruge), caklinske lamele, caklinski grmovi, caklinsko- dentinsko spojište te caklinsko vreteno.

Prilikom djelovanja kiseline na caklinu, dolazi do njene demineralizacije, odnosno do otapanja anorganskih sastojaka.

## 2.2. Dentin

Dentin je tvrdo zubno tkivo koje okružuje pulpno tkivo, u koronarnom dijelu pokriveno je caklinom, a u radikularnom dijelu cementom. Dentin tvori najveći dio zuba. Tvrdi je od kosti i cementa, a mekši od cakline. U potpunosti je avaskularan.

Prema masenim udjelima dentin se sastoji od 70% anorganske tvari, 20% organske i 10% vode. Anorganski dio najvećim dijelom čine kristali hidroksiapatita, manji od onih u caklini. Organski dio čine kolagena vlakna (90% tip I, tip III i V u tragovima), nekolageni proteini i lipidi.

Dentin je građen od gusto složenih dentinskih kanalića (tubula), koji sadrže odontoblastičke nastavke i periodontoblastični prostor ispunjen proteinskom intratubulusnom tekućinom, intratubulusnim depozitom kolagenih vlakana, mineralima, organskim tvarima odontoblastičnog nastavka i mehanoreceptorima živčanog završetka. Odontoblasti su visokodiferencirane, specijalizirane stanice, odgovorne za stvaranje dentina i njegovu prehranu.

Razlikujemo 4 vrste dentina:

1. Predentin - sloj nemineraliziranog matriksa između sloja odontoblasta i sloja mineraliziranog dentina
2. Primarni dentin - dentin stvoren tijekom razvoja zuba
  - tvori najveći dio zuba i oblikuje pulpnu komoricu
  - dijeli se na dentinski ogrtač i cirkumpulpni dentin
3. Sekundarni dentin – dentin nastao nakon završetka razvoja zuba
4. Tercijarni dentin (regenerativni) – dentin koji nastaje kao reakcija pulpe na različite podražaje ili ozljede (npr. karijes, abrazija)

### 2.3. Cement

Cement je tanki sloj mineraliziranog vezivnog tkiva koji prekriva vanjsku površinu korijena zuba. Čini ga 61% anorganske, 27% organske tvari, te 12% vode. Hidroksiapatit čini najveći dio anorganskog dijela cementa, a organski dio čine kolagena vlakna (tip I) i osnovna tvar.

Cement zajedno s kosti i vezivnim vlaknima čini pričvrstni aparat zuba. Sljedeća funkcija cementa je održavanje odgovarajuće širine parodonta i dužine korijena nužnih za svladavanje fizioloških i funkcionalnih opterećenja. Cement je ujedno i reparaciono tkivo kojim se nadoknađuju oštećenja u području korijena zuba.

Cement pokazuje lamelarnu građu koja je rezultat njegovog ritmičkog nastajanja. Osnovnu građu cementa čine cementociti i organski matriks sastavljen od vezivnih vlakana.

Razlikujemo dvije vrste cementa: celularni koji sadrži stanice cementocite i smješten je pretežno u vršku korijena, te acelularni cement koji ne sadrži stanice i prekriva dentin.

Do resorpcije cementa može doći zbog povećanog pritiska ili zbog upale.

### 2.4. Pulpa

Zubna pulpa je rahlo vezivno tkivo mezodermalnog porijekla. Smještena je u pulpnoj komori i korijenskom kanalu te je ograničena dentinom.

Postoje četiri zone pulpe: odontoblastički sloj, sloj siromašan stanicama (Weilova zona), sloj bogat stanicama i srž pulpe. Srž pulpe ispunjava središnji dio komore i sastoji se od temeljne tvari, pulpnih stanica (odontoblasti, fibroblasti, nediferencirane mezenhimne stanice, makrofagi, limfociti i dendritičke stanice), krvnih žila i živaca. Najveći dio vlakana čine kolagen tipa I i III.

Funkcije zubne pulpe su:

1. Zaštitna
2. Formativna – kontinuirano održavanje i stvaranje dentina
3. Nutritivna – opskrba krvlju i hranjivim tvarima
4. Obrambena – pokretanje upalnog odgovora
5. Osjetilna – registracija temperature, mehaničkih i kemijskih čimbenika koji djeluju na dentin i pulpu

## 2.4. Formiranje korijena

Formiranje korijena zuba započinje u trenutku kad dentinogeneza i amelogeneza dosegnu razinu cervikalne petlje, spojište unutarnjeg i vanjskog caklinskog epitela. Proliferacijom cervikalne petlje nastaje Hertwigova epitelna korijenska ovojnica. Ona osigurava poticaje za diferencijaciju odontoblasta i na taj način djeluje kao predložak za formiranje korijena (3).

Tijekom stvaranja korijena razvijaju se i parodontna potporna tkiva, uključujući i acelularni cement. Na početku stvaranja dentina unutarnji stanični sloj Hertwigove epitelne korijenske ovojnice sintetizira i izlučuje proteine koji su srodni caklini, a vjerojatno pripadaju porodici amelogenina. S vremenom Hertwigova epitelna ovojnica zadobiva fenestracije kroz koje prodiru stanice zubnog folikula i dodiruju površinu korijena. Ektomezenhimalne se stanice, u dodiru s proteinima sličnim caklini, diferenciraju u cementoblaste i počinju stvarati cementoid (4).

Produljivanjem Hertwigove ovojnice savija se njezin donji rub prema sredini te tako nastaje epitelna dijafragma. Njezinim formiranjem ograničena je i izgradnja korijenskog dentina i ona zatvara primarni apikalni otvor. Korijeni višekorijenskih zubi nastaju tako da se rubovi Hertwigove ovojnice počinju približavati i tvoriti tzv. epitelne jezike, koji dodirom sraščuju i dijele primarni apeksni otvor u dva ili tri sekundarna (5).

Formiranje otvora na apeksu zuba s vitalnom zubnom pulpom naziva se apeksogeneza (6).

Reparacija i regeneracija oštećenih struktura nakon trauma ili upalnih procesa određena je razvojnim osobitostima pojedinih struktura i bit će moguća samo u slučajevima kada su nakon ozljede sačuvana ona tkiva ili stanice iz kojih se pojedino zubno tkivo razvija (5).

### 3. DIJAGNOSTIČKI POSTUPCI

Prilikom izbora odgovarajuće metode liječenja zuba, nužno je postaviti točnu dijagnozu i utvrditi stanje pulpe zuba. Dijagnostički postupci uključuju medicinsku i stomatološku anamnezu, klinički pregled, analizu radiografske snimke zuba te, ukoliko je potrebno, neke od testova za određivanje vitaliteta zuba.

Klinički pregled sastoji se od ekstraoralnog i intraoralnog pregleda, te palpacije, perkusije i procjene mobilnosti zuba.

Temeljem kliničkog pregleda i dobivenih nalaza, možemo odrediti status pulpe i to kao:

- Zdrava pulpa – asimptomatska, pozitivan odgovor na testove vitaliteta, ne pokazuje radiološke znakove patološkog procesa
- Reverzibilni pulpitis – brz i oštar odgovor na termičke podražaje koji prestaje ubrzo nakon uklanjanja podražaja, nema spontanih bolova; po uklanjanju uzroka upala se povlači
- Ireverzibilni pulpitis – ne prolazi nakon uklanjanja uzročnika upale, može biti simptomatski ili asimptomatski
  - Akutni ireverzibilni pulpitis – neprovocirani, intermitentni ili kontinuirani bolovi, bol ne prestaje uklanjanjem podražaja
  - Kronični ireverzibilni pulpitis – asimptomatski, rezultat ravnoteže između obrambenih mehanizama pulpe i drenaže
  - Hipreplastični pulpitis – dolazi do hipertrofije kronično upaljene pulpe sve do razine okluzijske plohe zuba
- Nekroza pulpe – odumiranje pulpnog tkiva koje je rezultat neliječenog akutnog ili kroničnog ireverzibilnog pulpitisa ili traume zuba; dolazi do prekida vaskularizacije i inervacije zuba

### **3.1. Testovi termičke osjetljivosti**

Testovi termičke osjetljivosti uključuju testove osjetljivosti na hladno i na toplo.

Kod provođenja testa osjetljivosti na hladno možemo koristiti 3 metode: led, led ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub> suhi led) i rashlađivač (npr. etilen klorid, diklorfluormetan). Najmanju učinkovitost pokazuje obični led, dok rashlađivač u spreju i led ugljičnog dioksida pokazuju jednaku učinkovitost. Zdrava pulpa daje oštar i kratak odgovor na podražaj, a intezivan i produžen odgovor smatra se indikativan za ireverzibilni pulpitis. Nekrotična pulpa ne daje nikakav odgovor.

Za provođenje testa osjetljivosti na toplinu može se primijeniti rotirajuća gumena polirajuća kapica za stvaranje topline trenjem, vruća voda ili zagrijani gutaperka štapić. Prilikom izvođenja testa preporuča se upotreba koferdama. Rutinski se test osjetljivosti na toplo ne koristi, ali je od pomoći u slučaju kada je vodeći simptom osjetljivost na toplo, a pacijent ne može točno identificirati zub uzročnik.

Iako je sama metoda nepouzdana, općenito možemo zaključiti kako je preosjetljivost na hladno znak hiperemije, a preosjetljivost na toplo znak potpune gnojne upale (7).

### **3.2. Test osjetljivosti na električnu struju**

Električno testiranje pulpe provodi se električnim pulpnim testerom. Mala količina struje se primjenjuje na izolirani, suhi, suspektni zub koji, ovisno o stanju pulpe, reagira na različite iznose struje. Na vrhu nastavka mora biti pasta za zube ili neki drugi oblik vodiča za struju (elektrokonduktorski gel). Visoka očitavanja znače nekrozu pulpe, a niska upućuju na vitalnost pulpe (8).

Električni test osjetljivosti nepouzdan je i ne preporuča se kod mladih trajnih zuba s nezavršenim rastom i razvojem korijena.



### **3.3. Laser doppler flowmetrija (LDF)**

LDF procjenjuje postojanost funkcionalne vaskularne opskrbe, te ima visoku osjetljivost i specifičnost, zbog čega se smatra boljim testom od termičkog i električnog testiranja. Navedenim testom provjerava se protok krvi u krvnim žilama pulpe. Uređaj radi na temelju interferiranja laserske zrake s crvenim krvnim zrnima koja se gibaju, zrake se odbijaju od njih, detektiraju u sondi te procesiraju kao signal (7).

Rezultati govore isključivo o vaskularizaciji pulpe, vitalitet je širi pojam.

### **3.4. Pulsna oksimetrija**

Pulsna oksimetrija je dijagnostička metoda kojom se utvrđuje prokrvljenost kroz pulpu zuba, te uz laser doppler flowmetriju spada u testove vitaliteta zuba. Pulsnom oksimetrijom mjeri se zasićenost kapilarne krvi kisikom. Rezultati su izraženi u postocima.

### **3.5. Radiološki nalaz (RTG)**

Indikacije za radiografsku snimku zuba su mnoge, a kod mladih trajnih zuba najveću važnost imaju kod traume zuba, sumnje na bolest pulpe, daju nam podatak o završenom rastu i razvoju korijena, te nam služe u evaulaciji terapijskog postupka.

#### **4. BIOLOŠKE METODE LIJEČENJA MLADIH TRAJNIH ZUBI**

Biološke metode liječenja zuba imaju za cilj očuvanje vitaliteta zuba, odnosno očuvanje pulpe zuba zdravom i funkcionalno sposobnom. Liječenjem se stimulira odontoblaste na novu dentinogenezu.

U biološke metode liječenja zuba spadaju:

1. Zaštitna podloga
2. Indirektno prekrivanje pulpe (IPP)
3. Direktno prekrivanje pulpe (DPP)
4. Parcijalna pulpotomija
5. Vitalna pulpotomija
6. Apeksogeneza

##### **4.1. Indirektno prekrivanje pulpe**

Indirektno prekrivanje pulpe je terapijski postupak kojim se prevenira otvaranje pulpne komorice i ozljeđivanje same pulpe prilikom odstranjenja karijesne lezije kod zuba koji ne pokazuju znakove degeneracije pulpe i periapikalnog procesa.

Karijesom zahvaćeni dentin se ne odstranjuje u cijelosti, već se odstranjuje vanjski sloj karijsnog, demineraliziranog i inficiranog dentina, a unutarnji sloj lezije koji je demineraliziran, ali neinficiran se ostavlja. Preostali sloj karijsnog dentina prekriva se sredstvom koje će stimulirati remineralizaciju dentina i lučenje reparatornog dentina kao obrambenog odgovora pulpe uz inhibiciju rasta i razvoja mikroorganizama. Postupak se može obaviti u jednoj posjeti, uz zatvaranje zuba trajnim ispunom ili kao višekratno čišćenje karijesa uz tretman Ca- hidroksida između posjeta (postupna ekskavacija/ stepwise excavation). Tehnika postupne ekskavacije dobra je iz psiholoških razloga jer ju pacijenti lakše podnose.

Zub se zatvara privremenim ili trajnim ispunom te se pacijent naručuje nakon 3 do 6 mjeseci na kontrolu i eventualnu reviziju, odnosno ponovno otvaranje kaviteta radi uklanjanja preostalog karijesa i izrade trajnog ispuna.

Sredstvo za prekrivanje pulpe koje se najčešće koristi je kalcijev hidroksid –  $\text{Ca(OH)}_2$ , u obliku meke paste - jednokomponentni (npr. Calciur, Calcipast, Calasept, UltraCal) ili cementa - dvokomponentni (npr. Dycal, Life). Jednokomponentne preparate  $\text{Ca(OH)}_2$  koristimo ukoliko ćemo zub zatvoriti privremenim ispunom, dok se ispod trajnog ispuna postavlja stvrdnjavajući, dvokomponentni preparat  $\text{Ca(OH)}_2$ .

Također se za indirektno prekrivanje pulpe zuba može upotrijebiti i staklenoionomerni cement, a visoki stupanj uspješnosti je pokazala i dodatna primjena 2%-tnog klorheksidin glukonata u kavitetu na 60 sekundi prije postave ispuna od staklenoionomernog cementa.

Uspješnost ove tehnike je visoka, od 74 do 99% (7).

#### **4.2. Direktno prekrivanje pulpe (DPP)**

Direktno prekrivanje pulpe je terapijski postupak u kojem se otvorena pulpna komorica s prikazanom pulpom prekriva medikamentoznim sredstvom koje će stimulirati stvaranje uvjeta za nastanak reparatornog dentina i time rezultirati zatvaranjem pulpne komorice.

Najpovoljniji oblik eksponirane pulpe je točkasto otvorena pulpa okružena čvrstim dentinom te zub bez simptoma.

DPP se ne preporuča u mliječnoj denticiji zbog niskog postotka uspješnosti uslijed interne resorpcije korijena ili nekroze pulpe koje se razvijaju nakon provedene terapije.

Indikacije za DPP su:

- Jatrogeno otvorena pulpa (prilikom preparacije kaviteta)
- Traumama uzrokovano otvaranje pulpne komorice

Kontraindikacije za DPP su:

- Široko otvorena pulpa sa seroznom eksudacijom i degeneracijom
- Jako i prolongirano krvarenje iz otvorene pulpe (hiperemija i serozni pulpitis)
- Dijete slabog zdravlja i smanjene otpornosti na infekciju

Terapijski postupak DPP uključuje:

- Anamneza, klinički i radiološki pregled
- Lokalna anestezija
- Izolacija zuba (koferdam)
- Preparacija kaviteta uz odstranjenje karijesnog dentina
- Zaustavljenje krvarenja laganim pritiskom sterilnom vaticom
- Toaleta kaviteta i otvorene pulpne komorice (ispiranje fiziološkom otopinom i dezinfekcija sa natrij hipokloritom)
- Postavljanje sredstva za prekrivanje na eksponiranu pulpu
- Postavljanje ispuna
- Poslijeterapijska kontrola nakon 3-6 mjeseci

Materijal izbora za direktno prekrivanje pulpe je preparat na bazi kalcijevog hidroksida ili mineraltrioksidni cement.

### **4.3. Pulpotomija**

Pulpotomija je terapijski postupak kojim se uklanja upalno promijenjeno i oštećeno pulpno tkivo do klinički zdrave pulpe. Obzirom na opsežnost ozljede i proteklog vremena od ozljede, provest će se djelomična ili potpuna pulpotomija.

#### **4.3.1. Djelomična pulpotomija (parcijalna pulpotomija po Cveku)**

Iako, povijesno gledano, termin „pulpotomija po Cveku“ podrazumijeva korištenje paste kalcijevog hidroksida za prekrivanje pulpe, a danas se u navedenom postupku mogu koristiti i neki drugi materijali, pojam djelomična pulpotomija i pulpotomija po Cveku su sinonimi, bez obzira koji materijal se koristi za prekrivanje pulpe.

Djelomična pulpotomija je terapijski postupak u kojem se odstranjuje samo dio eksponirane ili infekcijom, odnosno upalom zahvaćene pulpe zuba iz područja krune zuba.

Indikacije za provođenje ovog postupka su jatrogeno otvorena pulpa i trauma zuba sa kompliciranom frakturom krune zuba, gdje procijenimo kako je uspjeh mogućeg direktnog prekrivanja pulpe upitan.

Terapijski postupak djelomične pulpotomije:

- Anamneza, klinički i radiološki pregled
- Anestezija
- Izolacija zuba
- Ispiranje eksponiranog dentina i pulpe fiziološkom otopinom
- Uklanjanje 1,5-2,0 mm pulpe bez širenja trepanacijskog otvora sterilnim okruglim dijamantnim svrdlom uz obilno vodeno hlađenje
- Ispiranje rane fiziološkom otopinom
- Postizanje hemostaze (pritisak sterilnom vaticom u trajanju 3 do 5 minuta)
- Postavljanje sredstva za prekrivanje pulpne rane (kalcijev hidroksid, MTA)
- Postavljanje ispuna
- Poslijeterapijska kontrola nakon 3 do 6 mjeseci uz test vitaliteta i radiološku kontrolu

Ukoliko krvarenje ne prestane ni nakon opetovanog uklanjanja dijela pulpe, ispiranja i zaustavljanja krvarenja, pristupa se potpunoj pulpotomiji.

Studije pokazuju uspjeh pulpotomije po Cveku kod trajnih zuba sa kompliciranom frakturom krune od 87,5-100% (9).

#### **4.3.2. Vitalna pulpotomija**

Vitalna ili potpuna pulpotomija postupak je kojim se odstranjuje cijela pulpa iz područja krune zuba, a ostavlja se dio zdrave pulpe u korijenskom kanalu.

Postupak vitalne pulpotomije provodi se na mladim trajnim zubima u kojima su infekcija i upala ograničeni na dio pulpe u području krune zuba, dok je pulpa u području korijena zdrava.

Postupkom se nastoji izbjeći endodontsko liječenje i širenje terapije u područje korijena te omogućiti na taj način fiziološki nastavak i završetak rasta korijena.

Upravo nezavršeni rast korijena omogućuje dovoljnu opskrbu pulpe krvlju, što je jedan od preduvjeta za uspješno provođenje terapije (7).

Terapijski postupak vitalne pulpotomije:

- Anamneza, klinička i radiološka dijagnostika
- Preparacija kaviteta uz odstranjivanje karijesom zahvaćenog dentina
- Otvaranje pulpne komorice i odstranjenje pulpnog tkiva do ulaska u korijenski kanal sterilnim dijamantnim svrdlom uz vodeno hlađenje
- Ispiranje rane fiziološkom otopinom
- Postizanje hemostaze pomoću sterilne vaticice 3 do 5 minuta
- Postavljanje sredstva za prekrivanje rane (kalcijev hidroksid, MTA)
- Postavljanje ispuna
- Poslijeterapijska kontrola uz test osjetljivosti i/ili test vitaliteta, te radiološku kontrolu nastavka rasta i razvoja korijena.

Ukoliko krvarenje ne prestane ni nakon opetovanog ispiranja i zaustavljanja krvarenja, te ako je boja krvi tamno crvena, pristupa se apeksogenezi ili pulpektomiji.

#### **4.4. Apeksogeneza**

Apeksogeneza je terapijski postupak koji ima za cilj potaknuti nastavak fiziološkog razvoja i završavanje razvoja korijena zuba uz očuvanje vitaliteta korijenske pulpe.

Apeksogeneza se provodi na mladim trajnim zubima s nezavršenim rastom i razvojem korijena, kod kojih je infekcija iz karijesne lezije napredovala kroz cijelu krunu zuba i proširila se u početni dio korijenskog kanala. Također se može primijeniti kod frakture cijele krune mladog trajnog zuba s nezavršenim rastom korijena.

Terapijski postupak:

- Anamneza, klinički i radiološki nalaz
- Izolacija i dezinfekcija radnog polja
- Anestezija
- Trepanacija i izrada pristupnog kaviteta
- Odstranjivanje infektivnog sadržaja iz početnog dijela korijenskog kanala (čišćenje i širenje stijenki kanala uz ispiranje s 2,5%-tnim natrijevim hipokloritom i fiziološkom otopinom uz završno sušenje papirnatim štapićima)
- Unošenje sredstva za poticanje procesa apeksogeneze (pasta kalcijevog hidroksida, MTA...)
- Postavljanje privremenog ispuna

Tijekom terapijskog postupka medikamentozni uložak mijenja se svaka 3 mjeseca, ali ne češće od 6 tjedana zbog potencijalne citotoksičnosti  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Terapija ukupno traje 6-18 mjeseci, ovisno o stupnju razvoja korijena.

Kontrola terapije provodi se klinički i radiološki. Klinički se promatra prisutnost/ odsutnost znakova upale, promjene na okolnom mekom tkivu te kvaliteta rubnog brtvljenja privremenog ispuna. Rentgenska snimka se izrađuje svaka 3 mjeseca, te je zbog lakše usporedbe radioloških nalaza, poželjno imati isti kut snimanja.

Privremeni ispun mora biti kvalitetno izrađen i dostatan kako bi se spriječila sekundarna infekcija pulpe bakterijama iz usne šupljine. U tu svrhu preporuča se izrada privremenog ispuna od SIC-a ili kopozitnog materijala.

Nakon završenog terapijskog postupka apeksogeneze, pristupa se trajnom punjenju korijenskog kanala te izradi trajnog ispuna.

Kontrolna rentgenska snimka izrađuje se nakon 6 do 12 mjeseci, a daljnje kontrole se rade po potrebi.

## **5. EVALUACIJA USPJEŠNOSTI LIJEČENJA**

Uspjeh liječenja zuba nekom od bioloških metoda možemo evaluirati kroz iduće parametre:

- Zub bez kliničkih simptoma
- Na RTG snimci nema znakova periapikalnih promjena
- Na RTG snimci vidljiva barijera tvrdog zubnog tkiva (dentinski most)
- Pozitivan odgovor pulpe na testove osjetljivosti i/ili vitaliteta
- Nastavak rasta i razvoja korijena zuba

## **6. MATERIJALI ZA PREKRIVANJE PULPE**

### **6.1. Kalcijev hidroksid**

Kalcij hidroksid (Slika 1.) je materijal koji je u pedodontici i općenito stomatologiji našao široku primjenu. Koristi se za:

- Indirektno i direktno prekrivanje pulpe
- Zaustavljanje krvarenja u pulpi i parodontu
- Privremeno punjenje korijenskog kanala
- Definitivno punjenje kanala mliječnih zuba
- Prekrivanje periapikalnog tkiva kod definitivnog punjenja korijenskih kanala mladih trajnih zuba
- Liječenje interne i eksterne resorpcije
- Liječenje frakturiranih korjenova

Kalcij hidroksid na pulpno tkivo ima antiseptički, antiinflamatorni i dentinogeni učinak. Zahvaljujući visokom pH (12), osnova djelovanja preparata na bazi kalcijevog hidroksida je alkalna reakcija.



Prilikom postavljanja na dentin kalcij hidroksid u kontaktu s CO<sub>2</sub> iz tkiva stvara kristalnu rešetku kalcijevog karbonata. Nastali spoj ima ulogu umjetne membrane koja isključuje djelovanje egzogenih faktora, razmekšava dentin, otpuštanjem OH iona mijenja pH karijesne sredine, vrši dezinfekciju preostalog dentina i omogućava oporavak pulpe.

Prilikom postavljanja preparata na bazi kalcijevog hidroksida preko neupalnog tkiva pulpe, dolazi do nastanka površne sterilne nekroze, što je presudno za mobilizaciju i migraciju formativnih stanica iz pulpe prema mjestu alteracije. Također nastaje sloj kalcijevog karbonata koji sprječava daljnji prodor OH iona i nekrozu dubljih slojeva pulpe. Vežanje CO<sub>2</sub> i nastanak kalcijevog karbonata od velike je važnosti jer time ujedno dolazi do smanjenja pritiska upalnih plinova na živac i prestanka boli. Odgovor pulpe započinje upalnom reakcijom, nakon čega slijedi proces reparacije – stvaranje novog kolagena, diferencijacija odontoblasta i stvaranje reparatornog dentina. Dolazi do kalcifikacije nekrotičnog sloja što rezultira odlaganjem minerala u novostvoreni kolagen, odnosno mineralizacijom.

Kod apeksogeneze mladih trajnih zuba kalcij hidroksid potiče zatvaranje apeksa, stvaranje barijere tvrdog tkiva i otapanje ostataka nekrotičnog tkiva koji su zaostali u korijenskom kanalu.

Prekrivanjem pulpe mladih trajnih zuba preparatom na bazi kalcijevog hidroksida očekuje se početak lučenja reparatornog dentina nakon 10 dana, a stvaranje dentinskog mosta i premoštavanje defekata pulpe nakon 60 dana.

Preparati kalcijevog hidroksida dolaze na tržište kao jednokomponentni i dvokomponentni preparati.

Jednokomponentne preparate (npr. Calcicur, Calcipast, Calasept, UltraCal) koristimo kao međuposjetne medikamentozne uloške, za privremeno punjenje korijenskog kanala, kod indirektnog prekrivanja pulpe metodom postupne ekskavacije, te kod apeksogeneze, odnosno onda kada zub ne planiramo zatvoriti trajnim ispunom. Jednokomponentni materijali dolaze u obliku mekane paste.

Dvokomponentne preparate (npr. Dycal, Life) koristimo za direktno i indirektno prekrivanje pulpe, odnosno onda kada zub planiramo zatvoriti trajnim ispunom. Dvokomponentni materijali dolaze u obliku cementa koji se stvrdnjava.

Kalcij hidroksid još uvijek je materijal izbora za prekrivanje pulpe i to ponajviše zbog lakog rukovanja njime i njegove prihvatljive cijene u odnosu na druge, novije materijale.

Nedostaci koje pokazuje materijal jesu nezadovoljavajuća adherencija na dentin, otapanje tijekom vremena i defekti u dentinskom mostu (11).



Slika 1. Primjer jednokomponentnog („Calcipast“) i dvokomponentnog („Life“) preparata kalcijevog hidroksida

## 6.2. Mineral trioksid agregat (MTA)

Mineral trioksid agregat (Slika 2.) je bioaktivni materijal koji se sastoji od 50-75% kalcijeva oksida, te 15-25% silicijeva dioksida. Miješanjem nastaje trikalcijev silikat, dikalcijev silikat, trikalcijev aluminat te tetrakalcijev aluminoforit. Bizmutov oksid se dodaje radi postizanja radiokontrastnosti. Kalcijev sulfat dihidrat i tetrakalcij aluminoforit utječu na vrijeme stvrdnjavanja.

MTA na tržište dolazi u sustavima pasta/ pasta i prašak/ voda.

MTA se stvrdnjava reakcijom hidracije koja svoju prvu fazu završava nakon tri do četiri sata, a konačno sazrijevanje strukture i rast otpornosti prema lomu materijal postiže tijekom dužeg razdoblja, i do 21 dan (10).

Reakcija vezanja je hidratacija zbog čega mora u materijalu i oko njega biti prisutna dovoljna količina vode, što ga čini idealnim materijalom za rad u ustima.

pH vrijednost materijala nakon miješanja iznosi 10,2 a nakon 3 sata iznosi 12,5 pri čemu se otpuštaju kalcijevi ioni i formiraju kalcijevi kristali na površini dentina, te dolazi do aktivacije enzimatskih i prekursorskih sustava u organizmu koji su odgovorni za povećanje stanične aktivnosti i cijeljenja. To je osnova djelovanja mineral trioksid agregata.

MTA potiče metabolizam stanica, cementogenezu, osteogenezu i proliferaciju stanica.

Indikacije za primjenu MTA su: zatvaranje perforacija na korijenu i duž pulpne komore, prekrivanje pulpe u svrhu apeksogeneze kod zuba s nezavršenim razvojem korijena ili očuvanja vitaliteta zuba sa završenim razvojem korijena, apeksifikacija kod mladih trajnih zuba kod kojih je došlo do odumiranja pulpe, retrogradno punjenje korijena prilikom apikotomije, zatvaranje otvorenih furkacija, popunjavanje defekata uzrokovanih internom ili eksternom resorpcijom i punjenje korijenskih kanala. Spominje se i kao materijal izbora za prekrivanje vertikalnih ili horizontalnih fraktura korjenova (10).

Najveći nedostaci materijala MTA su mogućnost diskoloracije zuba zbog prisustva željezovih i manganovih iona, te visoka cijena.



Slika 2. Mineral trioksid agregat

### 6.3. Biodentin

Biodentin je materijal na kalcij silikatnoj osnovi koji se sastoji od praha i tekućine. Glavnu komponentu praha čine trikalcijev i dikalcijev silikat uz dodatak kalcijeva karbonata i cirkonijeva dioksida. Trikalcijev silikat dodaje se za reakciju stvrdnjavanja, kalcijev karbonat za mehanička svojstva, dok je cirkonijev dioksid radiokontrastno sredstvo. Tekućina sadrži kalcijev klorid kao akcelerator i hidrosolubilni polimer koji reducira količinu vode u cementu (13).

Stvrdnjavanje započinje reakcijom hidratacije trikalcijeva silikata čiji su produkti hidratizirani kalcijev silikatni gel i kalcijev hidroksid. Kalcijev silikatni gel taloži se na površini čestica praha i postupno dovodi do zasićenja te stvaranja kristala

Pri kontaktu Biodentina i tvrdog zubnog tkiva dolazi do precipitacije hidroksiapatita i prodora precipitata u dentinske tubuluse. Time se stvara kemijska veza između dentina i cementa.

Biodentin je antimikrobni bioaktivni materijal koji djeluje tako što inducira diferencijaciju fibroblasta u odontoblaste i formiranje reparatornog dentina. Antimikrobni učinak postiže stvaranjem kalcijevog hidroksida i porastom pH tijekom stvrdnjavanja.

Biodentin se koristi kao materijal za privremene ispune u trajanju od šest mjeseci, kao zamjena za dentin pri sendvič-tehnici, materijal za indirektno i direktno prekrivanje pulpe, za saniranje korijenskih i furkacijskih perforacija, kod pulpotomija, apeksifikacija, internih i eksternih resorpcija i u endodontskoj kirurgiji za retrogradno punjenje korijenskog kanala.

Prednosti Biodentina su kratko vrijeme stvrdnjavanja (12 minuta), stabilnost boje, dobro rubno zatvaranje, mehanička svojstva slična dentinu i lako rukovanje (ne zahtijeva prethodnu pripremu zuba i uklanjanje zaostatnog sloja).

Nedostatak Biodentina je njegova slaba radioopaknost.

#### **6.4. PRF – platelet rich fibrin (trombocitima obogaćen fibrin)**

##### **PRGF – plasma rich in growth factor (plazma obogaćena faktorima rasta)**

Trombocitima obogaćen fibrin (engl. Platelet Rich Fibrin, PRF) autologni je preparat nastao centrifugiranjem krvi pacijenta, a sastoji se od trombocita i plazme. Humani krvni ugrušak sastoji se od oko 95% crvenih krvnih stanica, 5% trombocita i manje od 1% bijelih krvnih stanica. PRF-ugrušak, za razliku od toga, sadrži 4% crvenih krvnih stanica, 95% trombocita i 1% bijelih krvnih stanica (16).

Alfa-granule, koje se nalaze u trombocitima, sadrže određene faktore rasta: faktor rasta podrijetlom iz trombocita (PDGF), transformirajući faktor rasta  $\beta$ , vaskularni endotelni faktor rasta (VEGF), epidermalni faktor rasta iz trombocita (PD-EGF) te inzulinu sličan faktor rasta (IGF-1) koji se nalazi i u plazmi. Nakon aktivacije trombocita,  $\alpha$ -granule se spajaju sa staničnom membranom i luče aktivne oblike faktora rasta. Upotrebom PRF-a moguće je višestruko povećati koncentraciju faktora rasta te ubrzati i pospješiti proces cijeljenja potičući proliferaciju fibroblasta i zarastanje kosti, porast vaskularizacije tkiva i stvaranje kolagena te mitozu mezenhimalnih matičnih stanica. (16).

PRF je pripravak koji nastaje samo centrifugiranjem krvi pacijenta, bez ikakvih dodatnih aditiva. Za pripremu PRF-a potrebna je centrifuga i set za uzimanje krvi. PRF-protokol je jednostavan: nakon venepunkcije izvadi se 20–60 mL krvi, koja se pohranjuje u više epruveta od 9 mL, bez antikoagulansa i odmah ju se centrifugira na 3000 rotacija po minuti kroz deset minuta. Zbog izostanka antikoagulansa pokreće se koagulacijska kaskada, fibrinogen se pretvara u fibrin, koji se višestruko ukrižuje i stvara gustu fibrinsku mrežicu. Tako nastaje fibrinski ugrušak koji sadrži polovicu leukocita i gotovo sve aktivne trombocite prisutne u prikupljenoj krvi. U PRF-tehnici fibrin se polimerizira prirodno i sporo za vrijeme centrifugiranja, što omogućava stvaranje homogene 3D-organizirane strukture, u koju su ugrađeni faktori rasta i trombociti. Također, struktura fibrina čini kostur (kalup) po kojem migriraju endotelne stanice, osteoblasti i druge stanice za vrijeme zarastanja tkiva. Prisustvo tako organizirane fibrinske mrežice na početku zarastanja rane ubrzava angiogenezu rane, što omogućuje bržu migraciju osteoblasta i početak stvaranja kosti (16).

PRF metoda ima primjenu u dentalnoj kirurgiji, implantologiji, maksilofacijalnoj kirurgiji, parodontologiji, a sve veću primjenu pronalazi i u regenerativnoj endodonciji.

PRGF (plasma rich in growth factor – plazma bogata faktorima rasta) najnovija je regenerativna metoda liječenja koja koristi vlastitu plazmu bogatu trombocitima, ali bez leukocita zahvaljujući čemu ne dolazi do upalne reakcije tkiva, a time i do boljih rezultata liječenja.

PRGF metoda još uvijek je u fazi istraživanja, a do sada je pokazala izvrsne rezultate u stimulaciji rasta i razvoja korijena, uz stvaranje tkiva nalik cementu i kosti (17,18).

PRF i PRGF metode u potpunosti su bezopasne i sigurne zato što se koristi isključivo pacijentova krv.

## **7. RASPRAVA**

Broj karijesom zahvaćenih, kao i traumom pogođenih zuba u mješovitoj i mladoj trajnoj denticiji i dalje je, usprkos mjerama prevencije, visok. Prerani gubitak vitaliteta mladog trajnog zuba sprječava razvoj korijena ostavljajući tanke zidove korijenskog kanala i široki apeksni otvor, zbog čega se kod takvih zubi konvencionalne tehnike endodontskog liječenja ne mogu primijeniti.

Suvremena dentalna medicina teži pronalasku i razvijanju metoda liječenja kojima će se uspjeti očuvati vitalitet zuba, uz poticanje biološkog odgovora tkiva. Upravo te, biološke metode liječenja zuba, tema su ovog preglednog rada.

Metode liječenja koje se nazivaju „biološkim“ jesu zaštitna podloga, indirektno i direktno prekrivanje pulpe, djelomična i vitalna pulpotomija te apeksogeneza.

Izbor odgovarajuće metode liječenja ovisi o kliničkom i radiološkom nalazu, zahvaćenosti zubnog tkiva upalom, odnosno infekcijom, vremenu koje je proteklo od traume, suradnji pacijenta i o stručnosti terapeuta.

Čimbenik koji može biti od velike važnosti za uspjeh terapije je i izbor terapijskog sredstva, tj. materijala. Već dugi niz godina materijal izbora za biološko liječenje zuba je kalcijev hidroksid kao jednokomponentni ili dvokomponentni preparat.

Nedostaci koje pokazuje materijal jesu nezadovoljavajuća adherencija na dentin, otapanje tijekom vremena i defekti u dentinskom mostu (11).

Od 1998. godine odobrena je upotreba mineral trioksid agregata u endodonciji, te od tada MTA nalazi sve veću primjenu u liječenju zuba.

Hilton, Ferracane i Mancl provedli su istraživanje na uzorku od 376 zuba na kojima je rađeno direktno prekrivanje pulpe preparatima kalcij hidroksida (n=181) ili MTA (n=195). Uspjeh liječenja se pratio i ocjenjivao u periodu od 2 godine. Rezultati su pokazali neuspjeh terapije kod 31.5% zuba tretiranih preparatom kalcij hidroksida i kod 22.4% zuba tretiranih preparatom MTA (20).

Nedostaci koje je pokazao preparat mineral trioksid agregat su: složenost rukovanja, moguća diskoloracija zuba i visoka cijena.

2009. godine na tržištu se pojavio još jedan novi materijal, Biodentin, odnosno bioaktivna dentinska zamjena (eng. „one for all“).

Jalan, Warhadpande i Dakshindas objavili su istraživanje u kojem su usporedili djelovanje dvokomponentnog preparata kalcij hidroksida (Dycal) i preparata Biodentina za direktno prekrivanje pulpe na uzorku od 40 ljudskih trajnih premolara.



Nakon 45 dana od postave materijala na eksponirano tkivo pulpe zuba, zubi su ekstrahirani i histološki analizirani. Rezultati su pokazali kako zubi tretirani Biodentinom imaju deblji i kontinuiraniji sloj novonastalog dentinskog mosta, uz manje znakove upale pulpnog tkiva od zubi tretiranih preparatom kalcij hidroksida (Dycalom) (15).

Hegde, Sowmya, Mathew, Bhandi, Nagaraja i Dinesh su napravili i objavili kliničku evaluaciju direktnog prekrivanja pulpe karioznih zuba preparatima MTA i Biodentina. Istraživanje su obavili na uzorku od 24 trajna molara; 12 zubi tretirano je materijalom MTA, a 12 zubi materijalom Biodentin. Nakon perioda od 6 mjeseci, rezultati su pokazali uspješnost terapije kod 91.7% zubi tretiranih preparatom MTA i kod 83.3% zubi tretiranih preparatom Biodentin (11).

Najnovija metoda biološkog liječenja zuba je PRF i PRGF metoda (trombocitima obogaćen fibrin i plazma obogaćena faktorima rasta). Upotrebom PRF-a i PRGF-a moguće je višestruko povećati koncentraciju faktora rasta te ubrzati i pospješiti proces cijeljenja potičući proliferaciju fibroblasta i zarastanje kosti, porast vaskularizacije tkiva i stvaranje kolagena te mitozu mezenhimalnih matičnih stanica (16). PRF i PRGF je pripravak koji nastaje samo centrifugiranjem krvi pacijenta, bez ikakvih dodatnih aditiva, što preparat čini potpuno sigurnim i bezopasnim.

Dosadašnja istraživanja pokazuju iznimne rezultate u primjeni PRGF metode za stimulaciju rasta i razvoja korijena zuba (17,18).

## **8. ZAKLJUČAK**

Idealni materijal za kliničku primjenu u endodonciji trebao bi dobro brtviti, osigurati optimalne uvjete za cijeljenje, djelovati antimikrobno, ne bojati zubne strukture, biti netopiv u tkivnim tekućinama, radiokontrastan, dimenzijski stabilan, jednostavan za rukovanje, stabilan u vlažnom mediju, sterilan i biokompatibilan.

Materijal koji bi zadovoljavao sve navedene kriterije još uvijek nije pronađen, no razvoj materijala i metoda liječenja sve više idu u smjeru bioloških, odnosno što prirodnijih i biokompatibilnijih materijala i metoda.

Svi materijali dostupni na današnjem tržištu pokazuju određene prednosti i nedostatke, a na terapeutu je da prema svojim mogućnostima i iskustvu odabere materijal koji će koristiti.

Biološke metode liječenja svakako predstavljaju budućnost dentalne medicine iz razloga što imaju za cilj očuvati zdravlje i funkcionalnost prirodnog zuba, za koji još uvijek ne postoji bolja zamjena.

## **9. LITERATURA**

1. Šutalo J. Patologija i terapija tvrdih zubnih tkiva. Zagreb: Naklada Zadro; 1994:538 p.
2. Brkić H, Dumančić J, Vodanović M. Biologija i morfologija ljudskih zuba. Zagreb: Naklada Slap; 2016:264 p.
3. Torabinejad M, Walton RE. Endodoncija, načela i praksa. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2009:475 p.
4. Lindhe J. Klinička parodontologija i dentalna implantologija. 4. izd. Zagreb: Nakladni zavod Globus; 2004.
5. Škrinjarić I. Traume zuba u djece. Zagreb: Globus; 1988.
6. Njemirovski Z. Klinička endodoncija. Zagreb: Globus; 1987.
7. Jurić H. Dječja dentalna medicina. Jastrebarsko: Naklada Slap; 2015; 489 p.
8. Medvenec Mikić I, Prpić-Mehičić G. Diferencijalna dijagnostika bolesti pulpe i periapiksa. Sonda. 2012; 13(24): 71-4.
9. Bimstein E., Rotstein I. Cvek pulpotomy- revisited. Dent Traumatol. 2016; 32(6): 438-42.
10. Vandžić M, Miletić I, Baraba A. Primjena mineral trioksida u endodonciji – prikaz slučaja. Sonda 2014; 15(28): 62-4.
11. Hegde S, Sowmya B, Mathew S, Bhandi S, Nagaraja S, Dinesh K. Clinical evaluation of mineral trioxide aggregate and biodentine as direct pulp capping agents in carious teeth. J Conserv Dent. 2017; 20(2): 91-5.
12. Torabinejad M, Parirokh M, Dummer PMH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: An updated overview- Part II: Other clinical applications and complications. Int Endod J; Accepted Author Manuscript. doi:10.1111/iej.12843
13. Malkondu O, Kazandag MK, Kazazoglu E. A review on biodentine, a contemporary dentine replacement and repair material. Biomed Res Int. 2014; 2014: 1-10.
14. Girish K, Mandava J, Chandra R, Ravikumar K, Anwarullah A, Athaluri M. Effect of obturating materials on fracture resistance of simulated immature teeth. J Conserv Dent. 2017; 20(2): 115-9.
15. Jalan AL, Warhadpande MM, Dakshindas DM. A comparison of human dental pulp response to calcium hydroxide and Biodentine as direct pulp-capping agents. J Conserv Dent. 2017; 20(2): 129-33.

16. Blašković M, Gabrić Pandurić D, Katanec D, Brozović J, Gikić M, Sušić M. Primjena trombocitima obogaćenog fibrina u oralnoj kirurgiji. *Medix*. 2012; 103: 121-6.
17. Bakhtiar H, Vatanpour M, Rayani A, Navi F, Asna-Ashari E, Ahmadi A, Jafarzadeh H. The plasma-rich in growth factor as a suitable matrix in regenerative endodontics: a case series. *N Y State Dent J*. 2014; 80(4): 49-53.
18. Dianat O, Mashhadi Abas F, Paymanpour P, Eghbal MJ, Haddadpour S, Bahrololumi N. Endodontic repair in immature dogs' teeth with apical periodontitis: blood clot vs plasma rich in growth factors scaffold. *Dent Traumatol*. 2017; 33(2): 84-90.
19. Radić M, Benjak T, Dečković Vukres V, Rotim Ž, Filipović Zore I. Prikaz kretanja KEP indeksa u Hrvatskoj i Europi. *Acta Stomatol Croat*. 2015; 49(4): 275-84.
20. Hilton TJ, Ferracane JL, Mancl L. Comparison of CaOH with MTA for direct pulp capping. *J Dent Res*. 2013; 92(7): 16-22

## **10. ŽIVOTOPIS**

Nikolina Tomas rođena je 10. travnja 1991. godine u Zagrebu. Nakon završene osnovne škole upisuje Opću gimnaziju u Blatu na Korčuli. Maturirala je s odličnim uspjehom 2009. godine i iste godine upisuje Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom studija aktivno je sudjelovala u projektima Udruge studenata dentalne medicine, a od 2015. godine obavlja funkciju glavne koordinatorice preventivnog projekta za djecu - „Zubić“. Aktivno se služi engleskim jezikom.