

# Estetski intrakanalni kolčići

---

Nižić Zgaga, Bernarda

Professional thesis / Završni specijalistički

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:468842>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2023-09-22**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Bernarda Nižić Zgaga

# **ESTETSKI INTRAKANALNI KOLČIĆI**

POSLIJEDIPLOMSKI SPECIJALISTIČKI RAD

Zagreb, 2023

Rad je ostvaren u: Zavod za endodonciju i restaurativnu stomatologiju, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Naziv poslijediplomskog specijalističkog studija: Dentalna medicina

Mentor rada: Izv.prof.dr.sc. Anja Baraba, Zavod za endodonciju i restaurativnu stomatologiju, Stomatološki fakultet u Zagrebu.

Lektor hrvatskog jezika: Vanja Nekich, prof. hrvatskog jezika i književnosti

Lektor engleskog jezika: Michael Nekich, stalni sudski tumač za engleski jezik

Sastav Povjerenstva za ocjenu poslijediplomskog specijalističkoga rada:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Sastav Povjerenstva za obranu poslijediplomskog specijalističkoga rada:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. \_\_\_\_\_

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

Rad sadrži: 30 stranica

1 tablica

1 CD

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

Veliko hvala mojoj mentorici, izv.prof.dr.sc. Anji Barabi na ljubaznosti, stručnim savjetima i srdačnoj pomoći prilikom izrade ovog rada.

Zahvaljujem se svojim roditeljima i prijateljima na bezuvjetnoj i neiscrpnj podršci.

Najveće hvala mom suprugu Marku na golemoj potpori, razumijevanju i ljubavi kao i sinu Marinu, mom najvećem životnom postignuću. Rad posvećujem njima.

Poslijediplomski specijalistički rad je izrađen u okviru istraživačkog projekta HRZZ-a pod naslovom "Istraživanje i razvoj novih mikro i nanostrukturnih bioaktivnih materijala u dentalnoj medicini" IP-2018-01-1719.

## Sažetak

### ESTETSKI INTAKANALNI KOLČIĆI

Svrha ovog rada je bila sistematično prikazati različite vrste estetskih intrakanalnih kolčića, opisati njihova svojstva, navesti raspon indikacija za primjenu istih te raspraviti rezultate *in vivo* i *in vitro* istraživanja o njihovoj dugotrajnosti te, još važnije, njihovom utjecaju na preživljenje zuba kao estetske i funkcionalne jedinice. Zube koji imaju značajan gubitak volumena tkiva i vitaliteta bilo zbog oštećenja uzrokovanog karijesom, prekomjernog trošenja, ranijih restauracija ili loma cakline i dentina potrebno je endodontski liječiti. Zbog velikog gubitka tvrdih zubnih tkiva i oslabljene strukture, zubi koji su endodontski liječeni, u slučaju kad nedostaje više od polovice koronarnog dijela zuba, indicirano je postavljanje intrakanalnih kolčića. Poželjno je da isti budu raspoloživi u različitim veličinama, da su prilagodljivi obliku korijenskog kanala, da imaju dobra estetska i mehanička svojstva te da ostvaruju snažnu adheziju na stijenke korijenskog dentina. Tradicionalno korištenje metalnih kolčića ne ispunjava standarde moderne dentalne medicine zbog boje, podložnosti koroziji, mehaničke retencije i modula elastičnosti koji ne odgovara modulu elastičnosti dentina. Suvremeni koncepti dentalne medicine u većini slučajeva nalažu uporabu bezmetalnih kolčića zbog njihove estetike, biokompatibilnosti, dobrih mehaničkih svojstava te mogućnosti adhezivnog vezivanja na tvrda zubna tkiva i nadogradnju. Danas se velika pažnja pridaje estetici čime primjena estetskih intrakanalnih kolčića s kompozitnom ili keramičkom nadogradnjom postaje standard. Rezultati *in vitro* i *in vivo* istraživanja provedeni u suvremenoj kliničkoj praksi preporučuju primjenu staklenim vlaknima ojačanih intrakanalnih kolčića zbog svojih prednosti kao što su estetika i dobra mehanička svojstva, te modul elastičnosti sličan modulu elastičnosti dentina.

**Ključne riječi:** intrakanalni kolčić; metalni intrakanalni kolčići; estetski intrakanalni kolčići

## Summary

### AESTHETIC INTRACANAL POSTS

This thesis aims to systematically present different types of aesthetic intracanal posts, describe their properties, highlight the range of indications for their use, and discuss the results of *in vivo* and *in vitro* studies on their longevity and, more importantly, their impact on the survival of teeth as an aesthetic and functional entity. Teeth that show significant loss of tissue volume and vitality due to caries, excessive wear, previous restorations, or fractures of enamel and dentin require endodontic treatment. Due to large loss of tooth structure and weakened structure of endodontically treated teeth, placement of an intracanal post is indicated when more than half of the tooth crown is missing. The posts should be available in different sizes, adjustable to the shape of the root canal, have good aesthetic and mechanical properties, and achieve strong adhesion to the walls of the root dentin. The traditional use of metal posts does not meet the requirements of modern dentistry due to deficiencies such as colour, susceptibility to corrosion, mechanical retention and a modulus of elasticity that does not conform to the modulus of elasticity of dentin. In most cases, modern dental concepts require the use of metal-free posts due to their aesthetics, biocompatibility, good mechanical properties and the ability of adhesively attach to tooth structure and augmentation. Nowadays, aesthetics is extremely important, hence the use of aesthetic intracanal posts with a composite or ceramic core is becoming a standard. According to the results of *in vitro* and *in vivo* research, the use of glass fibre - reinforced intracanal posts is recommended, in modern clinical practice, due to their aesthetics and good mechanical properties, as well as a modulus of elasticity similar to that of dentin.

**Keywords:** intracanal posts; intracanal metal posts; aesthetic intracanal posts

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. INTRAKANALNI KOLČIĆI.....	4
2.1. Indikacije i kontraindikacije za postavljanje kolčića.....	5
2.2. Vrste intrakanalnih kolčića.....	5
3. ESTETSKI INTRAKANALNI KOLČIĆI.....	8
3.1. Cirkonij-oksadni kolčići.....	9
3.2. Intrakanalni kolčići ojačani vlaknima.....	10
3.2.1. Prefabricirani kolčići ojačani staklenim vlaknima.....	11
3.2.2. Individualni kolčići ojačani staklenim vlaknima.....	12
3.2.3. Polietilenski kolčići.....	13
4. CEMENTI.....	15
5. RASPRAVA.....	19
6. ZAKLJUČAK.....	22
7. LITERATURA.....	24
8. ŽIVOTOPIS.....	28



## **Popis skraćenica**

Bis-GMA- engl. bisphenol A-glycidyl methacrylate; hrv. bisfenol A-glicidil metakrilat

RTG - rentgensko snimanje

C-post - engl. carbon post; hrv. kolčić ojačan karbonskim vlaknima

E-staklo - engl. electrical; hrv. električno

S-staklo - engl. stiff, strong; hrv. jako, kruto

semi-IPN - engl. semi interpenetrating polymer network; hrv. poluinterpenetrirajuća polimerna mreža

PMMA - engl. polymethyl methacrylate; hrv. polimetilmetakrilat

## **1. UVOD**

Zube koji imaju značajan gubitak volumena tkiva i vitaliteta bilo zbog oštećenja uzrokovanog karijesom, prekomjernog trošenja, ranijih restauracija ili loma cakline i dentina potrebno je endodontski liječiti (1). Endodontski liječen zub je dokazano oslabljen u vidu otpornosti na lom od vitalnog zuba te iziskuje više pažnje u procesu planiranja restauracije. Dokazano je da izrada trepanacijskog otvora tijekom endodontskog liječenja smanjuje otpornost zuba na lom za 5%, dok se čvrstoća zuba snižava za do 60% prilikom uklanjanja strukture zuba u mezio-okluzo-distalnoj preparaciji (2). Završnom fazom endodontskog liječenja pri čemu punimo korijenske kanale osiguravamo apikalno i koronarno brtvljenje (3).

Zadatak apikalnog brtvljenja je onemogućiti propuštanje tkivne tekućine u korijenski kanal čime se zaustavlja proces mikrobne aktivnosti te sprječavanje rekolonizacije korijenskog kanala mikroorganizmima (3). Koronarno brtvljenje onemogućuje mikropropuštanje čime se sprječava reaktivacija endodontske bolesti i posljedično osigurava uspjeh endodontske terapije (3). Najveći problem kod osiguravanja odgovarajućeg koronarnog brtvljenja je opsežan gubitak tvrdih zubnih tkiva kod endodontski liječenih zubi te njihova rekonstrukcija često zahtjeva uporabu intrakanalnih kolčića. Osiguranje retencije za nadogradnju zuba te mogućnost potpunog brtvljenja koronarnog dijela korijenskog kanala je osnovna zadaća intrakanalnih kolčića (4).

Svrha postendodontske opskrbe je nadomjestiti izgubljena tvrda zubna tkiva, pružiti zaštitu od loma preostalom zubnom tkivu i spriječiti infekcije endodontskog prostora nakon liječenja (5). Nadogradnju definiramo kao fiksno-protetski nadomjestak na avitalnom, endodontski izliječenom zubu (6). Riječ je o fiksno-protetskom terapijskom sredstvu kojim djelomice ili u cjelosti nadomještamo izgublenu ili oštećenu krunu zuba, a sastoji se od dva temeljna dijela: intraradikularnog i ekstraradikularnog (6). Dok se intraradikularni dio (korijenski) ili intrakanalni kolčić sidri u korijenu zuba, ekstraradikularnim (krunski) dijelom nadograđuje se klinička kruna zuba (6). Intrakanalni kolčić i nadogradnja funkcioniraju kao cjelina (6). Kolčići se postavljaju samo kada je kod zuba provedeno odgovarajuće endodontsko liječenje zuba (6). Postavljanje intrakanalnog kolčića je indicirano u slučajevima kada je potrebno osigurati i pojačati retenciju koronarne

restauracije kod endodontski liječenih zubi (4). Poželjno je da isti bude raspoloživ u različitim veličinama, da je prilagodljiv obliku korijenskog kanala, da ima dobra estetska i mehanička svojstva te da ostvaruje snažnu adheziju na stijenke korijenskog dentina. Brojne su podjele intrakanalnih kolčića, prema materijalu (metalni i bezmetalni), prema dizajnu te prema načinu izrade (individualni i konfekcijski) (6). Standardno primjenjivani metalni kolčići ne zadovoljavaju uvjete moderne dentalne medicine zbog estetike, sklonosti koroziji, mehaničke retencije i modula elastičnosti koji je različit od modula elastičnosti dentina (7). Suvremeni koncepti dentalne medicine u većini slučajeva nalažu uporabu bezmetalnih kolčića sukladno njihovoj estetici, biokompatibilnosti, dobrih mehaničkih svojstava te sposobnosti adhezivne sveze na tvrda zubna tkiva i nadogradnju (6).

Za kliničku primjenu, osobito su zanimljivi staklenim vlaknima ojačani intrakanalni kolčići koji su estetikom i dobrim mehaničkim svojstavima te modulom elastičnosti koji odgovara dentinu u mogućnosti stvoriti monoblok, čime se osigurava prijenos sila koji je najbliži raspodjeli sila kod prirodnog, vitalnog zuba, a sve kako bi se osigurala dugovječnost endodontski liječenog zuba (4). Poznavajući značaj estetike u suvremenoj dentalnoj medicini, bilo za pacijenta ili kliničara, staklenim vlaknima ojačani kolčići ispunjavaju sve kriterije za primjenu u suvremenoj dentalnoj medicine (8).

Svrha ovog rada je sustavno prikazati različite vrste estetskih intrakanalnih kolčića, opisati njihova svojstva, navesti raspon indikacija za primjenu istih te raspraviti rezultate *in vivo* i *in vitro* istraživanja o njihovoj dugotrajnosti te, još važnije, njihovom utjecaju na preživljenje zuba kao estetske i funkcionalne jedinice.

## **2. INTRAKANALNI KOLČIĆI**

## **2.1. Indikacije i kontraindikacije za postavljanje kolčića**

Prije postavljanja indikacije za intrakanalni kolčić, potrebno je uzeti medicinsku i stomatološku anamnezu te provesti klinički pregled uz rtg snimke (9).

Indikacije za postavljanje intrakanalnog kolčića mogu biti profilaktičke u slučaju opsežnog gubitka zubnih tkiva kod avitalnih zubi i preostalim tankim postraničnim stijenkama, protetske ukoliko je preostala zubna kruna nedostatna prilikom izrade protetskog nadomjestka te je neophodna paralelizacija nosača mosta. Nadalje, razlikujemo estetsku indikaciju u slučaju ispravljanja nekih manjih anomalija položaja ili diskoloracije, fonetsku koja ima za cilj poboljšanje izgovora te funkcijsku kako bi se omogućila odgovarajuća funkcija zuba (6).

Kontraindikacije za postavljanje intrakanalnih kolčića mogu biti: relativne i apsolutne. Relativne kontraindikacije obuhvaćaju anatomske-morfološke varijacije (gracilni, spljošteni i izrazito zavijeni korijeni), endodonske (neuspjela endodonska terapija, problem obliteracije korijenskih kanala, zubi koji su odgovarajuće endodonski sanirani, ali sa patološkim promjenama na periapeksu) i parodontološke (parodontopatije I. i II.stupnja) (6). Apsolutne kontraindikacije su neliječeni avitalni zubi s otvorenom pulpom, parodontopatije III. i IV.stupnja (pomičnost zuba u aksijalnom smjeru, parodontni džep koji seže do apeksa), lom krune zuba koja seže 2 mm duboko u alveoli i vertikalne frakture korijena (6, 10).

## **2.2. Vrste intrakanalnih kolčića**

Osnovna je podjela intrakanalnih kolčića prema materijalu izrade prema kojem ih dijelimo na: bezmetalne i metalne (6).

Metalni mogu biti:

- zlatni,
- pozlaćeni,

- titanski,
- čelični,
- mjedeni.

U bezmetalne ubrajamo:

- kompozitni ojačani karbonskim vlaknima,
- kompozitni ojačani staklenim vlaknima,
- kompozitni ojačani polietilenskim vlaknima,
- cirkonij oksidni stabilizirani itrijem (6, 11).

Nadalje, prema načinu izrade intrakanalne kolčiće dijelimo na: individualne (lijevane) i konfekcijske (tvorničke) (12). Konfekcijski kolčići su tvornički proizvod odgovarajućih dimenzija i oblika, dok su individualni kolčići oblika koji točno odgovara obliku preparacije u korijenskom kanalu, a namijenjeni su za točno određeni zub i određenog pacijenta. Svaka intrakanalna nadogradnja bez obzira na odabir tehnike i materijala trebala bi opravdati pravilo „3R”, koje uvjetuje „Retain”: retenciju, „Reinforce”: pojačati otpornost prema opterećenju i lomu i „Restore”: nadoknadu tvrdih zubnih tkiva (11).

Individualni (lijevani) kolčići su metalne nadogradnje izrađene od različitih slitina (plemenitih - platinsko zlatna slitina, poluplemenitih - paladij srebrna slitina i od neplemenitih slitina - kobalt krom slitina).

Razlikujemo njihovu podjelu s obzirom na izradu : direktna metoda (nakon preparacije korijenskog kanala, modelacijom iz voska ili akrilata direktno u ustima) ili indirektna metoda (u laboratoriju, na modelu dobivenom otiskom bataljka i korijenskog kanala).

Danas se lijevane nadogradnje upotrebljavaju sve rjeđe prvenstveno zbog estetike jer nerijetko prosijavaju uz rub krunice te isključuje primjenu potpuno keramičkih sustava čime ne zadovoljava uvjete današnje suvremene estetike dentalne medicine posebice u prednjoj regiji. Nedostatak lijevanih nadogradnji je i nemogućnost izrade u jednoj posjeti, sudjelovanje zubotehničkog laboratorija te samim time i veća cijena.

Konfekcijske ili tvorničke nadogradnje se primjenjuju kao gotovi nadomjestci normiranih dimenzija pa se zub stoga mora prilagoditi nadogradnji. Dolaze uglavnom u kompletima, dvodijelne su, a sastoje se od tvornički izrađenih kolčića različitih oblika i veličina. Oni se svojim jednim dijelom, uvijanjem ili cementiranjem ugrađuju u korijenski kanal, dok ekstraradikularni - koronarni dio oponaša bataljak, kojeg možemo izraditi od amalgama, cemenata ili kompozitnih smola.

Razlikujemo temeljne oblike konfekcijskih intrakanalnih kolčića koji su prikazani u tablici 1.

Tablica 1. Prikaz različitih oblika konfekcijskih intrakanalnih kolčića

KONIČNI	NAZUBLJENI
Glatki	Glatki
Paralelni	Paralelni
Konični sa navojem	Paralelno koničan

Konfekcijske nadogradnje možemo podijeliti i prema načinu fiksiranja u korijenskom kanalu na :

1. aktivne - retencija nadogradnje uz cement stvara se i navojima koji se nalaze na nadogradnji.
2. pasivne – nadogradnje čija se retencija ostvaruje pasivno cementiranjem.



### **3. ESTETSKI INTRAKANALNI KOLČIĆI**

Uobičajeno primjenjivani metalni kolčići ne zadovoljavaju uvjete moderne dentalne medicine zbog estetike, sklonosti koroziji, mehaničke retencije i velikog modula elastičnosti koji može prouzročiti lom korijena (4).

Kako bi se unaprijedila estetika, fizikalno-mehanička svojstva i biokompatibilnost, formirani su različiti estetski intrakanalni kolčići koji su zasnovani na keramičkim ili kompozitnim materijalima. Spomenuti kolčići, izuzev estetike, imaju sposobnost adhezivnog vezivanja na tvrda zubna tkiva i na koronarnu nadogradnju, čime se stvara tzv. monoblok kod kojeg se sile pri opterećenju raspodjeljuju podjednako na sve njegove sastavnice (7).

Kombinacija kolčića od estetskih materijala s kompozitnom ili keramičkom nadogradnjom je danas česti odabir u restaurativnoj dentalnoj medicine zbog svojih prednosti kao što su boja, biokompatibilnost, odlična fizičko-mehanička svojstva te sposobnost adhezivnog vezivanja na tvrda zubna tkiva i nadogradnju (6).

### **3.1. Cirkonij oksidni kolčići**

Kao jedan od glavnih gradivnih materijala u modernoj fiksnoj protetici navodi se dentalna keramika. Kako je u današnje vrijeme sve veći naglasak na estetici, cirkonij oksidne nadogradnje mnogi navode idealnim rješenjem za estetske rekonstrukcije ispunom ili potpuno keramičkom krunicom.

Osamdesetih godina prošlog stoljeća pojavila se cirkonij oksidna keramika koja je nastala dodavanjem itrijeva oksida (4). Tako danas u fiksnoj protetici imamo intrakanalne kolčiće koje nabavljamo kao gotov proizvod za nadogradnje.

Indikacija za postavu cirkonijevih kolčića je kod izrazito destruiranih zuba u područjima velikih sila te povišeni položaj usnice i uski gingivni rub (zbog estetike) (13).

Dobra kemijska stabilnost, fizičko-mehanička svojstva i boja slična prirodnoj boji zuba najveće su prednosti ovih nadogradnji. Keramika izrađena od cirkonija ima i odličnu radiokontrastnost te visoku provodljivost svjetla (4).

Zbog velikog modula elastičnosti (viši od 200 GPa), dolazi do krhosti što je ujedno i najveći nedostatak cirkonij oksidnih nadogradnji stoga se ona ne preporučuje kod pacijenata s bruksizmom. Spomenuta visoka elastičnost dovodi do nemogućnosti postizanja monobloka, pri čemu se skup različitih materijala pod opterećenjem ne ponaša homogeno te se umjesto apsorpcije stresa on prenosi na zub (4). Ukoliko je oštećenje malo te samim time ne kompromitira estetiku i funkciju, dovoljna je samo rekonstrukcija kompozitom. Zbog nemogućnosti amortiziranja sile naprezanja u korijenu velika otkrhuća dovode do lomova. Iako su cirkonijevi kolčići kruti, istovremeno su i lomljivi te se ne mogu "rastegnuti". Ukoliko se dogodi lom, nemoguće ih je ukloniti iz korijenskog kanala (4).

### **3.2. Vlasknima ojačani kolčići**

Visoki volumni udio jednosmjernih silaniziranih staklenih ili kvarcnih vlakana temelj su građe vlasknima ojačanih kolčića. Vlakna su uložena u matricu od metakrilatne ili epoksi-smole visokog stupnja konverzije i visoko umrežene strukture koja povezuje vlakna. S jedne strane matrica vrši prijenos sile na vlakna te pruža zaštitu od vlage iz oralne šupljine, dok vlakna pogoduju čvrstoći i krutosti kolčića (4).

Zbog modula elastičnosti sličnog dentinu, spomenuti kolčići se često koriste za postendodontsku opskrbu (14). Visoko umrežena polimerna matrica s visokim stupnjem konverzije svojstvo je konfekcijskih kolčića ojačanih vlasknima koje otežava vezivanje na kompozitni cement uz mogućnost samog odvajanja cementa i posljedičnog narušavanja kvalitete restauracije (14). Stoga je predstavljen novi mehanizam veze između kolčića ojačanog vlasknima i smolastog materijala zasnovanog na interpenetrirajućoj polimernoj mreži (engl. interpenetrating polymer network – IPN). Poluinterpenetrirajuću polimernu mrežu (engl. semi-IPN) oblikuju linearna i umrežena faza polimerne matrice (15). Prilikom vezivanja kompozitnog cementa na kolčić ojačan vlasknima s poluinterpenetrirajućom polimernom mrežom, ostvaruje se interdifuzijsko vezivanje (16).

Početkom 90-tih na tržište su stavljeni intrakanalni kolčići nemetalnog materijala ojačanog karbonskim vlasknima. Kompozitnim konfekcijskim nadogradnjama ojačanim karbonskim

vlaknima temelj su kompozitne smole. Njihov sastav čine vlakna (radioneprozirna karbon ili karbon-kvarc vlakna) u smolastoj matrici koja osnovnom građivnom materijalu pružaju čvrstoću i elastičnost (17). Imaju modul elastičnosti sličan dentinskom. Kemijska je priroda karbonskih (C-post) kolčića kompatibilna s bisfenol A-glicidil metakrilatnim (Bis-GMA) smolama koje se uglavnom upotrebljavaju u postupcima adhezivnog cementiranja. Najveća prednost kolčića s karbonskim vlaknima (C-post) je njihova čvrstoća. Biokompatibilni su, otporni na koroziju, imaju dobra mehanička svojstva, malu toksičnost, lagani su za upotrebu te gotovo nesalomljivi. Međutim, ne zadovoljavaju estetske uvjete suvremene stomatologije zbog nemogućnosti prikrivanja njihove crne boje koja se navodi kao najveći nedostatak posebice za primjenu u prednjoj regiji zubnog niza. Karbonska vlakna moguće je pojačati staklokeramikom ili cirkonijevim oksidom. Ostvarivanje snažne sveze adhezijski cementiranog kolčića s kompozitnim cementom dovodi do mogućnosti da se od kompozitnog materijala napravi nadogradnja i potpuna rekonstrukcija zuba čime bi prijenos sila na korijen bio minimalan.

Ukoliko dođe do potrebe ponovnog liječenja kanala, tzv. revizije, postoji mogućnost kroz sredinu kolčića svrdlom doći do gutaperke (17). Kako bi se ispunili uvjeti estetike, napravljeni su kolčići ojačani polietilenskim, staklenim i kvarcnim vlaknima.

### **3.2.1. Prefabrecirani kolčići ojačani staklenim vlaknima**

Standardni materijali za izradu intrakanalnih kolčića su BisGMA i epoksi-smola zbog svoje kompatibilnosti s adhezivnim restaurativnim metodama. Adhezivno vezivanje i modul elastičnosti sličan dentinu doprinose boljem biomehaničkom ponašanju kolčića kao i većoj otpornosti na lom. Zbog mikromehaničkog i kemijskog vezanja kolčića na korijenski dentin jednakomjerna je raspodjela sila (4). Dimenzije kolčića nemaju značajnog utjecaja na uspjeh restauracije jer sama raspodjela stresa i otpornost na lom ne ovise o duljini i promjeru kolčića, što nije slučaj kod primjene metalnih kolčića (18). Početkom 90-tih godina prošlog stoljeća na tržište su stigli prvi intrakanalni kolčići temeljeni na siliciju koji mogu biti od stakla ili kvarca. Kvarc čini čisti silicij u kristalnom, inertnom obliku s niskim

koeficijentom termalne ekspanzije, dok je staklo amorfni oblik tog elementa. Kolčići ojačani kvarcnim vlaknima pokazuju bolju radioopaknost te izdržljivost na savijanje od kolčića ojačanih staklenim vlaknima (19, 20). Restauracija zuba kolčićima ojačanim kvarcnim vlaknima izdržljivija je na lom od onih restauriranih kolčićima ojačanim staklenim vlaknima (21). Za jačanje kolčića u dentalnoj medicine najčešće se upotrebljavaju E i S staklena vlakna. E-staklo (engl. electrical, hrv. električno) doprinosi dobroj vlačnoj i tlačnoj čvrstoći i električnoj izolaciji, pristupačne je cijene, no kao najveći nedostak se ističe nedovoljna otpornost na zamor. Drukčije kemijske strukture je S-staklo (engl. stiff, strong, hrv. jako, kruto), ima veću vlačnu čvrstoću i bolju izdržljivost na vlagu, ali i veću cijenu. Karakteristično svojstvo staklenih vlakana je jednakomjerno rastezanje vlakana pod opterećenjem do točke loma (4). U trenutku prestanka djelovanja vlačne sile, vlakna se vraćaju na izvornu duljinu ukoliko je sila manja od sile loma (4). Prilikom restauracije zuba intrakanalnim kolčićem, može doći do razdvajanja kolčića od zuba što posljedično dovodi do neuspjeha. Najčešći uzrok tome leži u slabljenju na spoju kolčić-cement ili cement-dentin (19). Visoko umrežena polimerna matrica u koju su integrirana vlakna prefabriciranih kolčića uvelike otežava vezu kompozitnih cemenata i površine kolčića gdje monomeri u kompozitnom cementu ne mogu prijeći u visoko umreženi polimerni matriks (22). Istraživanja su pokazala kako obrada kolčića 24 %-tnim vodikovim peroksidom tokom jedne minute selektivno topi polimernu matricu i izlaže staklena vlakna što posljedično osigurava mikromehaničko vezanje adheziva/cementa na kolčić (6). Spomenuti vodikov peroksid, često korišten odabir za izbjeljivanje zuba u dentalnoj medicini, osim svoje pouzdanosti i jednostavnog korištenja, nema utjecaj na kolčiće ojačane vlaknima i ne oštećuje ih. Nakon gore navedenog postupka vodikovim peroksidom započinje postupak silanizacije kolčića čime bi izložena vlakna postigla kemijsko vezivanje s adhezivom/cementom (23). Dvostruko polimerizirajući materijali najbolji su odabir za cementiranje kolčića ojačanih staklenim vlaknima (24). Upotreba prefabriciranih kolčića ojačanih staklenim vlaknima najčešće se svodi samo na zube dobro očuvane strukture korijena (25). Premda preparacija korijenskog kanala mora biti podudarna njihovom obliku i dimenzijama, dolazi do gubitka zdravog dentina i samim time korijen zuba povećava sklonost lomu (26).

### **3.2.2. Individualni kolčići ojačani staklenim vlaknima**

Kako bi se uklonili nedostaci te poboljšala dobra svojstva kolčića ojačanih staklenim vlaknima, usavršavanjem strukture tih kolčića početkom 21.stoljeća predstavljani su individualni kolčići ojačani staklenim vlaknima sastavljeni od poluinterpenetrirajuće polimerne mreže, točnije matrice (engl. semi interpenetrating polymer network, semi-IPN; hrv. poluinterpenetrirajuća polimerna mreža). Nju oblikuju jednosmjerna, silanizirana E-staklena vlakna obložena mješavinom dvaju nepolimerizirana polimera: PMMA (polimetakrilat) kao linearna faza i poli-Bis-GMA (polibisfenol A-glicidil metakrilatom) kao umrežena faza (15). PMMA lanci umanjuju stres koji se generira na spoju vlakana i matrice pri savijanju time što pričvršćuju umreženu matricu Bis-GMA (20).

Sekundarna poluinterpenetrirajuća mrežna struktura pridonosi boljem prijenosu sila s koronarne nadogradnje na korijen zuba, a nastaje kada monomeri adhezivnih smola i cemenata difundiraju u linearnu polimernu fazu i polimerizacijom potiču interdifuzijsko vezivanje (14).

Korijenski kanali nerijetko su nepravilnog, ovoidnog oblika u koronarnim i srednjim trećinama čime je prilagođavanje prefabriciranih kolčića nedostatno. To najčešće rezultira odcementiranjem kolčića zbog nemogućnosti cementa da ispuni prostor između zuba i kolčića ili je pak prevelika količina cementa između korijenskog kanala i kolčića. IPN-kolčići, s obzirom da su nepolimerizirani, jednostavno se prilagođavaju obliku korijenskog kanala, reducirajući tako broj šupljina, ali i vjerojatnost da se kolčić odcementira (15).

Princip primjene kolčića ojačanih staklenim vlaknima počiva na smanjenju preparacije u dubljim dijelovima korijenskog kanala čime se smanjuje nepotrebno uklanjanje korijenskog dentina kao i stres u apikalnim dijelovima kolčića. Individualnim kolčićem se osigurava velikim koronarnim promjerom kolčića, čvrsta potpora za koronarnu nadogradnju (4, 15).

Individualni kolčići ojačani staklenim vlaknima indikaciju pronalaze kod zavijenih i ovalnih korijenskih kanala, kao i kod širokih kanala gdje se tehnikom lateralne kondenzacije postavlja više kolčića kako bi se dobio jedan koji odgovara obliku i veličini

kanala. Istraživanja su potvrdila povećanje čvrstoće svezivanja bez adhezivnog mikropopuštanja na spoju kolčić-cement, veću vlačnu otpornost i izdržljivost na savijanje individualnih kolčića u usporedbi s prefabriciranim kolčićima ojačanim staklenim vlaknima (20, 15). Uza sve navedene prednosti, individualni kolčići ojačani staklenim vlaknima posjeduju i najveću snagu istiskanja – 393,6 N (16).

### **3.2.3. Polietilenski kolčići**

Polietilenski intrakanalni kolčići, građeni su od gas plazmom obrađenih polietilenskih vlakana ultravisoke molekularne mase ugrađene u trodimenzionalnu strukturu koja osigurava snažnu vezu između vlakana. Na tržištu su dostupna od 1992., visokog modula elastičnosti te visoke otpornosti na rastezanje što im osigurava laku prilagodljivost obliku korijenskog kanala (4). Ova vlakna jačaju polimer u svim smjerovima, ne samo u smjeru orijentacije kao staklena vlakna (4). Gusta mreža spletenih niti onemogućava pomicanje vlakana. Rukovanjem ovih vlaknima ona se ne raspadaju i ne razdvajaju što nije slučaj kod labavo pletenih jednosmjernih staklenih vlakana (27). Uza sve navedene prednosti, njihova primjena je limitirana zbog teškoće vezanja vlakana sa smolama, ali i zbog visoke cijene polietilenskih vlakana. Neka istraživanja navode kako oralni mikroorganizmi imaju povećanu sklonost zadržavanju na površini ovih kolčića uspoređujući ih s drugim (26).

#### **4. CEMENTI**



Između intrakanalnog kolčića i stijenke korijenskog kanala je prostor koji popunjavamo cementom (28). Dugoročnost uspjeha postendodontske opskrbe zuba zahvaljujemo i pravilnom izboru materijala za cementiranje kolčića.

Kako bi ispunio sve kriterije dobar cement mora biti: biokompatibilan, netopljiv u slini i drugim tekućinama u usnoj šupljini, dobrih mehaničkih i reoloških svojstava te bakteriostatskog djelovanja (28). Osim navedenog, bitan uvjet koji cement mora zadovoljiti je i adhezija na tvrda zubna tkiva (28).

Osnovnom klasifikacijom cemenata razlikujemo: privremene i trajne cemente.

Privremeni cementi su materijal izbora onda kada nastojimo cementirati nadomjestak na određeno vrijeme kako bi se prosudila funkcija i estetika rada. U privremene cemente svrstavamo eugenol, cemente temeljene na smolama ili polikarboksilatima. Danas na tržištu pronalazimo komponente bez eugenola, kao „non eugenol“ ili „eugenol free“ privremene cemente koji dolaze u obliku dvokomponentnih pasta-pasta sustava (28).

Trajne cemente koristimo nakon što smo utvrdili da je fiksnoprotetski nadomjestak ispunio sve uvjete stomatognatnog sustava, a dijelimo ih u dvije skupine cemenata prema osnovnom mehanizmu djelovanja: cementi klasične tehnike cementiranja (cinkoskifosfatni i polikarboksilatni cementi) i cementi adhezivne tehnike cementiranja (staklenoionomerni, hibridni ionomerni i kompozitne smole) (28).

Prvi odabir prilikom cementiranja estetskih vlaknima ojačanih kolčića su kompozitni cementi (29). Njihovom uporabom postizemo kemijsku vezu s tvrdim zubnim tkivom tvoreći monoblok tj. mehaničku i funkcijsku cjelinu čime kompozitne cemente ubrajamo u kategoriju adhezivnih cemenata. Prednosti kompozitnih cemenata su visoka tlačna i vlačna čvrstoća te iznimna snaga vezivanja na strukturu zuba i keramiku, mala topljivost i visok modul elastičnosti (30, 31). Unatoč tome, imaju sklonost mijenjanja boje prilikom stvrdnjavanja, tamne tijekom nekog razdoblja, primjena tehnike je osjetljiva, a skidanje viška cementa je otežano (29).

Osnova svezivanja dentinskih adheziva za dentin je hibridni sloj. Kako bismo valjano upotrijebili adheziv, neophodan je postupak demineralizacije tvrdih zubnih tkiva jetkanjem/

kondicioniranjem te stvaranje hibridnog sloja. Ti uvjeti moraju biti ispunjeni kako bi proces cementiranja bio uspješan. Nakon što se formira hibridni sloj, unos kolčića u kanal te izrada nadogradnje omogućava stvaranje monobloka; jedinstvene konstrukcije koja pruža temelj za izradu izgubljene suprastrukture zube, a koja je nadoknativa uporabom keramičke ili kompozitne krunice. Propust koji se događa primjenom kompozitnih cemenata je polimerizacijska kontrakcija gdje vezanjem molekula monomera u polimerne lance raste napetost koja posljedično dovodi do adhezijske i kohezijske frakture i mikropukotine što uzrokuje rubno propuštanje.

Mehanizmom polimerizacije dijelimo kompozitne cemente na svjetlosne i kemijski stvrdnjavajuće (32).

Uporabom svjetlosno stvrdnjavajućih cemenata najvažniji je pristup svjetlu zbog sadržaja fotoinicijatora. U usporedbi s ostalim vrstama cemenata prednosti su duže vrijeme rukovanja kao i održivost boje, a svoju indikaciju pronalaze kod estetskih i nemetalnih restauracija (33).

Kad je uporaba svjetla onemogućena koriste se kemijski stvrdnjavajući (samostvrdnjavajući“; engl. „self-curing“) kompozitni cementi koji polimeriziraju kemijskom reakcijom. Najčešće se primjenjuju kod metalnih restauracija, a glavni nedostatak im je manjak nijansi i translucencije (34).

Dvostruka polimerizacija (engl. „dual cure“) je kombinacija prethodne dvije: kemijske i svjetlosne kombinacije. Nakon početne reakcije izazvane svjetlom, slijedi polimerizacija u tamnoj fazi (34). Indicirani su kod nemetalnih restauracija (34).

Pri cementiranju estetskih intrakanalnih kolčića, preporuka je primjena dvostruko stvrdnjavajućih cemenata čime postizemo polimerizaciju cementa uzduž cijele preparacije korijenskog kanala te osiguravamo stabilnost vlaknima ojačanog kolčića (35).

Nadalje, kompozitne cemente dijelimo i prema mehanizmu svezivanja. Time razlikujemo: potpuno jetkajuće, samojetkajući i samoadhezivne (32).

Potpuno jetkajući sustavi (engl. „total-etch“ sustavi) koriste 30-40%-tnu fosfornu kiselinu za jetkanje cakline i dentina. Nakon uklanjanja zaostatnog sloja i otvaranja dentinskih tubulusa procesom jetkanja, koristi se adheziv koji ima funkciju vezanja cementa za površinu zuba (28). Prednosti ovog sustava su čvrstoća svezivanja te manje mikropropuštanje (33).

Kod samojetkajućih kompozitnih cemenata (engl. „self-etching“) prvo nanosimo primer, potom cement čime se postiže gotovo ista jačina svezivanja na zub kao i kod prethodno opisanih potpuno jetkajućih (34). Odlikuju se jednostavnošću uporabe, međutim slabije su snage svezivanja u usporedbi s prethodno opisanim potpuno jetkajućim cementima (34).

Samoadhezivni kompozitni cementi (engl. „self-adhesive“) su tzv. „all-in-one“ kompozitni cementi koji postižu jako vezivanje za dentin, a sadrže fosfornu kiselinu inkorporiranu u smoli (29). Cementiranje se postiže u jednom koraku čime štedimo vrijeme rukovanja. Daljne prednosti su: otpornost na vlagu i postoperativnu osjetljivost, jednostavno uklanjanje viška, optimalna konzistencija te praktično doziranje (29). Spomenuti cementi su prvi izbor za cementiranje vlaknima ojačanih kolčića zbog visoke čvrstoće svezivanja, niskih vrijednosti polimerizacijskog stresa te adekvatnim mehaničkim kao i estetskim svojstvima (36). Samoadhezivni cementi u usporedbi s konvencionalnim kompozitnim cementima postižu kemijsku interakciju čiji je rezultat stabilnija sveza te bolje podnošenje mehaničkog stresa (37).

### **3. RASPRAVA**

Gubitkom tvrdog zubnog tkiva nepovratno se mijenjaju mehanička svojstva zuba. Gubitak strukture zuba nastao nakon endodontskog liječenja zbog izrade pristupnog kaviteta (5% smanjenje otpornosti na lom) popraćen mezio-okluzo-distalnim (MOD) kavitetom može rezultirati od približno 63% do čak 82% smanjenja otpornosti na lom zuba (38, 39). Gubitak vitaliteta zuba, gubitak slobodne vode također može utjecati na mehanička svojstva zuba kao i korištenje različitih tekućina za ispiranje ili intrakanalnih medikamenata (40). Ranije se vjerovalo da je nakon endodontskog tretmana potreban kolčić kako bi se ojačala preostala struktura korijena oslabljena preparacijom krune i kanala. Međutim, danas se smatra da preparacija za postavljanje kolčića dodatno oslabljuje zub i čine korijen zuba podložnijim lomovima (41, 42).

Ukoliko želimo preostalo tkivo zaštititi od rubnog propuštanja ili lomova iznimno je važno pažljivo isplanirati rekonstrukciju endodontski liječenih zubi. Prilikom definiranja terapije početni korak je dijagnostika. Dijagnozu te odgovarajući terapijski plan određujemo testovima, kliničkim pregledom te rtg snimkama kojima provjeravamo učinkovitost endodontskog punjenja.

Indikacija za postavljanje kolčića ovisi o količini preostalih tvrdih zubnih tkiva krune zuba. Intrakanalni kolčići svoju primjenu trebali bi nalaziti isključivo kod značajnog gubitka koronarnog dijela zuba prouzročenog karijesom, lomom ili ijatrogenim oštećenjima (4).

Iako su se dugi niz godina metalni kolčići smatrali “zlatnim standardom”, danas u modernoj dentalnoj medicini polako odlaze iz uporabe (4). Osim što kompromitiraju estetiku, nedostaci kao potreba za opsežnom preparacijom u korijenskom kanalu, gubitak retencije, korozija, visoko naprezanje i fraktura korijena doveli su do razvitka estetskih kolčića (4) koji imaju jaku otpornost na sile i na zamor, a odlikuje ih i mogućnost prigušenja vibracija te absorpcije sila (43). Daljnje prednosti su adhezivno svezivanje na tvrda zubna tkiva i koronarnu nadogradnju čime se formira monoblok, jedinstvena struktura koja savršeno brtvi korijenski kanal, zadržava stabilnost u oralnom okruženju, ali i čvrstoću kojom podnosi žvačne sile koje se ravnomjerno raspodjeljuju na sve njene sastavnice (44, 45).

Pregledni rad Soaresa i sur. (46) koji je obradio kliničke studije koje su istražile uspješnost restauracija lijevanim intrakanalnim kolčićima i nadogradnjama, te vlaknima ojačanim intrakanalnim kolčićima pokazao je kako neuspjeh restauracije metalnim intrakanalnim kolčićem najčešće rezultira ekstrakcijom zuba.

Klinički rezultati endodontski liječenih zuba restaurirani metalnim i staklenim vlaknima ojačanim intrakanalnim kolčićima uspoređeni su u randomiziranoj kliničkoj studiji Gbadeba i sur. (47) gdje je incidencija neuspjeha od 2,5% evidentirana kod skupine s postavljenim metalnim kolčićem, dok kod intrakanalnih kolčića ojačanih staklenim vlaknima nije zabilježen neuspjeh.

U istraživanju Le Bell i sur. (18) ispitana je kvaliteta svezivanja kompozitnog cementa i različitih vlaknima ojačanih kolčića. Pokazalo se kako kolčići s poluinterpenetrirajućom polimernom mrežom ostvaruju značajno veće vrijednosti vlačne čvrstoće od prefabriciranih kolčića. Glatka površina prefabriciranog vlaknima ojačanog kolčića se nije vezala na kompozitni cement, dok je individualni vlaknima ojačan kolčić bio čvrsto vezan na površinu cementa (18).

Ispitivanje karbonskim i staklenim vlaknima ojačanih intrakanalnih kolčića nadograđenih kompozitom s individualno lijevanim metalnim intrakanalnim kolčićima i nadogradnjama proveli su Preethi i Kala (48). Zaključak ovog jednogodišnjeg istraživanja je da restauracije frontalnih zubi maksile staklenim vlaknima ojačanih kolčića sa kompozitnom nadogradnjom dokazuju najveći uspjeh (48).

Rezultati *in vitro* i *in vivo* istraživanja pokazali su da estetika, dobra mehanička svojstva te modul elastičnosti (20 GPa) sličan dentinskom (18 GPa) koji osigurava ravnomjernu apsorpciju i distribuciju stresa na preostale radikularne strukture, prednosti upotrebe staklenim vlaknima ojačanih intrakanalnih kolčića čija se primjena predlaže u današnjoj kliničkoj praksi (4).

Upravo zbog navedenih rezultata koja su pokazala znanstvena istraživanja, prefabricirani ili individualni staklenim vlaknima ojačani intrakanalni kolčići svakako bi trebali biti prvi izbor doktora dentalne medicine u kliničkoj praksi prilikom nadogradnje zubi.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Idealni intrakanalni kolčić bi trebao biti raspoloživ u različitim dimenzijama, prilagodljiv raznim oblicima kanala, dobrih estetskih, mehaničkih i fizikalnih svojstava. Kolčić kao intraradikularni dio, jezgra kao ekstraradikularni dio nadogradnje i cement bi trebali formirati monoblok - slojevitou strukturu po karakteristikama sličnu dentinu koja omogućuje prijenos sila koji je sličan prijenosu sila kod prirodnog zuba.

Rezultati *in vitro* i *in vivo* istraživanja pokazali su da su estetika, dobra mehanička svojstva te modul elastičnosti sličan dentinskom prednosti upotrebe staklenim vlaknima ojačanih intrakanalnih kolčića čija se primjena predlaže u današnjoj kliničkoj praksi.



## **5. LITERATURA**

1. Sadek FT, Monticelli F, Goracci C, Tay FR, Cardoso PE, Ferrari M. Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts. *Dent Mater.* 2007;23(1):95-9.
2. Cohen S, Hargreaves KM. *Pathways of the pulp.* 11th ed. St Louis: Elsevier Inc; 2016.
3. Ingle JI, Bakland LK. *Endodontics.* 5th ed. Hamilton: BC Decker Inc; 2002.
4. Parčina Amižić I, Baraba A. Esthetic Intracanal Posts. *Acta Stomatol Croat.* 2016;50(2):143-50.
5. Mannocci F, Cowie J. Restoration of endodontically treated teeth. *Br Dent J.* 2014;216(6):341-6.
6. Čatić A. Nadogradnje. In: Čatović A, Komar D, Čatić A. *Klinička fiksna protetika – kunice.* Zagreb: Medicinska naklada; 2015.
7. Šutalo J. i sur. *Patologija i terapija tvrdih zubnih tkiva.* Zagreb: Naklada Zadro; 1994.
8. Alhashim NS, Al-Moaleem MM, Al-attas HA. Tooth Colored Post System: Review of Literature. *Int J Contemp Dent.* 2013;4(1):50-6.
9. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004;30(5):289-301.
10. Šegović S, Galić N, Davanzo A, Pavelić B. Poslijeendodontska opskrba zuba - 1.dio: zadaća i plan postupka. *Acta Stomatol Croat.* 2004;38(1):73-86.
11. Illeš D. Nadogradnje. *Sonda.* 2009;10(18):38-41.
12. Johnson JK, Schwartz NL, Blackwell RT. Evaluation and restoration of endodontically treated posterior teeth. *J Am Dent Assoc.* 1976;93(3):597-605.
13. Özkurt Z, Iseri U, Kazazoglu E. Zirconia ceramic post systems: a literature review and a case report. *Dent Mater J.* 2010;29(3):233-45.
14. Negovetić-Mandić V, Pandurić V. Estetski interkanalni kolčići. *Sonda.* 2003;8(9):50-2.
15. González-Lluch C, Rodríguez-Cervantes PJ, Sancho-Bru JL, Pérez-González A, Barjau-Escribano A, Vergara-Monedero M, et al. Influence of material and diameter

- of pre-fabricated posts on maxillary central incisors restored with crown. *J Oral Rehabil.* 2009;36(10):737-47.
16. Lassila LVJ, Tanner J, Le Bell A-M, Narva K, Vallittu PK. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater.* 2004;20(1):29-36.
  17. Akkayan B, Gülmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent.* 2002;87(4):431-7.
  18. Le Bell A-M, Tanner J, Lassila LVJ, Kangasniemi I, Vallittu PK. Bonding of composite resin luting cement to fiber - reinforced composite root canal posts. *J Adhes Dent.* 2004;6(4):319-25.
  19. Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, Ferrari M. Surface treatments for improving bond strength to prefabricated fiber posts: a literature review. *Oper Dent.* 2008;33(3):346-55.
  20. Liu C, Liu H, Qian Y-T, Zhu S, Zhao S-Q. The influence of four dual-cure resin cements and surface treatment selection to bond strength of fiber post. *Int J Oral Sci.* 2014;6(1):56-60.
  21. Shetty P, Meshramkar R, Nadiger R, Patil K. A finite element analysis for a comparative evaluation of stress with two commonly used esthetic posts. *Eur J Dent.* 2013;7(4):419-22.
  22. Bell-Rönnlöf A-M Le. *Fibre-Reinforced Composites As Root Canal Posts [dissertation].* Turku: University of Turku; 2007.
  23. Mannocci F, Machmouridou E, Watson TF, Sauro S, Sherriff M, Pilecki P, et al. Microtensile bond strength of resin-post interfaces created with interpenetrating polymer network posts or cross-linked posts. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2008;13(11):745-52.
  24. Mannocci F, Sherriff M, Watson TF, Vallittu PK. Penetration of bonding resins into fibre-reinforced composite posts: a confocal microscopic study. *Int Endod J.* 2005;38(1):46-51.
  25. Le Bell A-M, Lassila LVJ, Kangasniemi I, Vallittu PK. Bonding of fiber- reinforced composite post to root canal dentin. *J Dent.* 2005;33(7):533-9.

26. Belli S, Eskitascioglu G. Biomechanical properties and clinical use of a polyethylene fibre post-core material. *Int Dent S Afr.* 2006;8:20-6.
27. Lazić B, Komar D, Čatić A. Cementi i cementiranje u fiksno protetskoj terapiji. *Sonda.* 2004;6(11):62-6.
28. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke JT. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehab.* 2011;38(4):295-314.
29. Burgess JO, Ghuman T, Cakir D. Self-adhesive resin cements. *J Esthet Restor Dent.* 2010;22(6):412-9.
30. Simon JF, de Rijk WG. Dental cements. *Inside Dentistry.* 2006;2(2):42.
31. Simon JF, Darnell LA. Considerations for proper selection of dental cements. *Compend Contin Educ Dent.* 2012;33(1):28-36.
32. Pegoraro TA, da Silva NR, Cavalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am.* 2007;51(2):453-71.
33. Swift EJ Jr, Bayne SC. Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive. *Am J Dent.* 1997;10(4):184-8.
34. Cekic I, Ergun G, Lassila LV, Vallittu PK. Ceramic-dentin bonding: effect of adhesive systems and light-curing units. *J Adhes Dent.* 2007;9(1):17-23.
35. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: A literature review. *Aust Dent J.* 2011;56 Suppl 1:77-83.
36. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008;10(4):251-8.
37. Borges MG, Faria-e-Silva AL, Santos-Filho PCF, Silva FP, Martins LRM, Menezes M de S. Does the moment of fiber post cutting influence on the retention to root dentin? *Braz Dent J.* 2015;26(2):141-5.
38. Varvara G, Perinetti G, Dilorio D, et al. In vitro evaluation of fracture resistance and failure mode of internally restored endodontically treated maxillary incisors with different heights of residual dentin. *J Prosthet Dent.* 2007;98(5):365-72.
39. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod.* 1989;15(11):512-6.

40. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature – Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* 2007;38(9):733-43.
41. Guzy GE, Nicholls JI. In vitro comparison of intact endodontically treated teeth with and without endo-post reinforcement. *J Prosthet Dent.* 1979;42(1):39-4.
42. Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically restored teeth. *J Endod Dent Traumatol.* 1985;1(3):108-11.
43. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater.* 2002;18(8):596-602.
44. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod.* 2007;33(4):391-8.
45. da Silveira Teixeira C, Santos Felipe MC, Silva-Sousa YTC, de Sousa-Neto MD. Interfacial evaluation of experimentally weakened roots restored with adhesive materials and fibre posts: an SEM analysis. *J Dent.* 2008;36(9):672-82.
46. Soares CJ, Valdivia AD, da Silva GR, Santana FR, Menezes Mde S. Longitudinal clinical evaluation of post systems: a literature review. *Braz Dent J.* 2012;23(2):135-40.
47. Gbadebo OS, Ajayi DM, Oyekunle OO, Shaba PO. Randomized clinical study comparing metallic and glass fiber post in restoration of endodontically treated teeth. *Indian J Dent Res.* 2014;25(1):58-63.
48. Preethi G, Kala M. Clinical evaluation of carbon fiber reinforced carbon endodontic post, glass fiber reinforced post with cast post and core: A one year comparative clinical study. *J Conserv Dent.* 2008;11(4):162-7.

## **6. ŽIVOTOPIS**

Bernarda Nižić Zgaga, rođena 6.9.1991. godine u Zadru. Osnovnu školu završava u Preku, a potom upisuje opću gimnaziju u Zadru. Po završetku srednje škole 2010.godine upisuje Medicinski fakultet u Splitu smjer Dentalna medicina gdje diplomira 2016.godine. Nakon diplome, 2017.godine zapošljava se u Domu zdravlja Zagreb Centar gdje do danas obavlja posao doktora dentalne medicine.