

# Utjecaj različitih irigacijskih protokola na snagu sveze samoadherirajućeg kompozitnog cementa i radikularnog dentina

---

Vrebac, Mihaela

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:365239>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-09**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu  
Stomatološki fakultet

Mihaela Vrebac

**UTJECAJ RAZLIČITIH IRIGACIJSKIH  
PROTOKOLA NA SNAGU SVEZE  
SAMOADHERIRAJUĆEG  
KOMPOZITNOG CEMENTA I  
RADIKULARNOG DENTINA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2023.

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

Mentor rada: doc. dr. sc. Ana Ivanišević, Zavod za endodonciju i restaurativnu stomatologiju, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Sanja Heraković Tkalec, mag. educ. philol. croat.

Lektor engleskog jezika: Tamara Kapraljević, profesor engleskog jezika i književnosti i njemačkog jezika i književnosti

Sastav Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. doc. dr. sc. Ana Ivanišević
2. izv. prof. dr. sc. Eva Klarić Sever
3. izv. prof. dr. sc. Jurica Matijević

Datum obrane rada: 14. 07. 2023.

Rad sadrži: 32 stranice

5 tablica

7 slika

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 u radu (tablice, slike i dr.) izvorni su doprinos autora diplomskog rada. Autor je odgovoran za pribavljanje dopuštenja za korištenje ilustracija koje nisu njegov izvorni doprinos, kao i za sve eventualne posljedice koje mogu nastati zbog nedopuštenog preuzimanja ilustracija odnosno propusta u navođenju njihova podrijetla.

## **Zahvale**

Najprije želim iskreno zahvaliti svojoj dragocjenoj mentorici, docentici dr. sc. Ani Ivanišević, koja je već davno prije pisanja ovog diplomskog rada započela svoje mentorstvo u ranim počecima moga kliničkog rada. Zahvaljujem Vam što ste bili prisutni u našim prvim koracima, prvim kompozitnim ispunama te za neiscrpnu pomoć i motivaciju koju ste pružili u izradi ovog rada. Suradnja s Vama bila je istinsko zadovoljstvo.

Hvala mojim kolegicama i kolegama s kojima nikada nije bio problem podijeliti skripte, kavu, suze i smijeh. Posebno hvala mojoj Dori koja je zajedno sa mnom grijala stolicu tijekom provođenja ovog istraživanja.

Hvala profesorima koji su obilježili moje studiranje, ostavili trag i lijepo sjećanje na ovaj fakultet.

Hvala mojim roditeljima Mari i Zvonku, mojim sestrama Željki i Josipi, šogoru Vjeki, teti Jeli, strini Rajki i striki Kreši koji su iz daleka uvijek navijali za mene. Ova je diploma i vaša zasluga!

Hvala mojim prijateljicama jer bez vas ne bih bila osoba kakva sam danas.

Za kraj, hvala mom dragom Ivanu koji je uvijek bio prisutan u mojim studentskim borbama te olakšao svaki izazov na mom putu. Tvoja je podrška neizostavna i zahvaljujući tebi svaki je korak naprijed lakši. Hvala ti od srca.

# UTJECAJ RAZLIČITIH IRIGACIJSKIH PROTOKOLA NA SNAGU SVEZE SAMOADHERIRAJUĆEG KOMPOZITNOG CEMENTA I RADIKULARNOG DENTINA

## Sažetak

Cilj je istraživanja bio ispitati smičnu snagu sveze samoadherirajućeg kompozitnog cementa na radikularni dentin s obzirom na različite irigacijske protokole koji su prethodili adheziji – natrijevim hipokloritom (HIPO), etilen-diamin-tetra octenom kiselinom (EDTA), etidronskom kiselinom s HIPO (HEDP), fiziološkom otopinom (FO) i klorheksidinom (CHX).

Od ekstrahiranih intaktnih impaktiranih trećih kutnjaka ispiljeni su izbrusci korijenskog dentina (N=58), uloženi u akrilat, ispolirani te nasumično podijeljeni u 5 eksperimentalnih skupina (N=8–12) i kontrolnu skupinu (N=8). U eksperimentalnim skupinama uzorci dentina tretirani su tijekom dviju minuta različitim irigacijskim protokolima: 1) HIPO/EDTA/HIPO, 2) HEDP, 3) HIPO/EDTA/CHX, 4) HIPO/EDTA/FO i 5) HEDP/FO. Kontrolni uzorci pohranjeni su u destiliranoj vodi i nisu tretirani dezinficirajućim otopinama. Nakon toga na osušen dentin apliciran je dvostruko stvrdnjavajući samoadherirajući kompozitni cement (GC G-CEM LinkForce, GC Tokyo, Japan) pomoću pripadajućih kalupa Ultra Tester kidalici (Ultradent Products, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Smična snaga sveze samoadherirajućeg cementa za radikularni dentin određena je pomoću kidalice Ultra Tester pri konstantnoj brzini 1 mm/min do trenutka odvajanja cementa od dentina. Rezultati su analizirani ANOVA statističkim testom te Post-hoc Games-Howell testom. Razina statističke značajnosti bila je  $\alpha=0,05$ .

Sve eksperimentalne skupine osim HEDP i HEDP/FO pokazale su značajno manju snagu sveze u odnosu na kontrolnu skupinu ( $p<0.05$ ).

U granicama ovog in vitro istraživanja može se zaključiti da primijenjene irigacijske otopine smanjuju snagu sveze kompozitnog cementa za radikularni dentin, a irigacija etidronskom kiselinom prije adhezivnog cementiranja predstavlja najpovoljniji protokol s obzirom na smanjenje smične snage sveze.

**Ključne riječi:** korijenski kanal; etidronska kiselina; smična snaga; samoadherirajući kompozitni cement

# THE IMPACT OF DIFFERENT IRRIGATION PROTOCOLS ON THE BOND STRENGTH OF SELF-ADHERING COMPOSITE CEMENT TO RADICULAR DENTIN

## Summary

The aim of the study was to examine the shear bond strength of self-adhering composite cement to radicular dentin under different irrigation protocols. The study compared the effects of various irrigation solutions, including sodium hypochlorite, ethylene-diamine-tetra acetic acid, etidronic acid with hypochlorite, saline, and chlorhexidine.

In this study, 58 radicular dentin slabs were sectioned from extracted intact third molars, embedded in acrylic, polished, and randomly divided into three experimental groups (N=8-12) and one control group (N=8). Each experimental group underwent a different irrigation protocol for two minutes: 1) HIPO/EDTA/HIPO, 2) HEDP, 3) HIPO/EDTA/CHX, 4) HIPO/EDTA/FO, and 5) HEDP/FO. The control samples were not treated with any disinfectant solution and were stored in distilled water. After drying, dual-curing self-adhering composite cement was applied to the radicular dentin using the corresponding Ultra Tester cutter molds. The shear bond strength of the self-adhering cement to radicular dentin was measured using an Ultra Tester until the cement separated from the dentin. The results for the shear bond strength in MPa were analyzed using the ANOVA statistical test and Post-hoc Games-Howell test, with a significance level of  $\alpha=0,05$ .

Except for HEDP and HEDP/FO, all experimental groups showed significantly lower bond strength compared to the control group ( $p < 0,05$ ).

Within the limitations of this in vitro study, it can be concluded that the applied irrigation solutions reduce the bond strength of composite cement to radicular dentin. Irrigation with etidronic acid before adhesive cementation is the most favorable protocol, as the decrease in bond strength is not statistically significant.

**Keywords:** root canal, etidronic acid, shear strength, self-adhering composite cement

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Kemijska obrada korijenskog kanala .....	2
1.2. Adhezija koronarnog dentina .....	4
1.3. Kompozitni cementi za cementiranje kompozitnih nadogradnji.....	5
2. MATERIJALI I POSTUPCI .....	7
3. REZULTATI.....	13
4. RASPRAVA.....	19
5. ZAKLJUČAK .....	24
6. LITERATURA.....	26
7. ŽIVOTOPIS .....	31

## **POPIS KRATICA**

CHX – klorheksidin

EDTA - etilendiamintetraoctena kiselina

HEDP - etidronska kiselina

JI - jetkajuće ispirući sustav

MMP - enzim matiks metaloproteinaze

NaOCl - natrijev hipoklorit

SAKC - samoadherirajući kompozitni cement

SJ - samojetkajući sustav



## **1. UVOD**

### 1.1. Kemijska obrada korijenskog kanala

Endodontsko liječenje predstavlja postupak uklanjanja ireverzibilno upaljenog vitalnog ili avitalnog (nekrotičnog) pulpnog tkiva zajedno s mikroorganizmima te unošenje sredstava za punjenje kako bi se zabrtvio endodontski prostor. Cilj je liječenja spriječiti infekciju, odnosno reinfekciju endodontskog prostora i sačuvati zub. Endodontsko liječenje obuhvaća mehaničku obradu korijenskih kanala, čime se fizički uklanjaju ostaci nekrotičnog tkiva, mikroorganizama i njihovih produkata, te irigaciju određenim tekućinama s aktivnim djelovanjem (1, 2). Kemijska obrada korijenskih kanala od iznimne je važnosti jer su mnoga istraživanja potvrdila da neovisno o tehnici mehaničke instrumentacije, bez kemijske irigacije 35 % površine endodontskog prostora ostane netaknuto (3–5).

Ispiranje korijenskog kanala tijekom mehaničke instrumentacije zato je iznimno bitno jer kemijsko djelovanje ispirućih tekućina doprinosi razlaganju ostataka organskog tkiva i zaostatnog sloja te se postiže antimikrobni učinak (1). Osim kemijskog djelovanja tekućina za ispiranje, značajna je i kinetika tekućine u endodontskom prostoru i njezin mehanički učinak. Zbog toga se klinički primjenjuju dodatne tehnike kojima se potenciraju učinci irigacijskih sredstava: zvučno i ultrazvučno aktivirano ispiranje, laserski inducirano fotoakustično strujanje (PIPS) i dr. (1, 2).

Neka od poželjnih svojstava koje bi tekućine za ispiranje korijenskog kanala trebale imati su:

- ispirući učinak (uklanjanje debrisa)
- smanjeno trenje instrumenta i korijenskog kanala tijekom mehaničke instrumentacije (lubrikacijsko djelovanje)
- olakšano uklanjanje dentina
- otapanje anorganskog tkiva inficiranog dentina
- mogućnost dosezanja rubnih dijelova korijenskog kanala
- otapanje organskog tkiva koje se nalazi u sastavu dentina, pulpnog tkiva te biofilma i stanične stijenke bakterija
- antimikrobni učinak
- da nema kaustični, citotoksični i iritabilni učinak na vitalna periapikalna tkiva
- da ne oslabljuje strukturu zuba.

Nijedno sredstvo za ispiranje korijenskih kanala dostupno na tržištu ne posjeduje sva poželjna svojstva te se ona u pravilu kombiniraju prema različitim irigacijskim protokolima (1).

Irigacijske tekućine koje se standardno rabe u endodontskoj terapiji su: natrijev hipoklorit, klorheksidin, etilendiamintetraoctena kiselina, limunska kiselina te kombinacija navedenih tekućina (1, 6).

Natrijev hipoklorit (NaOCl) najčešće je upotrebljavana tekućina za ispiranje korijenskih kanala. Djeluje kao otapalo za organske tvari i kao antiseptik. Njegova pH vrijednost viša je od 11, a ima i visoku površinsku napetost. Obično se rabi u koncentracijama od 0,5 do 6 %. Prilikom uporabe natrijevog hipoklorita bitno je stalno ispiranje kroz dulje vrijeme i agitacija u kanalu. Mane su natrijevog hipoklorita toksičnost, neugodan okus i nemogućnost uklanjanja anorganskog sadržaja zaostatnog sloja (1, 6, 7).

Klorheksidin (CHX) pripada skupini bigvanida, a u endodontskoj terapiji obično se upotrebljava kao sol glukonske kiseline (klorheksidin-glukonat). Rabi se u koncentracijama od 0,2 %, 1 % i 2 %. Ima dobro antimikrobno djelovanje, ne djeluje toksično na okolna tkiva, ali ne otapa organski niti anorganski sadržaj (8, 9). Potrebno je obratiti pozornost da se prilikom irigacije ne rabe sukcesivno NaOCl-a i klorheksidin jer dolazi do stvaranja smeđih precipitata i obojenja dentina kao i prilikom uporabe EDTA-e i klorheksidina gdje nastaju bijeli precipitati (1).

Etilendiamintetraoctena kiselina (EDTA) kao irigacijska se tekućina upotrebljava za uklanjanje anorganskih spojeva zbog čega se ona ubraja u delacifikacijska ili kelatorska sredstva. Obično se rabi u koncentraciji od 17 % za uklanjanje zaostatnog sloja, omekšavanje dentina ili uklanjanje kalcifikata kod obliteriranih kanala (1, 7). Nedostaci su što ne uklanja organski sadržaj i nema antiseptički učinak. Po literaturi se ne preporučuje naizmjenična upotreba NaOCl-a i EDTA-e tijekom instrumentacije zbog umanjavanja primarnog djelovanja obiju tekućina za ispiranje (1, 10).

Limunska ili citrična kiselina također se ubraja u skupinu kelatorskih sredstava. Rabi se u koncentracijama 1 – 50 % (najčešće 10 %) za ispiranje korijenskog kanala gdje uklanja samo anorganski dio zaostatnog sloja bez antimikrobnog učinka (1). Uporabom kelatora kao što su limunska kiselina i EDTA-a dolazi do dekalifikacije kristala hidroksiapatita radikularnog dentina što može uzrokovati promjene u mikrostrukturi dentina i omjera Ca/P (10).

Na tržištu su dostupna različita sredstva za ispiranje koja sadrže više djelatnih tvari čime se pojednostavljuje postupak ispiranja i povećava učinkovitost sredstva. Većinom se radi o kombinaciji navedenih tekućina zajedno s deterdžentom ili antibiotikom (1). Nedavno se na tržištu i u endodontskoj upotrebi pojavila 1-Hidroksi etiliden-1, 1-difosfonska kiselina (HEDP) još poznata pod nazivom etidronska kiselina ili etidronat. HEDP ima ulogu slabog kelatora koji ima potencijal zamijeniti EDTA-u ili limunsku kiselinu zbog njegova svojstva da se može miješati s natrijevim hipokloritom a da se ne smanji njegov antimikrobni učinak (6, 7, 10, 11). Većinom se koristi u 9 % koncentraciji pomiješan s 2,5 % NaOCl-om. Njegov demineralizacijski učinak manji je nego kod EDTA-e čime se smanjuje mogućnost promjene mikrostrukture dentina, ali prilikom završnog ispiranja potrebno je dulje vrijeme kako bi se omogućilo adekvatno uklanjanje zaostatnog sloja. Osim svojstva otapanja anorganskih tvari i ne interferiranja s NaOCl-om, etidronska je kiselina netoksična, rabi se u liječenju bolesti kostiju, a upotrebljava se i standardno kao pomoćno sredstvo u kućanstvu (6, 7, 10).

## **1.2. Adhezija na dentin**

Adhezija materijala na zubno tkivo postupak je koji se već 60 godina rabi u dentalnoj medicini i omogućuje uspješnu restauraciju vitalnih i avitalnih zuba uz primjenu načela minimalno invazivne stomatologije. Mali udio vode i organskih tvari u caklini osigurava stabilnu i dobru adheziju materijala temeljenih na umjetnim smolama na caklinu, dok je mehanizam adhezije na dentinsko tkivo puno kompleksniji i klinički zahtjevniji. Adhezija se ostvaruje uklještenjem makrozubaca u otvorenim dentinskim tubulusima i prožimanjem materijala s djelomično demineraliziranim dentinom pri čemu se stvara hibridni sloj (12) U kontekstu stvaranja sveze između materijala temeljenog na umjetnim smolama (kompozitnog cementa) i radikularnog dentina važno je uočiti nekoliko nepovoljnih okolnosti koje su determinirane građom radikularnog dentina, nepovoljnim konfiguracijskim čimbenikom i nemogućnošću svjetlosne polimerizacije. Razlike u histološkoj građi između krunskog i korijenskog dentina izraženije su u apikalnoj trećini korijena, a očituju se u manjem broju i promjeru te manjoj gustoći dentinskih tubulusa. Također, dentin endodontski liječenog zuba zbog dehidracije gubi svoju elastičnost i povećava se njegova krhkost, no ne postoji jednoznačan znanstveno utemeljeni stav jesu li za sklonost endodontski liječenih zubi frakturama odgovornije strukturne promjene u dentinu ili značajan gubitak krunskog dentina zbog preparacije pristupnog kaviteta i/ili gubitka tkiva zbog karijesa. Svakako, za očuvanje endodontski liječenih zubi važna je pravovremena i adekvatna postendodontska opskrba koja nerijetko, upravo zbog značajnog

gubitka koronarnog tkiva, podrazumijeva intraradikularnu retenciju pomoću intraradikularnih kolčića cementiranih kompozitnim cementima, a dobra adhezija osnovni je preduvjet dobrog brtvljenja i sprječavanja mikro i nanopropuštanja te reinfekcije endodontskog prostora (13, 14).

### **1.3. Kompozitni cementi za cementiranje kompozitnih nadogradnji**

Kada govorimo o endodontski liječenim zubima s velikim defektom krune, tada je poželjno takav zub restaurirati nadgradnjom. Postavljanjem nadogradnje koja se sidri u korijenu nadomješta se koronarni defekt i osigurava se retencijska površina za budući trajni nadomjestak. Najčešće se pri tome upotrebljava kompozitna konfekcijska nadogradnja ojačana staklenim vlaknima zbog manje invazivne preparacije i jednostavnog kliničkog postupka koji se može odraditi u jednom posjetu (13, 15, 16).

Prednost kompozitnih nadogradnji ojačanih staklenim vlaknima u odnosu na metalne i cirkonij oksidne nadogradnje veća je otpornost zuba na frakture. (13). S druge strane, takve konfekcijske nadogradnje nemaju mogućnost potpune adaptacije odgovarajućem obliku korijenskog kanala zbog čega postoje područja veće i manje debljine kompozitnog cementa. Glavni uzrok neuspjeha terapije konfekcijskim kompozitnim nadogradnjama jest odvajanje cementa zbog neadekvatne adhezije cementa i dentina koja se očituje smanjenom snagom sveze. Stoga je kvaliteta dentinske površine na koju se veže kompozitni cement ključan čimbenik za uspjeh terapije konfekcijskim kompozitnim nadogradnjama (13, 16–18).

Kompozitni cement osigurava spoj između korijenskog dentina i kompozitne nadogradnje. Zato je bitno prilikom cementiranja nadogradnje adekvatno tretirati površinu korijenskog dentina i kompozitne nadogradnje, odabrati optimalni kompozitni cement s pripadajućim adhezijskim sustavom i dualnim načinom polimerizacije. Tretiranje površine korijenskog dentina provodi se za efektivno uklanjanje zaostatnog sloja nakon preparacije i za dezinfekciju. Jedino suha i očišćena površina prikladna je za infiltraciju monomera. Kada govorimo o adhezijskim sustavima, može se koristiti jetkajuće ispirućim (JI) i samojetkajućim (SJ) sustavom. Budući da SJ sustav posjeduje slabu kiselinu, za uklanjanje zaostatnog sloja, najboljim se pokazao JI sustav. Nedostatak uporabe JI sustava jest dugotrajan proces zbog većeg broja faza u terapiji (13). Sa željom smanjenja broja faza i tehničke senzitivnosti, osmišljen je novi sustav univerzalnih samoadherirajućih kompozitnih cemenata s funkcionalnim monomerima (17, 19). Takav cement ne zahtijeva prethodnu uporabu

adhezijskih sustava, a u svom sastavu sadrži višenamjenske kiseline i metakrilatne monomere koji sadrže fosfatnu skupinu. Fosfatna skupina reagira s hidroksiapatitom, a polimerizacija se ostvaruje metakrilatnim monomerom sa svjetlosnom i kemijskom aktivacijom. Na taj se način stvara mikromehanička veza između demineralizirnog dentina i cementa, ali i kemijska veza između fosfornih skupina monomera i hidroksiapatita (18, 20, 21).

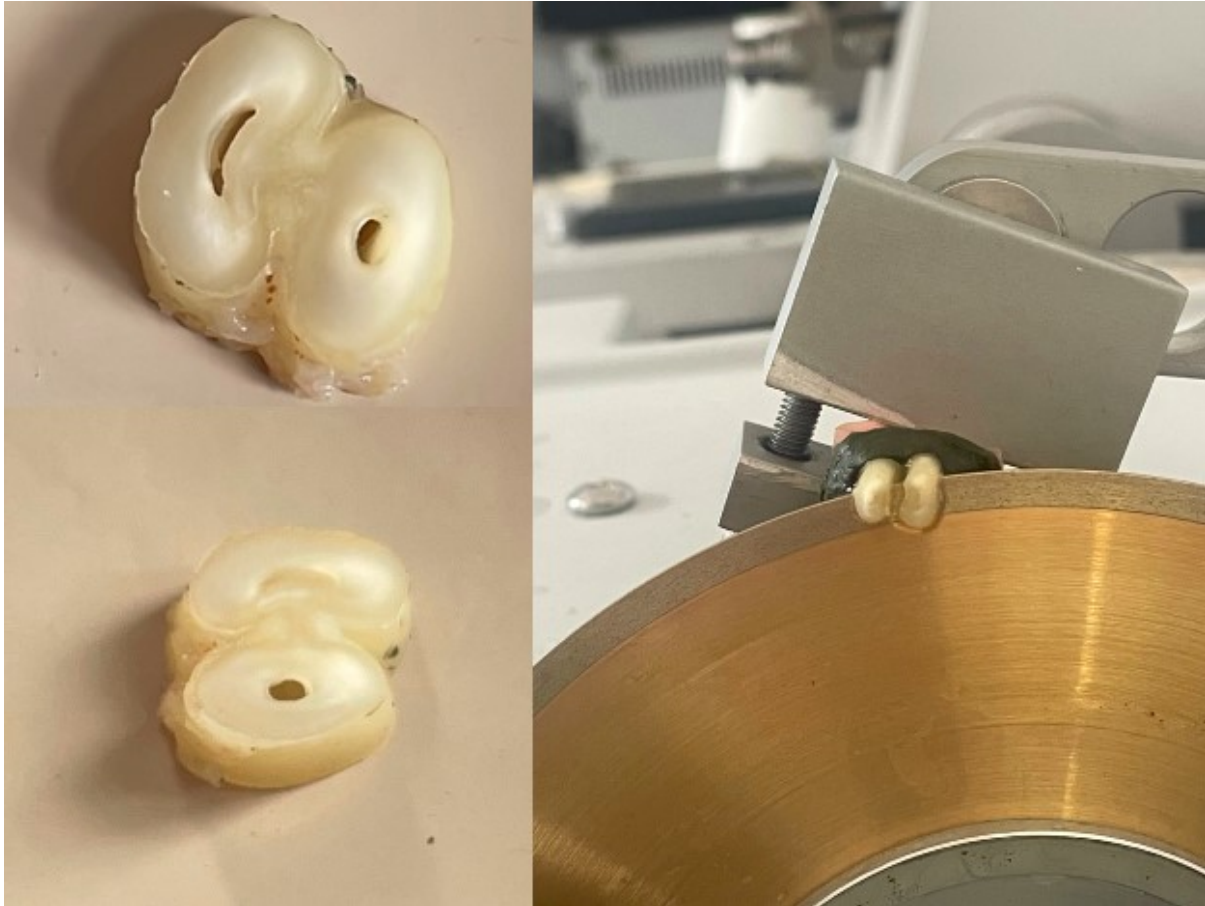
Jedan od samoadherirajućih cemenata plasiranih na tržištu je G-CEM One (GC, Tokyo, Japan) koji se sastoji od samoadherirajućeg cementa i *primera* koji se upotrebljava kao premaz za dodatno poboljšanje adhezijske veze. *Primer* nema ulogu adheziva, a sastoji od funkcionalnog monomera i otapala koji inducira ubranu polimerizaciju na dodir (eng. touch-curing catalyst) i poboljšava adhezivnu vezu (21, 22).

Faktori koji mogu utjecati na adheziju korijenskog dentina i kompozitnog cementa jesu zaostatni sloj, irigacijska tekućina, konfiguracijski faktor kaviteta, način cementiranja i drugi (13, 19). Kod uporabe kompozitnih cemenata poželjno je provoditi irigaciju radikularnog prostora tekućinama koje ne smanjuju snagu adhezijske sveze i povećavaju permeabilnost dentinskih tubulusa. Rezidualni ili zaostatni sloj može spriječiti adheziju cementa za dentin zbog čega zadovoljavajuća adhezija ovisi o adekvatnom uklanjanju zaostatnog sloja (23).

Gledajući na odabir irigacijske tekućine, do sada u literaturi ne postoji univerzalno prihvaćeno sredstvo za dezinfekciju intraradikularnog prostora prije cementiranja kompozitne nadogradnje (24). Stoga je svrha ovog rada ispitati snagu adhezijske sveze između korijenskog dentina i kompozitnog cementa s ciljem da se utvrdi utječe li različiti kemijski sastav otopina za irigaciju i slijed primjene irigacijskih otopina na snagu sveze između samoadherirajućeg kompozitnog cementa i radikularnog dentina. Nulta je hipoteza da različiti završni protokoli irigacije neće značajno utjecati na snagu sveze između samoadherirajućeg kompozitnog cementa i radikularnog dentina.

## **2. MATERIJALI I POSTUPCI**

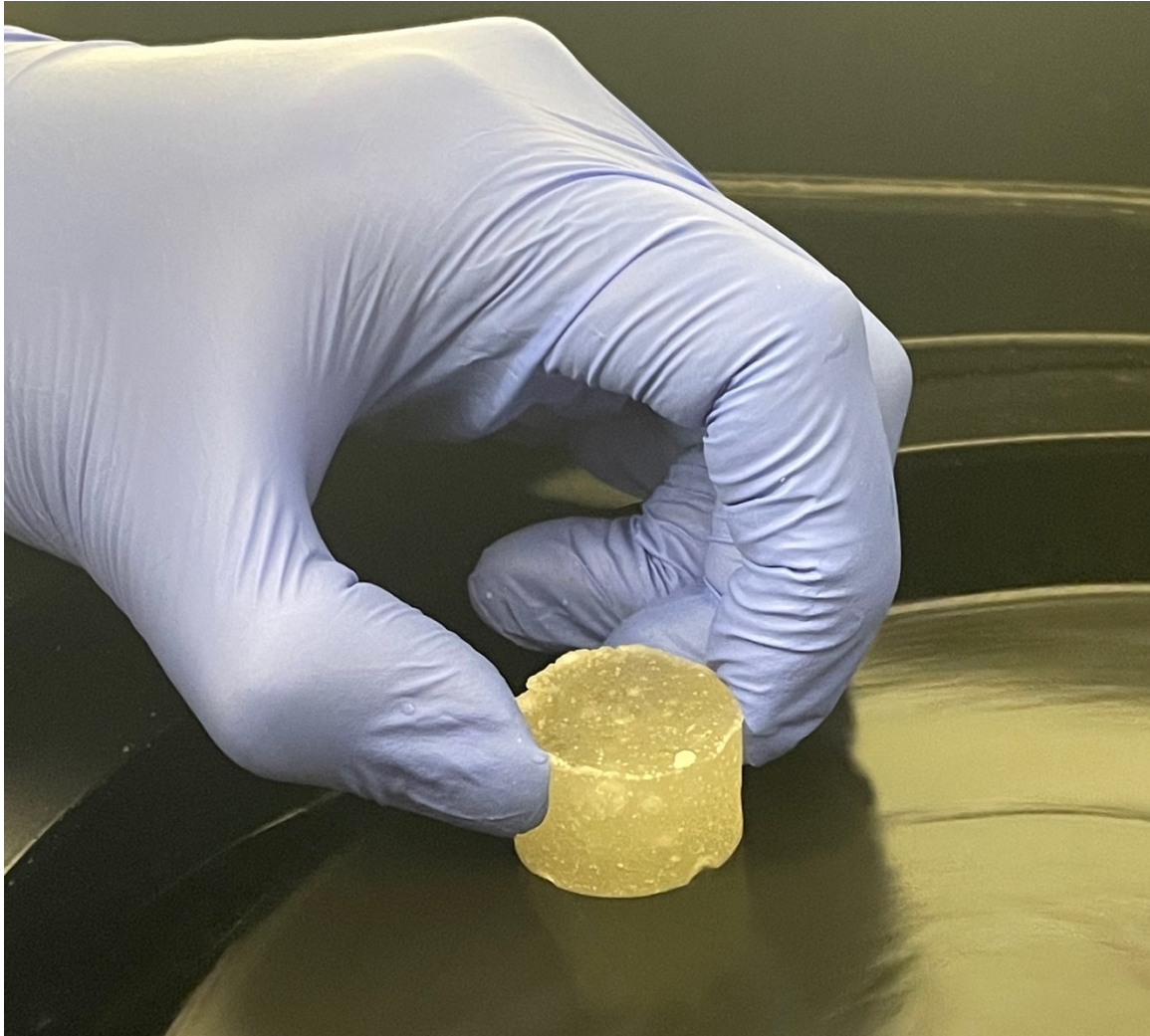
U istraživanju su se upotrebljavali ekstrahirani intaktni treći molari sa završenim rastom i razvojem korijena prikupljeni sa Zavoda za oralnu kirurgiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu kroz razdoblje od mjesec dana. Svi su zubi dezinficirani u 1 % otopini kloramina tijekom tjedan dana. Krune su zuba prepiljene od korijena s fisurnim dijamantrnim svrdlom na caklinsko-cementnom spojištu. Iz koronarne trećine korijena ispilile su se pločice debljine 2,2 mm tako da je dijamantrna pila (IsoMet, Buehler, Duesseldorf, Njemačka) bila usmjerena okomito na uzdužnu os zuba (Slika 1).



Slika 1. Uzorci korijenskog dentina dobiveni brušenjem na dijamantrnoj pili

Brzina okretaja pile bila je 200 okretaja u minuti s kontinuiranim vodenim hlađenjem. Pločice radikularnog dentina potom su se čuvale u fiziološkoj otopini do trenutka ulaganja u autopolimerizirajući akrilat. Nakon provjere intaktnosti i primjerene širine dentina, dentinske pločice uložene su u akrilatnu masu u cilindričnim kalupima dimenzija prikladnih za montiranje na kidalicu. Uzorci su potom ispolirani na uređaju za poliranje papirom od silikonskog karbida granulacije 600 (PRESI, Eybenes, Francuska) uz vodeno hlađenje i pohranjeni u destiliranoj vodi do provođenja ispitivanja (Slika 2).



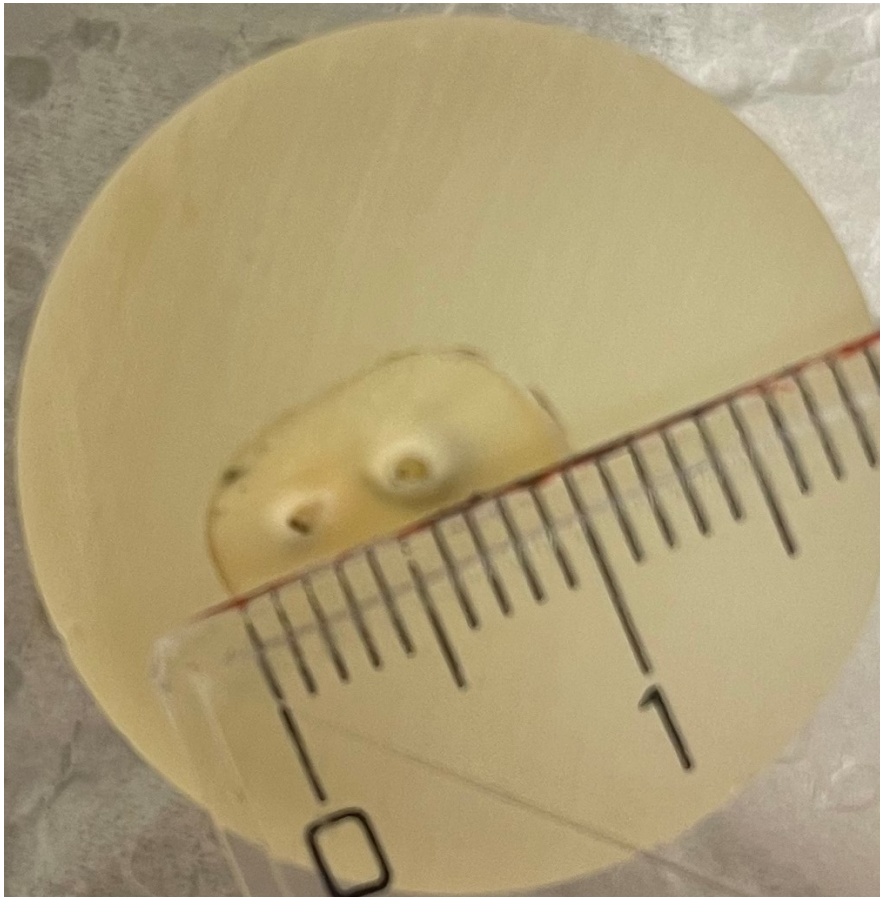


Slika 2. Poliranje uzoraka na uređaju za poliranje

Nakon inspekcije i eliminacije određenih uzoraka s nedovoljnom površinom korijenskog dentina ( $P = r^2\pi = 1\pi \text{ mm}^2 = 3,14 \text{ mm}^2$ ) (Slika 3), uzorci su podijeljeni u pet eksperimentalnih skupina ( $n = 8 - 12$ ) i jednu kontrolnu skupinu ( $n = 8$ ) s obzirom na različite irigacijske protokole:

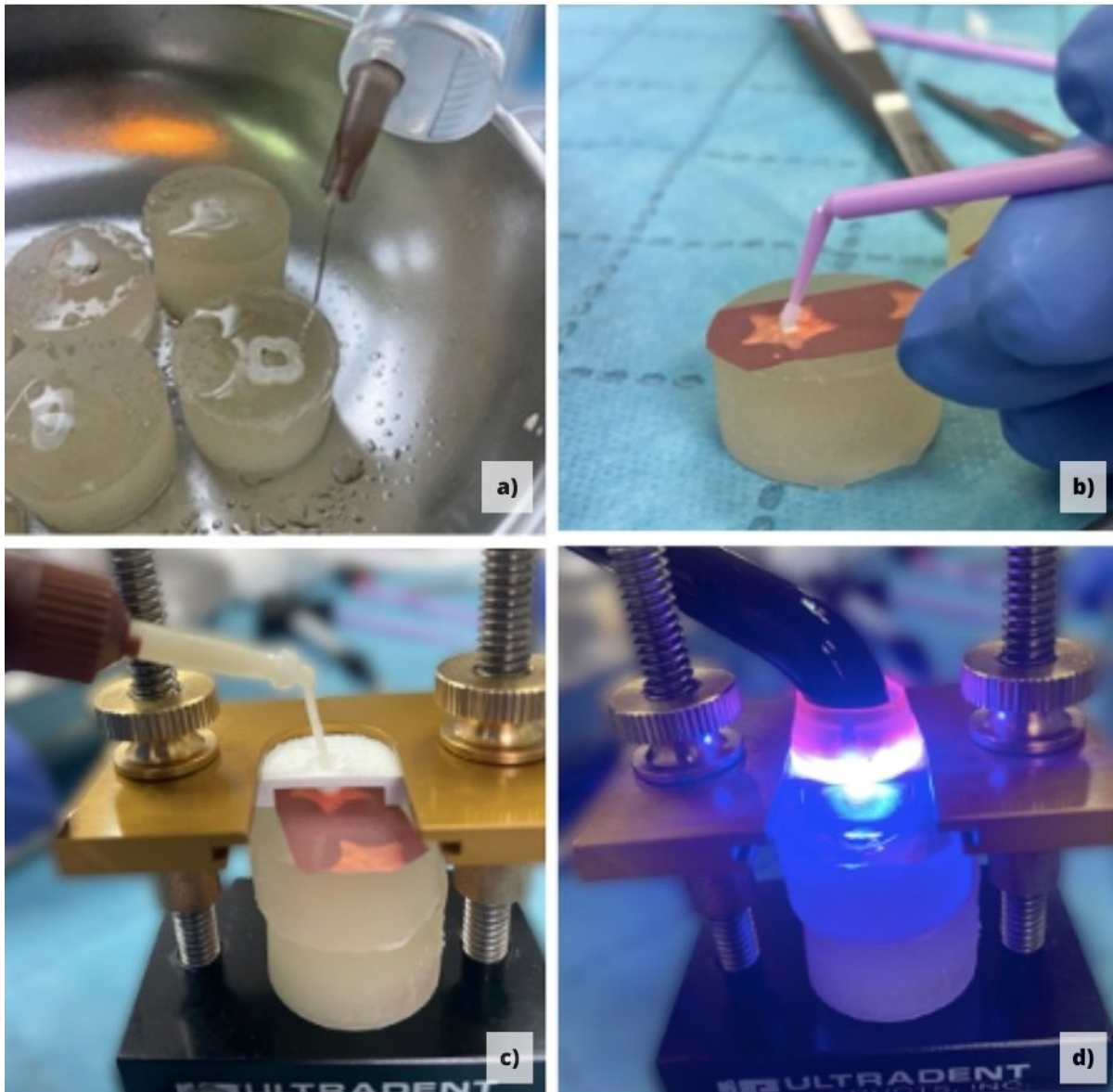
1. Irigacijski protokol prve eksperimentalne skupine (NaOCl – EDTA – NaOCl); 30 sekundi 2,5 % natrijev hipoklorit, 60 sekundi 17 % EDTA i 30 sekundi 2,5 % natrijev hipoklorit ( $n = 12$ ).
2. Irigacijski protokol druge eksperimentalne skupine (HEDP); 2 minute ispiranje s 1,8 g etidronske kiseline (HEDP) u prahu otopljene u 20 mL 2,5 % natrijeva hipoklorita ( $n = 12$ ).
3. Irigacijski protokol treće eksperimentalne skupine (NaOCl – EDTA – CHX); 30 sekundi 2,5 % natrijev hipoklorit, 60 sekundi 17 % EDTA i 30 sekundi 2 % klorheksidin ( $n = 9$ ).

4. Irigacijski protokol četvrte eksperimentalne skupine (NaOCl – EDTA – FO); 30 sekundi 2,5 % natrijev hipoklorit, 60 sekundi 17 % EDTA i 30 sekundi fiziološka otopina (n = 8).
5. Irigacijski protokol pete eksperimentalne skupine (HEDP – FO); 90 sekundi ispiranje s 1,8 g etidronske kiseline u prahu otopljene u 20 mL 2,5 % natrijeva hipoklorita i 30 sekundi ispiranje s fiziološkom otopinom (n = 9).
6. Na kontrolnoj skupini (CG) nije se provodila kemijska dezinfekcija i irigacija korijenskog dentina (n = 8).



Slika 3. Selekcija uzoraka s dovoljnom površinom korijenskog dentina koji ima promjer minimalno 2 mm

Nakon kemijske irigacije svi su uzorci posušeni pusterom i staničevinom te je na njih postavljena naljepnica s rupicom površine  $3,14 \text{ mm}^2$  ( $d = 2 \text{ mm}$ ) kako bi se odredile granice adhezije. Nakon toga slijedilo je nanošenje *primera* (GC G-CEM ONE Adhesive Enhancing Primer, GC Tokyo, Japan) prema uputama proizvođača i aplikacija dvostruko stvrdnjavajućeg samoadherirajućeg kompozitnog cementa (GC G-CEM LinkForce, GC Tokyo, Japan LOT 2206131, LOT 2109111) na radikularni dentin pomoću teflonskog kalupa fiksiranog u postolju, točno iznad naljepnice s rupicom na uzorku dentina (Slika 4).

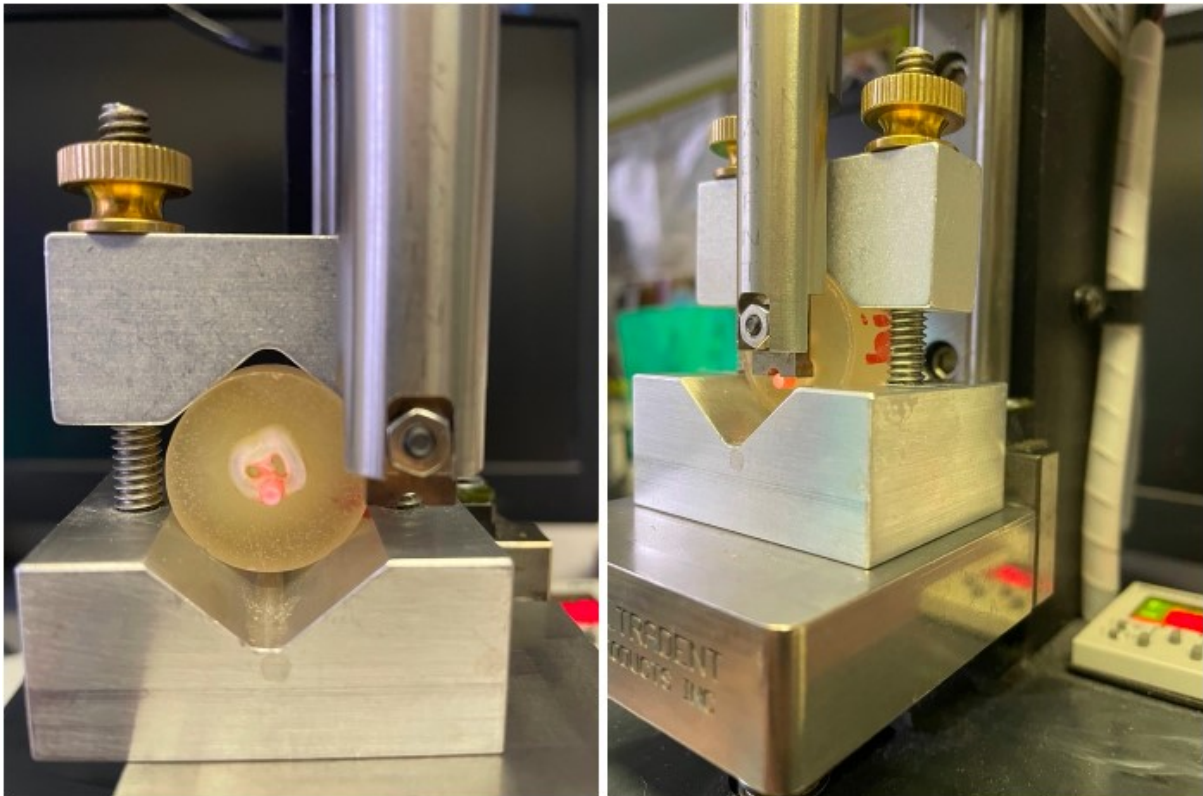


Slika 4. Eksperimentalni postupak; a) irigacija uzoraka eksperimentalne skupine određenim protokolom, b) postavljanje naljepnice s rupicom i aplikacija *primera* prema uputama proizvođača, c) postavljanje uzorka u postolje s teflonskim kalupom i aplikacija samoadherirajućeg cementa, d) svjetlosna polimerizacija uzorka

Dvostruko stvrdnjavajući cement polimeriziran je prema uputama proizvođača uporabom Bluephase Style LED lampe (Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenštajn) 30 sekundi i ostavljen u kalupu naredne 4 minute kako bi se završila kemijska reakcija stvrdnjavanja. Uzorci su se nakon postavljanja kompozitnog cementa vratili u destiliranu vodu i postavili u inkubator NUVE ES 120 (NÜVE, Ankara, Turska) na temperaturi 37 °C i 100 % vlage tijekom 10 dana. Potom se ispitala smična snaga sveze kompozitnog cementa na radikularni dentin prema ISO standardu



29022 pomoću kidalice UltraTester (Ultradent Products, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) pri konstantnoj brzini 1 mm/min do trenutka odvajanja cementa od dentina (Slika 5).



Slika 5. Uzorak postavljen u kidalicu gledajući sprijeda i bočno

Nakon provedenog testa uzorci su se promatrali na stereomikroskopu (Olympus SZX12) kako bi se utvrdila vrsta frakture uzorka (adhezivni, kohezivni ili miješani lom). Dobiveni rezultati analizirani su pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA-e) za procjenu razlika aritmetičkih sredina između nezavisnih skupina. Post-hoc Games-Howell test rabljen je kako bi se utvrdilo koje se skupine međusobno značajno razlikuju i na koji način.

### **3. REZULTATI**

U ovoj analizi najviša srednja vrijednost smične snage sveze zabilježena je za kontrolnu skupinu ( $M = 22,23$ ), dok je najniža srednja vrijednost zabilježena za HIPO/EDTA/fiziološka ( $M = 8,8$ ). Ove aritmetičke sredine indiciraju da prosječne vrijednosti smične snage sveze variraju ovisno o irigacijskom protokolu kojim su uzorci korijenskog dentina tretirani, no potrebno je provesti ANOVA-u kako bismo utvrdili razlike.

Tablica 1. Prikaz deskriptivnih podataka

Skupina	N	M	SD	SD error
kontrolna	8	22,3	8,377	2,962
HIPO/EDTA/ HIPO	12	10,92	5,447	1,572
HEDP	12	14,23	6,057	1,748
HIPO /EDTA/CHX	9	10,82	5,006	1,669
HIPO /EDTA/fiziološka	8	8,80	3,523	1,248
HEDP/fiziološka	9	11,77	10,187	3,396
Ukupno	58	12,98	6,650	0,873

\*M - aritmetička sredina, \*SD – standardna devijacija, SD error – standardna pogreška

Nadalje, kao što je vidljivo iz Tablice 1., vrijednosti najviše variraju u skupini HEDP/fiziološka gdje je  $SD = 10,187$ , a skupina s najnižom standardnom devijacijom je HIPO /EDTA/fiziološka ( $SD = 3,523$ ), te je bilo potrebno testirati homogenost varijanci.

Tablica 2. Prikaz testova normaliteta raspodjele zavisne varijable u skupinama korijenskih dentina tretiranih različitim irigacijskim protokolima

	Irigacijski protokol	Kolmogorov-Smirnova		
		Statistic	df	p
Smična snaga sveze	kontrolna	0,172	8	0,200
	HIPO /EDTA/ HIPO	0,120	12	0,200
	HEDP	0,194	12	0,200
	HIPO /EDTA/CHX	0,237	9	0,156
	HIPO /EDTA/fiziološka	0,277	8	0,070
	HEDP/fiziološka	0,266	9	0,067

Kolmogorov-Smirnov test normaliteta (Tablica 2.) pokazao je da je pretpostavka o normalitetu zadovoljena na svim razinama nezavisne varijable. S druge strane, Levenov test ( $F = 3,262$ ,  $df_1 = 5$ ,  $df_2 = 52$ ,  $p < 0,05$ ) pokazao je da su varijance heterogene, tj. razlikuju se statistički značajno. Stoga je prije provođenja analize ANOVA-e provedena transformacija podataka logaritmiranjem.

Tablica 3. Prikaz deskriptivnih podataka na transformiranim podacima

Skupina	N	M	SD	SD error
kontrolna	8	3,025	0,427	0,151
HIPO /EDTA/ HIPO	12	2,267	0,543	0,157
HEDP	12	2,563	0,461	0,133
HIPO /EDTA/CHX	9	2,284	0,450	0,157
HIPO /EDTA/fiziološka	8	2,055	0,606	0,214
HEDP/fiziološka	9	2,433	0,285	0,095
Ukupno	58	2,432	0,539	0,071

\*M – aritmetička sredina, \*SD – standardna devijacija, SD error – standardna pogreška

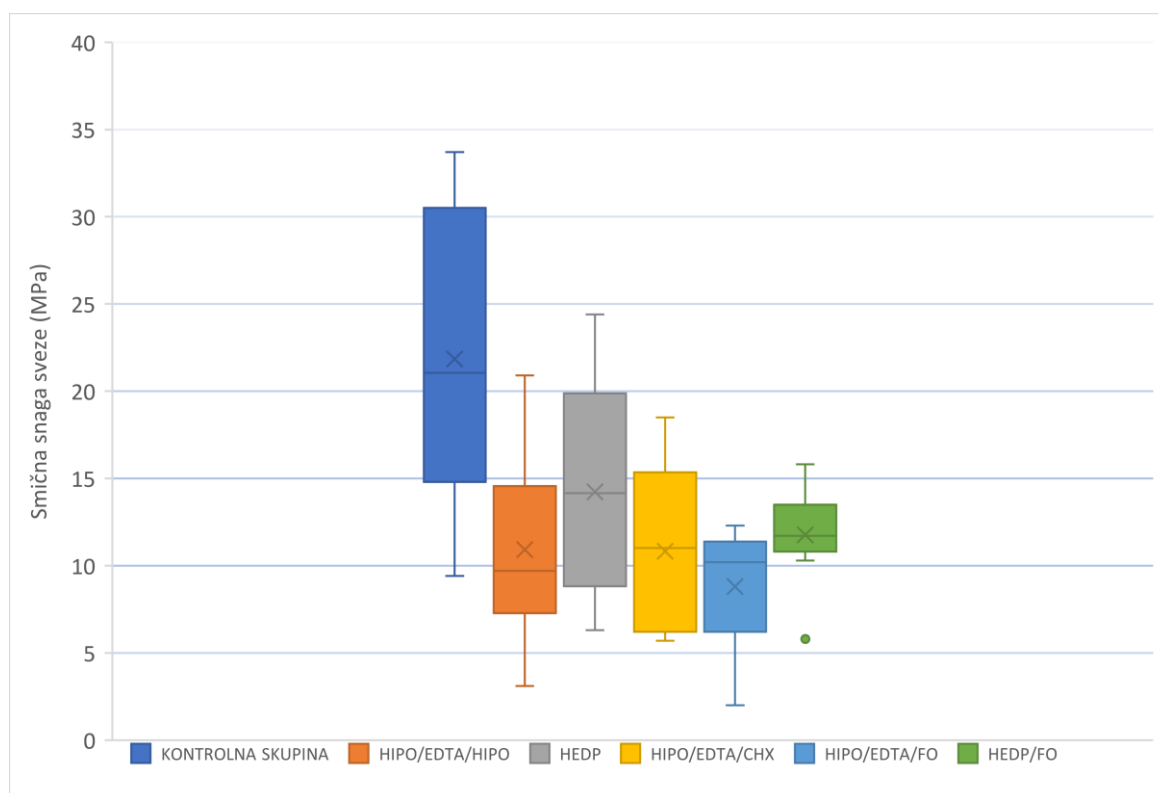
Nakon transformacije vidljivo je da su standardne devijacije ujednačenije (Tablica 3.) te je homogenost potvrđena Levenovim testom homogenosti varijanci ( $F = 1,163$ ,  $df_1 = 5$ ,  $df_2 = 52$ ,  $p = 0,340$ ), stoga je bilo moguće provesti ANOVA-u.

Tablica 4. Prikaz rezultata jednosmjerne analize varijance na transformiranim podacima

	Suma kvadrata	df	Kvadrirana suma	F	p
Između skupina	4,715	5	0,943	4,138	$p < 0,01$
Unutar skupina	11,853	52	0,228		
Ukupno	16,568	57			

Tablica 5. Prikaz rezultata Games-Howell testa

Irigacijski protokol	Irigacijski protokol	Razlika aritmetičkih sredina	Standardna pogreška	p
kontrolna	HIPO/EDTA/HIPO	0,763*	0,218	0,027
	HEDP	0,465	0,201	0,245
	HIPO /EDTA/CHX	0,743	0,218	0,036
	HIPO /EDTA/fiziološka	0,974	0,262	0,026
	HEDP/fiziološka	0,595	0,179	0,052

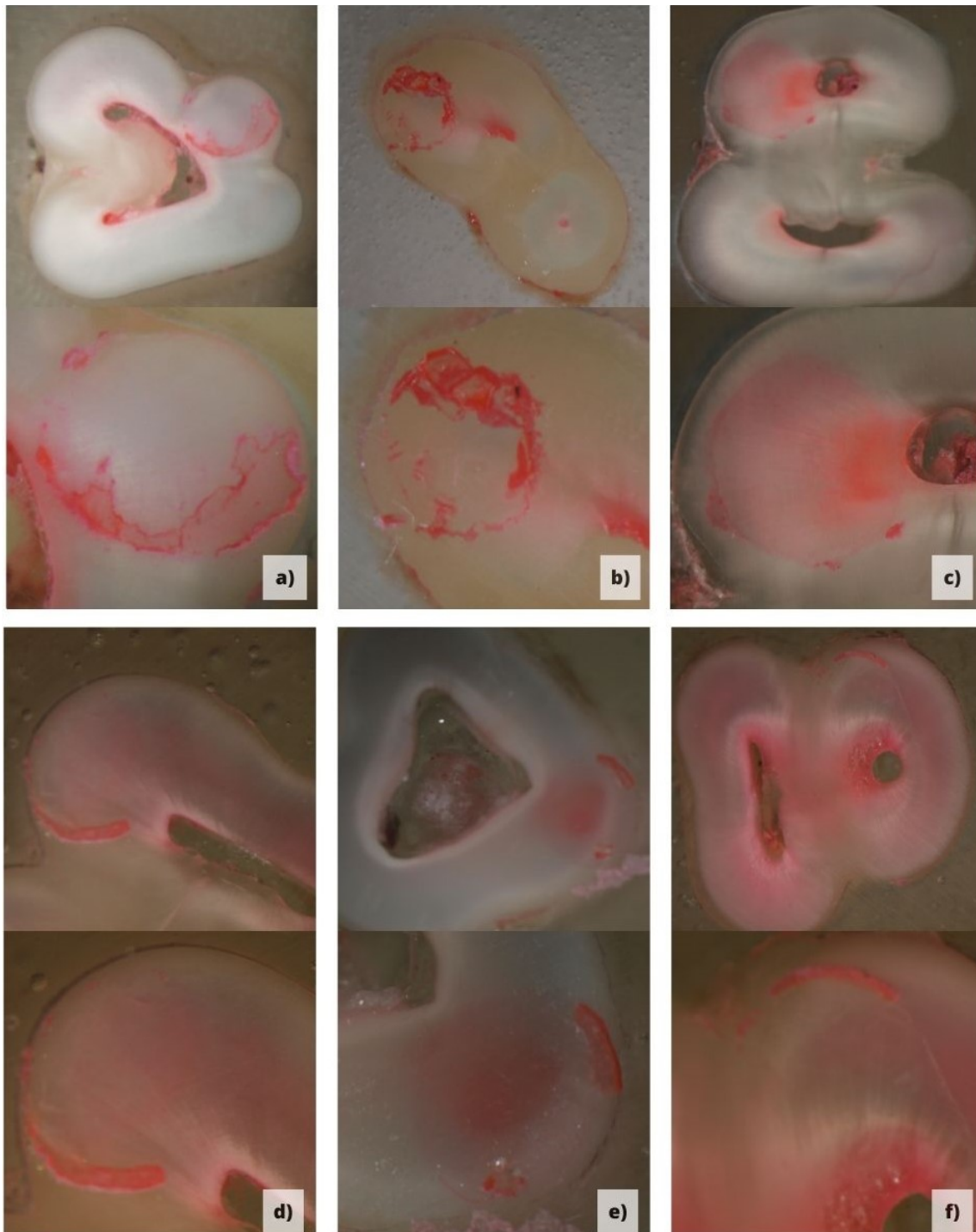


Slika 6. Prikaz razlika u aritmetičkim sredinama smične snage veze na skupinama korijenskih dentina tretiranih različitim irigacijskim protokolima



Rezultati ANOVA-e pokazali su da postoji statistički značajna razlika između šest skupina uzoraka korijenskog dentina tretiranih različitim irigacijskim protokolima ( $F = 1,163$ ,  $df1 = 5$ ,  $df2 = 52$ ,  $p = 0,340$ ). Post-hoc Games-Howell testom utvrđene su značajne razlike između nekoliko parova skupina: kontrolna i HIPO /EDTA/ HIPO ( $p < 0,05$ ), kontrolna i HIPO /EDTA/CHX ( $p < 0,05$ ) te kontrolna i HIPO /EDTA/fiziološka ( $p < 0,05$ ) statistički se značajno razlikuju tako da je prosječna smična snaga sveze značajno viša u kontrolnoj skupini nego u ostalim skupinama. Između ostalih skupina nisu uočene statistički značajne razlike.

S obzirom na vrstu frakture, pretežito su prevladavale adhezivne, odnosno frakture prisutne samo u adhezivnom sloju i mješovite adhezivne i kohezivne u materijalu, odnosno frakture koje su osim u adhezivnom sloju prisutne i u kompozitnom materijalu (Slika 7).



Slika 7. Prikaz adhezivnih i mješovitih fraktura na stereomikroskopu (Olympus SZX12) pod povećanjem 5,2x; a) mješovita fraktura kontrolne skupine pod različitim povećanjem, b) mješovita fraktura skupine HIPO/EDTA/HIPO pod različitim povećanjem, c) adhezivna fraktura skupine HEDP pod različitim povećanjem, d) adhezivna fraktura kod skupine HIPO/EDTA/CHX, e) adhezivna fraktura kod skupine HIPO/EDTA/FO, f) adhezivna fraktura kod skupine HEDP/FO

#### **4. RASPRAVA**

Kemijska obrada korijenskih kanala u fazi endodontske terapije kao i u fazi preparacije za nadogradnju ključan je faktor u uspješnoj postendodontskoj terapiji. Jasno je da endodontski prostor jednom eksponiran vanjskim uvjetima i mikroorganizmima ne može ponovno ostvariti uvjete asepsa kao vitalan zub, ali kemijskom obradom broj mikroorganizama svodimo na minimum. S druge strane, zaostati sloj stvara barijeru tako što okludira dentalne tubuluse i sprječava mogućnost penetracije cemenata u dentin čak i do 86 %, zbog čega se u literaturi preporučuje njegovo uklanjanje (25–29).

Što se tiče kompozitnog cemenata, laboratorijska istraživanja navode da SAKC-i pokazuju veći iznos adhezivne snage uporabom *push-out* testa u odnosu na cemente koji rabe adheziv. Ipak, klinička istraživanja pokazuju da i jedan i drugi cementni sustav pokazuju jednake rezultate adhezije kompozitne nadogradnje ojačane staklenim vlaknima gledajući period od 3 godine (17).

ANOVA testom utvrdili smo da postoje statistički značajne razlike iznosa prosječne smične snage sveze između šest skupina korijenskog dentina tretiranih različitim irigacijskim protokolima i utvrdili da je kod eksperimentalnih skupina smična snaga sveze manja nego kod kontrolne skupine. Kontrolna je skupina u odnosu na skupine HIPO/EDTA/HIPO, HIPO/EDTA/CHX i HIPO/EDTA/FO pokazala značajno višu smičnu snagu sveze ( $p < 0,05$ ). Time smo odbacili nultu hipotezu i utvrdili da u okviru ovog istraživanja, irigacijska sredstva smanjuju smičnu snagu sveze.

Dosada se adhezijska snaga korijenskog dentina i kompozitnog cementa najčešće istraživala *push out* testom, *micro shear testing* i testom mikrotenzilne snage adhezije te ne postoji istraživanje koje je upotrebljavalo Ultratester kidalicu u tu svrhu. Stoga ćemo rezultate ovog istraživanja usporediti s rezultatima navedenih istraživanja te ih protumačiti kroz njih (18, 19, 23, 30–32).

Irigacijske tekućine mogu imati utjecaj na fizikalne i kemijske čimbenike zubnih tkiva kao što je njegova vlažnost, mikrotvrdoća, penetrabilnost cemenata i hrapavost. U ovom istraživanju uporaba natrijeva hipoklorita kao završnog irigansa pokazalo je smanjenu smičnu snagu adhezije. Smanjenje adhezivne snage uporabom irigacijskih tekućina dokazali su Seballos i suradnici gdje je od sedam eksperimentalnih skupina različitih koncentracija NaOCl-a, Ca(OCl)<sub>2</sub> i CHX-a svaka ostvarila manju snagu adhezije u odnosu na fiziološku otopinu kao kontrolnu skupinu (31). U istraživanju Silve i suradnika iz 2021. provodeći *push out* test kao i

u ovom istraživanju pokazala se smanjenja snaga adhezije kod skupine koja je rabila 2,5 % NaOCl kao irigacijsku tekućinu (23). Također, u istraživanju Katalinića, Glocknera i Anića 2,5 % NaOCl je pokazao najmanju snagu adhezije od svih ispitanih skupine, ali ne statistički značajnu u odnosu na CHX (33). Alkhudhairy i suradnici također su utvrdili da je u skupinama koje su rabile 6,15 % NaOCl te kombinaciju 6,15 % NaOCl-a i 0,12 % CHX-a došlo do smanjenja adhezivne snage, a mikroskopskim promatranjem utvrdilo se nedostatan uklanjanje zaostatnog sloja. Uporabom 6,15 % NaOCl-a u kombinaciji sa 17 % EDTA-om ostvarila se veća adhezivna snaga (19). Kao i kod Alkhudhairy, Kul i suradnici ostvarili su čak bolju adhezijsku snagu kod skupine koja je provodila protokol ispiranja s 5,25 % NaOCl-a i 17 % EDTA-e u odnosu na kontrolnu skupinu gdje su uzorci ispirani destiliranom vodom što se razlikuje od rezultata ovog istraživanja (18). U svom istraživanju, Khoroushi, Najafabadi i Feiz upotrebljavali su 2,5 % i 5,25 % NaOCl kao irigacijsku tekućinu prije cementiranja samoadherirajućim kompozitnim cementom. *Push out* testom dobili su veću snagu adhezije u odnosu na kontrolnu skupinu irigiranu fiziološkom otopinom, ali ona nije bila statistički značajna (30). Skuzuki je u svom istraživanju rabio dva SAKC-a različita proizvođača. Uporabom RelyX U200 najbolju adhezivnu snagu ostvaruje skupina s 5,25 % NaOCl-a kao tekućinom za ispiranje, dok uporabom Maxcem Elite najblju adhezivnu snagu razvija kontrolna skupina s destiliranom vodom kao tekućinom za ispiranje (32). Iako NaOCl ima dobra svojstva, njegova uporaba prije cementiranja kompozitne nadogradnje može inhibirati polimerizaciju kompozitnog cementa zbog njegova jakog oksidacijskog svojstva i stvaranja sloja bogatog kisikom na površini korijenskog kanala i time uzrokuje smanjenu adheziju (13). Sloj bogat kisikom pospješuje se dužim vremenom uporabe NaOCl-a kao irigansa (19).

Klorheksidin nema mogućnost uklanjanja zaostatnog sloja, no ipak se pokazala njegova mogućnost smanjenja proteolitičke aktivnosti dentina tako da inhibira enzim matiks metaloproteinaze (MMP). MMP-i su proteolitički enzimi koji uzrokuju degeneraciju kolagenih vlakana koji nisu infiltrirani monomerom nakon aplikacije monomera te posljedično kao takvi, uzrokuju degeneraciju hibridnog sloja. Ovisno o koncentraciji pokazalo se da CHX može inhibirati njihovu degeneraciju i omogućiti bolju snagu adhezije (13, 32).

Iako je unutar ovog istraživanja skupina s klorheksidiom pokazala smanjenu smičnu snagu, Silva i suradnici su uporabom Qmix-a (kombinirano sredstvo EDTA-e i CHX-a) ostvarili veliki iznos adhezivne snage (23). Alkhudhary je u svom istraživanju kombinirao 0,12 % klorheksidin i 6,15 % NaOCl i utvrdio smanjenje snage adhezije te pretpostavlja da je na rezultat utjecalo stvaranje precipitata spojem CHX i NaOCl (19). Kod istraživanja Kul i

suradnika irigacija 2 % CHX-om nije pokazala veću adhezivnu snagu u odnosu na irigaciju NaOCl + EDTA-om (18). Također, u istraživanju Choque-Apaza i Shances-Tito, koji su provodili *micro shear testing*, 2 % CHX ostvario je najviši iznos smične snage adhezije, ali ne statistički značajniji od NaOCl-a i EDTA-e (34). Hipolito je 2012. godine provodeći test mikrotenzilne snage adhezije utvrdio da u odnosu na netretirani dentin kontrolne skupine, CHX bilo u koncentraciji 0,12 % ili 2 % smanjuje snagu adhezije (35).

Kada govorimo o adheziji, uklanjanje zaostatnog sloja, što se ostvaruje upotrebom kelatora, više je nego poželjno kako bi se omogućila bolja penetrabilnost dentina i posljedično bolja infiltracija smole te bolja kvaliteta hibridnog sloja. EDTA reagira s kalcijevim ionima iz dentina gdje tvori topljive kalcijeve soli. Njegova topljivost uzrokuje 20 do 30 mikrometara duboku dekalifikaciju dentina, a dekalifikacija se nastavlja sve dok se otopina ne zasiti. Kombinacija NaOCl-a i EDTA-e se upotrebljava do najviše 1 minutu u korijenskom kanalu, jer dulje vrijeme irigacije može dovesti do erozije dentina, smanjenja njegove mikrotvrdoće te posljedično slabije adhezije (13).

U ovom istraživanju, u sve tri skupine koje su pokazale značajno smanjenje smične snage sveze adhezije bila je prisutna EDTA. Kod Silve i suradnika SmearClear ( kombinirano sredstvo EDTA-e i surfaktanta) je pokazao smanjenu snagu adheziju u odnosu na Qmix (23). U odnosu na Silvu, u Alkudhariryjevu istraživanju skupine koje su sadržavale EDTA-u su pokazale veću adhezivnu snagu u odnosu na skupine irigirane s NaOCl-om ili NaOCl + CHX-om, po čemu se razlikuje od ove studije (19). U istraživanju Dias Moda i suradnika, za razliku od ovog istraživanja, irigacijske su tekućine povećale mikrotenzilnu snagu adhezije u odnosu na kontrolnu skupinu, pogotovo ispiranje s EDTA-om (36).

Unutar ovog se istraživanja može uvidjeti kako su od svih eksperimentalnih skupina skupine koje su imale u protokolu HEDP ostvarile veću smičnu snagu adhezivne sveze. To se može pripisati njegovu dekalifikacijskom svojstvu koje je manje agresivno od EDTA-e, ali i neinterferiranja s djelovanjem NaOCl-a, koji je u manjoj koncentraciji, zbog čega je i njegovo oksidativno djelovanje manje. Samo jedno istraživanje iz 2021. ispitivalo je mikrotenzilnu čvrstoću adhezije kompozitnog cementa nakon ispiranja s otopinom 18 % HEDP-a u kombinaciji s 5,25 % NaOCl-om. U toj je studiji irigacijski protokol bio najbliži ovom istraživanju jer se rabila kombinacija NaOCl-a, HEDP-a i NaOCl-a. Proučavajući utjecaj imedijatne postendodontske restauracije nakon provođenja irigacijskog protokola i one koja se provela nakon 7 dana, Spiccharelli i suradnici došli su do zaključka da je prilikom uporabe NaOCl-a kao irigacijske tekućine poželjno odgoditi postavljanje intrakanalnog kolčića. Rabeći

i 17 % EDTA i AH Plus Cleaner u eksperimentalnim grupama, najveću mikrotenzilnu čvrstoću adhezije kod imedijatnog cementiranja ostvarila je skupina kod koje se provodio protokol 5,25 % NaOCl-om i 18 % HEDP-om te ispiranje sa 100 % etanolom (37). U budućnosti bi se trebala provesti dodatna istraživanja u svrhu ispitivanja adhezivne snage i irigacijskog protokola prilikom uporabe etidronske kiseline kako bi se utvrdila njezina uloga u adheziji kompozitnog cementa. Dosadašnji su rezultati o utjecaju različitih predtretmana dentina na adhezivnu snagu sveze kompozitnog cementa i dentina kontroverzni. Buduće bi istraživanje također trebalo imati veći broj uzoraka te je poželjno protokole rabljene u ovom istraživanju ispitati provodeći *push out* test kako bi se rezultati iznosa adhezivne snage poisovjetili s drugim istraživanjima i standardizirali prema njima.

## **5. ZAKLJUČAK**



U okviru ovog istraživanja može se zaključiti da primjena tekućina za irigaciju neposredno prije adhezivnog cementiranja samoadherirajućim kompozitnim cementom negativno utječu na snagu sveze samoadherirajućeg kompozitnog cementa za radikularni dentin.

Irigacija natrijevim hipokloritom i EDTA-om značajno je smanjila snagu sveze samoadherirajućeg kompozitnog cementa i radikularnog dentina.

Smanjenje snage sveze nije bilo statistički značajno kada se za ispiranje kanala nakon preparacije za nadogradnju, a prije cementiranja rabila etidronska kiselina u kombinaciji s natrijevim hipokloritom, HEDP.

## **6. LITERATURA**

1. Jukić Krmek S, Baraba A, Klarić E, Marović D, Matijević J. Pretklinička endodoncija. Zagreb: Medicinska naklada; 2017. 109–12.
2. Staničić T. Kemijska obrada korijenskoga kanala. *Acta Stomatol Croat.* 1993; 27 (4): 281–8.
3. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J.* 2001; 34 (3): 221–30.
4. Berg MS, Jacobsen EL, BeGole EA, Remeikis NA. A comparison of five irrigating solutions: A scanning electron microscopic study. *J Endod.* 1986; 12 (5): 192–7.
5. Andersen M, Lund A, Andreasen JO, Andreasen FM. In vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *Endod Dent Traumatol.* 1992; 8 (3): 104–8.
6. Tartari T, Guimarães BM, Amoras LS, Duarte MAH, Silva e Souza PAR, Bramante CM. Etidronate causes minimal changes in the ability of sodium hypochlorite to dissolve organic matter. *Int Endod J.* 2015; 48 (4): 399–404.
7. Arias-Moliz MT, Ordinola-Zapata R, Baca P, Ruiz-Linares M, Ferrer-Luque CM. Antimicrobial activity of a sodium hypochlorite/etidronic acid irrigant solution. *J Endod.* 2014; 40 (12): 1999–2002.
8. Okino LA, Siqueira EL, Santos M, Bombana AC, Figueiredo JAP. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int Endod J.* 2004; 37 (1): 38–41.
9. Hülsmann Michael, Rödiger Tina, Nordmeyer Sabine. Complications during root canal irrigation. *Endod Topic.* 2007; 16 (1): 27–63.
10. De-Deus G, Zehnder M, Reis C, Fidel S, Fidel RAS, Galan J, et al. Longitudinal Co-site Optical Microscopy Study on the Chelating Ability of Etidronate and EDTA Using a Comparative Single-tooth Model. *J Endod.* 2008; 34 (1): 71–5.
11. Espinoza I, Conde Villar AJ, Loroño G, Estevez R, Plotino G, Cisneros R. Effectiveness of XP-Endo Finisher and Passive Ultrasonic Irrigation in the Removal of the Smear Layer Using two Different Chelating Agents. *J Dent.* 2021; 22 (4): 243–51.
12. Tarle Z. *Restaurativna dentalna medicina.* Zagreb: Medicinska naklada; 2019. 211–213.
13. Özcan M, Volpato CAM. Current perspectives on dental adhesion: (3) Adhesion to intraradicular dentin: Concepts and applications. Vol. 56, *Jpn Dent Sci Rev.* Elsevier Ltd; 2020. 216–23.

14. Faria ACL, Rodrigues RCS, de Almeida Antunes RP, de Mattos M da GC, Ribeiro RF. Endodontically treated teeth: Characteristics and considerations to restore them. *J Prosthodont Res.* 2011; 55 (2): 69–74.
15. Bergoli CD, Brondani LP, Wandscher VF, Pereira GKR, Cenci MS, Pereira-Cenci T, et al. A multicenter randomized double-blind controlled clinical trial of fiber post cementation strategies. *Oper Dent.* 2018; 43 (2): 128–35.
16. Sarkis-Onofre R, Skupien JA, Cenci MS, Moraes RR, Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: A systematic review and metaanalysis of in vitro studies. *Oper Dent.* 2014; 39 (1).
17. Pereira JR, Pamato S, Santini MF, Porto VC, Ricci WA, Só MVR. Push-out bond strength of fiberglass posts cemented with adhesive and self-adhesive resin cements according to the root canal surface. *Saudi Dent J.* 2021; 33 (1): 22–6.
18. Kul E, Yeter KY, Aladag LI, Ayranci LB. Effect of different post space irrigation procedures on the bond strength of a fiber post attached with a self-adhesive resin cement. *J Prosthet Dent.* 2016; 115 (5): 601–5.
19. Alkhudhairy FI, Yaman P, Dennison J, McDonald N, Herrero A, Bin-Shuwaish MS. The effects of different irrigation solutions on the bond strength of cemented fiber posts. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2018; 10: 221–30.
20. Solon-de-Mello M, da Silva Fidalgo TK, dos Santos Letieri A, Masterson D, Granjeiro JM, Monte Alto R V., et al. Longevity of indirect restorations cemented with self-adhesive resin luting with and without selective enamel etching. A Systematic review and meta-analysis. *J Esthet Restor Dent.* 2019; 31 (4): 327–37.
21. Kim BN, Son SA, Park JK. Effect of exclusive primer and adhesive on microtensile bond strength of self-adhesive resin cement to dentin. *Materials.* 2020; 13 (10).
22. Carrilho E, Cardoso M, Ferreira MM, Marto CM, Paula A, Coelho AS. 10-MDP based dental adhesives: Adhesive interface characterization and adhesive stability – A systematic review. *Materials.* 2019; 12 (5).
23. Silva AM, Alencar CDM, Jassé FFDA, Pedrinha VF, Zaniboni JF, Dantas AAR, et al. Effect of post-space irrigation with acid solutions on bond strength and dentin penetrability using a self-adhesive cementation system. *J Clin Exp Dent.* 2021; 13 (6): 564–71.
24. Oliveira LV, Maia TS, Zancope K, Menzes M de S, Soares CJ, Moura CCG. Can intraradicular cleaning protocols increase the retention of fiberglass posts? A systematic review. *Braz Oral Res.* 2018; 32: 16.

25. Pashley DH, Livingston MJ, Greenhill JD. Regional resistances to fluid flow in human dentine in vitro. *Arch Oral Biol.* 1978; 23 (9): 807–10.
26. Shahravan A, Haghdoost AA, Adl A, Rahimi H, Shadifar F. Effect of Smear Layer on Sealing Ability of Canal Obturation: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod.* 2007; 33 (2): 96–105.
27. Breschi L, Mazzoni A, De Stefano Dorigo E, Ferrari M. Adhesion to intraradicular dentin: A review. *J Adhes Sci Tech.* 2009; 23 (7–8): 1053–83.
28. Ekambaram M, Yiu CKY, Matinlinna JP. Bonding of adhesive resin to intraradicular dentine: A review of the literature. *Int J Adhes Adhes.* 2015; 60: 92–103.
29. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. *J Adhes Dent.* 2020; 22 (1): 7–34.
30. Khoroushi M, Najafabadi MA, Feiz A. Effects of calcium hypochlorite and sodium hypochlorite, as root canal irrigants, on the bond strength of glass fiber posts cemented with self-adhesive resin cement. *Front Dent.* 2019; 16 (3): 214–23.
31. Seballos VG, Barreto MS, Rosa RA da, Machado E, Valandro LF, Kaizer OB. Effect of Post-Space Irrigation with NaOCl And CaOCl at Different Concentrations on the Bond Strength of Posts Cemented with a Self-Adhesive Resin Cement. *Braz Dent J.* 2018; 29 (5): 446–51.
32. Suzuki TYU, Pereira MA, Gomes-Filho JE, Wang L, Assunção WG, Santos PH dos. Do Irrigation Solutions Influence the Bond Interface Between Glass Fiber Posts and Dentin? *Braz Dent J.* 2019; 30 (2): 106–16.
33. Katalinić I, Glockner K, Anić I. Influence of several root canal disinfection methods on pushout bond strength of self-etch post and core systems. *Int Endod J.* 2014; 47 (2): 140–6.
34. Choque-Apaza W, Sánchez-Tito M. Effect of dentin surface pretreatment with four conditioning agents on micro-shear bond strength of a self-adhesive cement. *J Clin Exp Dent.* 2022; 14 (5): 390–5.
35. Di Hipólito V, Rodrigues FP, Piveta FB, Azevedo LDC, Alonso RCB, Silikas N et al. Effectiveness of self-adhesive luting cements in bonding to chlorhexidine-treated dentin. *Dent Mater.* 2012; 28 (5): 495–501.
36. Moda MD, Fagundes TC, Briso ALF, Santos PH dos. Analysis of the bond interface between self-adhesive resin cement to eroded dentin in vitro. *PLoS One.* 2018; 13 (11).

37. Spicciarelli V, Neelakantan P, Cantini E, Marzocco DA, Ounsi HF, Marruganti C, et al. Immediate and Delayed Bond Strength of a Multimode Adhesive to Deep Coronal Dentin Following Different Root Canal Irrigation Regimens. *J Adhes Dent.* 2021; 23(2): 167–75.

## 7. ŽIVOTOPIS

Mihaela Vrebac rođena je 16. siječnja 1999. godine u Osijeku gdje završava svoje osnovno i srednjoškolsko obrazovanje u Tehničkoj školi i prirodoslovnoj gimnaziji Ruđera Boškovića. Godine 2017. upisuje Stomatološki fakultet u Zagrebu. Tijekom studija bila je aktivni sudionik Studentskih sekcija za protetiku, oralnu medicinu te dječju i preventivnu stomatologiju, a na petoj godini postaje voditelj Sekcije za dječju i preventivnu stomatologiju. U sklopu Studentskih sekcija, sudjelovala je u organizaciji 4., 5. i 6. Simpozija studenata dentalne medicine te vodila predavanje „Kako protetski zbrinuti pacijenta s bruksizmom?“ kao i radionice „Hall tehnika“ i „ICON tehnika“. Dvije je godine bila član organizacijskog odbora Oral Cancer Week-a i jedan od organizatora kongresa „Priča o oralnom karcinomu – upoznaj i prepoznaj!“. Autor je dvaju zbornika sažetaka s navedenih kongresa. Za vrijeme studija prisustvuje brojnim studentskim i fakultetskim kongresima. U akademskoj godini 2021./2022. osvaja Rektorovu nagradu za individualni znanstveni rad pod nazivom „Utjecaj različitih restaurativnih tehnika kod endodontski liječenih zubi na frakturnu otpornost krune zuba“. Tijekom studija volontira na Zavodu za dječju i preventivnu stomatologiju i Zavodu za endodonciju i restaurativnu stomatologiju te piše članke u studentskom časopisu Sonda.