

Stomatološki fakultet sa klinikama

Univerzitet u Sarajevu

## **IRIGACJA U ENDODONCIJI- SAVREMENI ASPEKT**

Studentica, broj indeksa:

Sadžida Aščerić, 6757

Mentorica:

Prof. dr. Selma Jakupović

Sarajevo, septembar, 2018.

Rad je izrađen na Katedri za dentalnu patologiju s endodoncijom Stomatološkog fakulteta sa klinikama, Univerzitet u Sarajevu.

Mentor rada je prof. dr. Selma Jakupović,

Katedra za dentalnu patologiju s endodoncijom Stomatološkog fakulteta sa klinikama,  
Univerzitet u Sarajevu.

Komisija :

1. Prof. dr. Alma Konjhodžić - predsjednik komisije
2. Doc. dr. Irmina Tahmiščija - član
3. Prof. dr. Selma Jakupović - mentor i član

Rad sadrži:

- 41 stranicu
- 11 slika
- 1 CD

## **Zahvala**

Zahvaljujem svojoj mentorici, prof. dr. Selmi Jakupović na pomoći, susretljivosti, znanju i korisnim savjetima te ustupljenim materijalima kojim mi je pomogla u pisanju ovog diplomskog rada.

Zahvaljujem se svojim roditeljima na podršci i bezuvjetnoj ljubavi koju su mi pružili tokom čitavog školovanja.

Zahvaljujem i svojim prijateljima i kolegama na međusobnoj potpori.

## Sadržaj:

1. Sažetak .....	7.
2. Summary .....	8.
3. Uvod .....	9.
4. Hemomehanička preparacija .....	10.
5. Irigacija u endodonciji .....	11.
6. Prepreke u čišćenju korijenskih kanala .....	12.
7. Metode uklanjanja razmaznog sloja .....	13.
7.1. Uklanjanje pomoću rastvora .....	13.
7.1.1. Sredstva za irigaciju .....	13.
7.1.2. Ručne tehnike irigacije .....	18.
• Ispiranje špricom i iglom .....	19.
• Ručne četkice .....	20.
7.2. Ultrazvučno uklanjanje .....	21.
7.3. Uklanjanje laserom .....	23.
7.3.1. PAD .....	25.
7.3.2. Laserski aktivirano ispiranje .....	26.
7.3.3. Specifična LAI tehnika .....	26.
8. Irigacija u endodonciji - savremeni aspekt .....	27.
8.1. Tehnike ispiranja potpomognute uređajima .....	28.
8.1.1. Rotirajuće četkice .....	28.
8.1.2. Kontinuirano ispiranje tokom instrumentacije .....	28.
• Quantec-E irigacioni sistem .....	28.
• SAF .....	29.
• VATEA sistem .....	29.

8.1.3. Zvučno aktivno ispiranje. ....	30.
• Vibringe sistem . . . . .	30.
• EndoActivator sistem . . . . .	30.
• Rispisonic file . . . . .	31.
8.1.4. Uređaji koji se temelje na naizmjeničnom pritisku . . . . .	32.
• EndoVac sistem . . . . .	32.
• RinsEndo sistem . . . . .	34.
8.1.5. Sistem irigacije na bazi ozona. ....	35.
8.1.6. Endox endodontski sistem. ....	36.
8. 1.7 Elektrohemijski aktivirana voda . . . . .	36.
8.1.8. OPW . . . . .	36.
9. Zaključak . . . . .	37.
10. Literatura . . . . .	38.
11. Biografija . . . . .	41.

## **Skraćenice:**

NaOCl - natrijev hipohlorit

EDTA – etilen-diamino-tetra-acetatna kiselina

PAD - engl. photoactive disinfection, bos. fotoaktivirana dezinfekcija

AUI- aktivna ultrazvučna irigacija

PUI- pasivna ultrazvučna irigacija

OPW- engl. Oxidative potential water

SAF– engl. Self Adjusting File (Samoprilagidavajući instrument)

LAI - engl. Laser activated irrigation (Laserski aktivirano ispiranje)

Nd: YAG - engl. Neodymium-doped Yttrium Aluminium Garnet, bos. neodimij: itrijaluminij-garnet

Er: YAG - engl. Erbium Yttrium Aluminium Garnet, bos. erbij: itrij-aluminij garnet

Er, Cr: YSGG - engl. Erbium Chromium Yttrium Scandium Gallium Garnet, bos. erbij-krom: itrij-skandij-galij garnet

## 1. Sažetak

Primarna etiologija pulpalnih oboljenja je bakterijske prirode. Svrha endodontskog tretmana je prevencija razvoja periapikalne lezije i stvaranje uvjeta za cijeljenje postojeće lezije. Za uspješnost endodontskog tretmana potrebno je uraditi hemomehaničku preparaciju cjelokupnog kanalnog sistema sa uklanjanjem patogenih mikroorganizama i postići trodimenzionalno punjenje sa zaptivanjem kanalnog prostora. Ako se mehanička preparacija sprovodi bez istovremene irigacije, endodontski tretman sigurno neće uspjeti. Irigacija i dezinfekcija korijenskog kanala podrazumijeva upotrebu različitih hemijskih sredstava za ispiranje i uređaja za njihovu aktivaciju, sa ciljem eliminacije bakterija iz korijenskog kanala. Međutim, zbog različite morfologije korijenskih kanala može se reći da irigansi teže ili nikako ne prodiru do nepristupačnih mjesta u kanalu konvencionalnom metodom pa je napredak tehnologije i znanja doveo do primjene brojnih savremenih tehnika irigacije korijenskog kanala, što je značano utjecalo na uspješnost dezinfekcije. Opće prihvaćen stav u endodonciji je, da je najvažniji aspekt uspješne endodontske terapije pravilan debridman korijenskih kanala. Razvijeni su različiti uređaji za irigaciju kako bi se omogućilo efikasno čišćenje i uklanjanje superiornih ostataka kako bi se zamijenio stariji način irigacije iglom. Mnoge kliničke studije su prijavile veću uspješnost u efikasnom smanjenju broja mikroba. Međutim, ne postoji visok nivo dokaza koji pokazuje korelaciju kliničke efikasnosti ovih uređaja sa boljim rezultatima liječenja.

**Ključne riječi:** endodontski tretman; sredstva za ispiranje; irigacija korijenskog kanala

## 2. Summary

The primary etiology of pulpal disease is bacterial nature. The purpose of endodontic treatment is to prevent the development of periapical lesions and to create conditions for the healing of the existing lesion. For the success of the endodontic treatment, it is necessary to make chemomechanical preparation of the entire canal system by removing pathogenic microorganisms and to achieve three-dimensional filling with the sealing of the canal space. If mechanical preparation is carried out without simultaneous irrigation, endodontic treatment will certainly fail. Irrigation and disinfection of the root canal requires the use of various chemical rinsing agents and devices for their activation, with the aim of eliminating bacteria from the root canal. However, due to the different morphology of the root canals, the irrigants penetrate harder or do not penetrate into inaccessible places in the canal by using the conventional method of irrigating, so the advancement of technology and knowledge has led to the application of many modern techniques of root irrigation techniques, which significantly influenced the success of disinfection. A generally accepted opinion in endodontics is that the most important aspect of successful endodontic therapy is the correct debridement of the root canals. Various irrigation devices have been developed to give the effective cleaning and superior debris removal in order to replace the older needle irrigation method. Many clinical studies have reported the higher efficacy in effective microbial count. However, there is no high level of evidence that correlates the clinical efficacy of these devices with better treatment outcomes.

**Key words:** endodontic treatment; rinsing agents; irrigation of root canal



### 3. Uvod

Uspjeh endodontskog liječenja ovisi od brojnih faktora kao što su, prije svega, ispravna dijagnoza, aseptični uslovi rada, poznavanje morfoloških karakteristika zuba i njihovih kanala, pravilno formiran pristupni kavitet, pravilan izbor tehnike te poznavanje i provođenje osnovnih principa instrumentacije, medikacije i opturacije. Međutim, opće prihvaćen stav u endodonciji je, da je najvažniji aspekt uspješne endodontske terapije pravilan debridman korijenskih kanala.

U nedostupnim dijelovima kanala čak i nakon hemodinamičke obrade ostaju ostatci pulpe, nekrotičnog tkiva, bakterije i njihovi produkti. Na zidovima kanala tokom hemomehaničke preparacije se stvara razmazni sloj. Njega čine organski i neorganski debrisi ali i bakterije koje su zaostale u kanalu. Razmazni sloj bakterijama služi kao supstrat za razmnožavanje. On takođe predstavlja fizičku barijeru na zidovima kanala korijena: sprječava penetraciju silera u dentinske tubule, ometa njihovu adheziju te dovodi do mikrocurenja između zida kanala i punjenja. Na taj način se smanjuje kvalitet opturacije pa je uklanjanje razmaznog sloja neophodno. (1)

Bakterije se najviše zadržavaju u nepristupačnim mjestima kao što su akcesorni i lateralni kanali, isthmusi, ramifikacije, delte i dentinski kanalići. Konvencionalnom metodom se ne postiže potpuno uklanjanje razmaznog sloja u apikalnim dijelovima korijena, na nepristupačnim mjestima niti kod zakrivljenih i drugih morfoloških oblika kanala. Zato se u posljednje dvije decenije istražuju efikasnije i novije metode aktivnog ispiranja kanala koje bi mogle imati veću učinkovitost dekontaminacije korijenskih kanala od klasične metode irigacije, kako bi irigansi dopirali do nepristupačnih, manjih mjesta u kanalu time i povećali uspješnost endodontskog liječenja.

#### **4. Hemomehanička preparacija**

Preparacija korijenskog kanala predstavlja mehaničko oblikovanje i hemijsko čišćenje kanala. To podrazumijeva oblikovanje korijenskog kanala u obliku konusa, te uklanjanje ostataka pulpe, mikroorganizama i razmaznog sloja pomoću irigansa. Oblik konusa je najpovoljniji oblik kanala za irigaciju i za opturaciju, to jeste, da je kanal širi koronarno i uži apikalno. Odstupanje od ovog oblika vodi greškama u punjenju, mogućoj reinfekciji i potrebom za revizijom.

Preparacija korijenskog kanala se sastoji od mehaničkog i hemijskog aspekta koji se izvode naizmjenično kako bi se omogućilo rastvaranje dentina tokom instrumentacije, podmazivanje instrumenta i mehaničko uklanjanje mikroorganizama te zaostalog puplnog tkiva i dentinskih opiljaka. Ako se mehanička preparacija sprovodi bez istovremene irigacije, endodontski tretman sigurno neće uspjeti.

Na zidovima dentina tokom instrumentacije kanala ostaje zaostali ili razmazni sloj koji sprečava prodor antimikrobnog sredstva u dentinske tubule. Kada je pulpa nekrotična, ovaj sloj predstavlja rezervoar za mikroorganizme. Također, razmazni sloj tokom opturacije otežava prodor silera u dentinske kanaliće te na taj način smanjuje kvalitet opturacije pa je uklanjanje razmaznog sloja neophodno.

## 5. Irigacija u endodonciji

Irigacija predstavlja ispiranje kanala pomoću tečnih sredstava kojima se uklanja razmazni sloj, rastvaraju strugotine dentina, dezinficira korijenski kanal i olakšava mehanička instrumentacija, zbog čega je obavezna upotreba irigansa tokom endodontskog tretmana.

Irigacijom se vrši vlaženje endodontskog instrumenta tokom mehaničke obrade kanala. Vlaženje instrumenta smanjuje mogućnost loma instrumenta, smanjuje torzijske sile te olakšava manipulaciju instrumenta.

Međutim, zbog različite morfologije korijenskih kanala može se reći da endodontski prostor velikim dijelom ostaje neinstrumentiran kod lateralnih kanala, apikalne delte i interkanalne komunikacije, irigansi teže ili nikako ne prodiru do nepristupačnih mjesta u kanalu konvencionalnom metodom.

Danas preovladava mišljenje da razmazni sloj treba ukloniti, i za to postoji nekoliko razloga:

- sastoji se od bakterija i njihovih produkata i nekrotičnog tkiva. Bakterije mogu da prežive, da se razmnožavaju, pa razmazni sloj predstavlja rezervoar patogenih mikroorganizama,
- može biti supstrat za bakterije koji potpomaže dublju penetraciju u tubule,
- može da ograniči penetraciju iriganasa, medikamenata kao i adheziju opturacionog materijala za dentin kanala korijena. (1)

### **Ciljevi irigacije korijenskih kanala su:**

- Uništavanje mikroorganizama
- Podmazivanje instrumenata (lubrikacija)
- Mehaničko uklanjanje pulpnog tkiva i dentinskih opiljaka
- Uklanjanje razmaznog sloja (helacija)

## 6. Prepreke u čišćenju sistema korijenskih kanala

Složenost sistema korijenskih kanala, prisustvo brojnih dentinskih tubulusa u zidovima kanala, invazija tubulusa mikroorganizmima, formiranje razmaznog sloja tokom instrumentacije i prisustvo dentina kao tkiva su glavne prepreke u postizanju primarnih ciljeva kompletnog čišćenja i oblikovanja sistema korijenskih kanala.

Mikroskopski pregledi korijenskih kanala pokazuju da su neregularni i složeni sistemi sa puno akcesornih i bočnih kanala. U korijenu dentinski tubulusi pružaju se od pulpe do cementnog dentina. Istraživanja su pokazala prisustvo bakterija u dentinskim tubulusima kod inficiranih zuba na otprilike pola udaljenosti između zidova korijenskog kanala i cementno-dentinskog spoja. (5)

Prisustvo ovih prirodnih kompleksa u korijenskim kanalima, važni su za kliničare da razmotre prilikom čišćenja i oblikovanja sistema korijenskih kanala. Pored ovih prirodnih poteškoća, poznato je da se tokom čišćenja i oblikovanja stvara razmazni sloj koji pokriva zidove instrumentalnog kanala.

Ovaj razmazni sloj sadrži neorganske i organske supstance kao fragmente odontoplastičnih procesa, mikroorganizama i nekrotičnih ostataka. Intrakanalni irigansi i medikamenti koriste se tokom liječenja korijenskog kanala kako bi dospjeli u složene dijelove kanala i uklonili razmazne slojeve. Intrakanalni irigansi ispoljavaju svoje efekte mehanički i hemijski. Mehanički efekti irigansa nastaju protokom rastvora tokom čišćenja i oblikovanja inficiranih korijenskih kanala, značajno smanjujući bakterijsko prisustvo. Studije pokazuju da irigansi koji posjeduju antibakterijska svojstva imaju superiornu efikasnost u smanjenju bakterija i njihovoj eliminaciji u poređenju sa fiziološkim rastvorima. (5)

## **7. Metode uklanjanja razmaznog sloja: (1)**

7.1. Uklanjanje pomoću rastvora

7.2. Ultrazvučno uklanjanje

7.3. Uklanjanje laserom

### **7.1. Uklanjanje pomoću rastvora**

Količina razmaznog sloja koja će biti uklonjena zavisi od dužine trajanja irigacije, od pH vrijednosti rastvora i od osobina samog rastvora.

#### **7.1.1.Sredstva za irigaciju**

- Natrijhipohlorit
- Hlorheksidin
- Helatna sredstva:
  - EDTA
  - Limunska kiselina
- Ostali irigansi:
  - Fiziološka otopina
  - Hidrogenperoksid

### **Natrijum hipohlorit (NaOCl)**

Natrijhipohlorit je sredstvo za irigciju korijesnih kanala koje se najčešće koristi. Ima sposobnost rastvaranja organskog dijela dentina (organolitički efekat), rastvara preentin i dentin parakanalnog sloja. Rastvarački efekat je izraženiji na nekrotičnom tkivu. Ono posjeduje antiseptičko djelovanje, uništava mikroorganizme i sprečava njihov rast i razmnožavanje. Također, podmazuje endodontske instrumente i vrši mehaničko ispiranje kanala uklanjajući tkivne ostatke iz kanala.

U endodonciji se koriste koncentracije u rasponu od 0,5% do 5,25%. Porastom koncentracije ovog rastvora, raste i njegova toksičnost. Najčešće se koristi u rastvoru 2,5%-3% kada ima odgovarajuće antimikrobno i rastvaračko dejstvo uz smanjenu toksičnost. pH vrijednost natrijhipohlorita iznosi 8,9. Na efikasnost djelovanja pored koncentracije utiče i količina irigansa. NaOCl treba ostati dovoljno dugo u kontaktu sa zidovima kanala, da bi ostvario odgovarajuće djelovanje. Ultrazvučna aktivacija irigansa se preporučuje u situacijama kada nemamo dovoljno vremena. Akustično mikrostrujanje povećava efikasnost irigansa, zagrijava ga i poboljšava njegove kretnje.

Za redukciju bakterija važnija je njegova količina od njegove koncentracije pa mu je veći efekat u većem lumenu. Zbog toga se preporučuje krunično-apeksna preparacija zbog većeg mjesta deponovanja rastvora što povećava efekat. Tokom rastvaranja tkiva hloridni anjoni se troše, pa je potrebno češće unošenje nove i svježije količine irigansa. Tokom instrumentacije, preporučena količina NaOCl-a iznosi 10-20 ml po kanalu.

Nedostatak NaOCl-a je to što ne djeluje na anorganski dio razmaznog sloja. Također zbog njegove toksičnosti treba izbjegavati kontakt sa sluznicama usne duplje što se postiže upotrebom koferdama. NaOCl je nestabilno jedinjenje, njegov se efekat smanjuje na prisustvu zraka. Ima visoku površinsku napetost što mu ograničava difundiranje u dublje dijelove dentinskih tubulusa.

NaOCl je potrebno koristiti u kombinaciji sa nekim od helatora, kao što su EDTA ili limunska kiselina, zbog njegove nemogućnosti uklanjanja anorganskih komponenti razmaznog sloja.

## **Hlorheksidin**

Hlorheksidin ima zadovoljavajući antimikrobni efekat na brojne mikroorganizme ali i na gljivice kao što je *Candida albicans*, što je njegova glavna prednost.

Koristi se kao rastvor u koncentraciji od 2% i ima pH 5,5-7. Može se koristiti kao gel ili kao rastvor. Hlorheksidin ima sposobnost vezivanja za dentin sa prolongiranim efektom na mikroorganizme. Posjeduje zadržan antimikrobni efekat i 12 sedmica nakon tretmana. Manje je toksičan od NaOCl-a, ali slabije rastvara dentin.

Njegovi nedostaci su nemogućnost rastvaranja organskih tiva i razmaznog sloja pa se ne koristi kao glavni irigans, već kao dodatak standardnoj irigaciji sa NaCl-om.

Preporučuje se kao završni irigans nakon ispiranja sa EDTA kada je potreban maksimalni antibakterijski učinak prije opturacije.

Međutim, treba znati da se pri kontaktu hlorheksidina sa NaCl-om formira jedinjenje para-hloranilin, narandžasto-smeđeg taloga, koje se adherira na zidove kanala i uzrokuje diskoloraciju zuba. Ovo jedinjenje je potencijalni kancerogen, pa se preporučuje ispiranje fiziološkom otopinom i sušenje kanala između upotrebe NaOCl-a i hlorheksidina kako bi se izbjegla njihova interakcija.

## **Helatna sredstva**

Najčešće korišteni helatori su EDTA i limunska kiselina, postoje i poliakrilna kiselina, taninska i fosforna kiselina. Ni jedno od ovih sredstava nije idealno, posjeduju mnoge prednosti i nedostatke. (1)

Helatori pospješuju efikasnost antimikrobnih irigansa tako što imaju sposobnost vezivanja jona kalcija i na taj način vrše demineralizaciju i uklanjanje anorganskog dijela razmaznog sloja. Mogu biti u obliku otopine ili gela.

## **EDTA**

EDTA (Etilen-diamino-tetra-acetatna kiselina) je organsko jedinjenje koje sa kalcijumom i magnezijumom iz dentina stvara helatne komplekse i time demineralizira dentin, razmekša i čini ga rastvorljivim. EDTA olakšava instrumentaciju uskih i povijenih korijenskih kanala, skraćuje vrijeme instrumentacije te povećava permeabilnost dentinskih tubulusa. Koristi se u koncentraciji od 15% do 20% u trajanju od jedne minute. Njegov pH iznosi 7,3 (neutralno). U kanalu ispoljava efikasnost 5-10 minuta, pa je potrebno češće unošenje ovog helatora.

EDTA uklanja anorganske komponente razmaznog sloja. Organski sadržaj razmaznog sloja može biti dobra podloga za rast i razmnožavanje bakterija i sprečava dobro vezivanje paste za opturaciju i dentina. Pa je nedostatak EDTA nemogućnost uklanjanja organskih komponenti iz korijenskog kanala. Također, nema antibakterijsko djelovanje, tako da ne može biti jedini irigans.

EDTA helator je potrebno koristiti kombinovano sa irigacijom NaOCl-om koji ispoljava organolitičko dejstvo i antibakterijsko djelovanje.



### **Limunska kiselina**

Limunska kiselina je helator koji se najčešće koristi u koncentraciji od 10%. Ima identičan mehanizam djelovanja kao EDTA. Limunska kiselina bolje uklanja razmazni sloj od poliakrilne, mliječne i fosforne kiseline, ali ne i od EDTA.

Nakon upotrebe helatora potrebno je izvršiti irigaciju NaOCl-om da bi se uklonile organske komponente tkiva. Ne preporučuje se prolongirana upotreba helatora zbog mogućnost pretjeranog uklanjanja peritubularnog i intratubularnog dentina. (1)

### **Ostali irigansi:**

#### **Fiziološka otopina**

Djelovanje fiziološke otopine u korijenskom kanalu je isključivo mehaničko djelovanje. Fiziološka otopina je biokompatibilna. Ona ne djeluje na razmazni sloj niti na organske i anorganske komponente. Također nema antimikrobno djelovanje pa se koristi za ispiranje kanala između dva hemijski različita irigansa kako bi se izbjegla njihova interakcija.

#### **Hidrogenperoksid**

Hidrogenperoksid ( $H_2O_2$ ) se koristi u koncentraciji od 3%. Njegovo djelovanje je mehaničko izbacivanje dentinskih opiljaka pjenom koja nastaje oslobađanjem nascentnog kisika. Nascentni kisik ima baktericidno dejstvo i hemostatičko ali ne djeluje organolitički. Danas se njegova upotreba ne preporučuje zbog mogućeg nastanka tkivnog emfizema u slučaju prebacivanja hidrogenperoksida u periapikalni prostor.

### **7.1.2. Ručne tehnike irigacije**

Ručni sistem irigacije pomoću igala je i dalje u širokoj primjeni, prihvaćen od strane opštih stomatologa i specijalista endodontije. U ovoj tehnici se izdavanje irigansa u kanale kroz iglicu vrši pasivno ili aktivno uz agitaciju. Agitacija se postiže pomjerajem igle gore i dole u prostoru kanala. Dizajn ovih igala mogu biti kanali sa zatvorenim krajem i bočnim ventilom. Međutim, pri korištenju konvencionalne tehnike irigacije iglom, rastvor je isporučen samo 1 mm dublje od vrha igle. Teško je pristupiti apikalnoj trećini kanala, jer se vrh igle često nalazi na koronarnoj trećini uskog kanala ili, u najboljem slučaju, na srednjoj trećini širokog kanala.

Ipak, mehaničko dejstvo ispiranja konvencionalnom metodom irigacije pomoću igle je relativno slabo. Konvencionalna irigacija iglom nepristupačnih i nepravilnih korijenskih kanala vjerovatno će dovesti do ostatka debrisa i bakterija, čime se otežava vršenje temeljitog debridmana korijenskog kanala. Ovi nedostaci dovode do potrežnje za razvojem sistema irigacije pomoću mašine. (4)

- **Ispiranje špricom i iglom**

Za irigaciju korijenskih kanala koriste se jednokratne sterilne šprice i igle manjeg promjera. Minimalna apikalna širina obrađenog kanala treba biti #30 ili #35, da bi igla mogla doći do pune radne dužine. Igla se uvodi u korijenski kanal dok se ne zaglavi u kanalu, zatim se povuče koronarno 1-2 mm, tako da stoji labavo u kanalu što omogućava povrat irigansa iz kanala. Zatim se uz lagane koronarno-apikalne pokrete lagano potiskuje irigans u kanal. Ispiranje treba biti obilno, najmanje 2-5 ml po kanalu.

Nakon upotrebe endodontskog instrumenta i svakog narednog, vrši se obilato ispiranje kanala irigansom, nakon čega se kanal ne suši već se mehanička obrada idućim instrumentom vrši u kupki od irigansa. Ne smije se vršiti irigacija dok je igla zaglavljena u kanalu, to može dovesti do prelaska irigansa u periapeks.

**Predloženi protokol irigacije: (2)**

1. Neposredno nakon trepanacije isprati komoru zubne pulpe sa NaOCl-om
2. Tokom preparacije, a nakon svakog endodontskog instrumenta, kontinuirano ispirati kanal sa NaOCl-om
3. Nakon završene instrumentacije, ispirati kanal sa 5 ml EDTA ili limunskom kiselinom u trajanju od jedne minute
4. Završno isprati kanal sa NaOCl-om u trajanju od jedne minute
5. Posušiti kanal papirnim kočićima

Kod zakrivljenih i uskih kanala se može koristiti helator prije svakog endodontskog instrumenta. Irigacija hlorheksidinom se preporučuje nakon upotrebe EDTA i fiziološke otopine kod perzistentnih infekcija korijenskog kanala.

Konvencionalnom metodom, sredstva za ispiranje se unose iglom i špricom. A nedostatak ove metode jeste nedovoljna izmjena tekućine u korijenskom kanalu i djelovanje 1-2mm od vrha igle.

- **Ručne četkice:**

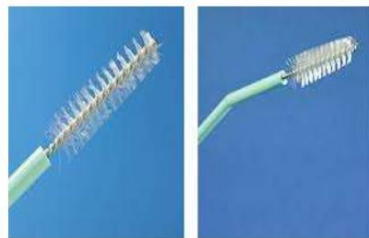
**Max-i-sonda** je modifikovani dizajn redovnih ručnih igala za irigaciju sa dobro zaobljenim, bliskim vrhom i disperzijom bočnog luka. Ova igla je dostupna u širokom spektru kalibra od 21 do 30. Proizvođač tvrdi da zaobljeni vrh sprečava rizik od perforacije vrha korijena i omogućava sigurnu irigaciju cijele dužine kanala korijena. Raspršivanje rastvora za irigaciju kroz bočni port u kanilu stvara jedinstveno turbulentno kretanje, koje temeljito navodnjava preparirani korijenski kanal, ali sprečava prodor rastvora i debrisakroz periapikalni foramen. Ručni sistemi za irigaciju iglom omogućavaju dobru kontrolu dubine igle i zapremine irigansa kojim se ispira korijenski kanal.(4)

**NaviTip Fx** je iglica za irigaciju prekrivena četkom. Četka je dodatak koji je dizajniran za debridman zidova kanala. NaviTip FX igla daje poboljšanu čistoću u koronarnoj trećini u poređenju one bez četkice. Ipak, razlike u apikalnim i srednjim trećinama nisu statistički značajne. NaviTip FX četke se mogu pomjerati unutar nepravilnih kanala. (4)

**Endobrush četkice** ne dovode sredstvo za ispiranje u korijenski kanal, već služe boljem čišćenju kanala i pomicanju tekućine. Riječ je o spiralnoj četkici koja se koristi rotirajućim pokretima od 90 stepeni kombiniranim s pokretima od 2 do 3 mm u smjeru gore-dole. Vlakna četkice mogu doprijeti do neinstrumentiranih dijelova kanala poput istmusa, no zbog svoje veličine apikalni dijelovi kanala su im nedostupni i tu mogu dovesti do nakupljanja debrisa.(6)



**Slika 1.** Navitip FX. Preuzeto (12)



**Slika 2.** Endobrush četkice. Preuzeto: (13)

## 7.2. Ultrazvučno uklanjanje razmaznog sloja

U endodonciji, primjena dentalnog ultrazvuka počela je 80-tih godina prošlog vijeka. Pasivnu ultrazvučnu irigaciju prvi put uvodi Weller. Termin “pasivna ultrazvučna irigacija” nije najadekvatniji, jer je proces aktivan, ali se to odnosi na ultrazvučnu iglu koja u širokom kanalu nema mehaničko dejstvo na dentinske zidove. Igla se može slobodno kretati i irigans može lakše penetrirati u apikalne dijelove kanala, što dovodi do boljeg debridmana. (1)

Ultrazvučna tehnika obrade endodontskog prostora metoda je izbora, te uz kontinuiranu irigaciju djelotvorno uklanja inficirano tkivo iz korijenskog kanala, konično ga proširuje ostavljajući čiste i glatke zidove bez razmaznog sloja.

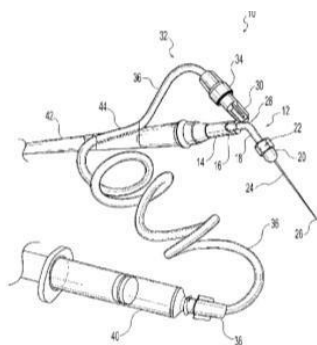
Fizikalne osnove rada ultrazvučnih endodontskih uređaja temelje se na transverzalnim oscilacijama strugača. Slobodno vibrirajući vrh instrumenta uz akustično strujanje otopine Na-hipoklorita proizvodi hidrodinamični stres dovoljno jak da čisti zidove korijenskoga kanala. Ultrazvučna metoda obrade korijenskih kanala pruža provjereno poboljšanu tehniku endodontskog tretmana i zajedno sa dosad poznatim i potvrđenim tehnikama, jedna je od metoda izbora u postupku liječenja bolesne zubne pulpe i periapeksnih patoloških promjena. (3)

Vršena je i aktivacija NaOCl ultrazvučnim uređajem i rezultati su bili zadovoljavajući. U nekim radovima navode da su dobili površine dentina bez razmaznog sloja. Međutim, kasnija istraživanja su dovela do zaključka da NaOCl aktiviran ultrazvukom ne može u potpunosti ukloniti razmazni sloj. Mayer je poredio konvencionalnu irigaciju ipasivnu ultrazvučnu irigaciju, te je došao do zaključka da nema statistički značajne razlike u kvalitetu uklanjanja razmaznog sloja. (1)

Ultrazvučna irigacija može se koristiti kao intermitentno (naizmjenično) ili kontinuirano ultrazvučno ispiranje. U intermitentnom ultrazvučnom ispiranju, irigans se isporučuje u korijenski kanal pomoću igle za špricu. Zatim se irigans aktivira pomoću ultrazvučnog oscilirajućeg instrumenta. Nusstein je razvio adapter za držanje igle u ultrazvučnom držaču. Tokom ultrazvučne aktivacije, umjesto endosoničnog fajla koristi se iglica za irigaciju veličine 25. To omogućava ultrazvučnu aktivaciju, da se vrši uz maksimalno podešenu snagu bez loma igle.

U kontinuiranom ultrazvučnom sistemu irigacije, igla seistovremeno aktivira pomoću ultrazvučnog ručnika, dok se irigans isporučuje iz intravenoznih cjevčica povezanih preko Luer-loka za špricu za irigaciju. Stoga se irigans može dostaviti apikalno preko igle pod stalnim protokom umjesto da se povremeno isprazni iz koronalnog pristupnog otvora.

Različite studije pokazale su da jedan minut kontinuiranog ultrazvučnog irigiranja proizvodi znatno čistije kanale i istmusa u vitalnim i nekrotičnim zubima. (4)



**Slika 3.** Nussteinov uređaj za držanje igle,  
Kontinuirani PUI. Preuzeto: (14)



**Slika 4.** Ultrasonic File,  
Intermitentni PUI. Preuzeto: (15)

### 7.3. Uklanjanje razmaznog sloja laserom (1)

Maiman je 1960.godine zvanično predstavio prvi laser, od tada je više od stotinu različitih tipova laserskih sistema razvijeno za različite primjene u industriji i medicini. Riječ “laser” je akronim za **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation tj. pojačanje svjetlosti stimulisanom radijacionom emisijom.

Spektar mogućih aplikacija lasera u endodonciji proširio je brz razvoj laserske tehnologije kao i dobro razumijevanje interakcije tkiva sa laserskim zrakom. Pronalazak novih endodontskih nastavaka i fleksibilnih vlakana omogućio je primjenu ove tehnologije kod brojnih endodontskih procedura kao što su: dijagnozu pulpalnih oboljenja, prekrivanje pulpe, pulpotomiju, uklanjanje razmaznog sloja i endodontsku hirurgiju.

Argon laser je bio prvi laser koji je dao rezultat o efikasnom uklanjanju debrisa sa zidova kanala. Upotreba Nd: YAG lasera dovela je do otapanja dentina, rekristalisanja strukture i stvaranja površine koja je izgledala kao glazirana.

CO2 laser se koristio da otvori dentinske tubule, ukloni organsku komponentu i da učvrsti hidrokisapatit.

Er: YAG laser se koristi, posljednjih godina, za uklanjanje razmaznog sloja. Ovo je laser kod koga je aktivni medijum erbijum-jitrijum-aluminijum-garnet. Dokazano je da efikasno uklanja razmazni sloj i otvara dentinske tubule.

Još od kraja 90. godina prošlog vijeka, naučne studije pokušavaju da odgovore na pitanje da li je efikasnije uklanjanje razmaznog sloja postignuto hemijskim rastvorima ili laserskom iradijacijom. Kalyoncuoglu sa saradnicima upoređuje kvalitet uklanjanja razmaznog sloja pomoću dva rastvora (EDTA, MTAD) i dva lasera (Er: YAG i Nd: YAG) metodom skening elektronske mikroskopije. Rezultati pokazuju da su najbolji rezultati postignuti primenom rastvora EDTA i NaOCl. Drugi autori porede dvije vrste lasera (Er: YAG i Nd: YAG) i pokazuju da bolje rezultate ostvaruje Er: YAG laser, ali pri tom ni jedan ne uklanja razmazni sloj u potpunosti.

Takeda u svom radu upoređuje tri irigansa (EDTA, fosforna kiselina, limunska kis.) i dva lasera (Er: YAG i CO<sub>2</sub>) i dolazi do zaključka da je Er: YAG laser najefikasniji u uklanjanju razmaznog sloja.

Savremena nauka pokušava da kombinuje iradijaciju Er: YAG laserom sa različitim irigansima, i dolazi do rezultata da u kombinaciji sa NaOCl i EDTA rastvorima daje najbolje rezultate. Naučno je dokazano da efikasno uklanja razmazni sloj, povećava adheziju dentina i deluje antibakterijski. Postoji stalna težnja da se superiornom tehnologijom zamijeni kombinacija NaOCl i EDTA sa ciljem da se dobiju još bolji rezultati. (1)

Laseri se mogu koristiti za dezinfekciju korijenskih kanala direktnom iradijacijom, kao fotodinamska terapija (PAD), laserski aktivirano ispiranje (C-LAI) i PIPS tehnika (H-LAI).

Kod direktne iradijacije laserom koriste se nastavci ili fleksibilna optička vlakna, postavljena u korijenski kanal 1 mm kraće od radne dužine, koji provode lasersku zraku dok se izvlače van kanala kružnim ili vertikalnim pokretima. Postupak se provodi nakon završenog čišćenja i širenja korijenskoga kanala (proširenog barem do veličine ISO 30) kao konačni postupak kojim se smanjuje broj bakterija u korijenskom kanalu prije punjenja. Za direktnu iradijaciju, koriste se laseri srednjeg i bližeg infracrvenog spektra. Laseri bližeg infracrvenog spektra su Nd: YAG (neodimij: itrij-aluminij-garnet), valne dužine 1064 nm, i diodni, valne dužine 810 i 980 nm. (7)



### **7.3.1.PAD (Photo Activated Disinfection)**

Nedavno je uveden koncept fotoaktivirane dezinfekcije (PAD) kako bi se minimizirale ili eliminirale rezidualne bakterije u korijenskom kanalu. PAD tehnika koristi netoksične boje, nazvane fotosenzibilizatori (PS), i vidljivo svjetlo niskog intenziteta koje se, u prisustvu kiseonika, kombinuje za proizvodnju citotoksičnih vrsta. Princip na koji funkcioniše je da se molekuli PS (fotosenzibilizatori) prikače na membranu bakterija. Obrada sa svjetlom na specifičnoj talasnoj dužini koja odgovara maksimalnoj apsorpciji PS dovodi do proizvodnje monoksida, što uzrokuje rupturu bakterijskog ćelijskog zida, ubijajući bakterije. PAD nije efikasan samo protiv bakterija, već i protiv drugih mikroorganizama uključujući viruse, gljivice i protozoe. FotoSan je PAD uređaj koji je nedavno predstavio CMS Dental.

PS je vodeni rastvor toluidin plavog O (TBO) koji se vezuje za membrane mikroorganizama i vezuje se za njihovu površinu, apsorbuje energiju iz svjetlosti, a zatim oslobađa ovu energiju na kiseonik (O<sub>2</sub>), koji se pretvara u visoko reaktivni kiseonik vrste (ROS), kao što su joni kiseonika i radikali.

Protokol proizvođača ukazuje na to da, nakon pripreme kanala, kanal mora biti inokuliran sa PS rastvorom, koji se ostavlja u određenom vremenskom periodu (60 sekundi) kako bi se omogućio kontakt rastvora sa korijenskim kanalom i zračenje je potrebno izvršiti 30 sekundi u svakom kanalu. Schlafer je otkrio da PAD daje snažno smanjenje broja održivih endodontskih patogena kako u planktonskoj suspenziji, tako i u korijenskim kanalima. (4)

### **7.3.2. Laserski aktivirano ispiranje**

Kod laserski aktiviranog ispiranja (LAI, engl. *Laser activated irrigation*), laserska zraka se koristi kako bi aktivirala sredstvo za ispiranje korijenskoga kanala (8). Pod aktivacijom se podrazumijeva prvotno stvaranje prolaznih kavitacija u tekućini putem apsorpcije laserske energije.(23) Aktivacija ne znači da se prethodno neaktivno sredstvo za ispiranje aktiviralo hemijski laserom, iako laser povećava hemijsku učinkovitost određenih sredstava za ispiranje. Jedan od učinaka laserski aktiviranog ispiranja je kavitacija. Kavitacija je formiranje mjehurića u tekućini. (8)

### **7.3.3. Specifična LAI tehnika, fotonima inducirano fotoakustično strujanje (PIPS)**

Kod fotonima inducirano fotoakustičnog strujanja (PIPS) ili engl. *hovering over the entrance of the canal* (H-LAI) koriste se Er: YAG laser i sredstva za ispiranje koja ga aktiviraju (natrijev hipoklorit, EDTA, destilirana voda). Ova tehnika koristi više fotoakustični i fotomehanički učinak od fototermalnog (8). Vrh laserskog nastavka se postavi u koronarni dio prepariranoga kanala te se koristi subablativna energija od 20 do 50 mJ uz frekvenciju od 10 do 15 Hz, uz dužinu pulsa 50mikrosekundi. S prosječnom snagom od samo 0,2 do 0,5 W, svaki impuls u interakciji s molekulama vode stvara fenomen nalik na udarni val što dovodi do formiranja snažnog strujanja tekućina unutar kanala, bez stvaranja nepoželjnih termičkih oštećenja. (8)

## **8. Irigacija u endodonciji - savremeni aspekt**

Već duži niz godina razvijaju se različite metode kako bi se irigacija korijenskog kanala učinila efikasnijom u uklanjanju ostataka i bakterija iz korijenskog kanala. Ove tehnike se mogu klasifikovati u dvije široke kategorije: ručna i rotirajuća agitacija.

Tehnike ručne irigacije uključuju ispiranje iglom, agitaciju četkama i ručnu dinamičku agitaciju sa fajlovima ili gutperkama.

Tehnike rotacione irigacije uključuju rotirajuće četke, kontinuirano ispiranje tokom instrumentacije, zvučne i ultrazvučne vibracije i primjenu negativnog pritiska tokom irigacije sistema korijenskih kanala.

Upotreba ovih metoda rezultira boljom čistoćom kanala u poređenju sa konvencionalnom metodom irigacije. Međutim, ne postoji visok nivo dokaza koji povezuju kliničku efikasnost ovih uređaja sa boljim rezultatima liječenja. Klinički podatci su potrebni da bi se podržala upotreba ovih uređaja u endodonciji. (5)

## **8.1. Tehnike ispiranja potpomognute uređajima**

### **8.1.1 Rotirajuće četkice**

Rotirajuće četkice su patent, koji je odobren 2001. godine. Canal Brush je endodontska mikročetkica koja je nedavno postala dostupna na tržištu. Fleksibilna mikročetkica od polipropilena koristi se u mikromotoru na 600 rmp. (6)

### **8.1.2. Kontinuirano ispiranje tokom instrumentacije**

- **Quantec-E irigacioni sistem**

Sistem za irigaciju Quantec-E je zasebna jedinica isporuke tečnosti koja je priključena na Quantec-E Endo sistem. Ovaj sistem koristi konzolu pumpe, 2 rezervoara i cijevi za kontinuirano ispiranje tokom rotacionih instrumentacija.

Kontinuirana agitacija irigansa tokom aktivnih rotacionih instrumentacija dovela bi do povećanja obima irigansa, povećanja vremena kontakta irigansa, i omogućila veću dubinu prodiranja irigansa unutar kanala. Ovo bi trebalo da rezultira efikasnijim čišćenjem kanala u poređenju sa irigacijom pomoću igle. Međutim, studije su dokazale da irigacija sa Quantec-E dovodi do čišćenja zidova kanala i vrši bolje uklanjanje debrisa i razmaznog sloja u koronalnoj trećini zidova kanala. Ali nije bilo značajnih razlika između irigacije standardnom iglom i irigacije sa pumpom Quantec-E. (4)

- **SAF-Self Adjusting File**

SAF je "samoprilagođavajući" instrument koji u isto vrijeme i oblikuje i čisti korijenski kanal. Princip rada SAF-a vertikalne su vibracije po 0,4 milimetra, frekvencijom od 3000 do 5000 oscilacija u minuti. Rezultat toga je sila koja vrši pritisak na zidove korijenskoga kanala, a oštri bridovi NiTi rešetke prilikom vrtnje režu dentinski sloj debljine od 60 do 75  $\mu\text{m}$ , podjednako sa svih zidova korijenskoga kanala. Nedostatak takvog načina obrade kanala je nakupljanje dentinskih strugotina i zaostatnog sloja na teško dostupnim mjestima koja se, u nastojanju da se zidovi što bolje obrade, utisnu u uvučene dijelove te se tako komprimirana teško uklanjaju ispiranjem. Na taj se način stvara potencijalno žarište infekcije. (9)

- **VATEA sistem**

Sistem VATEA je uređaj za irigaciju koji je integralni dio rotacionog sistema samoupravljanja (SAF). Sistem VATEA je samostalna jedinica za isporuku tečnosti koja treba biti pričvršćena za stomatološku ručku za isporučivanje irigansa tokom endodontskih procedura.

Tokom endodontskog tretmana, rastvor za irigaciju se ispumpava iz VATEA rezervoara od 400 ml. Irigans se isporučuje preko silikonske cijevi za jednokratnu upotrebu do endodontskog fajla. Protok irigansa se podešava pomoću nožne pedale. Operator može podesiti brzinu protoka od 1-10 ml / min pomoću tastera - / + koji se nalaze na kontrolnoj tabli.

Nedavna nezavisna studija profesora Josea Siqueira iz Univerziteta Estácio de Sá, Brazil, ukazao je da se u ovalnim kanalima SAF SISTEM pokazao superiornijm u odnosu na rotacijske Ni-Ti fajlove koji se koriste sa iglom za irigaciju (NaOCl). (4)

### 8.1.3. Zvučno aktivno ispiranje

- **Vibringe sistem**

Vibringe sistem je uređaj za irigaciju koji kombinuje ručnu isporuku i zvučnu aktivaciju rastvora. Vibringe je bežični ručnik koji se uklapa u specijalnu 10-mL Luer-Lock špricu koja je kompatibilna za svaku iglu za ispiranje. Vibringe omogućava isporuku i zvučnu aktivaciju irigansa u jednom koraku. Irigans se aktivira sonično, kao i igla koja se veže za špricu. Procjenom efikasnosti sistema vibringe, zaključeno je da je pokazao znatno bolje rezultate nego irigacija špricom u apikalnom dijelu kanala u uklanjanju ostataka. Međutim, nije se pokazao tako efikasan kao pasivno ultrasonično ispiranje. (4)

- **EndoActivator sistem**

Sistem EndoActivator je nedavno uvedeni zvučno-kanalizovani sistem za ispiranje, koji koristi Dentsply.

Sastoji se od prenosivog ručnika i 3 vrste polimernih vrhova različitih veličina za jednokratnu upotrebu. Ovi vrhovi su jaki i fleksibilni i ne lome se lahko. Zato što su glatki, ne sječu dentin. Vibrirajući vrh, u kombinaciji sa pomjeranjem vrhova gore i dole u kratkim vertikalnim potezima, sinergistički proizvodi snažan hidrodinamički fenomen. Izvještavano je da sistem EndoActivator može efikasno očistiti debris sa lateralnih kanala, ukloniti razmazni sloj i ukloniti grudvice simuliranog biofilma unutar zakrivljenih kanala molarnih zuba. (4)



**Slika 5. EndoActivator**

Preuzeto: (16)



**Slika 6. Vibringe sistem**

Preuzeto: (17)

- **Rispisonic file**

Rispisonic file je instrument spojen s MM 1500 Sonic uređajem i služi za dezinfekciju nakon mehaničke obrade kanala. Instrument ima neujednačen kut konusa, bodljikave je površine, pa može promijeniti konačni izgled preparacije korijenskoga kanala. Može se koristiti i za širenje ulaza u korijenske kanale. (10)



**Slika 7.** Rispisonic file.  
Preuzeto: (18)

#### 8.1.4. Uređaji koji se temelje na naizmjeničnom pritisku

- **EndoVac sistem** (4)

Kompanija “ Discus Dental“ uvela je sistem za irigaciju sa apikalnim negativnim pritiskom koji se naziva „EndoVac system“.

EndoVac je apikalni sistem negativnog pritiska. Umjesto da primjenjuje pozitivni pritisak, EndoVac koristi usisavanje da povuče irigans iz korijenskog kanala, a zatim odlazi u “Hi-Vac” usisnu jedinicu. Ovo nazivamo "negativni apikalni pritisak" jer EndoVac primjenjuje usisavanje umjesto snažnih injekcija.

**Sastoji se iz tri komponente:** Master Delivery Tip, MacroCannula i MicroCannula.

- Master Delivery Tip (MDT) tj. vrh za glavnu isporuku, istovremeno isporučuje i evakuiše irigans. Master Delivery Tip je povezan sa špicom irigansa. MDT pruža stalan protok bez rizika od preliivanja. MDT se koristi nakon svake primjene instrumenta za uklanjanje debrisa, koji proizlazi nakon instrumentacije.

MacroCannula ili MicroCannula su povezane preko cijevi sa dentalnom jedinicom visoke brzine usisavanja.

- MacroCannula se koristi za usisavanje irigansa od komore do koronarnih i srednjih segmenata kanala. Makrokanila se koristi za uklanjanje grubih ostataka unutar kanala nakon što se sva instrumentacija završi. U ovom koraku se istovremeno koriste MacroCannula i MDT. Korisno je da stomatološki asistent isporuči irigans sa MDT-om, dok ljekar koristi makrokanilu pokretima gore i dole u svakom kanalu. Plastična makrokanila ima otvoreni kraj veličine 55 sa konusom od 0,02 i vezan je za titanijumsku ručku za grubo, inicijalno ispiranje koronarnog dijela korijenskog kanala.



- MicroCannula

Mikrokanila građena od nehrđajućeg čelika, veličine 0,32mm sa 12 laserski bušenih mikroskopskih otvora za evakuaciju, svaka veličine manje od 100 mikrona, bočno postavljene rupice na kraju igle. Tečnost dolazi do apikalnog završetka kroz ove rupe, stvarajući čišćenje apikalne trećine vrtlogom. Ona je pričvršćena za titanijumski prst za ispiranje apikalnog dijela kanala tako što se pozicionira na radnoj dužini.

Mikrokanile se mogu koristiti u kanalima koji su uvećani do veličine 35 ili više. Tokom irigacije, vrh dovoda /evakuacije isporučuje irigans u pulpnu komoru i izvlači višak irigansa kako bi spriječio prelivanje. Kanila u korijenskom kanalu istovremeno vrši negativan pritisak koji povlači irigans iz njegovog svježeg dovoda u komori, niz kanal do vrha kanile, u kanilu i izlazi kroz usisno crijevo. Stoga, stalni protok svježeg irigansa donosi se negativnim pritiskom na radnu dužinu.

Apikalni negativni pritisak prikazan je kako bi omogućio irigansima da stignu do apikalne trećine i pomognu prevazilaženju problema apikalne parne blokade.

U studijama upoređujući efikasnost EndoVac sa drugim sistemima, poput pasivnog ultrazvuka, FFile, Manual Dynamic Max-I-Probe, Ultrazvučni pritisak i EndoActivator, otkrili su da samo EndoVac ima sposobnost čišćenja 100% površine isthmusa.

Pored toga što je u stanju da izbjegne zagušenje zraka, EndoVac sistem je takođe povoljan u svojoj sposobnosti da bezbjedno isporuči iriganse do radne dužine bez uzrokovanja njihove neujednačenosti u periapexu, čime izbjegava incidente natrijum hipohlorita.

Važno je napomenuti da je moguće stvoriti pozitivni pritisak u pulpnom kanalu ako se zloupotrijebi Master Delivery Tip, što bi dovelo do rizika od incidenta sa natrijum hipohloritom. Uputstva proizvođača moraju biti praćena za pravilnu upotrebu Master Delivey tip. (4)

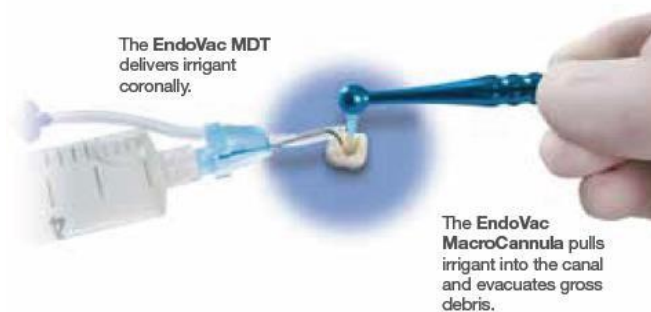
- **RinsEndo sistem**

Sistem RinsEndo vrši irigaciju kanala pomoću tehnologije pritiska za usisavanje, razvijene od strane DurrDental Co. Njegove komponente su ručnik, kanila sa izlaznim otvorom od 7 mm i šprica koja nosi irigans. Ručni uređaj se napaja iz vazdušnog kompresora i ima brzinu irigacije od 6,2 ml / min. Sa ovim sistemom, 65 ml rastvora za ispiranje koja oscilira sa frekvencijom od 1,6 Hz, izvlači se iz pričvršćenog šprica i transportuje se do korijenskog kanala pomoću prilagođene kanile. Tokom faze usisavanja korišteni rastvor i vazduh se izvlače iz kanala korena i automatski se spajaju sa novim rastvorom za ispiranje. Ciklusi pritiska i usisavanja mijenjaju se približno 100 puta u minuti.

Proizvođač RinsEndo tvrdi da bi se apikalna trećina kanala mogla efikasno ispirati, sa kanilom ograničenom na koronarnu trećinu korijenskog kanala, zbog pulsirajuće prirode toka fluida. Istraživanjem je utvrđeno da su manje efikasni u uklanjanju obojenog kolagena iz zidova kanala u poređenju sa ručno dinamičnom irigacijom. (4)



**Slika 8.** RinsEndo system. Preuzeto:(19)



**Slika 9.** EndoVac. Preuzeto: (20)

### 8.1.5. Sistem irigacije na bazi ozona

Ozon je molekul koji se sastoji od tri atoma kiseonika. Primjenjuje se na oralna tkiva u oblicima ozonirane vode, ozoniranog maslinovog ulja i kiseonika / ozonskog gasa. On je nestabilan i lako se odvaja u kiseonik (O<sub>2</sub>), čime oslobađa tzv. monoksid (O<sub>1</sub>), koji je jak oksidans, koji dalje nameće štetan efekat na mikroorganizme.

Dostupni su različiti sistemi isporuke u endodontskoj irigaciji kao što su Neo Ozone Water-S jedinica, HealOzone (Kavo) jedinica, jedinica OzoTop. Nagayoshi i sar. pronašli su da je ozonirana voda (0,5-4 mg / L) bila vrlo efikasna u ubijanju gram pozitivnih i gram negativnih mikroorganizama.

Gram negativne bakterije, kao što su *Porphyromonas (P.) endodontalis* i *P. gingivalis* bile su znatno osjetljivije na ozoniranu vodu nego gram pozitivne oralne streptokoke i *C. albicans* u čistoj kulturi. Primjetno, kada je uzorak bio irigiran sonikacijom, ozonirana voda imala je skoro istu antimikrobnu aktivnost kao i 2,5% NaOCl.

Ozon najbolje djeluje kada ostane manje organskih ostataka. Prema tome, preporuka je da se na kraju procesa čišćenja i oblikovanja koristi ozonirana voda ili gas ozonskog omota. Ozon je efikasan kada se koristi u dovoljnoj koncentraciji, u odgovarajućem vremenu. Ozon neće biti efikasan ako se dostavi premala doza ozona ili se ne neadekvatno isporučuje. (4)



**Slika 10.** HealOzone. Preuzeto: (21)

### 8.1.6. Endox endodontski sistem

Endox endodontski sistem sterilizira korijenske kanale električnim impulsima visoke frekvencije. Proizvođač tvrdi da se tim strujnim udarima uklanjaju ostaci pulpe i bakterije te preporučuje tehniku kao dodatnu metodu čišćenja uz tradicionalno mehaničko i kemijsko čišćenje i oblikovanje korijenskih kanala. (11)



**Slika 11.** Endox endodontski sistem. Preuzeto: (22)

### 8.1.7 Elektrohemijski aktivirana voda

Elektrolizom fiziološke otopine u EAW (engl. *electrochemically activated water*) jedinici dobije se visoko aktivna solucija aniona i kationa. Smjesa je biokompatibilna, ima antimikrobno djelovanje, visoki oksidacijski potencijal i pH između 2 i 9. Novije otopine proizvode se s pH blizu 7 i zovu se elektrolizirana neutralna voda. (11)

### 8.1.8. OPW-Oxidative potential water

Ova tehnika ima visoko antimikrobno djelovanje zbog svoje kiselosti i visokog oksidoreduktivnog potencijala. Uklanja zaostali sloj i debris iz korijenskih kanala. (11)

## 9. Zaključak

Uzimajući u obzir kompleksnost endodontskog prostora, specifičnu mikrobiološku floru, imunološki odgovor organizma, za hemijsku obradu korijenskih kanala možemo reći da je barem jednako bitna kao i mehanička. Trenutno ne postoji idealno sredstvo za ispiranje korijenskih kanala, pa je fokus znanstvenika na pronalasku novih i poboljšanju svojstava već postojećih sredstava za ispiranje korijenskih kanala. (25)

Savremene metode čišćenja i oblikovanja, odnosno, metode instrumentacije kanala korijena, nesporno dovode do formiranja razmaznog sloja na zidovima kanala korijena. Ovaj sloj može da sadrži bakterije i njihove produkte, smanjuje propustljivost dentina korijena zuba i umanjuje efekat intrakanalnih medikamenata, odnosno, utiče na efikasnu adheziju materijala za opturaciju i zidova kanala. Dosadašnja literarna saznanja i klinička iskustva su potvrdila da uklanjanje razmaznog sloja obezbeđuje kvalitetnu dezinfekciju sistema kanala i osigurava kvalitetniju opturaciju kanala. Razmazni sloj sa zidova kanala, posle instrumentacije se može ukloniti primenom različitih hemijskih sredstava, odnosno, primenom ultrazvučne i laserske tehnike.

Nijedna od savremenih tehnika uklanjanja razmaznog sloja nije univerzalno prihvaćena, jer ne obezbeđuje potpuno i efikasno uklanjanje ovog sloja. Najviše oprečnih stavova je vezano za uklanjanje razmaznog sloja prije opturacije kanala korijena. Ipak, zbog moguće kontaminacije, uklanjanje razmaznog sloja kod zuba sa inficiranim kanalima je neophodno, jer se time pojačava efekat intrakanalne medikacije i stvaraju uslovi za bolju adaptaciju materijala za opturaciju. (24)

Upotreba zvučnih i ultrazvučnih instrumenata prilikom ispiranja korijenskih kanala omogućava bolji učinak čišćenja punila, debrisa i bakterija dosezanjem do samog apeksa. Svoju superiornost pokazuju nad klasičnim načinima ispiranja kod jako uskih korijenskih kanala, npr. 0,3 mm i manje. Njihova upotreba se preporučuje nakon završne obrade korijenskog kanala zajedno sa sredstvima za ispiranje. (25) Međutim, kliničari u svakodnevnoj praksi dalje pribjegavaju korištenju klasične metode irigacije.

## 10. Literatura

1. Melih I. (2015). Doktorska disertacija „*Eksperimentalno i kliničko ispitivanje adhezije različitih materijala za punjenje kanala korena*“. Univerzitet „Privredna akademija“ Novi Sad, Stomatološki fakultet Pančevo. [Internet]. Dostupno sa:  
(<http://nardus.mpn.gov.rs/bitstream/handle/123456789/4158/Disertacija175.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)
2. Konjhožić A., Jakupović S., Tahmišćija I., Korać S., Hasić-Branković L., Džanković A. (2017). „*Endodontska propedeutika*“. Univerzitetsko izdanje-Sarajevo: Stomatološki fakultet sa klinikama.
3. Azinović Z., Lazić B., Katanec D., Jorgić-Sradjak K., Radionov D. (1998). Stručni rad, „*Ultrazvučna metoda obrade korijenskoga kanala tijekom endodontskog tretmana*“, Acta stomatologica Croatica, Vol.32 No.3 Rujan. [Internet]. Dostupno sa:  
([https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=144344](https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=144344) )
4. Elumalai D., Kumar A., Tewari R.K., Mishra S.K., Iftekhar H., Alam S., Andrabi M. (2014). „*Newer Endodontic irrigation devices*“. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS) e-ISSN: 2279-0853, p-ISSN: 2279-0861. Volume 13, Issue 6 Ver. V. June. PP 04-08. [Internet]. Dostupno sa: [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org)  
(<https://pdfs.semanticscholar.org/8d43/57a34889b5067db6cad49068f6cd50ec049b.pdf> )
5. Rusty Jones (2011). „*Endodontics*“ Root Canal Irrigants and Disinfectants, MediVisuals, Inc. Published for the Dental Professional Community by the American Association of Endodontists. [Internet]. Dostupno sa: (<https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/rootcanalirrigantsdisinfectants.pdf>)
6. Gu L.S., Kim J.R., Ling J., Choi K.K., Pashley D.H., Tay F.R. (2009). "Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices". Endod. Jun; 35(6):791-804.
7. Olivi G., De Moor R., DiVito E. (2016). "*Lasers in Endodontics: Scientific Background and Clinical Application*". 1st ed. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer International Publishing Switzerland.
8. Olivi G. "*Laser use in endodontics: evolution from direct laser irradiation to laser-activated irrigation*". J Laser Dent. 2013; 21:58–71.

9. Pinturić V, Karlović Z. (2012). "*Noviteti u strojnoj instrumentaciji korijenskih kanala*". Sonda; 13(23):75.
10. Gurtu A., Singhal A., Bansal R., Mehrotra A. (2013). "*Machine Assisted Irrigation Techniques*" - A Review. J Dent Sci Oral Rehab. Jan-March:21-3.
11. Rhodes JS. (2006). "*Advanced Endodontics: Clinical Retreatment and Surgery*". 1st ed. London: Taylor & Francis.
12. Ultradent. August (2016). [Internet]. Dostupno sa:  
(<http://www.ultradent.gr/en/endodontics/navitip-fx-198/-888.html>)
13. Slideshare. August (2016). [Internet]. Dostupno sa:  
(<http://www.slideshare.net/anuprabhashrivastav/recent-advances-in-irrigation-devices>)
14. Patentimages. Septembar (2012). [Internet]. Dostupno sa:  
(<https://patentimages.storage.googleapis.com/thumbnails/US6948935B2/US06948935-20050927-D00000.png>.)
15. Leadingdental. August (2012). [Internet]. Dostupno sa:  
([www.leadingdental.com.au](http://www.leadingdental.com.au).)
16. Jadent. Decembar (2014). [Internet]. Dostupno sa:  
(<http://www.jadent.de/data/media/images/products/a091100000000-000-g.jpg>.)
17. Dentalelite. Maj (2012). [Internet]. Dostupno sa:  
([http://www.dentalelite.fr/upload/220512\\_210242\\_PEEL\\_MehPw2.png](http://www.dentalelite.fr/upload/220512_210242_PEEL_MehPw2.png).)
18. Medidenta. Jun (2015). [Internet]. Dostupno sa: (<http://www.medidenta.com/images/Sonic-Laying-2a-web.jpg>.)
19. Duerrdental. Novembar (2012). [Internet]. Dostupno sa:  
([https://www.duerrdental.com/fileadmin/\\_migrated/pics/rinsendo\\_ddrw.png](https://www.duerrdental.com/fileadmin/_migrated/pics/rinsendo_ddrw.png).)
20. Kerrdental. August (2016). [Internet]. Dostupno sa:  
(<http://www.kerrdental.eu/ImageResize.ashx?f=/catalog-files/3/3012/images/MC.PNG>.)

21. Kavousa. August (2016). [Internet]. Dostupno sa: ([www.kavousa.com](http://www.kavousa.com).)
22. Thestafforddentalprac. Jun (2012). [Internet]. Dostupno sa:  
(<http://www.thestafforddentalpractice.co.uk/wp-content/uploads/2011/09/Pendox-picture.jpg>.)
23. de Groot S.D., Verhaagen B., Versluis M., Wu M.K., Wesselink P.R., van der Sluis L.W. (2009). "*Laser-activated irrigation within root canals: Cleaning efficacy and flow visualization.*" Int Endod J. Dec; 42(12):1077-83.
24. Živković S., Brkanić T., Dačić D., Opačić V., Pavlović V., Medojević M. (2005). "*Razmazni sloj u endodonciji*" (Serbian Dental J, 52). [Internet]. Dostupno sa:  
(<http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0039-1743/2005/0039-17430501007Z.pdf>)
25. Opačak I., Medvedec I., Prpić-Mehičić G. (2009). "*Sredstva za ispiranje korijenskog kanala*", nastavna i stručna sonda.



## **11. Biografija**

Sadžida Aščerić rođena je 27. januara 1993. godine u Frankfurtu (Njemačka). Osnovnu školu je završila u Sarajevu 2007. godine, kada upisuje “Prvu bošnjačku gimnaziju” koju završava 2011. godine u Sarajevu. Iste godine upisuje “Stomatološki fakultet u Sarajevu”, na kojem završava diplomski rad u septembru 2018.godine. Govori dva strana jezika, engleski i njemački. Udata je i živi u Sarajevu.