

PREGLED RAZTOPIN ZA IZPIRANJE KORENINSKIH KANALOV

Review of root canal irrigants

T. Samec, J. Jan

Izvleček

Endodontsko zdravljenje je poseg, s katerim odmrlo in okuženo pulpo odstranimo iz endodontskega prostora, ki ga mehansko in z raztopinami za izpiranje koreninskih kanalov ter zdravili dezinficiramo. Mikroorganizmi so tudi v koreninskem kanalu sposobni tvorbe biofilma, ki jih dodatno ščiti pred protimikrobnimi sredstvi. Uspeh endodontskega zdravljenja je odvisen od učinkovitosti odstranitve mikroorganizmov iz koreninskih kanalov. Pomembno se je zavedati, da nam zgolj z mehansko obdelavo ne uspe v celoti očistiti koreninskih kanalov, zato poskušamo nedostopne prostore doseči z izpiranjem. Želene lastnosti raztopin za izpiranje koreninskih kanalov so številne, zato idealne raztopine za izpiranje koreninskih kanalov, ki bi izpolnjevala vse, danes ni. Na izbiro so številne raztopine, ki jih delimo v skupine: raztopine, sposobne razgradnje tkiva (natrijev hipoklorit), protimikrobne raztopine (klorheksidin, natrijev hipoklorit, vodikov peroksid, jodova raztopina), helatorji (etilendiamintetraocetna kislina, citronska kislina, etidronska kislina) in že kombinirani izdelki (MTAD, QMiX, SmearClear, Tetraclean). Natrijev hipoklorit je danes osnovna raztopina za izpiranje koreninskih kanalov, saj edini razgrajuje organsko substanco in ima odlično protimikrobno učinkovitost. Uporabljamo ga ves čas med mehanskim instrumentiranjem koreninskih kanalov. Z njim odstranimo tudi organski del razmazovine, ki nastaja med instrumentiranjem koreninskih kanalov. S helatorji pa odstranimo anorganski del razmazovine. Ker se je hkratio izmenjujoče izpiranje z natrijevim hipokloritom in etilendiamintetraocetno kislino izkazalo kot morda preveč agresivno, saj je povzročilo nastanek dentinske erozije, je treba protokol izpiranja koreninskih kanalov nekoliko spremeniti.

Ključne besede:
raztopine za
izpiranje
koreninskih
kanalov,
irigacija,
natrijev hipoklorit,
klorheksidin,
etilendiamin-
tetraocetna
kislina,
dentinska erozija

Abstract

Endodontic treatment removes dead and infected pulp from the root canal space by mechanical instrumentation, chemical irrigation, and intracanal medications for achieving root canals disinfection. Root canal microorganisms are also capable of forming a biofilm, which further protects them against antimicrobials. The success of endodontic treatment depends on the appropriateness of removing microorganisms from root canals. It is important to realize that mere mechanical treatment fails to clean the root canal completely, so we are trying to reach inaccessible areas by irrigation. There are many desirable properties of irrigation solutions are many, that is why the ideal solution for irrigation of the root canals today is still unknown. Today we have quite a choice of irrigants, which can be divided into different groups: tissue dissolving agents (sodium hypochlorite), antimicrobial agents (chlorhexidine, sodium hypochlorite, hydrogen peroxide, iodine solution), chelating agents (ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid, etidronic acid), and combination products (MTAD, QMiX, SmearClear, Tetraclean). Sodium hypochlorite is a contemporary basic solution for irrigation of root canals, because it is the only one that dissolves organic tissue and has excellent antimicrobial effectiveness. It is used regularly during mechanical instrumentation of the root canals. It also removes the organic part of the smear layer generated during instrumentation of the root canals. Chelating agents remove the inorganic part of the smear layer. Since it has been shown that alternating the use of sodium hypochlorite and ethylenediaminetetraacetic acid during instrumentation may be too aggressive, as it resulted in the formation of dentin erosion, it is necessary to slightly alter the irrigation protocol.

Key words:
root canals
irrigants,
irrigation,
sodium
hypochlorite,
chlorhexidine,
ethylenediamine-
tetraacetic acid,
dentin erosion

Uvod

Uspeh endodontskega zdravljenja je odvisen od odstranitve mikroorganizmov iz koreninsko-kanalskega sistema in preprečitve njegove ponovne okužbe (Haapasalo in sod., 2014). Med ročno in strojno obdelavo koreninskega kanala se s stalnim izpiranjem iz koreninskokanalskega sistema odstrani nekrotično tkivo, mikroorganizme, biofilm in preostalo razmazovino. Ustrezna mehanska obdelava olajša kemično obdelavo endodontskega prostora, saj omogoča apikalnejši prodor raztopin za izpiranje koreninskih kanalov in posledično boljše razgradnjo anorganskega in organskega materiala ter uničenje mikroorganizmov (Haapasalo in sod., 2010).

Mikroorganizmi, ki vdirajo v koreninski kanal, so lahko prosto plavajoči ali pritrjeni drug na drugega ali na steno koreninskega kanala. Prosto plavajoči mikroorganizmi so v tekoči fazi in jih navadno preprosto odstranimo iz koreninskega kanala. Nasprotno pa mikroorganizmi, ki se povezujejo, običajno tvorijo biofilm in jih je iz koreninskega kanala težje odstraniti. Mikroorganizmi v biofilnu so tudi do 1000-krat odpornejši proti protimikrobnim sredstvom kot so v prosti obliki (Bergenholtz, 2010).

Uspeh endodontskega zdravljenja je neposredno odvisen od odstranitve mikroorganizmov iz koreninskih kanalov. Zgolj z mehansko obdelavo nam ne uspe v celoti očistiti koreninskih kanalov, zato poskušamo nedostopne prostore doseči z izpiranjem (Haapasalo in sod., 2010).

Raztopine za izpiranje koreninskih kanalov

Raztopine za izpiranje koreninskih kanalov delimo v skupine: raztopine, sposobne razgradnje tkiva (natrijev hipoklorit), protimikrobne raztopine (klorheksidin, natrijev hipoklorit, vodikov peroksid, jodova raztopina), helatorji (etilendiamintetra-ocetna kislina, citronska kislina, etidronska kislina) in že kombinirani izdelki (MTAD, QMiX, SmearClear, Tetraclean) (Basrani in Haapasalo, 2012). Zelene lastnosti raztopin za izpiranje koreninskih kanalov so številne (Preglednica 1) in trenutno nobena raztopina ne izpolnjuje vseh.

Natrijev hipoklorit

Natrijev hipoklorit je danes osnovna raztopina za izpiranje koreninskih kanalov, saj edini razgrajuje organsko substanco in ima odlično protimikrobno učinkovitost (Mohammadi in Shalavi, 2013). Med

mehanskim instrumentiranjem koreninskih kanalov ga uporabljamo ves čas (Zehnder, 2006; Haapasalo in sod., 2010). Z njim odstranimo tudi organski del razmazovine, ki nastaja med instrumentiranjem koreninskih kanalov (Zehnder in sod., 2002).

Kadar pride natrijev hipoklorit v stik z beljakovinami, se hitro tvorijo dušik, formaldehid in acetaldehid (McDonnell in Russell, 1999). Peptidne vezi se prekinajo in beljakovine se razgradijo. Natrijev hipoklorit maščobe razgrajuje tako, da jih pretvori v soli maščobnih kislin (milo) in glicerol ter s tem zmanjša površinsko napetost preostale raztopine (reakcija saponifikacije). Natrijev hipoklorit nevtralizira aminokislino tako, da tvori vodo in sol (reakcija nevtralizacije). Z izločanjem vodikovih ionov pride do padca vrednosti pH. Kadar se klor razgradi v vodi in je v stiku z organsko snovjo, se tvori hipokloridna kislina. To je šibka kislina s kemično formulo HOCl. Ta kislina deluje kot topilo, sprošča klor, ki skupaj z beljakovinsko amino-skupino tvori kloramin (kloraminacijska reakcija). Kloramini imajo pomembno vlogo v protimikrobni učinkovitosti, saj vplivajo na celično presnovo. Klor pa je močan oksidant, ki inhibira bakterijske encime, tako da sproži nepovratno oksidacijo SH-skupin esencialnih bakterijskih encimov (McKenna in Davies, 1988; Barrette in sod., 1989; McDonnell in Russell, 1999).

Natrijev hipoklorit je močna baza (pH > 11). Uporablja se v od 1- do 6-odstotnih koncentracijah. Protibakterijska učinkovitost je sorazmerna s koncentracijo, vendar je koncentraciji sorazmerna tudi toksičnost (Gomes in sod., 2001). Natrijev hipoklorit uporabljamo tudi za dezinfekcijo kavitet in delovnega polja. Ima neprijeten vonj po kloru, zato ga moramo skrbno odsesavati. Dokler se nam v koreninskih kanalih pod povečavo peni, lahko sklepamo, da deluje in je organska faza še vedno prisotna (Radcliffe in sod., 2004).

Alergija na hipoklorit se lahko izrazi kot povečana občutljivost in kontaktni dermatitis (Spangberg in sod., 1973; Habets in sod., 1986). Pri alergičnih osebah kot medsejni vložek za razgraditev organskega tkiva uporabimo IKI ali kalcijev hidroksid (Basrani in Haapasalo, 2012).

Natrijevemu hipokloritu lahko učinkovitost povečujemo tako, da mu večamo vrednost pH, temperaturo, ga ultrazvočno agitiramo in povečujemo delovni čas (Moorer in Wesselink, 1982; Zehnder, 2006). V stiku z organsko snovjo se v približno dveh

Preglednica 1: Prikaz zelenih lastnosti raztopin za izpiranje koreninskih kanalov (povzeto po: Basrani in Haapasalo, 2012)

Zelene lastnosti raztopin za izpiranje koreninskih kanalov

Sposobnost razgradnje organskega tkiva

Protimikrobna učinkovitost

Nedraženje periapikalnih tkiv

Stabilnost v raztopini

Podaljšan protimikrobni učinek po izpiranju

Aktivnost v okolici krvi, seruma in proteinov

Sposobnost odstranitve razmazovine

Nizka površinska napetost za doseg apikalne delte in vseh prostorov, ki jih ni mogoče obdelati z instrumenti

Sposobnost dezinfekcije dentina/dentinskih tubulov

Brez vpliva na zdravljenje periapikalnih tkiv

Brez zabarvanja zoba

Inaktivacija v kulturnem mediju

Brez sproženja celičnega odgovora, neantigenost, netoksičnost, nekarcinogenost

Brez vpliva na fizikalne lastnosti dentina

Brez vpliva na tesnost polnilnih materialov

Lubrikant za kanalske instrumente,

Preprosta uporaba

Poceni

minutah porabi, zato ga moramo zamenjati s svežim. Optimalen čas delovanja hipoklorita v določenih koncentracijah je še vedno vprašanje, ki ga je treba raziskati (Haapasalo in sod., 2010). Učinek povišanja temperature na natrijev hipoklorit so proučevali Sirtes in sodelavci (2005), ki so ugotovili, da je 1-odstotna raztopina hipoklorita pri 45 °C enako učinkovita kot 5,25-odstotna raztopina hipoklorita pri 20 °C. Za namen povečanja učinkovitosti hipoklorita tako obstajajo posebni grelci brizg, ki jih pred uporabo segrejemo. Za dvig učinkovitosti hipoklorita se priporoča uporaba ultrazvočne ali zvočne agitacije (Samec in Jan, 2011). Študije kažejo, da ima ultrazvok med širjenjem in čiščenjem kanala ter po tem šibek neposredni vpliv na bakterije v kanalu. Ultrazvok svoj protimikrobni učinek pokaže samo v kombinaciji z raztopinami za izpiranje koreninskega kanala (Carver in sod., 2007). Pri kompleksnejših anatomskih primerih ultrazvok usmerja raztopine za izpiranje koreninskih kanalov v predele, ki so manj dostopni. Ultrazvočna irigacija se uporablja po končani mehanski preparaciji koreninskega kanala. Učinek prosto premikajoče se konice instrumenta je večji od učinka konice, ki se zaustavlja ob steno kanala in tvori nov debris. V obdelan kanal torej vstavimo pasivno ultrazvočno iglo (van der Sluis in sod., 2007).

Glavne prednosti natrijevega hipoklorita so torej širok protimikrobni spekter, učinkovita razgradnja organskega tkiva in organskega dela razmazovine. Njegove slabosti so nesposobnost odstranitve anorganskega dela razmazovine, neprijeten okus, precejšnja toksičnost in korodiranje (Haapasalo in sod., 2010).

V zobozdravstveni ordinaciji se moramo pri uporabi natrijevega hipoklorita ustrezno zaščititi pred nesrečnimi primeri. V ta namen je treba uporabiti zaščito z neprepustnim prtičkom, očala za pacienta in zobozdravnika, preveriti tesnjenje osušitvene opne, uporabiti sistem brizg luer lock in uporabljati igle s stranskim izhodom. Z iglo v koreninski kanal ne smemo seči dlje kot 2 mm do končne delovne dolžine (Slika 1), izogibati se moramo zagozdenju igle v koreninskem kanalu in pretiranemu pritisku brizge (Spencer in sod., 2007; Basrani in Haapasalo, 2012).

Dentin vsebuje kolagen tipa I, ki močno prispeva k mehanskim lastnostim dentina. Natrijev hipoklorit lahko razgradi dolge peptidne verige, kar lahko posledično spremeni mehanske lastnosti dentina (Oyarzun in sod., 2002). Študija na govejem dentinu je pokazala, da več kot dveurna izpostavitve dentina več kot 3-odstotnemu natrijevemu hipokloritu povzroči zmanjšanje elastičnega modula in upogibne trdnosti dentina (Mareending in sod., 2007).



Slika 1: Prikaz odmere dolžine igle na endodontskem merilu, za 2 mm krajše od delovne dolžine koreninskega kanala.

Študij, ki so proučevale prodiranje natrijevega hipoklorita v dentinske kanalčke, ni veliko. Natrijev hipoklorit lahko glede na eksperimentalne modele prodira v dentinske kanalčke, globoke od 77 do 300 μm . Na globino prodiranja vplivajo koncentracija, čas in temperatura. Dvig koncentracije z 1 na 6 % dvigne prodor za 30–50 %. Daljši čas sicer povečuje prodiranje, po določenem času pa pride do ostrega upada prodiranja. Pri 20 °C je 1-odstotni natrijev hipoklorit v dveh minutah prodrl do 77 μm globine, po nadaljnjih 18 minutah pa le do 185 μm . Višja temperatura je povečala prodor natrijevega hipoklorita v dentinske kanale (Zou in sod., 2010).

Pri endodontskem zdravljenju, ki ga nadaljujemo s takojšnjo konservativno oskrbo v isti seji, moramo aplicirati reverzibilni agens (10-odstotno askorbinsko kislino ali 10-odstotni natrijev askorbat) pred izdelavo plombe, saj natrijev hipoklorit zmanjšuje vez med dentinom in kompoziti (Morris in sod., 2001).

Klorheksidin

Klorheksidin je bil razvit že pred več kot 60 leti (Fardal in Turnbull, 1986). Gre za simetrično molekulo, sestavljeno iz dveh klorfenilov, dveh bigvanidinskih skupin, povezanih s heksametilensko verigo. Spada med antiseptike, saj uničuje mikroorganizme na koži in sluznicah ali preprečuje njihovo razmnoževanje (Davies, 1973). Pri nizkih koncentracijah deluje bakteriostatično, pri visokih baktericidno. Študije kažejo, da se veže na celično steno ter povzroči povečano prepustnost in posledično izločanje znotrajceličnih vsebin (Hennessey, 1973). Pri visokih koncentracijah povzroči koagulacijo znotrajcelične vsebine. Tudi

na presnovo mikroorganizmov lahko vpliva, tako da prekine prenos sladkorjev in preprečuje tvorbo kislin pri nekaterih mikroorganizmih (Hugo in Longworth, 1964; Hugo in Longworth, 1966; Davies, 1973).

V stomatologiji se uporablja pred operacijskim posegom in po njem, pacientom se ga predpisuje v ustni raztopini za zmanjšanje akumulacije plaka ter zmanjšanje ravni koka *Streptococcus mutans* v slini. Kar nekaj proizvajalcev ga ponuja v obliki zobnih past in nitk. V endodontiji se uporablja kot raztopina ali gel za izpiranje koreninskih kanalov in kot kanalsko zdravilo v obliki gela, v obeh primerih v od 0,2- do 2-odstotni koncentraciji (Basrani in Lemonie, 2005; Samec in Jan, 2007).

Je edina raztopina za izpiranje koreninskih kanalov, ki ima podaljšano delovanje v koreninskem kanalu, ker ima sposobnost vezave na hidroksiapatit. Vezava na zob je reverzibilna, prav to pa je razlog za podaljšano delovanje v koreninskem kanalu (Khademi in sod., 2006). Pri nizkih koncentracijah (0,005–0,01 %) se tvori stabilna enojna plast klorheksidina na zobni površini, ki spremeni lastnosti površine in preprečuje ali zmanjšuje bakterijsko kolonizacijo površine. Pri višjih koncentracijah (> 0,02 %) se tvori več plasti klorheksidina na površini, kar zagotavlja rezervoar klorheksidina (Emilson in sod., 1973). Rezultati študij kažejo, da je podaljšano delovanje daljše, kadar uporabimo višje koncentracije klorheksidina (Khademi in sod., 2006). Komorowski s sodelavci (2000) pa poudarja, da 5-minutna izpostavitve klorheksidinu ne povzroči podaljšane delovanja in da je treba klorheksidin uvesti v koreninski kanal kot zdravilo za 7 dni. Na splošno študije ugotavljajo, da klorheksidin povzroči tudi do 12 tednov podaljšane delovanja v koreninskem kanalu (Mohammadi in Abbott, 2009).

V poskusih *in vitro* se je pokazalo, da ima klorheksidin enako ali celo boljšo protimikrobno učinkovitost kot kalcijev hidroksid (Siqueira in de Uzeda, 1997). *In vitro* ima 2-odstotni klorheksidin očitno sposobnost odstranitve biofilma kokov *E. faecalis* (Lima in sod., 2001). Protimikrobna učinkovitost je odvisna od koncentracije in več študij je pokazalo, da je 2-odstotni klorheksidin učinkovitejši od 0,12-odstotnega (Basrani in sod., 2002). Klorheksidin nima sposobnosti razgradnje organskega tkiva, zato je natrijev hipoklorit še

vedno raztopina prvega izbora (Haapasalo in sod., 2010). Koreninski kanali, ki jih izpiramo z 2-odstotnim gelom klorheksidina so čistejši, kot če jih izpiramo z 2-odstotno raztopino klorheksidina (Yamashita in sod., 2003).

Mešanje natrijevega hipoklorita in klorheksidina povzroči oborino, ki zabarva stene pulpine komore in jo je težko odstraniti (Zehnder, 2006). Nekateri avtorji so pri analizi oborine poročali, da lahko nastane parakloroanilin (PCA) – to je toksin, ki povzroči nastanek methemoglobina in je lahko ščasoma kancerogen. Zadnje študije s spektroskopsko analizo omenjene oborine nastanka PCA ne potrjujejo, vendar je kljub temu smotrno ločevati klorheksidin od natrijevega hipoklorita z vmesnim izpiranjem s fiziološko raztopino ali EDTA (Basrani in sod., 2007). Zaradi svojega inhibitornega delovanja na matriksne metalo-proteinaze lahko klorheksidin pomembno izboljša stabilnost vezi med smolo in dentinom (Santos in sod., 2006).

Čeprav je klorheksidin razmeroma varna raztopina, lahko povzroči alergijske reakcije. V literaturi je opisan le en primer anafilaksijskega šoka po aplikaciji 0,6-odstotnega klorheksidina na nepoškodovano kožo (Autegarden in sod., 1999). Opisani so tudi primeri kontaktnega dermatitisa in urtikarije (Ebo in sod., 1998; Pham in sod., 2000). V literaturi ni člankov o alergijskih reakcijah, ki bi sledile izpiranju koreninskega kanala s klorheksidinom.

Vodikov peroksid v članku ni opisan, ker se njegova uporaba odsvetuje.

Helatorji

Med mehansko obdelavo koreninskega kanala se tvori razmazovina, ki je sestavljena iz organske in anorganske komponente (Haapasalo in sod., 2010). Za njeno popolno odstranitev sta potrebna natrijev hipoklorit in dekalcinacijska raztopina (Zehnder, 2006).

Študije kažejo, da razmazovina zmanjšuje učinkovitost delovanja natrijevega hipoklorita in medsejnih zdravil (kalcijevega hidroksida) na bakterije, ki so naselile notranjost dentinskih kanalčkov. Po zaključeni dezinfekciji endodontskega prostora lahko razmazovina na steni koreninskega kanala preprečuje, da bi bil stik polnilnega materiala s steno kanala tesen (Sen in sod., 1995).

EDTA

EDTA je karboksilna poliaminokislina (Haapasalo in sod., 2010). Ob stiku z zobovino helira – veže kalcijeve ione. Sama ni sposobna popolnoma odstraniti razmazovine, zato moramo pred njo uporabiti natrijev hipoklorit. Navadno se uporablja 17-odstotna koncentracija EDTA. Razmazovino odstrani v 1 minuti, če pride v stik s steno kanala (Grawehr in sod., 2003). Dekalcinacijski proces je samoomejujoč, saj se helator sčasoma porabi. Pri neprehodnih kanalih je zato nesmiselno med sejami v kanalu puščati EDTA, saj učinka na vzpostavitev prehodnosti kanala ni. Njen protimikrobni učinek je minoren. EDTA deluje tudi na celično membrano in iz nje pobere kovinske ione ter posledično povzroči smrt bakterij (Rasimick in sod., 2008).

Študije kažejo, da EDTA ne izgubi svojega učinka, kadar jo mešamo z natrijevim hipokloritom. Natrijev hipoklorit pa izgubi svojo sposobnost razgradnje tkiva, kadar ga mešamo z EDTA, zato ju je treba uporabljati ločeno (Grawehr in sod., 2003).

Kombinacija EDTA in klorheksidina povzroči tvorbo bele oborine, ki nastane zaradi tvorbe soli s klorheksidinom, ki se jo zlahka izpere iz kanala (Rasimick in sod., 2008).

Citronska kislina

Citronska kislina ima minimalen protimikrobni učinek, s heliranjem učinkovito odstranjuje anorganske sestavine razmazovine. Navadno se uporablja 10-odstotna koncentracija. Citronske kisline ne smemo mešati z natrijevim hipokloritom, saj se ob tem sprošča klor v plinski obliki, zato vmes izpiramo koreninski kanal s fiziološko raztopino (Machado-Silveiro in sod., 2004; Potočnik, 2008).

Hidroksietilen bifosfonat

HEBP (hidroksietilen bifosfonat), imenovan tudi etidronska kislina, spada med dekalcinacijske raztopine (Tartari in sod., 2013a). Lahko se uporablja skupaj z natrijevim hipokloritom, ne da bi zmanjševal njegovo protimikrobno učinkovitost in sposobnost razgrajevanja organske komponente. V primerjavi z EDTA ali citronsko kislino je HEBP šibek dekalcinacijski agens, zato naj se ne uporablja kot končna raztopina za izpiranje koreninskega kanala, ampak kar vzporedno z natrijevim hipokloritom. Kombinacija ima posled-

dično boljšo sposobnost razgradnje tkiva in je manj toksična (Zehnder in sod., 2005; Tartari in sod., 2013a; Tartari in sod., 2013b).

Kombinirani izdelki

Še do nedavnega so bile dekalcinacijske raztopine navadno ponujene samo kot samostojne, npr. EDTA ali citronska kislina, medtem ko jih danes dobimo tudi v kombinaciji z drugimi vrstami učinkovin. Dodane raztopine navadno prispevajo k manjši površinski napetosti ali večji protimikrobni učinkovitosti (Haapasalo in sod., 2010).

Ena takšnih raztopin je QMIX 2 in 1 (Dentsply, Tulsa dental Specialities, ZDA), ki je bil predstavljen leta 2011 in vsebuje EDTA, klorheksidin in detergent (Stojicic in sod., 2012). Proizvajalec priporoča QMIX kot zadnjo raztopino za izpiranje, ki sledi mehanski obdelavi v kombinaciji z natrijevim hipokloritom. Natrijev hipoklorit je treba pred uporabo QMIX-a iz kanala izprati s fiziološko raztopino (Dai in sod., 2011). Nizka površinska napetost omogoča raztopinam prodor v dentinske kanalčke in druge nedostopne prostore v koreninskem kanalu (Tasman in sod., 2000; Giardino in sod., 2006). Sposobnost odstranitve QMIX-a je primerljiva s 17-odstotno EDTA (Stojicic in sod., 2012). Ustrezna protimikrobna učinkovitost se je pokazala v modelih na planktonskih oblikah kokov *E. faecalis*, mladih in več kot tri tedne starih biofilmih kokov *E. faecalis* (Stojicic in sod., 2012; Wang in sod., 2012).

MTAD in Tetraclean sta razmeroma nova izdelka, ki sta mešanici antibiotika, citronske kisline in detergenta. BioPure MTAD (BioPure, Dentsply, Švica) je bil prva raztopina, ki je bila sposobna odstranjevanja razmazovine in hkratnega dezinficiranja koreninskih kanalov (Shabahang in Torabinejad, 2003). Sestavljena je iz 3-odstotnega doksiciklina, 4,25-odstotne citronske kisline in 0,5-odstotnega polisorbata (Shabahang in Torabinejad, 2003). Priporoča se kot zadnja raztopina. Tetraclean (Ogna Laboratori Farmaceutici, Muggio, Italija) je kombinacija citronske kisline, nižjega odmerka doksicilina (50 mg/5 ml) in polipropilen glikola (Mohammadi in sod., 2012). Odpornost bakterij proti tetraciklinom je pogosta pri mikroorganizmih kultiviranih iz koreninskega kanala. Uporaba antibiotikov namesto antiseptikov (natrijev hipoklorit, klorheksidin) deluje nevarno, saj so bili prvi razviti za sistemsko uporabo in imajo ožji spekter

delovanja (Haapasalo in sod., 2010). Protimikrobnega učinka MTAD se v študijah ni dalo nadomestiti z zamenjavo s klorheksidinom (Shabahang in Torabinejad, 2003).

Dentinska erozija

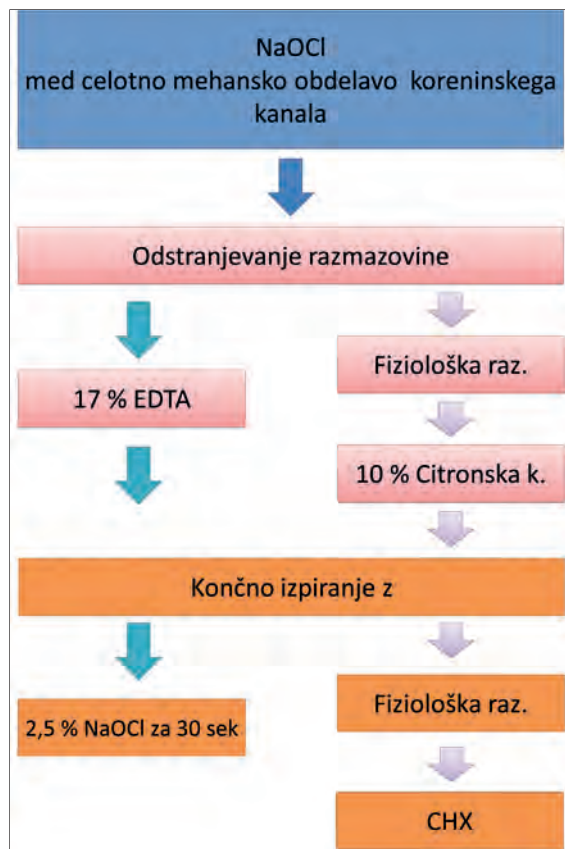
V endodontiji sledimo optimalnemu načelu, da naj bo po izpiranju koreninski kanal brez organskega debrisa, mikroorganizmov in razmazovine. Mikroorganizmi, ki so zašli v dentinske kanalčke, naj se uničijo hkrati, moč in sestava dentina pa naj ne bi bila prizadeta (Haapasalo in sod., 2012). Zadnje študije kažejo, da način uporabe natrijevega hipoklorita v kombinaciji z EDTA lahko vpliva na steno koreninskega kanala. Čeprav se je dentinska erozija pojavila že po 1 minuti ponovnega izpiranja z natrijevim hipokloritom, ki je sledilo predhodnemu izpiranju z EDTA, dandanes še ni popolnoma jasno, ali dentinska erozija sploh vpliva na zob (Qian in sod., 2011). V teoriji bi erozija glede na globino lahko prispevala k nastanku vzdolžne poke zoba, po drugi strani pa erozija prispeva k maksimalni čistosti kanala, prostega mikororganizmov in debrisa (Haapasalo in sod., 2010; Haapasalo in sod., 2012).

Klinična uporaba

Glede na vse zgoraj predstavljeno je natrijev hipoklorit raztopina prvega izbora in ga uporabljamo ves čas mehanske obdelave koreninskega kanala. Ko je kanal dokončno obdelan in imamo znano delovno dolžino ter določeno ustrezno apikalno širino, kanal za 1–2 minuti izpiramo s helatorjem (EDTA, citronska kislina), temu pa lahko sledi še dodatno izpiranje s klorheksidinom ali 30-sekundno izpiranje z 2,5-odstotnim natrijevim hipokloritom (Slika 2). Nekateri avtorji ponovno uporabo natrijevega hipoklorita, po uporabi helatorja, odsvetujejo. Večina avtorjev odsvetuje stalno izmenjujočo uporabo natrijevega hipoklorita in močnega helatorja (EDTA, citronske kisline) med mehansko obdelavo kanala, ker lahko takšna uporaba spremeni mehanske lastnosti dentina.

Zaključek

Izpiranje koreninskih kanalov pomembno prispeva k uspešnosti koreninskega zdravljenja, zato je poznavanje interakcij med posameznimi raztopinami in poznavanje njihovega delovanja za zobozdravnika izredno pomembno.



Slika 2: Shematski prikaz možnosti izpiranja koreninskih kanalov.

Reference

- Autegarden JE, Pecquet C, Huet S, Bayrou O, Leynadier F. Anaphylactic shock after application of chlorhexidine to unbroken skin. *Contact Dermatitis* 1999; 4: 215.
- Barrette WC, Jr., Hannum DM, Wheeler WD, Hurst JK. General mechanism for the bacterial toxicity of hypochlorous acid: abolition of ATP production. *Biochemistry* 1989; 23: 9172-8.
- Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics* 2012; 1: 74-102.
- Basrani B, Lemonie C. Chlorhexidine gluconate. *Aust Endod J* 2005; 2: 48-52.
- Basrani B, Santos JM, Tjaderhane L, Grad H, Gorduysus O, Huang J, et al. Substantive antimicrobial activity in chlorhexidine-treated human root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 2: 240-5.
- Basrani BR, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod* 2007; 8: 966-9.
- Bergenholtz G (2010). *Textbook of endodontology*. West Sussex, United Kingdom, Wiley Blackwell.
- Carver K, Nusstein J, Reader A, Beck M. *In vivo* antibacterial efficacy of ultrasound after hand and rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 2007; 9: 1038-43.
- Dai L, Khechen K, Khan S, Gillen B, Loushine BA, Wimmer CE, et al. The effect of QMix, an experimental antibacterial root canal irrigant, on removal of canal wall smear layer and debris. *J Endod* 2011; 1: 80-4.
- Davies A. The mode of action of chlorhexidine. *J Periodontal Res Suppl* 1973; 68-75.
- Ebo DG, Stevens WJ, Bridts CH, Matthieu L. Contact allergic dermatitis and life-threatening anaphylaxis to chlorhexidine. *J Allergy Clin Immunol* 1998; 1: 128-9.
- Emilson CG, Ericson T, Heyden G, Magnusson BC. Uptake of chlorhexidine to hydroxyapatite. *J Periodontal Res Suppl* 1973; 17-21.
- Fardal O, Turnbull RS. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *J Am Dent Assoc* 1986; 6: 863-9.
- Giardino L, Ambu E, Becce C, Rimondini L, Morra M. Surface tension comparison of four common root canal irrigants and two new irrigants containing antibiotic. *J Endod* 2006; 11: 1091-3.
- Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2001; 6: 424-8.
- Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J* 2003; 6: 411-7.
- Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am* 2010; 2: 291-312.
- Haapasalo M, Qian W, Shen Y. Irrigation: beyond the smear layer. *Endodontic Topics* 2012; 1: 35-53.
- Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J* 2014; 6: 299-303.
- Habets JM, Geursen-Reitsma AM, Stolz E, van Joost T. Sensitization to sodium hypochlorite causing hand dermatitis. *Contact Dermatitis* 1986; 3: 140-2.
- Hennessey TS. Some antibacterial properties of chlorhexidine. *J Periodontal Res Suppl* 1973; 61-7.
- Hugo WB, Longworth AR. Some aspects of the mode of action of chlorhexidine. *J Pharm Pharmacol* 1964; 655-62.
- Hugo WB, Longworth AR. The effect of chlorhexidine on the electrophoretic mobility, cytoplasmic constituents, dehydrogenase activity and cell walls of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *J Pharm Pharmacol* 1966; 9: 569-78.
- Khademi AA, Mohammadi Z, Havaee A. Evaluation of the antibacterial substantivity of several intra-canal agents. *Aust Endod J* 2006; 3: 112-5.
- Komorowski R, Grad H, Wu XY, Friedman S. Antimicrobial substantivity of chlorhexidine-treated bovine root dentin. *J Endod* 2000; 6: 315-7.
- Lima KC, Fava LR, Siqueira JF, Jr. Susceptibilities of *Enterococcus faecalis* biofilms to some antimicrobial medications. *J Endod* 2001; 10: 616-9.
- Machado-Silveiro LF, Gonzalez-Lopez S, Gonzalez-Rodriguez MP. Decalcification of root canal dentine by citric acid, EDTA and sodium citrate. *Int Endod J* 2004; 6: 365-9.
- Marending M, Luder HU, Brunner TJ, Knecht S, Stark WJ, Zehnder M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine-mechanical, chemical and structural evaluation. *Int Endod J* 2007; 10: 786-93.

- McDonnell G, Russell AD. Antiseptics and disinfectants: activity, action, and resistance. *Clin Microbiol Rev* 1999; 1: 147–79.
- McKenna SM, Davies KJ. The inhibition of bacterial growth by hypochlorous acid. Possible role in the bactericidal activity of phagocytes. *Biochem J* 1988; 3: 685–92.
- Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J* 2009; 4: 288–302.
- Mohammadi Z, Giardino L, Mombeinipour A. Antibacterial substantivity of a new antibiotic-based endodontic irrigation solution. *Aust Endod J* 2012; 1: 26–30.
- Mohammadi Z, Shalavi S. Antimicrobial activity of sodium hypochlorite in endodontics. *J Mass Dent Soc* 2013; 1: 28–31.
- Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1982; 4: 187–96.
- Morris MD, Lee KW, Agee KA, Bouillaguet S, Pashley DH. Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod* 2001; 12: 753–7.
- Oyarzun A, Cordero AM, Whittle M. Immunohistochemical evaluation of the effects of sodium hypochlorite on dentin collagen and glycosaminoglycans. *J Endod* 2002; 3: 152–6.
- Pham NH, Weiner JM, Reisner GS, Baldo BA. Anaphylaxis to chlorhexidine. Case report. Implication of immunoglobulin E antibodies and identification of an allergenic determinant. *Clin Exp Allergy* 2000; 7: 1001–7.
- Potočnik I. Sredstva in postopek odstranjevanja razmazovine pri endodontskem zdravljenju. *Zobozdrav Vestn* 2008; 2: 161–3.
- Qian W, Shen Y, Haapasalo M. Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion. *J Endod* 2011; 10: 1437–41.
- Radcliffe CE, Potouridou L, Qureshi R, Hababbeh N, Qualtrough A, Worthington H, et al. Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2004; 7: 438–46.
- Rasimick BJ, Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS. Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. *J Endod* 2008; 12: 1521–3.
- Samec T, Jan J. Klorheksidin v endodontiji. *Zobozdrav Vestn* 2007; 1: 85–8.
- Samec T, Jan J. Uporaba ultrazvoka za irigacijo koreninskega kanala. *Zobozdrav Vestn* 2011; 3: 84–9.
- Santos JN, Carrilho MR, De Goes MF, Zaia AA, Gomes BP, Souza-Filho FJ, et al. Effect of chemical irrigants on the bond strength of a self-etching adhesive to pulp chamber dentin. *J Endod* 2006; 11: 1088–90.
- Sen BH, Wesselink PR, Turkun M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J* 1995; 3: 141–8.
- Shabahang S, Torabinejad M. Effect of MTAD on *Enterococcus faecalis*-contaminated root canals of extracted human teeth. *J Endod* 2003; 9: 576–9.
- Siqueira JF, Jr. de Uzeda M. Intracanal medicaments: evaluation of the antibacterial effects of chlorhexidine, metronidazole, and calcium hydroxide associated with three vehicles. *J Endod* 1997; 3: 167–9.
- Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M. The effects of temperature on sodium hypochlorite short-term stability, pulp dissolution capacity, and antimicrobial efficacy. *J Endod* 2005; 9: 669–71.
- Spangberg L, Engstrom B, Langeland K. Biologic effects of dental materials. 3. Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics *in vitro*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973; 6: 856–71.
- Spencer HR, Ike V, Brennan PA. Review: the use of sodium hypochlorite in endodontics—potential complications and their management. *Br Dent J* 2007; 9: 555–9.
- Stojicic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J* 2012; 4: 363–71.
- Tartari T, de Almeida Rodrigues Silva ESP, Vila Nova de Almeida B, Carrera Silva Junior JO, Faciola Pessoa O, Silva ESJMH. A new weak chelator in endodontics: effects of different irrigation regimens with etidronate on root dentin microhardness. *Int J Dent* 2013a; ID: 743018. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/743018>
- Tartari T, Duarte Junior AP, Silva Junior JO, Klautau EB, Silva ESJMH, Silva ESJPA. Etidronate from medicine to endodontics: effects of different irrigation regimens on root dentin roughness. *J Appl Oral Sci* 2013b; 5: 409–15.
- Tasman F, Cehreli ZC, Ogan C, Etikan I. Surface tension of root canal irrigants. *J Endod* 2000; 10: 586–7.
- van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J* 2007; 6: 415–26.
- Wang Z, Shen Y, Haapasalo M. Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. *J Endod* 2012; 10: 1376–9.
- Yamashita JC, Tanomaru Filho M, Leonardo MR, Rossi MA, Silva LA. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as a root–canal irrigant. *Int Endod J* 2003; 6: 391–4.
- Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006; 5: 389–98.
- Zehnder M, Kosicki D, Luder H, Sener B, Waltimo T. Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 6: 756–62.
- Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod* 2005; 11: 817–20.
- Zou L, Shen Y, Li W, Haapasalo M. Penetration of sodium hypochlorite into dentin. *J Endod* 2010; 5: 793–6.

Asist. dr. Tomi Samec, dr. dent. med., specialist zobnih bolesti in endodontije; prof. dr. Janja Jan, dr. dent. med., specialistka zobnih bolesti in endodontije, Katedra za zobne bolesti in normalno morfologijo zobnega organa, Medicinska fakulteta UL, Hrvatski trg 6, 1000 Ljubljana