

Kemijska obrada korijenskoga kanala

Chemical Treatment of Root Canal

Tonči Staničić

Zavod za dentalnu patologiju Stomatološkog fakulteta u Zagrebu

Sažetak

Acta Stomatologica Croatica
1993; 27: 281-288

Korijenski kanal vitalnih i nevitarnih zuba ispunjen je sadržajem koji treba odstraniti prije punjenja umjetnim materijalima. To je vitalna pulpa, pređentin, raspadnuta pulpa, mikroorganizmi, toksini, proteolitički enzimi i strugotinski sloj. Instrumentacija korijenskoga kanala nije dovoljna za njegovo potpuno čišćenje i dezinfekciju za vrijeme endodontskoga liječenja. Potrebno ju je dopuniti kemijskom obradom kako bi se osigurao potpuni uspjeh zahvata. Tekućine za kemijsku obradu korijenskoga kanala odstranjuju sadržaj fizičkim ispiranjem, razgradnjom organskih sastojaka, otapanjem anorganskih sastojaka, a baktericidnim i bakteriostatskim djelovanjem bitno smanjuju broj mikroorganizama kako bi se postigla dezinfekcija. U razgradnji organskih sastojaka i dezinfekciji najdjelotvorniji je natrijev hipoklorit (NaOCl), a EDTA (helator) u otapanju anorganskih sastojaka, iako autor navodi i brojna druga kemijska sredstva za iste svrhe, ali nešto slabijega učinka. Iz svih kliničkih i eksperimentalnih istraživanja proizlazi kako ne postoji nijedno kemijsko sredstvo koje istodobno odstranjuje organske i anorganske sastojke, a pritom i dezinficira korijenski kanal. Zbog toga se koriste kombinacije dviju ili više kemijskih otopina. Najdjelotvornija je kombinacija 10 ml 15%-tne EDTA + 10 ml 2,5 – 5,25%-tnog NaOCl, uz uvjet da se naizmjenično ispiranje obavlja za vrijeme i nakon instrumentacije korijenskoga kanala.

Ključne riječi: korijenski kanal, kemijska obrada, EDTA, NaOCl

PREGLEDNI RAD

Primljeno: 26. listopada 1993.
Received: October 26, 1993

Svrha endodontskoga liječenja zuba jest potpuno odstranjenje pulpnog tkiva ili njegovih ostataka i bakterija i njihovih metaboličkih produkata iz korijenskoga kanala kako bi se stvorio odgovarajući prostor za unošenje sredstva za punjenje. Tim činom ujedno treba sačuvati zub od daljnjeg razaranja i vađenja, te postići

pozitivno endodontsko okruženje za ozdravljenje i obnovu apeksnih i periapeksnih tkiva. Međutim, kako su pokazala brojna eksperimentalna i klinička istraživanja (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) u ispunjenju tih zadataka mehanička instrumentacija nije dostatna, jer isključivo njezinom primjenom moguće je samo u cijelosti proširiti, ali

ne i sasvim očistiti i dezinficirati korijenski kanal. Štoviše, grebani i brazde na zidu korijenskoga kanala, nastali nepravilnom ili nepažljivom mehaničkom instrumentacijom, mogu čak pogodovati zaostajanju komadića pulpe i kolonija mikroorganizama. Zbog toga je u endodontsko liječenje neizostavno potrebno uključiti i kemijsku obradu kao sastavni i bitni dio cijelog postupka koji može osigurati potpuno čišćenje i dezinfekciju korijenskoga kanala.

Korijenski kanal ispunjen je određenim organsko-anorganskim sadržajem koji je različit kod pojedinih patoloških stanja endodonta, ali i prije i za vrijeme, odnosno nakon instrumentacijske faze endodontske terapije.

- A) Prije početka terapije endodontski prostor zuba ispunjen je sadržajem koji treba odstraniti, a to je:
- a) kod pulpitisa
 - vitalno, ali bolesno pulpno tkivo
 - predentin
 - endo- i egzotoksini
 - proteolitički enzimi
 - eventualno bakterije
 - b) kod nekroza i gangrena
 - raspadne tvari (engl. »debris«)
 - lizirani dijelovi pulpe (auto- i bakterioliza)
 - mikroorganizmi
 - toksini i enzimi
 - ostaci hrane
 - nekrotični predentin i organska matrica dentina.
- B) Nakon instrumentacije nastaje jedna dodatna, specifična naslaga:
- c) strugotinski sloj (smear layer).

Strugotinski sloj oblaže stijenku samo endodontskim instrumentima obrađenoga korijenskoga kanala. Ima oblik amorfne, nehomogene mase i poput čepova ulazi u dentinske tubuluse. Na njegovo postojanje prvi su upozorili McComb i Smith (8).

Strugotinski sloj čine:

- *anorganski sastojci*
 - minerali dentina
 - intrapulpane mineralizacije
- *organski sastojci*
 - ostaci pulpe
 - ostaci odontoblastičkih nastavaka

- krvne stanice
- ostaci predentina
- dijelovi organske matrice dentina
- u inficiranom kanalu još i raspadni produkti pulpe i mikroorganizmi

Postojanje strugotinskog sloja još uvijek izaziva stanovite dvojbe o tome je li njegova nazočnost nevažna, korisna ili štetna za ukupni uspjeh endodontske terapije. Prema nekim autorima (9,10) strugotinski sloj je koristan i ne treba ga uklanjati sa zidova korijenskoga kanala jer smanjuje propusnost dentina sprečavajući ili usporavajući prodor bakterija, ali i medikamentata i eventualnih štetnih kemijskih sastojaka iz materijala za punjenje dublje u tubuluse i kroz njih u parodont.

Međutim, to eventualno može biti korisno jedino u neinficiranim kanalima u kojima je isti takav i strugotinski sloj. Naprotiv, izričiti je stav brojnih drugih autora (1, 2, 3, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18) da je strugotinski sloj inficiranih kanala pravo spremište raspadnih produkata i mikroorganizama i ostaviti ga u kanalu znači onemogućiti dezinfekciju i neposredan dodir između dentina i materijala za punjenje. Nakon punjenja korijenskoga kanala nehomogeni strugotinski sloj može funkcionirati kao rubna pukotina u kojoj su mikroorganizmi i dalje aktivni, pa se nastavlja proces razaranja dentina i materijala za punjenje korijenskoga kanala, a metabolički produkti mogu prodirati i do parodonta i podraživati ga (15, 16, 17).

Tekućine za kemijsku obradu rabe se za vrijeme i nakon mehaničke instrumentacije i odstranjuju sadržaj korijenskoga kanala na dva osnovna načina:

- 1) fizički (ispiranjem), i
- 2) kemijski (razgradnjom).

Osim toga, sva ta kemijska sredstva mogu djelovati u kanalu i kao lubrikansi olakšavajući tako mehaničku instrumentaciju. Djelomično tu zadaću ispunjavaju gotovo svi irigansi, ali pri radu u vrlo uskim kanalima ili u onima s mineralnim zaprekama najkorisniji su EDTA, limunska kiselina i donekle natrijev hipoklorit.

1) Fizičko djelovanje jednostavno znači da tekućina za ispiranje svojim protokom kroz korijenski kanal otplavljuje iz njega ostatke pulpe, raspadne tvari i mikroorganizme. Sposobnost nekog sredstva za kemijsku obradu i ispiranje da fizički odstrani slobodnu nečistoću iz korijenskoga kanala ovisi o:

- upotrijebljenom volumenu tekućine;
- proširenosti korijenskoga kanala;
- promjeru igle;
- dubini prodora igle u korijenski kanal;
- položaju injekcijske igle u kanalu.

2) Kemijsko djelovanje jest:

- A) razgradnja organskih sastojaka;
- B) otapanje anorganskih sastojaka;
- C) uništavanje mikroorganizama – dezinfekcija.

Ad A) Razgradnja organskih sastojaka

Iskušana su i eksperimentalno istraživana brojna sredstva za odstranjenje organskoga sadržaja kanala. Upotrijebljena je fiziološka otopina (3, 4), vodikov superoksid (14), otopina kalcijeva hidroksida (5), natrijev hipoklorit (3, 4, 8, 13, 15), kombinacija hipoklorita i vodikovog superoksida (3, 4), Salvizol (3) itd.

Fiziološku otopinu prema svim istraživanjima zbog kemijske i baktericidne nedjelotvornosti treba isključiti iz endodontske terapije. Njezin je jedini pozitivni učinak mehaničko ispiranje korijenskog kanala.

Vodikov superoksid (3%-tni H_2O_2) također treba isključiti iz upotrebe jer ne razgrađuje organski sadržaj korijenskoga kanala. Dapače, može i štetiti jer, ukoliko prođe preko apeksa, izaziva bol i emfizem.

Kombinacija $NaOCl + H_2O_2$ nema osobito značenje jer se hipokloritu time ne povećava sposobnost otapanja organskih tvari u kanalu, a rizik od vodikovog superoksida ostaje.

Natrijev hipoklorit – $NaOCl$ u kliničku je praksu uveo Walker 1936. godine zbog njegove germicidnosti i sposobnosti otapanja organskog materijala. Ustanovljeno je da $NaOCl$ otapa vitalno pulpno tkivo, nekrotično tkivo i predentin. Ta sposobnost pripisuje se njegovoj velikoj alkaličnosti (pH 12,12). Naime, pri alkaličnom pH biološki polimeri, tj. lanci bjelančevina, postaju osjetljivi na hidrolizu te se razgrađuju na aminokiseline. Komadići autoliziranoga pulpnog tkiva smanjivali su se težinski proporcionalno s vremenom provedenim u otopini natrijevog hipoklorita. Nakon 15 minuta nestalo je 15% tkiva, nakon 1 sat otopljena je polovica, a nakon 2 sata cijeli komadić pulpnog tkiva (5). Što se tiče koncentracije natrijevog hipoklorita, ona je bila različita (od 0,5% do 5,25%). Prevladava mišljenje da je 2,5%-tna otopina naj-

optimalnija u pogledu djelotvornosti u korijenskom kanalu, ali i štetnosti za vitalno periapeksno tkivo.

Kalcijev hidroksid se kao sredstvo za otapanje organskih sastojaka korijenskoga kanala pokazao manje djelotvornim od natrijeva hipoklorita. Komadići autolizirane pulpe smanjili su se težinski nakon 30 minuta izlaganja djelovanju kalcijeva hidroksida (»Calasept«) za 30%, a u idućih 30 minuta dolazi do stagnacije pa čak i blagog povećanja volumena. Nakon 20 sati redukcija tkiva je bila 50%, a 97% tkiva otopilo se nakon tjedan dana (5). Iz ovoga nalaza može se zaključiti da ovaj preparat treba ostaviti u korijenskom kanalu barem tjedan dana, a dobro ga je i kombinirati s ispiranjem natrijevim hipokloritom. Početni gubitak tkiva, praćen kasnije čak blagim povećanjem volumena, može se objasniti inicijalnim kidanjem ionskih veza i destrukcijom tercijskih struktura proteina koji će se zbog toga mnogo lakše otapati. Dugotrajan učinak otapanja i baktericidnost, a osobito poticanje stvaranja tvrdoga tkiva u apeksnom i periapeksnom području (kost, cement), preporučuju upotrebu ovog medikamenta kao privremenog uložka u korijenskom kanalu.

Ad B) Otapanje anorganskih sastojaka

U tu svrhu rabljena su također brojna sredstva od kojih su neka helatori, kao npr. EDTA, REDTA (1, 3, 4, 7, 8, 14, 17, 18, 20), a druga kiselinski demineralizatori, kao npr. mliječna kiselina (20), limunska kiselina (20, 21), poliakrilna kiselina (8), »Salvizol« (3, 13, 22) i sl.

EDTA (etilendiamin tetraoctena kiselina) – 15%-tna otopina, blago lužnata s pH 7,5 i kemijski spada u tzv. helatore. U kliničku praksu preparat je kao sredstvo za ispiranje i kemijsku obradu za vrijeme i nakon instrumentacije korijenskoga kanala uveo Nygard-Östby 1957. godine (19). Na tom pH nedostatna je energija za početnu reakciju i stvara se malo hipoklorne kiseline – $HOCl$, ali je pri istom pH ovaj agens vrlo djelotvoran u odstranjenju kalcijevih iona procesom helacije iz slobodnih dentinskih strugotina i mineralizacija u kanalu, strugotinskog sloja na zidovima kanala i dentina. Kroz helaciju se ioni kalcija prevode u mnogo topljiviji oblik kalcij-EDTA kompleksa i tako lako ispiru iz kanala. EDTA demineralizira anorganski dio strugotinskog sloja pa ostaje samo organska ve-

živna komponenta prevučena preko zida kanala. Tamo gdje vezivna mrežica ne prekriva potpuno zidove kanala, EDTA može demineralizirati i dentin tako da se eksponiraju neki dijelovi njegovoga organskog matriksa. Zaključno se može reći da sama upotreba EDTA-e demineralizira sadržaj kanala i anorganski sastav strugotinskog sloja, ali uopće ne odstranjuje organski sadržaj kanala, preentin, niti organski sastav strugotinskog sloja i matriks dentina.

Limunska kiselina također je upotrijebljena za otapanje anorganskog materijala u korijenskom kanalu sama ili u kombinaciji s NaOCl. Iako vrlo djelotvorna, napuštena je u kliničkoj praksi zbog štetnog učinka na periapexni parodont, a u kombinaciji s natrijevim hipokloritom razvija se previše slobodnoga klora koji može nadražiti sluznice i respiratorni trakt pacijenta.

REDTA – (17%-tna EDTA) – dobro otapa mineralni sadržaj kanala, ali nešto slabije strugotinski sloj.

Poliakrilna kiselina (10% i 20%-tna) – pokazalo se da u cijelosti odstranjuje strugotinski sloj, ali ne otapa organske sastojke.

»Salvizol« (aminokvinaldin diacetat) – dobro odstranjuje anorganske sastojke iz korijenskog kanala, ali samo djelomično strugotinski sloj.

Kombinacija EDTA + NaOCl dobro odstranjuje organske i anorganske sastojke iz korijenskoga kanala i strugotinskog sloja, te ostavlja široko otvorene ulaze u dentinske tubuluse promjera 2,5 do 4 μm . U toj kombinaciji NaOCl se rabi kao zadnji irigans jer organski matriks blokira daljnje prodiranje EDTA-e u dubinu dentina.

Ad C) Uništavanje mikroorganizama – dezinfekcija

Prema suvremenom pristupu dezinfekciji, instrumentacija i kemijska obrada kanala treba da budu ujedno i dezinfekcija, a ne da se posebno u korijenski kanal unose dezinficijentni medikamenti koji mogu biti i citotoksični i kausični spram apikalnog parodonta i priječiti ozdravljenje (23, 24, 25, 26, 27). Ne može se inzistirati na sterilizaciji jer je nju u ustima nemoguće postići. Dovoljno je smanjiti broj mikroorganizama u korijenskom kanalu i umanjiti njihovu direktnu ili indirektnu (endotoksini, proteolitički enzimi) aktivnost prema ape-

ksnom parodontu. Djelomično se to postiže već instrumentacijom, kad se iz kanala uz nekrotične mase kao bakterijsko hranilište odstranjuju i same bakterije. Drugi način je fizičko i kemijsko djelovanje tekućina za ispiranje, a pravilno ispunjavanje kanala prekida onim još preostalim bakterijama svaku metaboličku, pa time i patogenu aktivnost.

Dezinfekcija endodontskog prostora jedan je od ključnih elemenata uspjeha endodontske terapije. U manjoj je mjeri dezinfekcija bitna za upaljenu pulpu, ali je *conditio sine qua non* za nekrozu i gangrenu. Ove infekcije su uvijek miješanog oblika, iako više od 90% ukupnih mikroorganizama u korijenskom kanalu ipak čine anaerobne bakterije (27). One su bile vodeći faktor u određivanju kliničke simptomatologije (25, 26). Očigledna je korelacija između ovih bakterija i boli, otjecanja, stvaranja fistule i smrada. Ove su infekcije posebne po svojim složenim interakcijama mikroflore, tako da, ako je neki irigans djelotvoran na neke bakterije, ne znači da će to biti i prema drugima. Upotrijebljene su različite otopine za uklanjanje infekcije iz kanala kao npr. fiziološka otopina, 3%-tni vodikov superoksid, natrijev hipoklorit, REDTA (17%-tna otopina EDTA), »Salvizol«, chlorhexidin (»Fokalhydran« i sl.), zasićena otopina kalcijeveg hidroksida itd.

Eksperimentalno i klinički pokazale su različiti stupanj antibakterijskog djelovanja.

Chlorhexidin ima prema nekim istraživanjima (27) jako antibakterijsko djelovanje i sposoban je spriječiti svaki rast bakterija u svim otopinama i vremenskim intervalima, dok po drugim autorima (6) ima manju baktericidnost od 1% i 2%-tnoga natrijevog hipoklorita, osobito prema *Streptococcus mutansu*.

Vodikov superoksid djeluje antibakterijski nakon barem 15 minuta djelovanja, a baktericidnost se pripisuje njegovoj oksidirajućoj sposobnosti.

REDTA djeluje baktericidno i priječi rast mikroorganizama, ali u vremenu dužem od 60 minuta. Općenito niža koncentracija sredstva traži duže vremensko djelovanje.

Fiziološka otopina je bez ikakva učinka u uništavanju bakterija i sprečavanju njihova rasta.

»Salvizol« (aminokvinaldin diacetat) – kemoterapijski preparat pokazao se dezinficijansom

superiornim mnogim drugim sredstvima. Slabo je citotoksičan, a antimikrobno djeluje na mnoge gram-negativne i gram-pozitivne bakterije i funge.

Natrijev hipoklorit djeluje antimikrobno na više načina. Već samom razgradnjom organskih nekrotičnih masa u kanalu posredno smanjuje broj mikroorganizama u korijenskom kanalu jer im tako uklanja hranilište. Usput dobrim dijelom otapa i njih jer su i oni također organsko-ga sastava. Drugi je način da u dodiru s organskim materijalom stvara hipoklornu kiselinu – HCl koja pokazuje svoj antimikrobni učinak oksidacijom sulfhidrilnih grupa sistema bakterijskih enzima, zbog čega im se prekida metabolizam. Treći je način djelovanja natrijevog hipoklorita da se u kombinaciji s nekim drugim kemijskim sredstvima oslobađa aktivni klor koji djeluje antimikrobno. Prvi takav pokušaj bio je s 3%-tnim vodikovim superoksidom. Međutim, već su McComb i Smith (8) ustanovili da je hipoklorit antimikrobno djelotvorniji sam nego u ovoj kombinaciji. Objašnjenje za tu tvrdnju jest da se ta dva sredstva u međusobnoj reakciji neutraliziraju i pritom se oslobađa vrlo malo ili nimalo klora. Što se u dodiru hipoklorita s drugim sredstvima iz njega oslobađa više klora, to mu je jači antimikrobni učinak. U reakciji s EDTA oslobađa se 0,2 do 0,5 ppm, a s 50%-tnom limunskom kiselinom čak 3,5 ppm slobodnog klora (2). Međutim, kako je aktivni klor, iako jakoga antimikrobnog učinka, ipak jak nadražljivač sluznice usta, očiju i respiratornog trakta, ovu kombinaciju s limunskom kiselinom treba izbjegavati u kliničkoj praksi i radije se koristiti kombinacijom EDTA i natrijevog hipoklorita.

Kalcijev hidroksid. Neki autori (29, 30) izvijestili su o njegovoj sposobnosti da djeluje antimikrobno, dok mu drugi (4, 7) potpuno negiraju tu sposobnost u bilo kojem obliku (pasta, prašak, tekućina). Međutim, moglo bi se ipak reći da kalcijev hidroksid djeluje antibakterijski ali na posredan način. Dugim boravkom u korijenskom kanalu i fizičkim ispunjenjem cijelog prostora može djelotvorno blokirati akumulaciju eksudata, čime se reducira nutritivna potpora bakterijama.

Posljednjih godina sve više dolazi do izražaja saznanje da je za potpuni uspjeh endodontske terapije osim u glavnom korijenskom kanalu dezinfekciju potrebno provesti i u lateralnim

kanalićima, apikalnoj delti i dentinskim tubulusima. Relativno malen broj objavljenih kliničkih i laboratorijskih istraživanja (30, 31, 32, 33, 34) o djelotvornom tretmanu inficiranoga korijenskog dentina ne umanjuje značenje ovoga problema. U tu svrhu korištene su i standardne tekućine za kemijsku obradu korijenskoga kanala, ali i neki medikamenti.

U navedenim canalićima i tubulusima mogu se naći svi mikroorganizmi koje nalazimo i u glavnom korijenskom kanalu, ali svi ne prodiru u dentin jednako brzo, do iste dubine i u istoj količini. Npr., *Enterococcus faecalis* zaposjedne tubule cijelom debljinom cirkumpulpnog dentina za 2 dana inkubacije i u velikoj koncentraciji, dok *Streptococcus sanguis* treba za isto 14 dana, *Escherichia coli* prodre oko 600 μm u dubinu za oko 14 dana, a *Pseudomonas aeruginosa* inficira tubuluse cijelom dužinom za 3 dana ali ne u velikom broju.

Djelotvornost medikamenata ovisi i o vrsti mikroorganizama u kanalu. »Calaseptu« (kalcijev hidroksid) potrebno je 10 dana boravka u korijenskom kanalu da se postigne dezinfekcija tubulusa od *E. faecalis*, a za *S. sanguis* taj je period kraći, ali je učinak prilično varijabilan.

CMCP (kamforirani paramono klorfenol) u tekućini ubija *Streptococcus sanguis* u tubulusima unutar 5 minuta, dok mu za *Enterococcus faecalis* treba 60 minuta.

Antibakterijski potencijal NaOCl prilično je jak jer dobro prodiere u tubuluse, a pristup mu je olakšan i time što otapa organsko tkivo. I natrijev hipoklorit i Hibitan djelotvorno ubijaju *S. sanguis* do dubine u tubulusima od 100 do 300 μm . EDTA nije pokazivao nikakvo dezinficijentno djelovanje u tubulusima.

Djelotvornost medikamenata i sredstava za kemijsku obradu korijenskih kanala ovisi o prisutnosti strugotinskog sloja koji može otežati, odložiti ili umanjiti njihov prodor u tubuluse, a time na isti način i dezinfekciju.

Uvođenjem ultrazvuka u endodonciju mislilo se da će se osim olakšane instrumentacije pojačati i ubrzati djelovanje kemijskih sredstava u korijenskom kanalu. Međutim, rezultati istraživanja su prilično dvojbeni i uvelike ovise o dizajnu eksperimentalnog modela (35, 36, 6). Pokazalo se, bar u pogledu kemijske obrade i dezinfekcije, da ultrazvuk nimalo ne ubrzava niti poboljšava djelotvornost navedenih otopina u usporedbi s njihovom klasičnom uporabom.

Zaključak

Iz brojnih kliničkih i eksperimentalnih istraživanja proizlazi da ne postoji ni jedno pojedinačno kemijsko sredstvo koje može iz korijenskoga kanala istovremeno odstraniti sav nepotreban sadržaj, tj. vitalno pulpno tkivo, raspadne tvari («debris») i strugotinski sloj («smear layer») i istodobno djelotvorno dezinficirati korijenski kanal. Zbog toga se upotrebljavaju kombinacije dvaju ili više sredstava za kemijsku obradu korijenskoga kanala koja se međusobno dopunjuju u djelovanju spram pojedinih sastojaka kanalnoga sadržaja.

Opće je prihvaćena činjenica da najbolje djelovanje ima kombinacija 10 ml 15 – 17%-tnog

EDTA i 10 ml 2,5 – 5,25%-tnog NaOCl. Korijenski kanal ispire se naizmjenično jednom pa drugom tekućinom s time da se uvijek završi s natrijevim hipokloritom jer organski matriks blokira daljnje prodiranje EDTA-e u dubinu strugotinskog sloja ili dentina.

Ipak, da bi se odstranio sav organski i anorganski sadržaj korijenskoga kanala i dentinskih tubulusa, uključivo i strugotinski sloj i najveći dio bakterija, potrebno je da te tekućine proborave što duže u endodontskom prostoru. Kako bi se produžilo vrijeme njihovoga djelovanja, a time i djelotvornost, treba ih upotrebljavati i za cijelo vrijeme instrumentacije, a ne samo nakon nje.

CHEMICAL TREATMENT OF ROOT CANAL

Summary

Root canals of both vital and non-vital teeth are filled with a content which should be removed prior to their filling with artificial materials. This content consists of vital pulp, predentin, decomposed pulp, microorganisms, toxins, proteolytic enzymes and debris. Sole instrumentation of the root canal is inadequate for its thorough cleansing and disinfection during endodontic treatment. Thus, instrumentation should be combined with chemical treatment for the procedure to be fully successful. Liquids for chemical treatment of the root canal remove the content by physical washing, decomposition of organic compounds and dissolution of inorganic components, whereas the number of microorganisms is substantially reduced by their bactericidal and bacteriostatic action, thus achieving full disinfection. Sodium hypochlorite (NaOCl) has been found most efficient in organic compound decomposition and disinfection, and EDTA (a chelating agent) in inorganic compound dissolution. A number of other, less efficient chemical agents used for the same purpose, is also described. Clinical and experimental studies have shown that none of the chemical agents currently available is efficient enough to simultaneously remove organic and inorganic components, and provide proper root canal disinfection. Therefore, combinations of two or more chemical solutions have been used, most efficient of them being a combination of 10 ml 15% EDTA and 10 ml 2.5% – 5.25% NaOCl, provided that alternate washing is performed during and after the root canal instrumentation.

Key words: *root canal, chemical treatment, EDTA, NaOCl*

Adresa za korespondenciju:
Address for correspondence:

Tonči Staničić
Zavod za dentalnu patologiju
Stomatološki fakultet
Gundulićeva 5
Zagreb, Hrvatska

Literatura

1. AKTENER B O, BILKAY U. Smear layer removal with different concentrations of EDTA-Ethylenediamine mixture. *J Endodon* 1993; 19:228-231.
2. BAUMGARTNER J C, IBAY A C. The chemical reactions of irrigants used for root canal debridement. *J Endodon* 1987; 13:47-51.
3. BERG M S, JACOBSEN E L, BEGOLE E A. A comparison of five irrigating solutions: a scanning electron microscopic study. *J Endodon* 1986; 12: 192-197.
4. BAUMGARTNER J C, MADER C L. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endodon* 1987; 13:147-157.
5. ANDERSEN M, LUND A, ANDREASEN J A. In vitro solubility of human pulp tissue in calcium hydroxide and sodium hypochlorite. *Endod Dent Traumatol* 1992; 8:104-108.
6. BRISENO B M, WIRT R, HAMM G. Efficacy of different irrigation methods and concentrations of root canal irrigations solutions on bacteria in the root canal. *Endod Dent Traumatol* 1992; 6:6-11.
7. BAUMGARTNER J C, CUENIN P R. Efficacy of several concentration of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endodon* 1992; 18:605-610.
8. McCOMB D, SMITH D C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endodon* 1975; 1:238-242.
9. DIPPEL H, HOPPENBROUWERS P, BORGGREVEN J. Influence of the smear layer and intermediary base materials on the permeability of dentin. *J Dent Res* 1981; 60:1211.
10. PASHLEY D H, MICHELICH V, KEHT T. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *J Prosthet Dent* 1981; 46:531-537.
11. WHITE R R, GOLDMAN M, LIN P S. The Influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J Endodon* 1984; 10: 558-562.
12. MADER C L, BAUMGARTNER J C, PETERS D D. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endodon* 1984; 10:447-483.
13. ROME W J, DORAN J E, WALKER W A. The effectiveness of gly-oxide and sodium hypochlorite in preventing smear layer formation. *J Endodon* 1985; 11:281-288.
14. MERYON S D, TOBIAS R S, JAKEMAN K J. Smear removal agents: a quantitative study in vivo and in vitro. *J Prosthet Dent* 1987; 57:174-179.
15. KENNEDY W A, WALKER W A, GOUGH R W. Smear layer removal effects on apical leakage. *J Endodon* 1986; 12:21-27.
16. CERGNEUX M, CLOUCCHL B, DIETSCHL J M. The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. *Int Endod J* 1987; 20:228-232.
17. AKTENER B O, CENGIZ T, PISKIN B. The penetration of smear material into dentinal tubules during instrumentation with surface-active reagents. A scanning electron microscopic study. *J Endodon* 1989; 15: 588-590.
18. OKSAN T, AKTENER B O, SEN B H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1993; 26:301-305.
19. NYGAARD-ÖSTBY B. Chelation in root canal therapy. *Odontol Tidskr* 1957; 65:1-11.
20. YAMADA R S, ARMAS A, GOLDMAN M. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions; Part III. *J Endodon* 1983; 9:137-142.
21. WAYMAN B E, KOPP W M, PINERO G J. Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *J Endodon* 1979; 5:258-265.
22. CENGIZ T, AKTENER B O, PISKIN B. The effect of dentinal tubule orientation on removal of smear layer by root canal irrigant. A scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1990; 23:1-9.
23. BYSTRÖM A, SUNDQVIST G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985; 18:35-40.
24. MEYRON S D, JAKEMAN K J, BROWNE R M. Penetration in vitro of human and ferret dentine by three bacterial species in relation to their potential role in pulpal inflammation. *Int Endod J* 1986; 19:213-220.
25. YOSHIDA M, FUKUSHIMA J, YAMAMOTO K. Correlation between clinical symptoms and microorganisms isolated from root canals of teeth with periapical pathosis. *J Endodon* 1987; 13:24-28.
26. BAUMGARTNER J C, FALKER W A. Bacteria in the apical 5 mm of infected root canals. *J Endodon* 1991; 17:380-383.
27. OHARA P, TORABINEJAD M, KETTERING J D. Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *Endod Dent Traumatol* 1993; 9:95-100.
28. SAFAVI K E, DOWDEN W E, INTROCASO J H. A comparison of antimicrobial effects of calcium hydroxide and iodine-potassium iodide. *J Endodon* 1985; 11:454-456.
29. STUART K G, MILLER C H, BROWN C E JR. The comparative antimicrobial effect of calcium hydroxide. *Oral Surg* 1991; 72:101-104.
30. MICHELICH V J, SCHUSTER G S, PASHLEY D H. Bacterial penetration of human dentin in vitro. *J Dent Res* 1980; 59:1398-1403.
31. HAAPASALO M, ÖRSTAVIK D. In vitro infection and disinfection of dentinal tubules. *J Dent Res* 1987; 66:1375-1379.

32. SAVAFI K E, SPÄNGBERG L S W. Human root canal dentinal tubule infection and disinfection in vitro. *J Dent Res* 1989; 68:243-248.
33. SAVAFI K E, SPÄNGBERG L, LANGELAND K. Smear layer removal effects of root canal dentin tubule infection. *J Endodon* 1989; 15:176-181.
34. ÖRSTAVIK D, HAASPALO M. Desinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol* 1990; 6:142-149.
35. MARTIN H, CUNNINGHAM W T. Endosonic endodontics: the ultrasonic synergistic system. *Int Dent J* 1984; 34:198-203.
36. SJÖGREN U, SUNDQVIST G. Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral surg* 1987; 63:366-370.