

Ефикасност средстава за завршну иригацију канала корена зуба у уклањању размазног слоја

Александар Митић¹, Надица Митић¹, Славољуб Живковић², Горан Тошић¹, Војин Савић³, Стефан Дачић¹, Миодраг Стојановић⁴

¹Клиника за стоматологију, Медицински факултет, Универзитет у Нишу, Ниш, Србија;

²Стоматолошки факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија;

³Институт за биомедицинска истраживања Медицински факултет, Универзитет у Нишу, Ниш, Србија;

⁴Институт за јавно здравље, Медицински факултет, Универзитет у Нишу, Ниш, Србија

КРАТАК САДРЖАЈ

Увод Размазни слој који се ствара на зидовима канала корена зуба последица је инструментације канала. Он значајно утиче на квалитет оптурације канала и крајњи исход ендодонтског лечења.

Циљ рада Циљ истраживања је био да се установи степен ефикасности раствора доксициклина, лимунске киселине и детерџента *Tween-80* (познате под називом *MTAD*) као завршног ириганса у уклањању размазног слоја с површина интраканалног дентина.

Методе рада Испитано је 60 једнокорених екстрахованих хуманих зуба, подељених у четири групе. Сви узорци су инструментирани техником *step-back* и ручним К-турпијама, а током инструментације испирани двоцентним хлорхексидином (*CHX*) и тропостотним водоник-пероксидом (H_2O_2). Прва група узорака је испирана искључиво са *CHX* и H_2O_2 , док је за завршну иригацију узорака друге групе коришћен и раствор *MTAD*. Сви узорци су посматрани на скенинг електронском микроскопу *JEOL-JSM-5300*. Ултраструктурно су анализиране коронарна, средња и апикална трећина коренске регије.

Резултати Применом само *CHX* и H_2O_2 као ириганса не добијају се чисти дентински зидови, а размазни слој са зидова није потпуно уклоњен. Истом комбинацијом ириганса која је допуњена раствором *MTAD* за завршно испирање размазни слој се ефикасно уклања, а морфолошка структура дентинске површине се не мења. Статистичка анализа је показала да су зидови канала узорака испираних и са *MTAD* значајно чистији него код узорака контролне групе ($p < 0,001$).

Закључак На основу резултата истраживања може се закључити да је *MTAD* био најефикаснији раствор за завршну иригацију каналног система корена зуба.

Кључне речи: канал корена; *MTAD*; размазни слој

УВОД

Код примарних инфекција канала корена зуба највећи део инфекције се налази у макроканалном систему. Међутим, значајан део инфекције се налази дубље, у латералним каналима, апикалним рамификацијама и дентинским тубулима. Управо те анатомске варијабилности и физиолошке специфичности ткива ендодонцијума и пародонцијума су отежавајући фактори у ослобађању од ендодонтске инфекције [1].

Инструментацијом се током ендодонтског лечења ствара размазни слој на површини зидова као последица сечења дентина каналним инструментима. Размазни слој је површни слој дебриса који заостаје на дентину током инструментације и састоји се од делића дентина, остатака виталног или некротичног пулног ткива, бактерија и њихових компоненти. У клиничкој пракси инструментација и иригација каналног простора у оквиру ендодонтског лечења зуба је временски најдужа и најзахтевнија фаза лечења. Механичка обрада подразумева коришћење ручних или машинских ендодонтских инструмената који својим радним делом остварују ефекте сечења, дробљења, сабијања и глачања површине, а резултат је стварање размазног слоја на унутрашњим зидовима канала корена зуба. Дебљину размазног слоја одређу-

ју: врста коришћених ендодонтских инструмената, ендодонтска техника и састав дентина [2].

Размазни слој покрива и маскира отворе пресечених тубула, као и целокупну нормалну структуру дентина, и значајно утиче на квалитет оптурације канала, односно на крајњи исход ендодонтског лечења. Састоји од два слоја: површинског, који није чврсто везан за дентин (дебљине 1-2 μm) и прекрива инертубуларни дентин, и дубоког, дебљег слоја прстоликог облика, који је утиснут у дентин тубуле [2]. Дубина „чепова” у тубулима дентина је 1-2 μm [3]. Дебљина размазног слоја је различита, али је најчешће 1-5 μm и зависи од врсте коришћених инструмената за обраду, врсте и количине употребљеног ириганса и технике иригације [4, 5].

Потврђено је да све тренутно расположиве технике инструментације, нарочито машинске, стварају размазни слој различите дебљине, који покрива зидове канала и блокира отворе дентинских тубула [6]. Размазни слој је идеална подлога за раст и размножавање микроорганизама, те га неизоставно треба уклонити пре коначне оптурације канала корена ради смањења броја микроорганизама у каналу корена, побољшања адхезије материјала за оптурацију за дентин зидова канала корена, односно смањења апикалног и коронарног микроцуруења [5, 6].

Медикаментни аспект хемомеханичке обраде канала корена подразумева иригацију канала корена и уклањање размазног слоја помоћу различитих препарата. Ефикасност ириганса одређује неколико фактора: концентрација, pH вредност, дужина канала корена, „старост“ дентинског ткива и време примене. Треба имати у виду и чињеницу да ткиво дентина смањује антимикробно дејство разних средстава за иригацију. Хидроксиапатит дентина има пуферско дејство, јер може да буде донор протона, да узрокује промену pH и умањи дејство различитих хемијских агенаса при њиховом контакту са зидом дента [7, 8]. Најчешће коришћени ириганси су: динатријумска и тетранатријумска со етилендиамин-тетрасирћетне киселине ($NaEDTA$), лимунска киселина, натријум-хипохлорит ($NaOCl$), водоник-пероксид (H_2O_2) и хлорхексидин (CHX) [9].

Колт (*Calt*) и Серпер (*Serper*) [10] за иригацију без ризика стварања ерозивних промена на дентину канала корена и оштећења периапикалних структура препоручују комбинацију 17-постотне $NaEDTA$ (један минут) или десетопостотне лимунске киселине (20 секунди) и $NaOCl$. Протеолитичко дејство $NaOCl$ је засновано на оксидацији и разградњи протеина који садрже аминокиселине цистеин и метионин, односно њихових сулфхидрилних хемијских група. Бактерицидно дејство $NaOCl$ је засновано на хемијској разградњи бактеријске мембране и нуклеотидних база бактеријске ДНК [11].

Комбинација ириганса H_2O_2 и CHX има супериорније антимикробно дејство унутар дентинских канала у условима *in vitro* на *Enterococcus faecalis*. Међутим, добар бактерицидни ефекат није сигурност и потпуно чишћења размазног слоја [11].

Последњих година се за завршну иригацију све више користи раствор $MTAD$ (*Biopure, Tulsa Dentsply, Tulsa OK, USA*), који представља смесу доксициклина, лимунске киселине и детерџента *Tween-80*. Досадашњи резултати показују да $MTAD$ као завршни ириганс после испирања канала са $NaOCl$ ефикасно уклања размазни слој и не мења значајно структуру дентинских тубула [12].

Поред наведених ириганса данас се за дезинфекцију инфицираних канала са мањим или већим успехом користе ултразвучне методе (активна и пасивна) и ласери.

ЦИЉ РАДА

Циљ истраживања је био да се анализира површина интраканалног дентина после инструментације и иригације двоцентним CHX и троцентним H_2O_2 и завршне иригације раствором $MTAD$.

МЕТОДЕ РАДА

Материјал

У истраживању је коришћено 60 интактних екстрахованих максиларних и мандибуларних једнокоре-

них хуманих зуба. Зуби су извађени из ортодонтских разлога код деце оба пола узраста 9-16 година, а затим подељени у четири групе. Групу *A* чинило је 10 зуба за чију је иригацију током припреме корена коришћена стерилна дестилована вода, исто као и за завршну иригацију (тзв. позитивна контрола). Групу *B* је чинило 20 зуба који су током инструментације испирани двоцентним раствором CHX и троцентним раствором H_2O_2 , док је завршна иригација урађена двоцентним CHX , како би се спречило задржавање резидуалног H_2O_2 у каналима, његово накнадно разграђивање после затварања зуба и последично иритативно дејство. Групу *C* чинило је 20 зуба који су током инструментације испирани двоцентним раствором CHX и троцентним раствором H_2O_2 , док је завршна иригација урађена раствором $MTAD$ током једног минута. Група *D* се састојала од 10 зуба који су испирани раствором $NaOCl$ од 5,25%, а завршна иригација је вршена један минут са $NaEDTA$ од 17% (тзв. негативна контрола).

Методе

Припрема биоматеријала подразумевала је чување зуба у стерилном физиолошком раствору на 4°C без употребе фиксатива. Све узорке је обрадио један истраживач. Припрема канала корена рађена је ручним *K*-турпијама величине 15-40 (*Dentsply, Maillefer, Ballauges, Switzerland*). Канали корена инструментирани су применом стандардне *step-back* технике, док је апикална трећина проширена до величине 30. За испирање канала корена коришћене су специјалне игле за иригацију са бочним усецима. Оне су омогућиле непосредан контакт раствора с интраканалним дентином чак и у апикалној регији, чиме је побољшан дебридман читавог зида канала корена. Након хемомеханичке обраде канала, крунице зуба су уклоњене дијамантским диском на глеђно-цементној граници. Сви узорци су испирани дестилованом водом, да би се уклонио дебрис настао приликом сечења. Канали су осушени компримованим ваздухом. Коренови зуба су помоћу клешта за сепарацију уздужно раздвојени на мезијале и дисталне половине дуж већ припремљених жлебова. Свака половина узорка је затим постављена на одговарајуће постоље, а потом су овако фиксирани узорци направани златом у вакууму и посматрани на скенинг електронском микроскопу (СЕМ) *JEOL-JSM-5300*. Анализиране су апикална, средња и коронарна регија свих половина зуба, а СЕМ фотомикрографије су урађене на различитим увећањима.

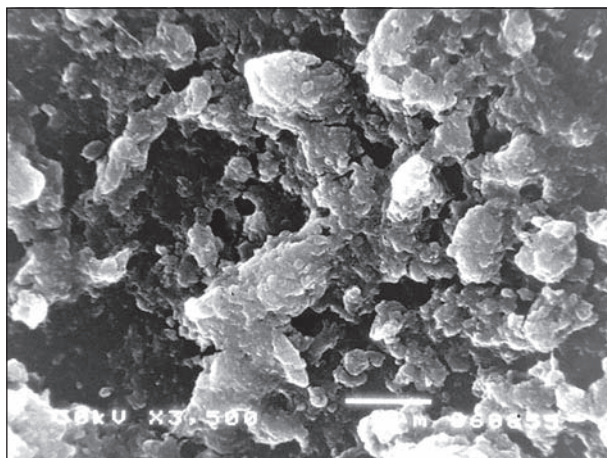
За квантитативну процену дебриса на зидовима канала примењени су критеријуми које су установили Хилсман (*Hülsmann*) и сарадници [13]: оцена 1 означавала је да нема размазног слоја и да су дентински тубули отворени; оцена 2 да постоји мала количина размазног слоја и да је отворено неколико тубула; оцена 3 – хомогени размазни слој прекрива зид канала корена, а отворено је само неколико дентинских тубула; оцена 4 – дентински зид потпуно прекривен размазним

слојем, а дентински тубули нису отворени; оцена 5 – обилан нехомогени размазни слој потпуно прекрива зид канала корена.

Статистичка анализа је обухватила поређење средњих вредности оцена за четири групе посматраних узорака, а коришћен је непараметријски Краскал–Волисов (*Kruskal–Wallis*) тест. *Post hoc* анализа је вршена Ман–Витнијевим (*Mann–Whitney*) *U*-тестом, како би се утврдили међугрупне разлике средњих вредности оцена.

РЕЗУЛТАТИ

На контролним узорцима групе А уочено је да су зидови канала корена прекривени великим количинама дентинског дебриса, испод којег размазни слој потпуно затвара отворе дентинских каналића

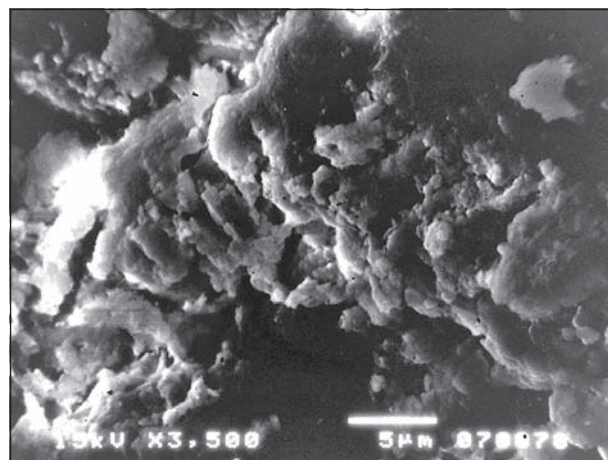


Слика 1. Узорак групе А – средња трећина корена. На површини зидова канала корена након инструментације и иригације стерилном дестилованом водом уочава се велика количина дентинског дебриса, испод којег размазни слој потпуно затвара отворе дентинских каналића.

Figure 1. A group sample – middle third of the radix. On the surface of the root canal walls, after instrumentation and irrigation by sterile distilled water, a large quantity of dentine debris can be seen, under which the smear layer completely covers the dentine tubules.

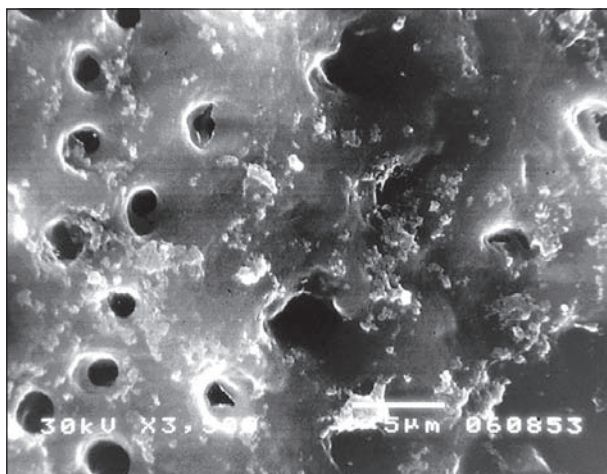
(Слике 1 и 2). Овакав изглед дентинске површине у литератури се описује као „кора дрвета” (енгл. *tree bark*), нарочито у апикалној трећини канала корена [14]. Осам узорака је оцењено са 5, док су два узорка добила оцену 4.

Примена ириганса CHX и H_2O_2 током инструментације и CHX за завршну иригацију узорака групе В указала је на заступљеност делића дентинског дебриса и размазног слоја. Размазни слој је само делимично уклоњен са зидова канала корена у коронарној и средњој трећини. Мањи делови дентинског дебриса заостали на површини зидова канала корена давали су изглед неочишћеног дентина. Само неколико дентинских тубула било је нејасно отворено (Слика 3). Отвори дентинских каналића су се могли уочити само у коронарној и средњој трећини, али су углавном били испуњени делићима дубоког размазног слоја (Слика 4).



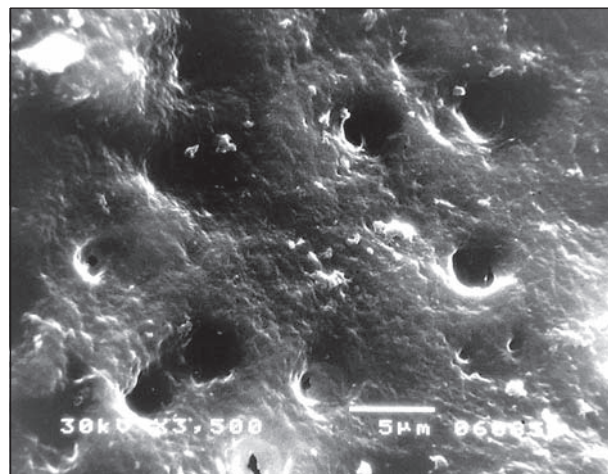
Слика 2. Узорак групе А – апикална трећина корена. Површина зидова канала корена показује велике количине дентинског дебриса у виду коре дрвета, испод којег размазни слој потпуно затвара отворе дентинских каналића.

Figure 2. A group sample – apex third of the radix. The surface of the root canal walls shows large quantities of dentine debris in the form of the “tree bark”, under which the smear layer completely covers the dentine tubules.



Слика 3. Узорак групе В – коронарна регија. Заостали ситни делићи и размазни слој одају изглед запрљане површине, а отвори дентинских тубула су нејасно ограничени.

Figure 3. B group sample – coronary region. The remaining small particles and smear layer make the surface look smudged; dentine tubules openings are unclearly limited.



Слика 4. Узорак групе В – средња трећина корена. Уочава се размазни слој на зиду канала и унутар дентинских тубула. Запрљана површина интертубуларног дентина.

Figure 4. B group sample – middle third of the radix. Smear layer present on the canal wall and inside the dentine tubules. Smudged surface of intertubular dentine.

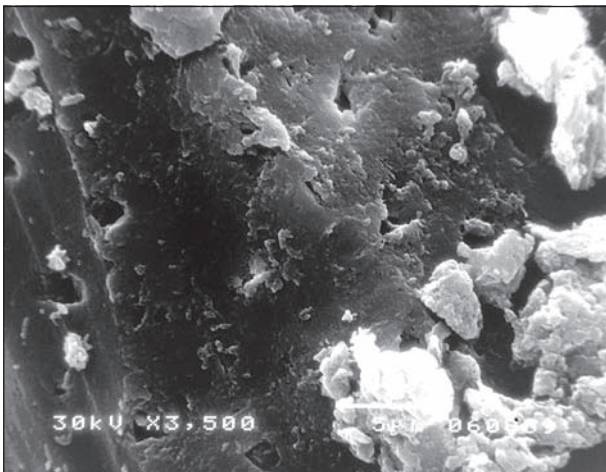
Најмањи број отвора тубула уочен је у апикалној трећини, где је и количина заосталог размазног слоја била највећа (Слика 5). Два узорка су оцењена са 3, шест узорка је добило оцену 4, а 12 оцену 5.

Код зуба групе *C* интраканална иригација урађена је са CHX и H_2O_2 , уз завршно испирање раствором *MTAD*. Дентински дебрис и површни размазни слој су били потпуно уклоњени. Отвори дентинских тубула су били јасно видљиви, ограничени и без честица дубоког размазног слоја. СЕМ фотографије дентинских површина ових узорка показали су да је размазни слој потпуно уклоњен, а ефекат чишћења готово идеалан на свим нивоима коренске регије (Слике 6, 7А, 7В и 7С). Дентински тубули су били јасно отворени, а интертубуларни дентин је био чист и без морфолошких

промена, што је уочено и на СЕМ микрограмима при великом увећању (Слика 8). Чак 18 узорка ове групе оцењено је са 1, док су два узорка добила оцену 2.

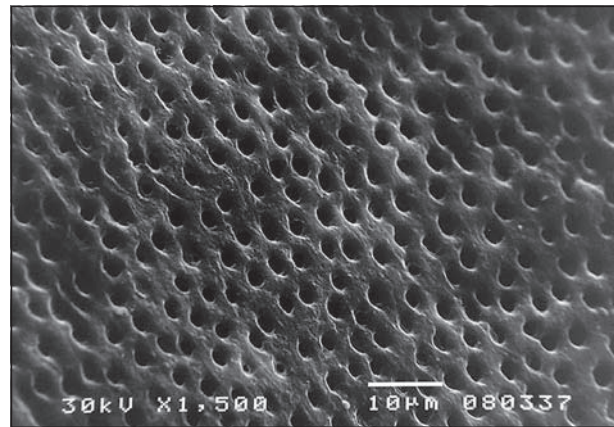
Контролни узорци групе *D* показали су већ доказану ефикасност уклањања размазног слоја са зида канала корена иригацијом са NaOCl од 5,25% и *Na-EDTA* од 17% (Слика 9). Отвори тубула су били јасно ограничени, без ерозије дентина, а уочена је и глатка површина интертубуларног дентина. Размазни слој је потпуно уклоњен. Осам узорка је оцењено са 1, док су два узорка добила оцену 2.

Статистичка анализа је показала да је експериментална група третирана са *MTAD* као завршним иригансом имала значајно чистије зидове од узорка контролних група ($p < 0,001$). Најповољнији исход поступ-



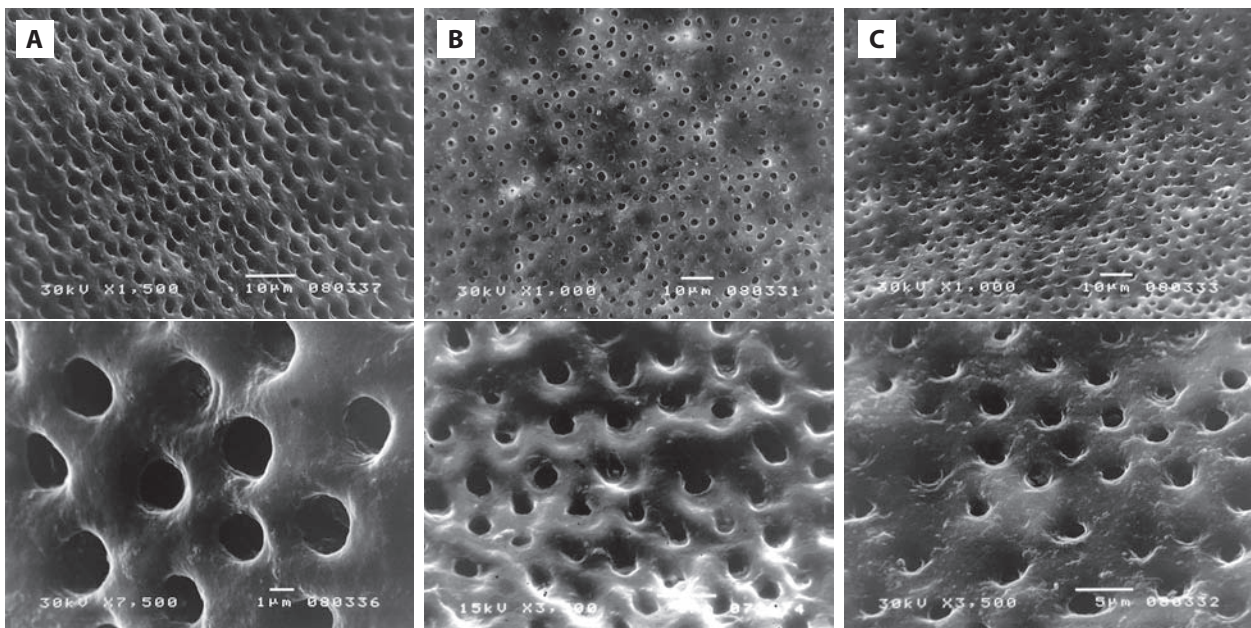
Слика 5. Узорак групе *B* – апикална трећина корена. Дентински дебрис заостао, а испод њега размазни слој затвара дентинске каналиће.

Figure 5. B group sample – apex third of the radix. Dentine debris remained, under which the smear layer covers the dentine tubules.



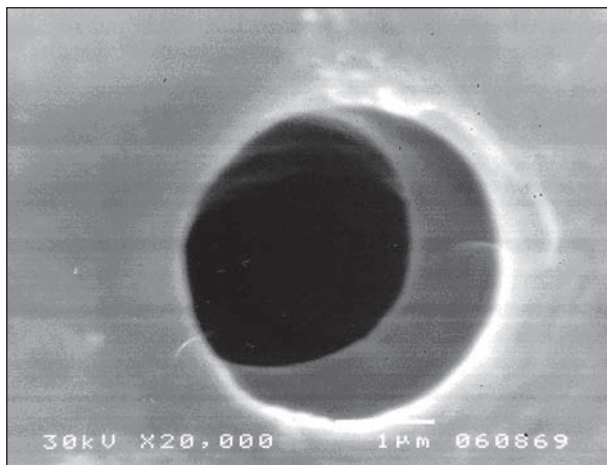
Слика 6. Узорак групе *C* – коронарна регија. СЕМ изглед дентинске површине. Дентински дебрис и размазни слој потпуно уклоњени; дентински каналићи јасно отворени и правилног облика; очувана структура дентина.

Figure 6. C group sample – coronary region. SEM appearance of dentine surface. Dentine debris and smear layer completely removed; dentine tubules clearly open and of regular shape; dentine structure preserved.



Слика 7. Узорци групе *C* – СЕМ изглед дентинских површина (А – коронарна трећина; В – средња трећина; С – апексна трећина канала корена). Дентински дебрис и размазни слој потпуно уклоњени; дентински каналићи јасно отворени и правилног облика; очувана структура дентина.

Figure 7. C group samples – SEM appearance of dentine surfaces (A – coronary third; B – middle third; C – apex third of the root canal). Dentine debris and smear layer completely removed; dentine tubules clearly open, of regular shape; dentine structure preserved.



Слика 8. SEM изглед дентинског каналића узорка групе С на нивоу средње трећине канала корена (увеличање $\times 20,000$)
Figure 8. SEM appearance of a dentine wall of a C group sample at the level of the middle third of root canal (magnification $\times 20,000$)

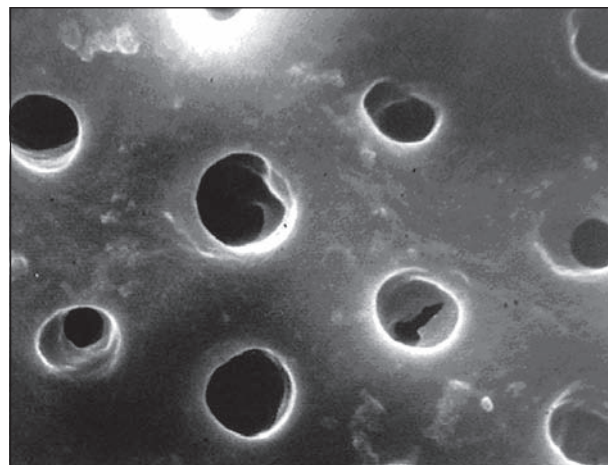
ка имала је група код које је коришћена комбинација иригационих раствора CHX , H_2O_2 и $MTAD$ ($1,10 \pm 0,31$), што је добар пут за правиан избор ириганса у ендодонтској клиничкој пракси.

Анализа резултата показује да између испитиваних група узорака постоји статистички значајна разлика у просечним оценама по критеријумима Хилсмана ($\chi^2=50,674$; $p<0,001$). Најнижа оцена ($1,10 \pm 0,31$) и, самим тим, и најповољнији исход поступка забележени су код узорака групе С. Код узорака групе D такође су забележени добри резултати ($1,20 \pm 0,42$). У осталим групама оцене су биле слабије: $4,80 \pm 0,42$ у групи А и $4,50 \pm 0,69$ у групи В.

Ман–Витнијевим U -тестом утврђена је статистички значајна разлика у оценама између група, а најбољи резултати су постигнути код зуба код којих је примењен раствор $MTAD$ у завршној иригацији ($p<0,001$).

ДИСКУСИЈА

Употреба раствора за иригацију је важан саставни део хемомеханичке припреме канала корена зуба. Иригација омогућава уклањање дентинског дебриса и размазног слоја, отварање дентинских тубула и чишћење инфицираног каналног система од бактерија [15, 16, 17]. Бактеријска инвазија у дентинске тубуле је доказана код 70% извађених зуба након постављања дијагнозе апикалних пародонтитиса. После инструментације канала корена учесталост нађених бактерија у дентинским тубулама била је једнако висока (65%) [1]. Овакав налаз може се објаснити стварањем тзв. биофилма у каналима корена. У просторима између бактеријских колонија могу се наћи различите врсте спирохета, гљивица и бактеријских полисахарида. Овакве формације у каналу корена фиксирание бактеријским полисахаридима адхерирају на дентинску површину, што се назива „биофилм” [18]. Комуникациони сигнали у биофилму су одређени молекулама које производе бактерије у зависности од њихове густине, осигуравајући преживљавање и вируленцију врсте, ко-



Слика 9. Узорак групе D. Чиста и глатка површина интертубуларног дентина, без ерозије дентина; јасно ограничени отвори дентинских каналића без интерпонираног дубоког размазног слоја (увеличање $\times 3,500$)
Figure 9. D group sample. Clear and smooth intertubular dentine surface, no dentine erosion; dentine canal clearly limited without interponated deep smear layer (magnification $\times 3,500$).

ја се стално множи. Отпорност бактерија у биофилму је изузетно велика; тако је, на пример, *Staphylococcus aureus* 600 пута отпорнији на $NaOCl$ у биофилму [18].

Неоспорно је да је $NaOCl$ један од најефикаснијих органолитичких ириганса с антибактеријском активношћу [19, 20]. Међутим, $NaOCl$ се све ређе употребљава због непријатног мириса, релативне токсичности, каустичног ефекта и недовољне ефикасности у уклањању размазног слоја. Мора се имати у виду и чињеница да је антимикробна активност $NaOCl$ у каналном систему у условима *in vivo* значајно слабија у односу на резултате испитивања *in vitro*. Објашњење слабих резултата у условима *in vivo* мора се тражити у анатомским варијабилностима коренског канала и потешкоћи да продре до неприступачнијих регија канала с већим волуменима свежег ириганса [21–24].

Један од антисептичних препарата који се често користи је и CHX , који је вероватно најчешће примењиван биоцид за иригацију канала. Он се употребљава у хемијском облику бисбигванида и представља со глуконата с оптималном антимикробном активношћу на pH 5,5–7,0. CHX се везује за хидроксиапатит, а у дужем временском интервалу ослобађа се у виду активног катјона. Показује бактериостатско дејство у мањим концентрацијама, а бактерицидно у већим (0,12–2%). Антимикробно дејство CHX је једнако ефикасно, па чак и ефикасније од $NaOCl$ од 5,25% [25]. CHX -глуконат, антисептик са широким антимикробним спектром, има продужено и резидуално антимикробно дејство (и до 72 сата након иригације), релативну нетоксичност и постојаност раствора. CHX делује на Грам-позитивне и Грам-негативне бактерије и гљивице, док су микробактерије и споре резистентне на ову супстанцу. Не сматра се ефикасним антивирусним средством, а његова активност ограничена је на вирусе обавијене липидима [26].

H_2O_2 сам по себи није у стању да уклони размазни слој, али, уколико се користи као допунски ириганс, може бити врло делотворан [27]. После испирања канала корена са H_2O_2 као допунским иригансом канал

треба обавезно испрати основним иригансом (NaOCl или CHX), како би се уклонио неразграђени H_2O_2 , који се може разградити по затварању зуба и изазвати иритацију. Доказано је да комбинација ова два ириганса потпуно уништава *E. faecalis* при концентрацији много мањој у односу на сваку компоненту појединачно, али егзактан синергистички механизам CHX и H_2O_2 још није познат [27, 28, 16]. Међутим, када се разматра уклањање размазног слоја из канала корена после иригације комбинацијом CHX и H_2O_2 , налази су далеко мање импресивни, што потврђују и резултати нашег истраживања. Потенцијална слабост CHX у каналу корена може бити његова осетљивост на органске материје, а нема ни способност растварања ткива [8], што умањује ефекат чишћења дентинских зидова у каналу од размазног слоја.

Резултати добијени у овом истраживању су потврда да је комбинација два поменути ириганса са коначним испирањем са CHX дала много слабије резултате. Дентински дебрис и размазни слој нису били потпуно уклоњени. Дентински каналићи су били нејасно ограничени, а унутар тубула су утврђени остаци дубоког размазног слоја. На интертубуларном дентину и у коронарној, средњој и апикалној трећини канала корена налазили су се мањи делићи дентинског дебриса. Ови мали и велики заостали делови дентинског дебриса, нарочито у апикалној трећини канала корена, одају изглед запрљаног дентина, при чему размазни слој често потпуно затвара отворе дентинских каналића. Дентински тубули у истом сегменту нису били отворени, а размазни слој је највише заостао (у виду „чеп“) такође у апикалном делу канала корена.

MTAD је релативно нов препарат за завршну иригацију, а представља смесу доксициклина, лимунске киселине и детерџента *Tween-80*. Доксициклин, хидроксидериват тетрациклина, користи се у лечењу ткива пародонцијума због ефикасног антибактеријског и хелационог дејства и доброг продора у ткива. У истраживањима *in vitro* доксициклин је био делотворан у уклањању размазног слоја [29]. Досадашњи резултати показују да раствор *MTAD* као завршни ириганс ефикасно уклања размазни слој и не доводи ни до каквих знакова ерозије, физичких промена или слабљења ткива дентина [30].

Тетрациклински препарати имају низак pH (2,15), те делују као хелатори и уграђују се у структуру деминерализованог дентина уместо јона Ca^{2+} . Тетрациклини могу да се вежу за ткиво дентина и цемента, а касније долази до њиховог ослобађања из ових ткива, што условљава његов продужени бактериостатски ефекат [31]. Особина бактериостатичности тетрациклина може бити и њихова предност, јер код изостанка лизе бактеријских ћелија не долази до ослобађања бактеријских производа и ендотоксина. Торабинеџад (*Torabinejad*) и сарадници [31] су у својој пилот-студији након инструментирања канала корена и уклањања размазног слоја извршили контаминацију каналних простора пљувачком и *E. faecalis* у току две недеље. Резултати су показали да је петоминутна иригација малим концентрацијама доксициклина била ефикасна, јер је спречен

раст бактерија у 100% узорак. Слични покушаји изведени с еритромицином и пеницилином нису дали задовољавајуће резултате. Иригација различитим концентрацијама (1-10 ml) сирћетне, полиакрилне и лимунске киселине у комбинацији са малим концентрацијама доксициклина за завршно испирање у различитим временским интервалима (1-10 минута) није потврдила ефикасност ниједног од поменутих раствора.

Најефикаснија у уклањању размазног слоја била је комбинација доксициклина од 5 ml и лимунске киселине при иригацији која је трајала од једног до пет минута. Додавањем детерџента *Tween-80* смањује се површински напон раствора и постиже тензиоактивни ефекат, чиме се добија скоро идеална комбинација раствора за дебридман каналног система [31, 32, 33]. Резултати нашег истраживања су у великој мери у сагласности са запажањима других аутора [12, 31, 32, 33]. *MTAD* је нови производ код нас, те и даље непознат и недоступан стручној јавности. У истраживању је као завршни ириганс уношен специјалном иглом за иригацију у количини од 5 ml и у трајању од само једног минута. Детерџент *Tween-80* је смањио површински напон, повећао моћ дифузије и олакшао инструментацију у каналу корена.

Торабинеџад и сарадници [12, 31] и Белц (*Beltz*) [32] су поредили примену различитих концентрација NaOCl пре завршног испирања са *MTAD*. Није утврђена значајнија разлика у уклањању размазног слоја када је коришћен NaOCl од 5,25% и *MTAD* и сам *MTAD*. Дејство NaOCl у уклањању органског дела размазног слоја је видљиво када се он примењује у већим концентрацијама (1,3%; 2,6%; 5,25%). Међутим, тада је овај раствор токсичан за периапикална ткива, а већих разлика у уклањању размазног слоја када се користе различите концентрације NaOCl и *MTAD* за завршно испирање практично да и нема. Зато се аутор залаже за примену NaOCl од 1,3% током инструментације и *MTAD* за завршно испирање. Комбинованом применом ова два раствора добијају се чисти дентински тубули, без ерозија и структурних оштећења дентина.

Наше истраживање је било искључиво везано за испитивање ефикасности *MTAD* као завршног ириганса у уклањању размазног слоја из каналног система и анализу структуре интраканалног дентина после хемомеханичке обраде канала корена. Анализом добијених резултата утврђено је да је раствор *MTAD* изузетно ефикасно средство. Полазећи од чињенице да CHX у комбинацији са H_2O_2 има изузетно добру антибактеријску активност, а да слабије уклања размазни слој, покушало се да се комбинацијом ова два раствора и *MTAD* постигну чисти, морфолошки непромењени и структурно очувани дентински зидови у каналу корена. И управо та комбинација дала је најбоље резултате: добијене су изузетно чисте дентинске површине без размазног слоја на свим нивоима коренске регије, размазни слој је потпуно уклоњен, отвори дентинских каналића су били уједначеног пречника и јасно ограничени, а интертубуларни дентин је имао идеално глатку, морфолошки очувану и чисту структуру. Добијени резултати су слични онима добијеним после примене NaOCl

и EDTA [10]. Међутим, ако се има у виду да је комбинација CHX, H₂O₂ и MTAD мање токсична од потоње две, онда су све предности на страни MTAD као завршног ириганса [15, 16, 17].

MTAD при уклањању размазног слоја са дентинских зидова канала корена не оштећује дентинске структуре и подједнако је ефикасан као завршни ириганс после интраканалне иригације са NaOCl, као и након примене двоцентног CHX и троцентног H₂O₂, што потенцира и његов антибактеријски ефекат. Резултати испитивања цитотоксичности MTAD на фибробластну културу су показали да је он мање токсичан од еугенола, троцентног H₂O₂, NaOCl од 5,25% и EDTA, али је цитотоксичнији од NaOCl у концентрацијама од 2,63%, 1,31% и 0,5% [33]. Раствор MTAD има и задовољавајућу антибактеријску активност [34, 35].

ЛИТЕРАТУРА

- Matsuo T, Shirakami T, Ozaki K, Nakanishi T, Yumoto H, Ebisu S. An immunohistological study of the localization of bacteria invading root pulpal walls of teeth with periapical lesions. *J Endod.* 2003; 29:194-200.
- Živković S, Brkanić T, Dačić D, Opačić V, Pavlović V. Razmazni sloj u endodonciji. *Stom Glas S.* 2005; 52:7-19.
- Živković S, Kolar M, Blažić L, Vučetić M, Tošić T. Razmazni sloj na dentinu u restaurativnoj stomatologiji. *Stom Glas S.* 2004; 51:169-75.
- Van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Brem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper Dent.* 1992; Suppl 5:111-24.
- Kando J. A method for bonding to tooth structure using phosphoric acid as a dentin-enamel conditioner. *Quintessence Int.* 1991; 22:285-90.
- Živković S. Quality assessment of marginal sealing using 7 dentin adhesive systems. *Quintessence Int.* 2000; 31(6):423-9.
- Haapasalo HK, Siren EK, Waltimo TM, Ørstavik D, Haapasalo MP. Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an in vitro study. *Int Endod J.* 2000; 33:126-31.
- Portenier I, Haapasalo H, Rye A, Waltimo T, Ørstavik D, Haapasalo M. Inactivation of root canal medicaments by dentine, hydroxylapatite and bovine serum albumin. *Int Endod J.* 2001; 34:184-8.
- Wietzkovski G, Yu XY, Joint RB, Davis E. Microleakage in various dentin bonding agent/composite resin systems. *Oper Dent.* 1992; Suppl 5:62-7.
- Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentine structures. *J Endodont.* 2002; 28:17-29.
- Heling I, Chandler NP. Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *Int Endod J.* 1998; 31(1):8-14.
- Torabinejad M, Shabahang S, Apicco RM, Kettering JD. The antimicrobial effect of MTAD: an in vitro investigation. *J Endod.* 2003; 29:400-3.
- Hülsmann M, Rummelin C, Schafers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments. A comparative SEM investigation. *J Endod.* 1997; 23:301-6.
- Prati C, Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S. Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: A comparative SEM investigation. *Clinic Oral Invest.* 2004; 8:102-10.
- Pavlović V, Živković S. Uklanjanje razmaznog sloja rastvorom limunske kiseline. *Stom Glas S.* 2005; 52:193-9.
- Dačić D, Živković S. Komparativna ispitivanja efikasnosti čišćenja zidova kanala korena različitim ručnim i mašinskim endodontskim instrumentima (SEM studija). *Stom Glas S.* 2003; 50:137-43.
- Živković S, Pavlović V, Dačić D, Pavlica D. Antimikrobni efekat sredstava za irigaciju kanala korena zuba. *Stom Glas S.* 2000; 47:99-102.
- Jenkinson HF, Lappin-Scott HM. Biofilms adhere to stay. *Trends Microbiol.* 2001; 9:9-10.
- Waltimo TM, Ørstavik D, Siren EK, Haapasalo MP. In vitro susceptibility of *Candida albicans* to four disinfectants and their combinations. *Int Endod J.* 1999; 32:421-9.
- Vianna ME, Gomes BP, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CC, de Souza-Filho FJ. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004; 97:79-84.
- 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.
- Siqueira JF Jr, Rocas IN, Santos SR, Lima KC, Magalhaes FA, De Uzeda M. Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. *J Endod.* 2002; 28:181-4.
- Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K, Pashley DH. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod.* 1985; 11:525-8.
- Chang YC, Huang FM, Tai KW, Chou MY. The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine on cultured human periodontal ligament cells. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001; 92:446-50.
- Jeanson MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as endodontic irrigants. *J Endod.* 1997; 20:276-8.
- Russel AD, Day MJ. Antibacterial activity of chlorhexidine. *J Hosp Infect.* 1993; 25:229-38.
- Steinberg D, Heling I, Daniel I, Ginsburg I. Antibacterial synergistic effect of chlorhexidine and hydrogen peroxide against *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus faecalis* and *Staphylococcus aureus*. *J Oral Rehabil.* 1999; 26:151-6.
- Dona BL, Grundemann LJ, Steinfort J, Timmerman MF, Van der Weijden GA. The inhibitory effect of combining chlorhexidine and hydrogen peroxide on 3-day plaque accumulation. *J Clin Periodontol.* 1998; 25:879-83.
- Barkhordar RA, Watanabe LG, Marshall GW, Hussain MZ. Removal of intracanal smear by doxycycline in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1997; 84:420-3.
- Machnick TK, Torabinejad M, Munoz CA, Shabahang S. Effect of MTAD on flexural strength and modulus of elasticity of dentin. *J Endodont.* 2003; 29:747-50.
- Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, Cho Y, Johnson WB, Bozhilov K, et al. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod.* 2003; 29:170-5.
- Beltz RE, Torabinejad M, Pouresmail M. Quantitative analysis of the solubilizing action of MTAD, sodium hypochlorite, and EDTA on bovine pulp and dentin. *J Endod.* 2003; 29:334-7.
- Zhang W, Torabinejad M, Li Y. Evaluation of cytotoxicity of MTAD using the MTT-tetrazolium method. *J Endod.* 2003; 29:654-7.
- Shabahang S, Pouresmail M, Torabinejad M. In vitro antimicrobial efficacy of MTAD and sodium. *J Endod.* 2003; 29:450-2.
- 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; 34:424-8.

ЗАКЉУЧАК

На основу анализе rezultata добијених применом СЕМ и статистичке обраде података може се закључити да је MTAD изузетно ефикасан раствор за завршну иригацију каналног система. Он у комбинацији са CHX и H₂O₂ потпуно уклања размазни слој са зидова канала корена, при чему структура дентинске површине остаје очувана, а отвори дентинских каналића су уједначеног пречника и правилног облика. Само комбинацијом CHX и H₂O₂ не добија се чиста дентинска структура у каналном систему, али уколико се она допуни са MTAD као завршним иригансом, испољава се потпуна делотворност ириганса у уклањању размазног слоја из каналног система зуба.

Efficiency of Final Irrigation of Root Canal in Removal of Smear Layer

Aleksandar Mitić¹, Nadica Mitić¹, Slavoljub Živković², Goran Tošić¹, Vojin Savić³, Stefan Dačić¹, Miodrag Stojanović⁴

¹Department of Dentistry, Faculty of Medicine, University of Niš, Niš, Serbia;

²School of Dentistry, University of Belgrade, Belgrade, Serbia;

³Institute for Biomedical Research, Faculty of Medicine, University of Niš, Niš, Serbia;

⁴Public Health Institute, Faculty of Medicine, University of Niš, Niš, Serbia

SUMMARY

Introduction A smear layer forms on the root canal walls as the consequence of root instrumentation. The smear layer formed in such a way considerably influences the quality of root obturation and endodontic treatment outcome.

Objective The aim of this study was to ultrastructurally analyse the surface of intracanal dentine after removal of the smear layer by the solution of doxycycline, citric acid and detergent Tween-80 (MTAD).

Methods The study involved 60 single-rooted, extracted, human teeth divided into four groups. All samples were instrumented by a step-back technique and manual K-files, and rinsed during instrumentation by 2% CHX and H₂O₂. The first group of samples was exclusively rinsed by CHX and H₂O₂; in the second group, besides using CHX and H₂O₂, MTAD solution was used for the final irrigation. The samples which were rinsed by distilled water (+ control) and the samples rinsed by 5.25% NaOCl and 17% Na EDTA (-control) served as control groups. All

samples were observed under the scanning electronic microscope JEOL-JSM-5300. The coronary, middle and apex thirds of the radix region were analysed.

Results The obtained results of the SEM analysis showed that the application of 2% chlorhexidine and hydrogen peroxide did not give clear dentine walls, and the smear layer could not be removed completely. The application of the same combination (CHX and H₂O₂), added by the final MTAD irrigation solution, led to the efficient removal of the smear layer, while the morphological structure of dentine surface remained unchanged. Statistical analysis showed that canal walls in the experimental group with MTAD as the final irrigation were significantly clearer compared to the control group (p<0.001).

Conclusion Based on the obtained results, it can be concluded that MTAD is an efficient solution for the final irrigation of the canal system.

Key words: root canal; MTAD; smear layer