

# Komparativna ispitivanja efikasnosti čišćenja zidova kanala korena različitim ručnim i mašinskim endodontskim instrumentima (SEM studija)

YU ISSN 0039-1743  
UDK 616.31

A comparative investigation of the cleaning efficacy of different manual and mechanical endodontic instruments (SEM study)

## KRATAK SADRŽAJ

*Cilj ove SEM studije bio je da proceni efikasnost čišćenja kanala korena zuba različitim ručnim i mašinskim endodontskim instrumentima i da se na osnovu dobijenih rezultata proveri da li postoje razlike u kvalitetu debridmana između različitih vrsta endodontskih instrumenata. Kao materijal za ovu studiju korišćeno je 60 ekstrahovanih jednokanalnih zuba humane populacije. Preparacija kanala korena izvedena je korišćenjem 7 različitih vrsta ručnih endodontskih instrumenata (K-proširivača, K-turpija, Rat-tail turpija, KFlexo turpija, K-Flex turpija, Hedstrom i NiTi turpija) odnosno pet različitih mašinskih endodontskih instrumenata (Rispi, Rat-tail, Hedstrom, NiTi turpija i K-proširivača). Kanali su ispirani 2,5% rastvorom NaOCl, tokom i po završenoj instrumentaciji. Kvantitativna procena prisustva razmaznog sloja i dentinskog debrisa na zidovima kanala vršena je pomoću skenirajućeg elektronskog mikroskopa (SEM). Rezultati su statistički analizirani pomoću Kruskal-Wallis-ovog i t-testa. Posle primene ručnih endodontskih instrumenata najmanja količina razmaznog sloja i dentinskog debrisa uočena je nakon primene K-proširivača, K-turpija i H-turpija. Najbolji efekat čišćenja posle primene mašinskih endodontskih instrumenata ostvaren je posle obrade K-proširivačima, Rat-tail turpijama i NiTi turpijama. Nije uočena statistički značajna razlika u kvalitetu instrumentacije između različitih ručnih i mašinskih endodontskih instrumenata. Kompletno čišćenje kanala korena zuba nije ostvareno ni sa jednim endodontskim instrumentom a efikasnost čišćenja se neznatno razlikuje između tehnika i instrumenata.*

**Cljučne reči:** čišćenje kanala, endodontski instrumenti, SEM

**Dragoslav Dačić, Slavoljub Živković**

Stomatološki fakultet u Beogradu,  
Klinika za bolesti zuba

**ORIGINALNI RAD (OR)**  
Stom Glas S, 2003; 50:137-143

## Uvod

Osnovni zadatak preparacije kanala kao mikrohkirurške intervencije u šupljini zuba je čišćenje kanala korena u cilju debridmana (uklanjanje bakterija, bakterijskih produkata, nekrotičnog tkiva, organskog debrisa, vitalnog tkiva, pljuvačke, krvi i inficiranog parakanalnog sloja dentina) odnosno oblikovanja kanala za adekvatnu, trodimenzionalnu, hermetičku obturaciju.<sup>1</sup>

Preparacija kanala korena zuba ima svoj mehanički (instrumentacija) i hemijski aspekt (irigacija). Mehanička obrada se realizuje upotrebom endodontskih instrumenata, koji svojim sečivnim delom dolaze u kontakt sa zidovima kanala i odvajaju zdrav nekrotičan i inficiran dentin. Istovremeno ili sukcesivno irigansi rastvaraju parakanalni sloj

dentina i ispiraju odvojen i rasut debris iz prostora kanala korena i deluju na zaostale mikroorganizme.<sup>1</sup>

Međutim, tokom mehaničke obrade, na površinama kontakta zida kanala sa endodontskim-instrumentima dolazi ne samo do uniformnog sečenja već i do odvaljivanja, drobljenja, sabijanja i glačanja vrlo neravne površine dentina sa vlaknima i ostacima tkiva pulpe i formiranja razmaznog sloja. Hulsmann i sar<sup>2,3</sup> na predlog Američkog Udruženja Endodontista (American Association of Endodontists), razmazni sloj definišu kao površni sloj debrisa, zaostao na dentinu ili nekoj drugoj površini posle instrumentacije bilo svrdlima ili endodontskim instrumentima (sastavljen od dentinskih partikula, ostataka vitalnog ili nekrotičnog pulpnog tkiva, bakterijskih komponenata).

Brojne studije ukazuju da razmazni sloj povećava adheziju bakterija za dentinsku površinu<sup>4,5,6</sup> a njegovo ukla-

njanje pre opturacije korensko-kanalnog sistema značajno povećava adheziju paste za dentinsku strukturu<sup>7,8,9,10</sup> i obezbeđuje efikasniju dezinfekciju dentina korenskog kanala.

Uzimajući u obzir da je optimalno oblikovanje i čišćenje korensko-kanalnog sistema jedan od osnovnih preduslova za uspeh endodontskog lečenja, decenijama unazad su inovirani, razvijani i modifikovani endodontski-instrumenti i tehnike obrade, sve u cilju da se poboljša kvalitet preparacije kanala, skрати vreme i pojednostavi procedura a time smanji zamor pacijenta i terapeuta. Međutim brojne studije ukazuju da i ručne i mašinske procedure preparacije stvaraju i zadržavaju razmazni sloj i debrisi na zidovima kanala korena.<sup>11,12,13,14</sup> Bertrand i saradnici<sup>15</sup> ističu da se endodontski-instrumenti međusobno razlikuju baš u efikasnosti uklanjanja debrisa i razmaznog sloja sa zidova kanala korena zuba.

Tehnika skening elektronske mikroskopije (SEM) omogućava ultrastrukturno ispitivanje površine zida kanala, posle instrumentacije i analizu materijala retiniranog na zidu obrađenog kanala. SEM- tehnikom se takođe lako uočavaju instrumentisane i neinstrumentisane površine, otvoreni dentinski tubuli, prisustvo razmaznog sloja i dentinskog debrisa na čitavoj dužini kanala korena.<sup>16,17</sup>

Cilj ovog istraživanja bio je da se SEM-om proceni kvalitet čišćenja odnosno da se proveru koliko razmaznog sloja i rezidualnog debrisa zaostaje na zidovima posle preparacije pravih kanala korena zuba različitim ručnim i mašinskim instrumentima i da se istovremeno na osnovu statistički obrađenih rezultata utvrdi da li postoje razlike u kvalitetu debridmana zidova kanala, između različitih vrsta endodontskih-instrumentata.

## Materijal i metod

Za SEM proučavanja korišćeno je 60 jednokorenih intaktnih humanih zuba gornje i donje vilice, osoba oba pola, ekstrahovanih iz različitih razloga. Nakon ekstrakcije, uklanjanja zubnog kamenca i kiretaže periodontalnog ligamenta zubi su do eksperimenta čuvani u fiziološkom rastvoru na temperaturi od 4°C.

### **Priprema zuba za instrumentaciju**

Na svakom zubu formiran je odgovarajući pristupni kavitet uz pomoć visokoturnašne mašine i oštrog dijamantskog svrdla. Krov pulpe uklonjen je pomoću kolenjaka i oštrog čeličnog svrdla u cilju obezbeđivanja direktnog pravolinijskog pristupa korenskom kanalu. Pulpno tkivo je uklonjeno pomoću pulp ekstirpatora. Turpije tipa K (dimenzije #10) korišćene su za proveru prohodnosti kanala. Radna dužina preparacije određivana je skraćivanjem za 1 mm, od dužine endodontske igle dobijene kada se njen vrh pojavi na apeksnom foramenu.

Da bi se tokom instrumentacije simulirao apikalni kontra-pritisk (koji se javlja u in vivo uslovima) i da bi se sprečilo isticanje irigansa tokom preparacije kanala apeks je zapečaćen kuglicom roze voska.

### **Instrumenti i preparacija kanala korena zuba**

Preparacija kanala korena je izvedena setovima novih kanalskih instrumenata, pri čemu je svaki instrument korišćen maksimalno 5 puta. Preparaciju kanala na uzorcima zuba vršio je jedan operater. Irigacija tokom ručne i mašinske preparacije vršena je sveže pripremljenim 2,5% rastvorom NaOCl. Rastvor irigansa unošen je u kanal pomoću igle odgovarajućeg kalibra 27 i brizgalice, nakon korišćenja svakog kanalskog instrumenta u setu u konstantnoj zapremini od 2 ml.

Uzorci zuba podeljeni su u dve osnovne grupe (A,B), a svaki instrument je je testiran u po 5 uzoraka.

Grupa A obuhvatila je preparaciju kanala korena zuba različitim ručnim, endodontskim instrumentima i to: (K proširivač, K turpija, Rat-tail turpije, K-Flexo turpije, K Flex turpije, Hedstrom turpije i NiTi turpije. Svi ručni endodontski instrumenti korišćeni su u veličinama od 015-050, dinamikom rada koju preporučuje proizvođač, odnosno pokretima koje zahteva dizajn radnog dela instrumenta.

Kerr-proširivači su korišćeni na sledeći način: od mesta otpora su forsirani apikalno uz blagu rotaciju kako bi se sečiva zarila u dentin. Zatim je sledio pokret rotacije od približno 1/3 kruga ili 120° obezbeđujući "sečenje" sečivo na sečivo".

Kerr-turpije su korišćene tako što je instrument odgovarajućih dimenzija dosezao do radne dužine bez otpora a potom je sečivna aktivnost izvođena pokretima turpijanja (struganja).

Rat-tail instrumenti su korišćeni tako što su prislonjeni uz zid kanala i uz održavanje kontakta i pritiska aktivirani povlačenjem iz kanala (struganjem).

K-flexofile instrumenti su korišćeni pokretima turpijanja, dok su u slučajevima uskih kanala u prvoj fazi korišćeni pokreti proširivanja (rotiranja).

K-flex turpije su takođe korišćene pokretima turpijanja osim u slučajevima uskih kanala kada je bilo potrebno najpre uraditi pokrete rotacije.

NiTi turpije su u slučajevima uskih kanala korišćene pokretima uravnotežene sile. Do mesta suženja instrument je potiskivan bez uvrtnja a potom je instrumentacija urađena pokretima turpijanja

Hedstrom turpije su korišćene u kanalima u kojima je najmanji instrument iz seta mogao da dosegne radnu dužinu. Aktivirane su pokretima povlačenja (turpijanja) iz kanala uz prislanjanje o bočne zidove kanala.

Grupa B obuhvatila je preparaciju kanala korena različitim mašinskim endodontskim instrumentima i to: Rispi, NiTi, Rat-tail turpije, Kerr proširivače i Hedstrom turpije. Za mehaničku preparaciju korenskih kanala korišćen je Endo kolenjak (W&H) koji poseduje mogućnost redukcije brzine od 70:1 (za vazdušne motore) i 128:1 (za električne motore) čime je obezbeđena jednosmerna rotacija optimalnom brzinom u opsegu od 150-350 obrt/min. Mašinski rotirajući instrumenti su korišćeni u veličini 015-040.

Instrumenti odgovarajućeg dijametra su odabrani tako da su pasivno mogli da prodru do pune radne dužine, fiksirane pomoću stopera. Instrument je pokretan lakim potezima

u i van kanala za 2-3 mm uz istovremeno oslanjanje po čitavoj cirkumferenciji lumena kanala korena. Kada je instrument mogao bez otpora da se pokreće u kanalu, obrađivan je srednji i koronalni deo, potezima u i van kanala za 5-7 mm, uz primenu lateralnog pritiska. Cirkumferencijalno turpijanje je nastavljeno sve dok naredna veća turpija nije mogla da dosegne radnu dužinu.

### Priprema uzoraka za SEM ispitivanja

Nakon instrumentacije kanala, krunice zuba su uklanjane dijamantskim diskom na gleđno cementnoj granici. Potom su na bukalnoj i lingvalnoj površini korena dijamantskim diskom urezani plitki uzdužni žljebovi a razdvajanje mezijalne i distalne polovine korena je izvršeno pomoću malog čeličnog dleta. Svaka polovina uzorka je zatim postavljena na odgovarajuće postolje, a potom su ovako fiksirani uzorci neparivani zlatom u vakumu.

Pripremljeni uzorci su posmatrani na Skening elektronskom mikroskopu (JEOL JSM-840 Å Co., Ltd., Tokyo, Japan). Snimci preparata snimljeni su kamerom Mamia 6x9 uz korišćenje različitih uvećanja.

Za kvantitativnu procenu prisustva razmaznog sloja i dentinskog debrisa na zidovima kanala nakon instrumentacije korišćeni su kriterijumi Ahmada i saradnika<sup>18</sup> Razmazni sloj i dentinski debris su procenjivani posebno za svaku trećinu kanala, a dobijeni nalazi su upisivani u prethodno pripremljene tabele.

Razmazni sloj (debrisni sloj vezan za instrumentisanu površinu, sastavljen od gusto sabijenih opiljaka dentina, ostataka vitalnog ili nekrotičnog pulpnog tkiva, bakterija i zaostalog irigansa) je kvantifikovan prema sledećim kriterijumima:

- 0- Odsustvo razmaznog sloja: slučajevi gde je više od 50% dentinskih tubula vidljivo ili delimično otvoreno.
- 1- Razmazni sloj je prisutan u nekim područjima, a manje od 50% dentinskih tubula na zidu kanala je vidljivo.
- 2- Razmazni sloj prekriva zidove kanala, a dentinski tubuli su delimično vidljivi u određenim područjima.
- 3- Razmazni sloj skoro potpuno prekriva dentinske tubule.

Zaostali dentinski debris (opiljci dentina i ostaci pulpe, različite veličine, rasuti po površini razmaznog sloja i dentina kanala korena zuba) kvantifikovan je na sledeći način:

- 0- Postoji homogeni razmazni sloj ali nema površnog debrisa.
- 1- Uočava se nešto malo površnog debrisa duž zidova kanala.
- 2- Manje od 20% zidova kanala je prekriveno površnim debrisom.
- 3- Više od 50% kanalnog zida je prekriveno površnim debrisom.

Statistička analiza urađena je primenom Kruskal-Wallis-ovog testa, a značajnost razlika u prosečnim vrednostima proveravana je t-testom.

## Rezultati

Dobijeni rezultati SEM ispitivanja i statistička obrada podataka, izloženi su u tabelama (1 i 2) i mikrofotografijama (1-4).

Tabela 1. Prosečne vrednosti razmaznog sloja i debrisa posle primene ručnih endodontskih instrumenata

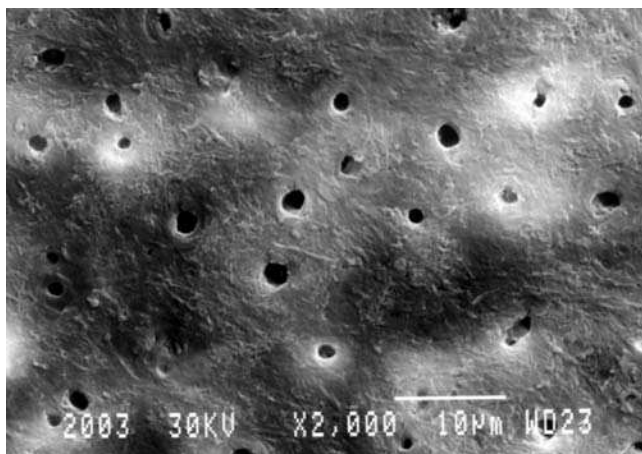
Table 1. Mean values of smear layer and debris scores for hand instruments at apical, middle and cervical levels.

		Razmazni sloj				Dentinski debris			
		Ukupno (n=15)	apikalni (n=5)	srednji (n=5)	vratni (n=5)	Ukupno (n=15)	apikalni (n=5)	srednji (n=5)	vratni (n=5)
K proširivač	x	2,40	2,60	2,20	2,40	1,80	2,60	1,40	1,40
	SD	0,51	0,55	0,45	0,55	0,77	0,55	0,55	0,55
K turpija	x	2,07	2,40	1,60	2,20	2,00	2,20	1,40	2,40
	SD	0,59	0,55	0,55	0,45	0,76	0,45	0,89	0,55
Rat-tail turpija	x	2,67	2,20	3,00	2,80	2,53	3,00	2,40	2,20
	SD	0,49	0,45	0,00	0,45	0,52	0,00	0,55	0,45
K-FLEXO turpija	x	2,33	2,60	2,20	2,20	2,47	2,60	2,40	2,40
	SD	0,49	0,55	0,45	0,45	0,52	0,55	0,55	0,55
K-FLEX turpija	x	2,67	3,00	2,60	2,40	2,53	3,00	2,40	2,20
	SD	0,49	0,00	0,55	0,55	0,52	0,00	0,55	0,55
HEDSTROM turpija	x	2,07	3,00	1,80	1,40	1,47	2,60	1,00	0,80
	SD	0,80	0,00	0,45	0,55	0,99	0,55	0,71	0,45
NiTi FLEX turpija	x	2,00	2,80	1,80	1,40	2,67	3,00	2,80	2,20
	SD	0,76	0,45	0,45	0,55	0,49	0,00	0,45	0,45

Tabela 2. Prosečne vrednosti razmaznog sloja i debrisa posle primene mašinskih endodontskih instrumenata

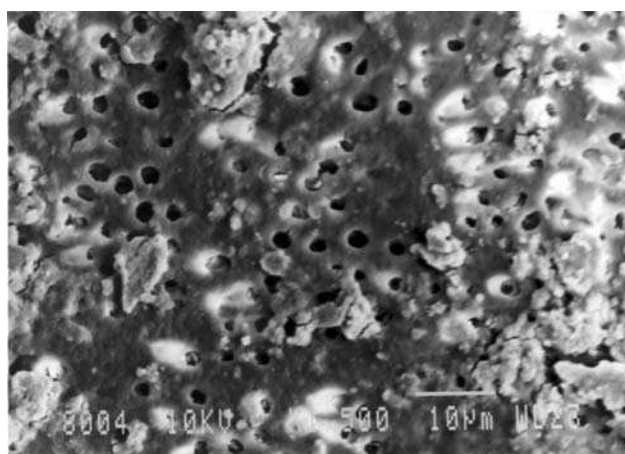
Table 2. Mean values of smear layer and debris scores for mechanical instruments at apical, middle and cervical levels

		Razmazni sloj				Dentinski debris			
		Ukupno (n=15)	apikalni (n=5)	srednji (n=5)	vratni (n=5)	Ukupno (n=15)	apikalni (n=5)	srednji (n=5)	vratni (n=5)
RISPI	x	2,87	3,00	2,80	2,80	2,80	3,00	2,80	2,60
	SD	0,35	0,00	0,45	0,45	0,41	0,00	0,45	0,55
NiTi FLEX turpija	x	2,60	3,00	2,40	2,40	2,87	3,00	3,00	2,60
	SD	0,51	0,00	0,55	0,55	0,35	0,00	0,00	0,55
Rat- tail turpija	x	2,53	2,80	2,40	2,40	2,87	3,00	3,00	2,60
	SD	0,52	0,45	0,55	0,55	0,35	0,00	0,00	0,55
KERR proširivač	x	2,20	2,60	2,00	2,00	2,33	3,00	2,00	2,00
	SD	0,41	0,55	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00
HEDSTROM turpija	x	3,00	3,00	3,00	3,00	1,80	2,80	1,20	1,40
	SD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,45	0,45	0,55



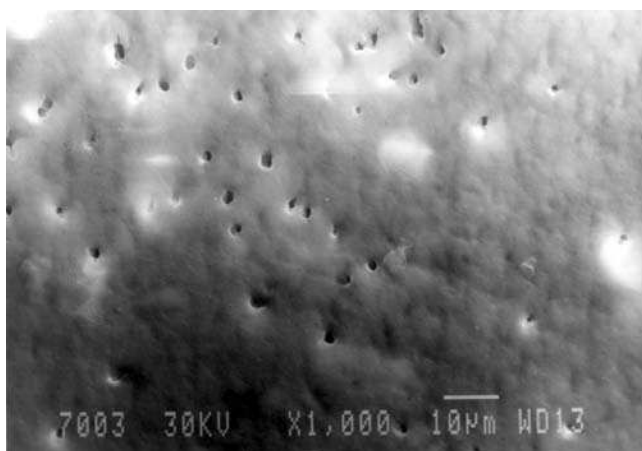
Slika 1. SEM mikrofotografija srednje trećine zida kanala posle preparacije ručnim K- turpijama prikazuje tanak razmazni sloj i otvore dentinskih tubula. Površina je bez debrisa ( uvećanje 2000x).

Figure 1. SEM photomicrograph of a middle third of canal wall instrumented manually by K- files showing thin smear layer and scattered open tubule orifices. Surface appears free of debris (original magnification x 2000).



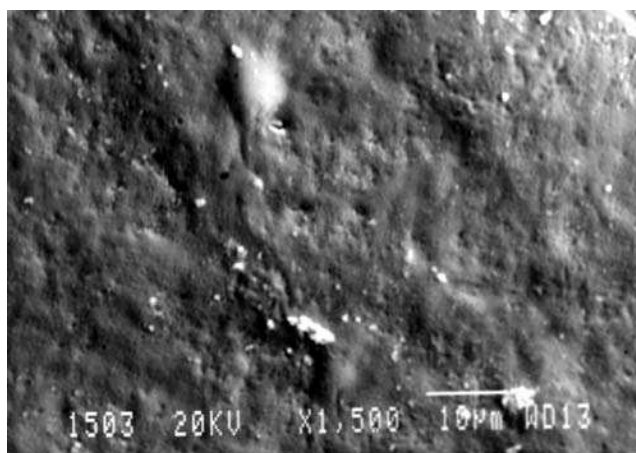
Slika 3. SEM mikrofotografija srednje trećine zida kanala obrađenog ručno pomoću NiTi-flex turpija prikazuje površinu tankog razmaznog sloja sa otvorima tubula i rasutim površinskim debrisom (SEM 1500x).

Figure 3. SEM photomicrograph of a middle third of canal wall instrumented manually by NiTi-flex files showing a surface of thin smear layer with scattered open tubule orifices and scattered superficial debris ( original magnification x1500).



Slika 2. SEM mikrofotografija srednje trećine zida kanala posle preparacije ručnim Hedstrom turpijama prikazuje glatku površinu razmaznog sloja bez dentinskog debrisa sa otvorima dentinskih tubula ( uvećanje 1000x).

Figure 2. SEM photomicrograph of a middle third of a canal wall instrumented manually by Hedstrom files showing smooth smear layer without superficial debris and few open tubule orifices ( original magnification x 1000).



Slika 4. SEM mikrofotografija srednje trećine zida kanala obrađenog mašinski pomoću Hedstrom turpija prikazuje površinu kanala potpuno prekrivenu razmaznim slojem. Samo su minimalne količine površinskog debrisa prisutne (SEM 1500x).

Figure 4. SEM photomicrograph of a middle third of canal wall instrumented mechanically by NiTi-flex files showing total coverage by smear layer. Only a minor amount of superficial debris is present on root canal wall (original magnification x1500).

Posle primene ručnih kanalskih instrumenata, zidovi kanala korena su uglavnom prekriveni razmaznim slojem neravne i iregularne površine sa partikulama dentinskog debrisa (tab. 1). Najefikasnije čišćenje, odnosno najmanje razmaznog sloja je uočeno posle primene K (sl.1), Hedstrom turpija (sl.2) i NiTi fleks turpija (sl.3), dok najviše razmaznog sloja na zidovima zaostaje nakon primene Rat-tail i K Flex ručnih kanalskih instrumenata.

Najmanja količina rezidualnog, dentinskog debrisa uočena je nakon primene Hedstrom turpija, Kerr proširivača i Kerr turpija, a najviše posle korišćenja NiTi i Rat-tail instrumenata.

Najbolji efekat čišćenja je ostvaren u srednjem i vratnom delu kanala korena zuba, a najslabije čišćenje u apeksnom delu kanala kod svih testiranih ručnih kanalskih instrumenata.

Primena mašinskih kanalskih instrumenata uticala je na stvaranje razmaznog sloja kompaktnije građe koji uglavnom pokriva dentinske zidove, dok na površini sadrži manje partikule dentinskog debrisa (tab.2). Najefikasnije čišćenje, odnosno najmanje razmaznog sloja zaostaje posle primene mašinski pokretanih Kerr proširivača, Rat-tail i NiTi Flex kanalskih instrumenata (sl.4), dok je više razmaznog sloja bilo posle primene mašinski pokretanih Rispi i Hedstrom turpija.

Najmanja količina debrisa na površini kanala korena je uočena nakon primene mašinski pokretanih Hedstrom i Kerr turpija, a nešto više posle korišćenja Rispi, NiTi flex i Rat-tail turpija. I ovde je najslabije čišćenje ostvareno u apeksnom delu kanala.

Analizirajući kvantitativne procene razmaznog sloja i dentinskog debrisa na zidovima kanala korena zuba u zavisnosti od primenjene ručne i mašinske instrumentacije uočeno je da između korišćenih grupa endodontskih instrumenata nije bilo statistički značajnih razlika u kvalitetu uklanjanja razmaznog sloja, ni u apeksnom, ni u srednjem, ni u vratnom delu kanala korena zuba.

## Diskusija

Kompletno čišćenje korensko kanalnog sistema zuba predstavlja značajan problem u endodontskoj intervenciji. Naime, bez obzira na korišćene kanalske instrumente i tehnike zbog komplikovane anatomomorfološke građe kanala teško je očistiti sve zidove kanala korena, što značajno utiče na pravilnu opturaciju, odnosno kompletan proces izlečenja.

Za ovaj eksperiment korišćeni su jednokoreni zubi sa relativno jednostavnim kanalskim sistemom, koji je moguće lakše obraditi i time validnije proceniti i uporediti efikasnost instrumentacije korišćenih endodontskih instrumenata.

U ovim istraživanjima korišćena je SEM, analiza jer je ovom metodom omogućena najefikasnije ultrastrukturno ispitivanje i upoređivanje efekata različitih kanalskih instrumenata na kanalni debridman. Osim vrlo pouzdanih i relevantnih podataka o količini razmaznog sloja i dentinskog

debrisa na zidu instrumentisanih kanala, SEM tehnikom se može analizirati i debljina tih slojeva. Ispitivanja razmaznog sloja pokazuju da partikule organomineralnog materijala mogu prodrati u dentinske tubule do debljine od 40 nm.<sup>16</sup>

Međutim, subjektivna analiza i interpretacija instrumentisane površine ponekad može uticati na pravilno tumačenje dobijenih rezultata.

Rezultati prikazanog ispitivanja jasno ukazuju na razlike u površinskoj strukturi instrumentisane površine različitim endodontskim instrumentima. Analizom uzoraka, zapažen je širok dijapazon varijacija u izgledu površine obrađivanog dentina sa razmaznim slojem i rezidualnim debrismom koji potpuno ili delimično obturira dentinske tubule. Objašnjenje za ovo bi trebalo potražiti pre svega u različitom dizajnu radnog dela endo-instrumenata, odnosno efikasnosti sečenja i uklanjanja dentina i dentinskih opiljaka. Fizičko hemijske karakteristike materijala od kojih su instrumenti napravljeni, dizajn radnog dela, specifičnost vrha i otpornosti na habanje su takođe faktori koji mogu uticati na kvalitet čišćenja kanala korena zuba.

Kvantitativna procena razmaznog sloja i dentinskog debrisa na zidovima kanala korena zuba nakon primene različitih vrsta ručnih kanalskih instrumenata bila je prilično ujednačena na svim nivoima. Nešto veća količina ovog sloja u apeksnom delu u odnosu na vratni deo kanala kod svih kanalskih instrumenata može se objasniti činjenicom, da mali dijаметar endodontskih instrumenata u uzanom prostoru apeksne trećine ne omogućava sečenje površine dentina već samo abradiranje (grebanje zidova kanala) što značajno utiče na formiranje razmaznog sloja.<sup>19</sup> Drugi razlog što u apeksnom delu kanala korena zaostaje više razmaznog sloja i dentinskog debrisa jer i to što rastvor za irigaciju ne dopire do apeksa i ne može da rastvori parakanalni sloj, odnosno delimično ga ukloni.<sup>20,21</sup>

Mala količina razmaznog sloja posle instrumentacije kanalskim instrumentima različitog dizajna radnog dela (NiTi, Hedstrom i Flexo turpije) verovatno je posledica činjenice da je instrumentacija sprovedena isključivo kod pravih kanala pa su zato i razlike u količini ovog sloja neznatne. Naime, oblik kanala i dizajn radnog dela instrumenta, odnosno dubina žlebova između sečiva i ugao koji zaklapaju sečiva sa osovinom instrumenta su glavni faktori formiranja razmaznog sloja na dentinskom zidu kanala korena zuba.<sup>22</sup>

Leesberg i Montgomery<sup>23</sup> su ispitivali efekat različitih endodontskih instrumenata na čišćenje i oblikovanje kanala i utvrdili da je transportacija i slabija evakuacija sečenog dentina posle obrade kanala korena uglavnom posledica dubine žlebova na radnom delu instrumenta i kalibra instrumenta. Oni su pokazali da su endodontski instrumenti iznad broja 30 znatno efikasniji u čišćenju, verovatno zbog dubljih žlebova između sečiva i sečenog dentina.

U saglasnosti sa ovim rezultatima su i nalazi Mizrahi-ja i saradnika<sup>24</sup> i Moodnik-a i saradnika.<sup>25</sup> Oni su proučavali efikasnost čišćenja kanala korena primenom K turpija i H turpija i zaključili da su efekti ova dva instrumenta vrlo slični u uklanjanju razmaznog sloja i dentinskog debrisa.

Na kvalitet čišćenja može uticati vrsta i tehnika irigacije.<sup>20</sup> Međutim, u ovim istraživanjima je efikasnost instru-

mentacije proverena isključivo u funkciji različitih instrumenata jer je kao irigans korišćen 2,5% rastvor NaOCl (za svaki uzorak je korišćena ista količina a instrumentaciju je radio isključivo jedan operater).

Rezultati analize uzoraka zidova kanala instrumentisanih mašinskim endodontskim instrumentima takođe su ukazali na varijacije i izgled obrađenih površina. Zapažena je nešto veća količina razmaznog sloja i dentinskog debrisa na zidovima kanala, ali se nije bitno razlikovala od izgleda površine dentina instrumentisane ručnim kanalskim instrumentima.

Pažljiva analiza je ukazala na neznatne razlike u količini ali je potvrđeno da mašinska instrumentacija formira razmazni sloj finije površine i gušće i kompaktnije strukture, usled većih brzina pri rotaciji instrumenata.<sup>26</sup> Veće količine razmaznog sloja u apeksnom delu kanala korena posledica su nešto veće apeksne transportacije prilikom preparacije kanala zbog većih brzina pri obradi.<sup>15</sup> Razlog može biti i to što do apeksnog dela instrument ne dolazi slobodno i ne uklanja dentinski debris, već ga na neki način samo skladišti.<sup>27</sup>

Na formiranje razmaznog sloja i dentinskog debrisa utiče i brzina rotacije instrumenta. Tako Poulsen<sup>28</sup> poredi kvalitet čišćenja kanala LS instrumentima sa tri različite brzine i utvrđuje da se pri brzini od 750 obrtaja/min ostvaruje najbolji efekat čišćenja.

Najmanje razmaznog sloja u ovim istraživanjima uočeno je posle primene K proširivača, Rat-tail i NiTi turpija, a najmanje debrisa posle primene H i K turpija ali razlike nisu bile statistički značajne.

Osim brzine, povećana količina razmaznog sloja i dentinskog debrisa može biti posledica neadekvatne irigacije tokom mašinske instrumentacije. Naime, instrumentacija bez irigacije (irigans se ubacuje u kanal kad instrument nije u pokretu) dovodi do veće akumulacije debrisa na radnoj površini instrumenta, čime mu se smanjuje radni efekat. Smanjenjem radne površine, smanjuje se sečivni ugao i sečivna efikasnost kanalnog instrumenta što povećava trenje između instrumenta i zidova kanala i time favorizuje formiranje razmaznog sloja.<sup>29</sup>

## Literatura

1. Walton RE, Thorabinejad M. Principles and practice of endodontics-2nd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1996: 202-233.
2. Hulsmann M, Rummelin C, Schafers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *Journal of Endodontics*. 1997; 5: 301-6.
3. Hulsmann M, Schade M, Schafers F. A comparative study of root canal preparation with HERO 642 and Quantec SC rotary NiTi instruments. *International Endodontic Journal* 2001; 34: 538-546.
4. White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smeared layer upon Dentinal Penetration by Endodontic Filling Materials. Part II. *Journal of Endodontics* 1987; 8:369-374.
5. Gutierrez JH, Herrera RV, Berg EH, Villena F, Jofre A. the risk of intentional dissolution of the smear layer after mechanical preparation of root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1990; 70: 96-108.

Efikasnost NiTi rotirajućih instrumenata u kvalitetu čišćenja kanalskog prostora potvrđuje nekoliko studija.<sup>30,31,32,33</sup> Potvrđen je njihov kvalitet u efikasnosti čišćenja zbog fleksibilnosti<sup>32,33</sup> ali i istaknut problem manje efikasnosti zbog neadekvatnog taktalnog osećaja pri radu sa ovim instrumentima.<sup>31</sup>

Potvrda o rezultatima ovih istraživanja može se naći u radovima Camposa I Del Rio-a<sup>19</sup> koji su poredili efekat Canal Finder System-a (CFS) sa standardnom ručnom instrumentacijom kod mandibularnih premolara i pokazuju da mašinska instrumentacija uklanja više dentina ali da formira kompaktni razmazni sloj.

Bertrand i saradnici<sup>15</sup> u studiji na ekstarhovanim zubima poredi efekat čišćenja kanala korena ručnim (K-File) i mašinskim instrumentima (Quantac Series 2000) i pokazuju da su srednja i vratna trećina korena zuba efikasnije očišćene primenom mašinskih instrumenata, u odnosu na apeksnu trećinu.

## Zaključak

Korišćeni endodontski instrumenti ne ostvaruju odgovarajuće čišćenje i oblikovanje kanala korena zuba, već formiraju razmazni sloj i dentinski debris u kanalu. Rezultati ovih istraživanja su potvrdili da na kvalitet čišćenja dentinskih zidova utiče pre svega dizajn radnog dela endodontskog instrumenta, (oblik sečiva i ugao koji sečivo zaklapa sa osovinom instrumenta, brzina rotacije) ali da nije bilo značajnih razlika u kvantitativnoj proceni količine razmaznog sloja na zidovima kanala korena zuba ni nakon instrumentacije različitim ručnim ni posle korišćenja različitih mašinskih rotirajućih endodontskih instrumenata. Kvalitet čišćenja kanala korena zuba nije se značajno razlikovao ni posle primene ručnih ni posle korišćenja mašinskih endodontskih instrumenata, ni u koronarnom, ni u srednjem ni u apikalnom delu kanala.

6. Sung-Eun Y, Kwang-Shik B. SEM study of the adhesion of *Prevotella nigrescens* to the Dentin of prepared root canals. *Journal of Endodontics* 2002; 6: 433- 437.
7. Taylor J.K, Jeansonne B.G, Lemon R.R. Coronal Leakage: Effects of Smear Layer, Obturation Technique, and Sealer. *Journal of Endodontics* 1997; 8: 508-512.
8. Vassiliadis L, Liolios E, Kouvas V, Economides N. Effect of smear layer on coronal microleakage. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol, Endod*. 1996; 82: 315-20.
9. Fraunhofer J.A., Fagundes D.K., McDonald N.J & Dumsha T.C. The effect of root canal preparation on microleakage within endodontically treated teeth: an in vitro study. *International Endodontic Journal* 2000; 33: 355-360.
10. Cergneux M., Ciucchi B., Dietschi M., Holz J. The influence of the smear layer on the sealing ability of canal obturation. *International Endodontic Journal* 1987; 20: 228-232.
11. Ahlquist M., Henningsson O., Hultenby K. & Ohlin J. The effectiveness of manual and rotary techniques in the cleaning of root canals: a scanning electron microscopy study. *International Endodontic Journal*. 2001; 34: 533-537.

12. Schafer E., Zapke K. A Comparative SEM investigation of the Efficacy of Manual and Automated Instrumentation of Root Canals. *Journal of Endodontics*; 2000; 11: 660-664.
13. Schafer E., Lohmann D. Efficiency of rotary nickel-titanium Flex Master instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile - Part 2. Cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. *International Endodontic Journal*; 2002; 35: 514- 521.
14. Pataky L, Ivanyi I, Grigar A, Fazekas A. Antimicrobial Efficacy of Various Root Canal Preparation Techniques: An in Vitro Comparative study. *Journal of Endodontics*. 2002;8:603-605.
15. Bertrand MF, Pizzardini P, Muller M, Medioni E, Rocca JP. The removal of the smear layer using the Quantec system. A study using SEM. *International Endodontic Journal*; 1999; 32: 217-24.
16. Mader CL., Baumgartner J.C., Peters DD. Scanning Electron Microscopic Investigation of the Smear Layer on root canal walls. *Journal of Endodontics* 1984; 10:477-483.
17. McComb D., Smith DC. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *Journal of Endodontics* 1975;7:238-242.
18. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA, Walton AJ. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance. *Journal of Endodontics*. 1988; 14: 486-93.
19. Campos JM., Del Rio C. Comparison of Mechanical and Standard Hand Instrumentation Techniques in Curved Root Canals. *Journal of Endodontics*. 1990;5:230-234.
20. Czonstkowsky M., Wilson EG., Holstein FA. The smear layer in Endodontics. *Dental Clinics of North America* 1990; 1: 13-25.
21. Prati C, Selighini M, Ferrieri P, Mongiorgi R. Scanning electron microscopic Evaluation of Different Endodontic Procedures on Dentin Morphology of Human Teeth. *Journal of Endodontics* 1994;4:174-179.
22. International Organization for Standardization. International standard 3630/1 dental root canal instruments. Part 1: Files, reamers, barbed broachers, rasps, paste carriers, explorers and cotton broachers. ISO bulletins Ref. No ISO 3630/1:1992 (E).
23. Leesberg DA., Montgomery S. The effects of Canal Master, Flex-R and K-Flex instrumentation on root canal configuration. *Journal of Endodontics* 1991;2:59-65.
24. Mizrahi SJ., Tucker JW., Seltzer S.: A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments. *J Endodon*. 1975; 1: 324-333.
25. Moodnik RM, Dorn SO, Feldman MJ, et al: A scanning electron microscopic study. *J Endodont*. 1976; 2: 261-266.
26. Liolios E, Economides N, Parissis-Messimeriss S., Boutsioukis A. The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. *Int. Endod. Jour*. 1997;30:51-57.
27. Weine FS: Genesis of curved canal preparation procedures. *Endodontic Practice*, 1998: 16-30.
28. Poulsen WB., Brent SD., Del Rio C. Effect of Nickel-Titanium Engine-Driven Instrument Rotational Speed on Root Canal Morphology. *J. Endodon*. 1995: 609-612.
29. Fogel HM., Pashley DH. Dentin Permeability: Effects of Endodontic Procedures on Root Slabs. *Journal of Endodontics* 1990;9:442-445.
30. Esposito PT., Cunningham CJ. A Comparison of canal preparation with Nickel-Titanium and Stainless Steel Instruments. *J. Endodon*. 1995; 4: 173-176.
31. Short JA., Morgan LA., Baumgartner JC. A Comparison of canal centering ability of four instrumentation Techniques. *Journal of Endodontics* 1997;8:503-507.
32. Thompson SA., Dummer MH. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int. Endod. J*. 1998;31:259-267.
33. Thompson SA., Dummer MH. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *Int. Endod. J*. 1998;31:268-274.

**A COMPARATIVE INVESTIGATION OF THE CLEANING EFFICACY OF DIFFERENT MANUAL AND MECHANICAL ENDODONTIC INSTRUMENTS (SEM STUDY)**

**SUMMARY**

The purpose of this SEM study was to evaluate the cleaning effects of different manual and mechanical endodontic instruments. Sixty single canal human teeth were selected for this study. The root canals were instrumented by seven types of manual endodontic instruments (K-enlargers, K files, Rat-tail files, K-Flexofiles, K Flex files, Hedstrom and NiTi Flex files) and five different mechanical endodontic instruments (Rispi, Rat tail, Hedstrom, NiTi Flex files and K-enlargers). During and after the instrumentation, the canals were irrigated by 2.5% sodium hypochlorit. After splitting the roots longitudinally, the amount of debris and smear layer was quantified on the basis of a numerical evaluation scale, using scanning electron microscope. Results were statistically analysed using the Kruskal-Wallis test and t-test. There were no statistically significant differences between hand instrumentation and machine instrumentation with different endodontic instruments for any of the variables tested. Best instrumentation results in removing the smear layer and dentinal debris from the root canal were obtained with Kerr, NiTi and Hedstrom hand files and with K-enlargers, NiTi and Rat-tail mechanical files. In the apical thirds of root canals prepared using hand and mechanical endodontic instruments the smear layer and dentinal debris were always more abundant when compared with the middle and coronal thirds. In conclusion, cleaning efficacy differed slightly among the techniques and instruments, none of them completely removed smear layer and all left some debris.

**Keywords:** canal debridement, endodontic instruments, scanning electron microscopy

**Dragoslav Dačić, Slavoljub Živković**

**Address for correspondence**

Dragoslav Dačić  
Faculty of Stomatology, Clinic for  
Conservative Dentistry and Endodontics  
Rankeova 4, 11000 Belgrade  
Serbia