

# СЕМ анализа квалитета чишћења зидова канала корена зуба након примене никл-титанијумских инструмената

Татјана Брканић<sup>1</sup>, Ивана Стојшин<sup>1</sup>, Каролина Вукоје<sup>1</sup>, Славољуб Живковић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Клиника за стоматологију Војводине, Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду, Нови Сад, Србија;

<sup>2</sup>Клиника за болести зуба и ендодонцију, Стоматолошки факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија

## КРАТАК САДРЖАЈ

**Увод** Препарација канала корена зуба је најважнија фаза у ендодонтском поступку, а подразумева адекватно чишћење и обликовање каналног простора. Машинске технике препарације и машински ротирајући инструменти последњих година добијају на значају због брзине препарације, ефикасности обраде канала корена и сигурности при реализацији ове фазе ендодонтског лечења.

**Циљ рада** Циљ истраживања је био да се испита утицај различитих врста машинских и ручних никл-титанијумских (*NiTi*) инструмената на квалитет чишћења зидова канала корена зуба и анализира количина заосталог дебриса и размазног слоја на зидовима након инструментације канала.

**Методе рада** Истраживање је изведено у условима *in vitro* на екстрахованим хуманим зубима. Према врсти коришћених *NiTi* инструмената, зуби су подељени у седам основних група: *ProTaper*, *GT*, *ProFile*, *K-3*, *FlexMaster*, ручни *ProTaper* и ручни *GT*. Препарација канала корена зуба вршена је техником *crow-down*. Припремљени узорци посматрани су на скенинг-електронском микроскопу *JEOL, JSM-6460 LV*. Процена количине дебриса вршена је при увеличању од 500 пута, а размазног слоја при увеличању од 1000 пута. За квантитативну процену постојања дебриса и размазног слоја на зидовима канала корена зуба након инструментације и иригације примењени су критеријуми по Хилсману (*Hülsmann*) и сарадницима.

**Резултати** Најмање дебриса и размазног слоја уочено је након препарације *ProFile* инструментима, а највише након препарације *FlexMaster* инструментима. Квалитет чишћења зидова канала корена зуба ручним *GT* и *ProTaper* инструментима је врло сличан квалитету чишћења након примене ротирајућих *NiTi* инструмената. Анализом је утврђено да постоји статистички значајна разлика у количини заосталог дебриса и размазног слоја на зидовима канала корена зуба након инструментације различитим *NiTi* инструментима.

**Закључак** Ниједна врста машинских и ручних *NiTi* инструмената није обезбедила потпуно чишћење зидова канала корена зуба. Највише заосталог дебриса и размазног слоја нађено је у апексној трећини канала свих испитиваних узорака зуба. Дизајн и врста ендодонтских инструмената утичу на ефикасност чишћења канала.

**Кључне речи:** препарација канала корена зуба; скенинг-електронска микроскопија (СЕМ); размазни слој; никл; титанијум

## УВОД

Увођењем машинских ротирајућих инструмената у обраду каналног простора омогућена је знатно бржа и ефикаснија препарација канала корена зуба. Применом никл-титанијумских (*NiTi*) ротирајућих инструмената знатно је смањена могућност грешке током препарације, као што је појава опструкције, степеника, транспортације или перфорације зида канала [1, 2, 3].

Од 1990. године до данас у ендодонтску праксу је уведено неколико система инструмената произведених од легуре никла и титанијума. Њихове специфичне особине и дизајн се разликују у односу на величину и облик врха, коничност, попречни пресек, хеликоидни угао и размак између сечивних оштрица. Неки од првих *NiTi* система инструмената се мање користе на тржишту, док други системи, као што су *Lightspeed (Lightspeed Technologies, San Antonio, TX)* и *ProFile (Dentsply-Tul-*

*sa, Dentsply Maillefer)*, и даље имају широку примену у препарацији канала [4, 5, 6]. *NiTi* турпије, које су произведене првенствено за машинску препарацију канала помоћу електричних мотора и редуccionих колењака, могу се данас применити и као ручни ендодонтски инструменти. Произвођачи неких од сетова оваквих инструмената дизајнирали су и специјалне пластичне дршке које се монтирају на ручицу инструмента, па су тако инструменти прилагођени за ручну манипулацију. Ручна употреба ових инструмената је посебно индикована код изузетно закривљених канала. Може се користити и као посебна техника препарације целе дужине канала или само за обраду апексне трећине, при чему коронарне две трећине треба обрадити ротирајућим инструментима. Препарација ручним *NiTi* инструментима се изводи редоследом сличним као при машинским техникама, при чему се инструменти покрећу техником балансиране силе [7, 8].

## Correspondence to:

Tatjana BRKANIĆ  
Jiričekova 3, 21000 Novi Sad  
Srbija  
tanjahom@gmail.com

## ЦИЉ РАДА

Циљ рада је био да се испита утицај различитих врста машинских и ручних *NiTi* инструмената на квалитет чишћења зидова канала корена зуба и анализира количина заосталог дебриса и размазног слоја на зидовима након инструментације канала.

## МЕТОДЕ РАДА

Истраживање је урађено у условима *in vitro* на 147 екстрахованих хуманих зуба. Коришћени су зуби различитих морфолошких група: једнокорени (горњи централни секутићи, очњаци и други премолари) и вишекорени (горњи и доњи молари). Након екстракције зуби су очишћени од меких и чврстих наслага и остатака периодонталног лигаментна, те до почетка експеримента чувани у физиолошком раствору на температури од 4°C.

Приступни кавитети у круничном делу зуба препарисани су високотуражном бушилицом и дијамантским сврдлом. За проверу иницијалне проходности и одређивање радне дужине коришћене су ручне К-турпије 0.10. Радна дужина препарације одређивана је скраћивањем за 1 mm од дужине ендодонтске турпије, када се њен врх појавио на апексном форамену. Врх корена сваког узорка прекривен је куличицом воска, како би се спречило истицање ириганса кроз апексни форамен током испирања канала.

Препарација канала корена зуба вршена је техником *crown-down*, а за редослед и број коришћених инструмената поштована су упутства произвођача за сваку појединачну серију инструмената. Коришћени су нови сетови инструмената, а сваки инструмент је употребљен највише пет пута. Покретање машинских инструмената вршено је помоћу електричног мотора *Technika* (*ATR, Dentsply, Maillefer*) и ендодонтског микроколењака, с уједначеном брзином ротације од 250 обртаја

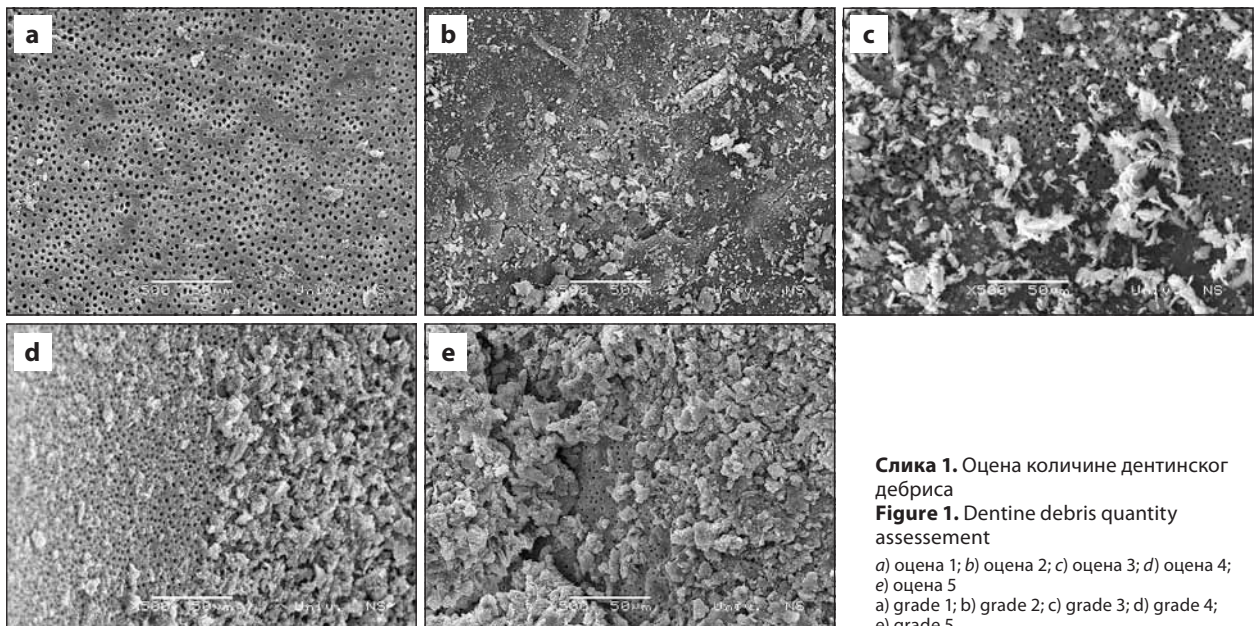
у минути. Коришћено је седам различитих врста *NiTi* инструмената: машински *ProTaper* (*Dentsply, Maillefer*), *ProFile* (*Dentsply, Maillefer*), машински *GT* (*Dentsply, Maillefer*), *K-3* (*SDS Kerr*), *FlexMaster* (*VDW*), ручни *ProTaper* (*Dentsply, Maillefer*) и ручни *GT* (*Dentsply, Maillefer*).

Испирање је вршено тропроцентним раствором *NaOCl* (*Parcan, Septodont*) помоћу пластичног шприца и игле са тупим врхом. Игле су апликоване у канал полако до осећаја благог отпора. Канали су испирани са по 2 ml одговарајућег ириганса између сваког коришћеног инструмента, као и после завршене инструментације.

Након препарације канала крунице зуба су уклоњене дијамантским диском у пределу глеђно-цементне границе. На букалној и лингвалној површини корена дијамантским диском урезани су плитки уздужни жљебови ради лакшег фрактурисања. Раздвајање мезијалне и дисталне половине корена вршено је помоћу малог челичног длета. Одабране половине корена сваког узорка су након сушења у вакуум-апарату фиксирани за одговарајуће носаче и напариване златом у вакуум-евапоратору.

Припремљени узорци (Слике 1 и 2) посматрани су на скенинг-електронском микроскопу *JEOL, JSM-6460 LV*. Сваки узорак је најпре прегледан у целини на мањем увеличању (150 пута). Даља опсервација и процена количине дебриса и размазног слоја вршена је посебно у коронарној, средњој и апексној трећини канала при увеличању од 500 пута (за процену дентинског дебриса) и 1000 пута (за процену размазног слоја). За квантитативну процену постојања дебриса и размазног слоја на зидовима канала корена зуба након инструментације и иригације примењени су критеријуми по Хилсману (*Hülsmann*) и сарадницима [9, 10].

За обраду добијених резултата коришћена је једнофакторска анализа варијансе (*ANOVA*). Израчунате су средње вредности и стандардне девијације, те најмање и највеће вредности, а резултати приказани табеларно.



**Слика 1.** Оцена количине дентинског дебриса

**Figure 1.** Dentine debris quantity assesment

- a) оцена 1; b) оцена 2; c) оцена 3; d) оцена 4; e) оцена 5  
 a) grade 1; b) grade 2; c) grade 3; d) grade 4; e) grade 5

## РЕЗУЛТАТИ

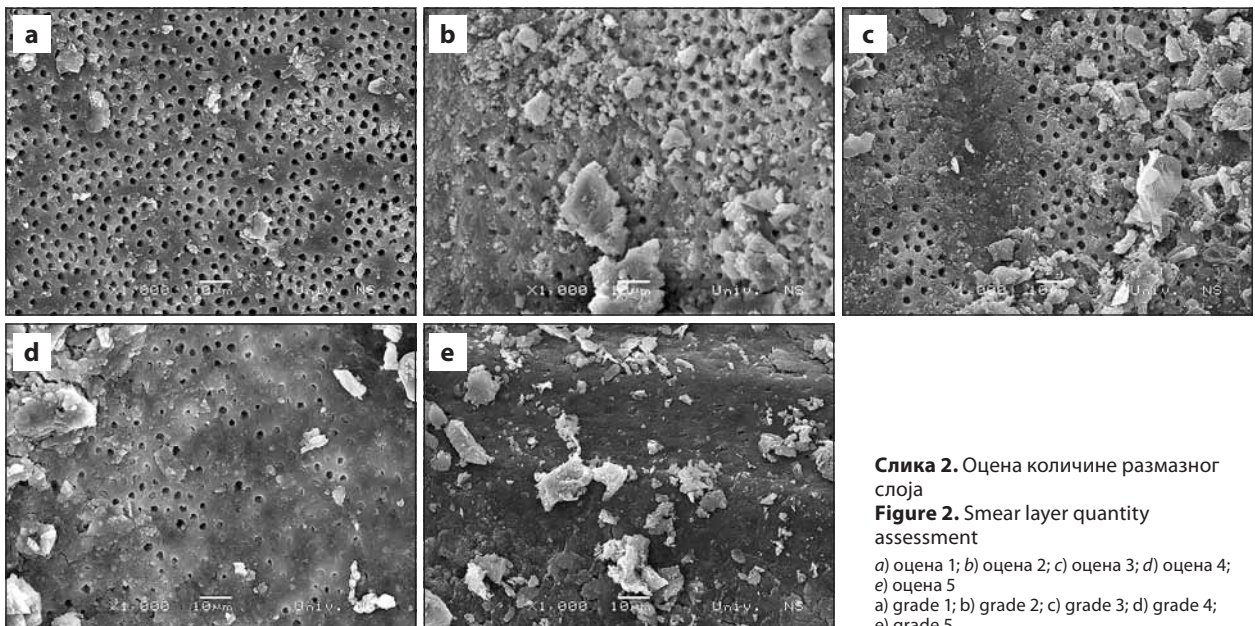
Квантитативна анализа заосталог дентинског дегривса на зидовима канала корена зуба након примене различитих *NiTi* инструмената у коронарној трећини показала је да је највише дегривса било у узорцима обликованим *FlexMaster* (3,65), машинским *ProTaper* (3,43), машинским *GT* (3,25) и ручним *ProTaper* инструментима (3,24); нешто мање дентинског дегривса уочено је после примене ручних *GT* (2,81) и *K-3* инструментана (2,71), а најмање у узорцима обликованим *ProFile* инструментима (2,10) (Табела 1). Анализа резултата је показала да постоји статистички значајна разлика у количини дентинског дегривса на зидовима канала корена зуба између група обликованих *FlexMaster* инструментима и канала препарисаних *ProFile*, *K-3* и ручним *GT* инструментима ( $p < 0,01$ ). Значајних разлика је било и између узорка обликованих машинским *ProTaper* инструментима и канала обликованих ручним *GT*, *K-3* и *ProFile* инструментима ( $p < 0,01$ ). Разлике су биле статистички значајне и између група препарисаних ротирајућим *GT* инструментима и група обликованих *K-3* и *ProFile* инструментима ( $p < 0,01$ ), односно између канала препарисаних ручним *ProTaper* турпијама и канала обрађиваних *K-3* и *ProFile* инструментима ( $p < 0,01$ ).

Квантитативна анализа заосталог дентинског дегривса у средњој трећини на зидовима канала корена зуба након примене различитих *NiTi* инструмената показала је да је највише дегривса било у узорцима обликованим *FlexMaster* (4,00), машинским *ProTaper* (3,70), машинским *GT* (3,44) и ручним *ProTaper* инструментима (3,41); нешто мање површинског дегривса на зидовима канала забележено је после примене ручних *GT* (2,78) и *K-3* (2,67), а најмање код узорка обликованих *ProFile* инструментима (2,43) (Табела 1). Анализом је утврђено да постоји статистички значајна разлика у количини заосталог дегривса на зидовима канала ко-

рена зуба између група узорка обликованих *FlexMaster* инструментима и узорка препарисаних ручним *GT*, *K-3* и *ProFile* инструментима на истом нивоу значајности ( $p < 0,01$ ). Значајних разлика у количини дентинског дегривса било је и између узорка обликованих ротирајућим *GT* инструментима и узорка препарисаних ручним *GT* инструментима, *K-3* и *ProFile* инструментима, као и између узорка препарисаних ручним *ProTaper* инструментима и канала обликованих ротирајућим *GT*, *K-3* и *ProFile* инструментима ( $p < 0,01$ ).

Квантитативна анализа заосталог дентинског дегривса канала корена зуба након примене различитих *NiTi* инструмената у апексној трећини показала је да је највише дегривса било у узорцима обликованим машинским *ProTaper* (4,10), ручним *ProTaper* (3,94), *FlexMaster* (3,88) и машинским *GT* инструментима (3,83); нешто мање дентинског дегривса уочено је после примене *K-3* (3,50) и ручних *GT* (3,42) инструмената, а најмање у узорцима обликованим *ProFile* инструментима (3,05) (Табела 1). Анализа резултата је показала да постоји статистички значајна разлика у количини дентинског дегривса на зидовима канала корена између група обликованих ротирајућим *ProTaper* инструментима и канала препарисаних *ProFile*, *K-3* и ручним *GT* инструментима ( $p < 0,01$ ). Значајних разлика је било и између узорка обликованих ручним *ProTaper* и канала обликованих ручним *GT* и *ProFile* инструментима ( $p < 0,01$ ). Разлике су биле статистички значајне и између група препарисаних *FlexMaster* инструментима и група обликованих *ProFile* инструментима ( $p < 0,01$ ), односно између канала препарисаних *K-3* турпијама и канала обрађених *ProFile* инструментима ( $p < 0,01$ ).

Квантитативна анализа заосталог размазног слоја на зидовима канала корена зуба након примене различитих *NiTi* инструмената у коронарној трећини показала је да је највише размазног слоја било у узорцима обликованим машинским *GT* (3,65), ручним *ProTaper* (3,29), *FlexMaster* (3,15) и машинским *ProTaper* ин-



**Слика 2.** Оцена количине размазног слоја

**Figure 2.** Smear layer quantity assessment

- a) оцена 1; b) оцена 2; c) оцена 3; d) оцена 4; e) оцена 5  
 a) grade 1; b) grade 2; c) grade 3; d) grade 4; e) grade 5

**Табела 1.** Квантитативна процена дентинског дебриса  
**Table 1.** Quantitative evaluation of dentine debris

Инструмент Instrument	Број Number			$\bar{X}$			SD			Min			Max		
	K	S	A	K	S	A	K	S	A	K	S	A	K	S	A
<i>ProTaper</i>	21	20	20	3.43	3.70	4.10	0.87	0.73	0.97	2.00	2.00	2.00	5.00	5.00	5.00
<i>FlexMaster</i>	20	17	16	3.65	4.00	3.88	0.75	0.61	0.89	2.00	2.00	1.00	5.00	5.00	5.00
<i>K-3</i>	21	21	18	2.71	2.67	3.50	0.64	0.66	0.71	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	5.00
<i>GT</i>	20	18	18	3.25	3.44	3.83	0.97	0.86	0.51	1.00	2.00	3.00	4.00	4.00	5.00
<i>ProFile</i>	21	21	21	2.10	2.43	3.05	0.94	0.93	0.92	1.00	1.00	2.00	4.00	4.00	5.00
<i>GT-H</i>	21	18	19	2.81	2.78	3.42	0.87	0.73	0.51	2.00	2.00	3.00	4.00	4.00	4.00
<i>ProTaper-H</i>	21	17	17	3.24	3.41	3.41	0.70	0.51	0.51	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00

K – коронарна трећина; S – средња трећина; A – апексна трећина;  $\bar{X}$  – средња вредност; SD – стандардна девијација; Min – најмања вредност; Max – највећа вредност  
K – coronal third; S – middle third; A – apical third;  $\bar{X}$  – mean value; SD – standard deviation; Min – minimal value; Max – maximal value

**Табела 2.** Квантитативна процена размазног слоја  
**Table 2.** Quantitative evaluation of smear layer

Инструмент Instrument	Број Number			$\bar{X}$			SD			Min			Max		
	K	S	A	K	S	A	K	S	A	K	S	A	K	S	A
<i>ProTaper</i>	21	20	20	3.14	3.20	3.85	0.79	1.01	0.93	1.00	1.00	1.00	4.00	4.00	5.00
<i>FlexMaster</i>	20	17	16	3.15	3.76	3.69	1.14	0.97	1.01	1.00	1.00	1.00	5.00	5.00	5.00
<i>K-3</i>	21	21	18	3.05	3.29	3.44	1.07	1.06	0.92	1.00	1.00	1.00	4.00	4.00	4.00
<i>GT</i>	20	18	18	3.65	3.72	4.00	0.88	0.83	0.49	1.00	2.00	3.00	5.00	5.00	5.00
<i>ProFile</i>	21	21	21	2.29	2.24	2.90	1.27	1.14	1.14	1.00	1.00	1.00	4.00	4.00	4.00
<i>GT-H</i>	21	18	19	2.81	3.11	3.47	1.08	0.83	0.77	1.00	1.00	1.00	4.00	4.00	4.00
<i>ProTaper-H</i>	21	17	18	3.29	3.71	3.67	0.78	0.59	0.69	1.00	2.00	2.00	4.00	4.00	4.00

струментима (3,14); нешто мање размазног слоја уочено је после примене *K-3* (3,05) и ручних *GT* инструмената (2,81), а најмање у узорцима обликованим *ProFile* инструментима (2,29) (Табела 2). Резултати анализе су показали да постоји статистички значајна разлика у количини размазног слоја на зидовима канала корена зуба између група обликованих ротирајућим *GT* инструментима и канала препарисаних *ProFile* и ручним *GT* инструментима ( $p < 0,01$ ). Значајних разлика је било и између узорака обликованих *ProFile* инструментима у односу на канале обликоване свим осталим инструментима ( $p < 0,01$ ).

Квантитативна анализа заосталог размазног слоја у средњој трећини на зидовима канала корена зуба након примене различитих *NiTi* инструмената показала је да је највише размазног слоја било у узорцима обликованим *FlexMaster* (3,76), машинским *GT* (3,72) и ручним *ProTaper* инструментима (3,71); нешто мање размазног слоја на зидовима канала забележено је код *K-3* (3,29), машинских *ProTaper* (3,20) и ручних *GT* (3,11) инструмената, док је најмање било код узорака обликованих *ProFile* инструментима (2,24) (Табела 2). Анализом је утврђено да постоји статистички значајна разлика у количини размазног слоја на зидовима канала корена између група узорака обликованих *FlexMaster* инструментима и узорака препарисаних ручним *GT* и *ProFile* инструментима на истом нивоу значајности ( $p < 0,01$ ). Значајних разлика у количини размазног слоја било је и између узорака обликованих *ProFile* инструментима и узорака препарисаних свим осталим инструментима ( $p < 0,01$ ).

Квантитативна анализа заосталог размазног слоја на зидовима канала корена зуба након примене различитих *NiTi* инструмената у апексној трећини показала је да је највише размазног слоја било у узорцима обликованим машинским *GT* (4,00), машинским *Pro-*

*Taper* (3,85), *FlexMaster* (3,69) и ручним *ProTaper* инструментима (3,67); нешто мање размазног слоја уочено је после примене ручних *GT* (3,47) и *K-3* инструмената (3,44), а најмање у узорцима обликованим *ProFile* инструментима (2,90) (Табела 2). Анализом је утврђено да постоји статистички значајна разлика у количини размазног слоја на зидовима канала корена зуба између група узорака обликованих *ProFile* инструментима и свих осталих група, осим групе *K-3*, где није било значајних разлика ( $p < 0,01$ ).

## ДИСКУСИЈА

Ефекат чишћења каналних зидова испитиван је у функцији врсте коришћених каналних инструмената. Препарација канала вршена је помоћу седам различитих серија *NiTi* инструмената: пет врста ротирајућих (*ProFile*, *GT*, *ProTaper*, *K-3* и *FlexMaster*) и две врсте ручних инструмената (ручни *GT* и ручни *ProTaper*). Ниједном врстом ендодонтских *NiTi* инструмената није постигнуто потпуно чишћење канала корена зуба. Дебрис и размазни слој су заостали у различитој количини на зидовима канала свих узорака без обзира на врсту коришћених инструмената, односно технику инструментације.

Квантитативна анализа заосталог дебриса и размазног слоја на зидовима канала корена зуба показала је да је највише размазног слоја било у узорцима обликованим *FlexMaster*, машинским *GT* и ручним *ProTaper* инструментима. Нешто мање размазног слоја на зидовима канала регистровано је код *K-3*, машинских *ProTaper* и ручних *GT* инструмената, а најмање код узорака обликованих *ProFile* инструментима. Добијене разлике у вредностима количине дентинског дебриса и размазног слоја у односу на различите врсте

коришћених инструмената могу се објаснити различитим дизајном радних делова инструмената, па тиме и различитом ефикасношћу чишћења и обликовања зидова канала корена [11]. Наиме, ефекат чишћења и обликовања, односно сечивна ефикасност ендодонтских инструмената зависи, између осталог, од: физичко-хемијских особина материјала од којих је инструмент направљен, дизајна сечивних оштрица и врха инструмента, конфигурације осовине инструмента, отпорности на хабање, ефикасности уклањања дентинских опиљака, као и од примењене технике препарације канала [12-16].

У овом истраживању најмање вредности заосталог дебриса и размазног слоја добијене су после инструментације *ProFile* турпијама у све три испитиване трећине канала. Ове турпије су први произведени ротирајући *NiTi* инструменти, па се зато у истраживањима и користе као параметри за поређење са другим, касније произведеним инструментима. Имају „пасиван” врх, троугласти попречни пресек са радијалним заравњењима и конкавним странама. Иако се сматра да радијална заравњења смањују сечивну ефикасност инструмента, улегнућа на конкавним странама радног дела инструмента остављају простор за нагомилавање и лакше избацивање дентинских опиљака и дебриса током фазе сечења дентина, односно препарације канала [17, 18, 19]. Овај специфични дизајн *ProFile* инструмената може бити разлог за њихову бољу ефикасност чишћења канала корена зуба у поређењу са свим другим испитиваним инструментима. Шефер (*Schäfer*) и Цапке (*Zapke*) [20] су на скенинг-електронском микроскопу испитивали ефикасност чишћења правих и закривљених канала помоћу ручних и машинских ендодонтских инструмената. Најбоље резултате, нарочито у закривљеним каналима, постигли су препарацијом *ProFile* инструментима, као и ми. Има, међутим, аутора који поређењем ефикасности чишћења канала помоћу *ProFile* инструмената са другим врстама ротирајућих и ручних инструмената нису пронашли значајне разлике између испитиваних група узорака [21, 22]. Насупрот резултатима нашег истраживања, неки истраживачи су добили лошије резултате након употребе *ProFile* турпија у поређењу са другим врстама инструмената. Јеон (*Jeon*) и сарадници [23] су поредили ефикасност чишћења канала мандибуларних премолара препарисаних помоћу ротирајућих челичних инструмената *ProFile* и *Hero*. Најмање размазног слоја у апексном делу канала уочили су након препарације инструментима *Hero* и закључили да дизајн инструмената утиче на ефикасност чишћења канала. Овакве резултате приписују посебном дизајну ових инструмената, који имају варијабилан хеликоидни угао и позитиван угао између закошене сечивне оштрице и линије која повезује сечивну ивицу са уздужном осом инструмента. Овакв специфичан дизајн радног дела са оштрим сечив-

ним ивицама омогућава ефикасније сечење дентина покретима киретирања, у односу на стругање инструментима која на сечивима имају радијална заравњења (као што је код *ProFile* турпија).

Поред тога што су *ProFile*, *GT*, *ProTaper*, *K-3* и *FlexMaster* намењени за препарацију канала ротирајућим техникама помоћу електричног мотора, *GT* и *ProTaper* инструменти се могу применити и ручним техникама препарације. Радни делови ручних *GT* и *ProTaper* инструмената се не разликују од одговарајућих ротирајућих инструмената. Једина разлика је у дизајну дршке, која је прилагођена за ручну или машинску примену. Међутим, основну разлику између ручних и ротирајућих инструмената представља различита техника примене. За разлику од машинске технике, где се инструменти покрећу у тзв. *crown-down* правцу покретима четкања, ручна препарација се врши техником балансиране силе. Смер ротације ових инструмената је супротан кретању казаљке на сату због правца навоја сечивних оштрица, који је обрнут у односу на класичне инструменте од нерђајућег челика [7].

У овом испитивању је након препарације канала ручним *NiTi* инструментима установљена већа количина дебриса и размазног слоја у односу на примену неких ротирајућих инструмената (*ProFile*), али мања количина у односу на примену других врста ротирајућих инструмената (*FlexMaster* и *K-3*). Резултати показују да је ефикасност чишћења канала слична без обзира на то да ли се ротирајући *NiTi* инструменти (*GT* и *ProTaper*) примењују машинском или ручном техником. Препарација ротирајућом техником је бржа и мање заморна за терапеута, али су предности ручне технике у томе што се може применити и у недостатку електричног мотора или редукционог колењака. Ручна техника такође омогућава већу контролу при инструментацији, што је посебна предност за студенте и терапевте који још нису довољно увежбани за примену ротирајућих техника [24, 25].

## ЗАКЉУЧАК

Резултати истраживања препарације канала корена зуба различитим *NiTi* инструментима показују да дизајн и врста ендодонтских инструмената утичу на ефикасност чишћења канала корена током препарације. Најмање дентинског дебриса и размазног слоја утврђено је након препарације *ProFile* инструментима, а највише након препарације *FlexMaster* инструментима. Ефикасност чишћења канала корена зуба ручним *GT* и *ProTaper* инструментима је врло слична квалитету чишћења након примене ротирајућих *NiTi* инструмената. Највише заосталог дебриса и размазног слоја забележено је у апексној трећини канала свих испитиваних узорака.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Brkanić T, Živković S, Stojanac I. Preparacija korenskih kanala najnovijom generacijom nikl-titanijumskih rotirajućih instrumenata. *Stomatološki informator*. 2004; 14:25-30.
2. Mitić A, Mitić N, Živković S, Tošić G, Savić V, Dačić S, et al. Efikasnost sredstava za završnu irigaciju kanala korena zuba u uklanjanju razmaznog sloja. *Srp Arh Celok Lek*. 2009; 137(9-10):482-9.
3. Brkanić T. Primena ProTaper turpija u preparaciji kanala korena zuba – prikaz slučaja. *Stomatološki glasnik Srbije*. 2005; 52:237-41.
4. Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Braschi L, Malagnino VA, et al. SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J*. 2004; 37:832-9.
5. Gambarini G, Laszkiewicz J. A scanning electron microscopic study of debris and smear layer following use of GT rotary instruments. *Int Endod J*. 2002; 35:422-8.
6. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*. 2005; 38:743-52.
7. Buchanan LS. Standardised-taper root canal preparation: part two. *Endodontic practise*. 2000; 9:6-13.
8. Gutmann J. The crown-down technique: the standard of excellence for root canal cleaning and shaping. *Contemporary Endodontics*. 2002; 10:7-10.
9. Hülsmann M, Rummelin C, Schäfers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod*. 1997; 23(5):301-6.
10. Schäfer E, Schlingemann R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J*. 2003; 36:208-17.
11. Živković S, Brkanić T, Dačić D, Opačić V, Pavlović V, Medojević M. Razmazni sloj u endodonticiji. *Stomatološki glasnik Srbije*. 2005; 52:7-19.
12. Dačić D, Živković S. Komparativna ispitivanja efikasnosti čišćenja zidova kanala korena različitim ručnim i mašinskim endodontskim instrumentima (SEM). *Stomatološki glasnik Srbije*. 2003; 50:137-43.
13. Jeon IS, Spangberg LSW, Yoon TC, Kazemi RB, Conn F. Smear layer production by 3 rotary reamers with different cutting blade designs in straight root canals: A scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003; 96:601-7.
14. Jodway B, Hülsmann M. A comparative study of root canal preparation with NiTi-TEE and K3 rotary NiTi instruments. *Int Endod J*. 2006; 39:71-80.
15. Riitano F. Anatomic Endodontic Technology (AET) – a crown-down root canal preparation technique: basic concepts, operative procedure and instruments. *Int Endod J*. 2005; 38: 575-87.
16. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J*. 2004; 37:229-38.
17. Bryant ST, Thompson SA, Al-Omari MAO, Dummer PMH. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J*. 1998; 31:275-81.
18. Bryant ST, Thompson SA, Al-Omari MAO, Dummer PMH. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 2. *Int Endod J*. 1998; 31:282-9.
19. Bryant ST, Dummer PM, Pitoni C, Bourba M, Moghal S. Shaping ability of .04 and .06 taper ProFile rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. *Int Endod J*. 1999; 32:155-64.
20. Schäfer E, Zapke K. A comparative scanning electron microscopic investigation of the efficacy of manual and automated instrumentation of root canals. *J Endod*. 2000; 26:660-4.
21. Dačić D. Karakteristike endodontskih instrumenata i njihova primena u preparaciji kanala korena zuba [magistarski rad]. Beograd: Stomatološki fakultet Univerziteta u Beogradu; 2000.
22. Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J*. 2002; 35:582-9.
23. Zuckerman O, Karz A, Pilo R, Tamse A, Fuss Z. Residual dentin thickness in mesial roots of mandibular molars prepared with Lightspeed rotary instruments and Gates-Glidden reamers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003; 96:351-5.
24. Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J*. 2001; 34:476-84.
25. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod*. 2004; 30:559-67.

## Scanning Electron Microscopy Investigation of Canal Cleaning after Canal Preparation with Nickel Titanium Files

Tatjana Brkanić<sup>1</sup>, Ivana Stojšin<sup>1</sup>, Karolina Vukoje<sup>1</sup>, Slavoljub Živković<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dental Clinic of Vojvodina, School of Medicine, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia;

<sup>2</sup>Clinic of Operative Dentistry and Endodontics, School of Medicine, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia

### SUMMARY

**Introduction** Root canal preparation is the most important phase of endodontic procedure and it consists of adequate canal space cleaning and shaping. In recent years, rotary instruments and techniques have gained importance because of the great efficacy, speed and safety of the preparation procedure. **Objective** The aim of this research was to investigate the influence of different NiTi files on the canal wall cleaning quality, residual dentine debris and smear layer.

**Methods** The research was conducted on extracted human teeth in vitro conditions. Teeth were divided in 7 main groups depending on the kind of instruments used for root canal preparation: ProTaper, GT, ProFile, K-3, FlexMaster, hand ProTaper and hand GT. Root canal preparation was accomplished by crown-down technique. Prepared samples were assessed on scanning electron microscopy JEOL, JSM-6460 LV. The evaluation of dentine debris was done with 500x magnification, and the evaluation of smear layer with 1,000 times magnification.

Quantitative assessment of dentine debris and smear layer was done according to the criteria of Hülsmann.

**Results** The least amount of debris and smear layer has been found in canals shaped with ProFile instruments, and the largest amount in canals shaped with FlexMaster instruments. Canal cleaning efficacy of hand GT and ProTaper files has been similar to cleaning efficacy of rotary NiTi files. Statistic analysis has shown a significant difference in amount of dentine debris and smear layer on the canal walls between sample groups shaped with different instruments.

**Conclusion** Completely clean canals have not been found in any tested group of instruments. The largest amount of debris and smear layer has been found in the apical third of all canals. The design and the type of endodontic instruments influence the efficacy of the canal cleaning.

**Keywords:** root canal preparation; scanning electron microscopy; smear layer; nickel; titanium