

Nastavno-naučnom Veću Stomatološkog fakulteta

Univerziteta u Beogradu

Na sednici Nastavno-naučnog veća Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, održanoj 19.05.2020. godine, imenovana je komisija u sastavu:

1. **Prof. dr Đurica Grga,**
redovni profesor, Klinika za bolesti zuba, Stomatološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
2. **Prof. dr Lidija Matija,**
redovni profesor, Katedra za biomedicinsko inženjerstvo, Mašinski fakultet, Univerzitet u Beogradu
3. **Prof. dr Kristina Šarić,**
redovni profesor, Katedra za petrologiju i geohemiju, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
4. **Prof. dr Jugoslav Ilić,**
vanredni profesor, Klinika za bolesti zuba, Stomatološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
5. **Doc. dr Violeta Petrović,** Klinika za bolesti zuba, Stomatološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

za ocenu završene doktorske disertacije pod nazivom:

" ANALIZA DEFORMACIJA I LOMA ROTIRAJUĆIH NIKLTITANIJUMSKIH INSTRUMENATA NAKON PREPARACIJE RAZLIČITIH KANALSKIH SISTEMA "

Kandidat: mr. dr Milica Jovanović-Medojević

Mentor: prof. dr Slavoljub Živković

Imenovana komisija je proučila doktorsku disertaciju i podnosi Nastavno-naučnom Veću Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu sledeći:

IZVEŠTAJ

A. Prikaz sadržaja doktorske disertacije

Doktorska disertacija " **ANALIZA DEFORMACIJA I LOMA ROTIRAJUĆIH NIKLTITANIJUMSKIH INSTRUMENATA NAKON PREPARACIJE RAZLIČITIH KANALSKIH SISTEMA** " mr. dr Milice Jovanović-Medojević napisana je na 200 strana i razvrstana u 8 poglavlja: **Uvod, Pregled literature, Ciljevi istraživanja, Materijal i metodologija, Rezultati, Diskusija, Zaključak i Literatura.** Disertacija sadrži 43 tabele, 117 slika, 22 grafikona, 2 dijagrama i 460 literaturnih navoda.

Uvod sadrži teoretsko razmatranje o uticaju i značaju pojave deformacija i fraktura niktitanijumskih rotirajućih instrumenata na realizaciju i uspeh endodontske terapije.

U **Pregledu literature** je dat prikaz dosadašnjih saznanja iz oblasti koje su neposredno vezane za predmet disertacije. Kandidat detaljno izlaže razvoj mašinskih endodontskih instrumenata i posebno razvoj niktitanijumskih endodontskih instrumenata, kao i osnovne karakteristike niktitanijumske legure. Poseban deo pregleda literaturnih podataka je posvećen uticaju cikličnog zamora i torzionog stresa na nastanak i propagaciju deformacija radnog dela rotirajućih instrumenata. Detaljno su razmatrani i faktori koji utiču na pojavu nastanka defekata i fraktura niktitanijumskih rotirajućih instrumenata, odnosno, postupci i metode koje mogu dovesti do poboljšanja njihove otpornosti na zamor tokom realizacije endodontske intervencije.

Osnovni **CILJ** ovog istraživanja je bio da se analiziraju i provere površinske i mikro- i nanostrukturne karakteristike novih Ni-Ti rotirajućih instrumenata i njihove promene nakon instrumentacije endodontskog prostora različitih kanalskih sistema.

Poglavlje **Materijal i metod** sadrži opis eksperimentalnog dela ove doktorske disertacije. Dat je opis postupka prikupljanja i grupisanja ekstrahovanih zuba i njihove pripreme za instrumentaciju, kao i detaljan opis karakteristika ispitivanih setova rotirajućih niktitanijumskih instrumenata. Precizno su predstavljani testirani novi mašinski endodontski instrumenti sa posebnim akcentom na različit dizajn radnog dela instrumenta: K3 (SybronEndo Co, USA), M Two (VDW, Munich, Germany), Pro Taper Universal (Dentsply Maillefer, Switzerland), Hy Flex (Coltene Whaledent gruppe, Switzerland) i BioRaCe (FKG DENTAIRE Swiss Dental Produkts, Switzerland).

U drugom delu ovog poglavlja su detaljno objašnjeni primenjeni metodološki postupci (skenirajuća elektronska mikroskopija sa energersko-disperzivnim spektrometrom, stereomikroskopija i optomagnetna imidžing spektroskopija).

Skenirajuća elektronska mikroskopija sa energersko-disperzivnim spektrometrom (SEM-EDS) je izvedena u Laboratoriji za SEM Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu, na mikroskopu tipa JEOL JSM-6610LV (Japan). SEM analizom su prvo analizirane površine radnog dela novih, nekorišćenih setova Ni-Ti instrumenata. Isti instrumenti su nakon instrumentacije pravih i kanalskih sistema različite povijenosti (blago i izrazito povijeni), ponovo podvrgnuti SEM-u i analizi površine tj. detektovanju njihovih deformacija i fraktura. Opisan je i postupak stereomikroskopije (Stereomikroskop, Boeco BSZ-405, Germany, sa integrisanom digitalnom kamerom, na uvećanju od trideset puta).

U ovom istraživanju je po prvi put primenjena optomagnetna imidžing spektroskopija za analizu ultrastrukturnih promena na frakturnim delovima Ni-Ti rotirajućih instrumenata koji su pretrpeli lom. OMIS metoda je proistekla iz AFM metode (mikroskopija atomske sile) i sprovedena u NanoLab-u Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Kandidat je detaljno opisao primenjeni postupak za snimanje OMIS metodom, kao i način analize dobijenih spektara i detekciju karakterističnih veličina, uz primenu algoritama.

Rezultati istraživanja su podeljeni u celine tako da prate odgovarajuće delove istraživanja navedene u Materijalu i metodi. Zatečene deformacije, kontaminacije kao i frakture, na ispitivanim novim i upotrebljenim instrumentima, prikazani su pregledno i jasno, tabelarno i grafički i dodatno potkrepljeni odgovarajućim slikama.

U prvom delu ovog poglavlja su jasno izneti originalni rezultati SEM analize površine radnog dela novih Ni-Ti instrumenata (posebno za svaki set) i predstavljena detaljna analiza prisutnih defekata, ali i SEM-EDS analiza prisustva različitih nečistoća i kontaminacija na površini radnog dela testiranih instrumenata.

Drugi deo ovog poglavlja je obuhvatio rezultate stereomikroskopske analize površine radnog dela Ni-Ti instrumenata nakon instrumentacije, dok su u trećem delu prikazani rezultati SEM analize površine radnog dela Ni-Ti instrumenata upotrebljenih setova nakon instrumentacije, odnosno, SEM-EDS analiza frakturnih površina. U četvrtom delu ovog poglavlja uporednom analizom rezultata ispitivanja površine radnog dela Ni-Ti instrumenata dobijenih stereomikroskopijom i SEM-om, je utvrđena neophodnost primene velikih uvećanja za detekciju promena na površinama njihovog radnog dela. Peti deo ovog poglavlja iznosi originalne rezultate analize površine instrumenata primenom OMIS analize, za testirane setove novih instrumenata, odnosno za instrumente bez i sa frakturom nakon tokom instrumentacije različitih kanalskih sistema.

Diskusija je obuhvatila diskusiju primenjene metodologije i diskusiju originalnih rezultata. Diskusija materijala i metoda je podrazumevala diskusiju izbora materijala, eksperimentalnog dizajna i metodoloških izbora u različitim segmentima istraživanja materijala i diskusiju primenjene metodologije. Diskusija originalnih rezultata je prezentovana u pet celina (diskusija rezultata SEM analize novih instrumenata, diskusija rezultata SEM analize rotirajućih Ni-Ti instrumenata nakon instrumentacije, diskusija rezultata SEM-EDS analize frakturnih površina, diskusija rezultata mikroskopske analize, diskusija rezultata OMIS analize). Rezultati su upoređivani sa odgovarajućim rezultatima iz literature, pri čemu su kritički analizirane sličnosti i razlike dobijenih rezultata i prethodnih studija. Posebna pažnja je posvećena pojavi korozije na radnom delu instrumenta kao najčešće registrovanom defektu na testiranim Ni-Ti endodontskim instrumentima nakon instrumentacije

U **Zaključku** su na osnovu rezultata *in vitro* studije SEM, SEM -EDS, stereomikroskopije i OMIS analize površinskih i strukturnih promena, novih i korišćenih Ni-Ti rotirajućih instrumenata, sumirani jasni i precizni ključni rezultati ovog istraživanja.

U **Literaturi** je harvardskim stilom navedeno 460 referenci. Veliki broj dostupnih i korišćenih referenci potvrđuje značaj i aktuelnost ispitivane tematike i predmeta disertacije u savremenoj endodontskoj praksi.

B. Kratak opis postignutih rezultata

Ova studija je pokazala da su svi novi ispitivani setovi rotirajućih Ni-Ti instrumenata posedovali proizvodne defekte i nečistoće nastale tokom procesa proizvodnje, odnosno, pakovanja. Najučestaliji tip defekta na površinama radnog dela testiranih novih rotirajućih Ni-Ti endodontskih instrumenata je bila pojava žljebova, debrisa i metalnih opiljaka. Najčešća pojava defekata na površinama radnog dela novih rotirajućih Ni-Ti endodontskih instrumenata je primećena u sistemima K3 i ProTaper grupe, a najmanji procenat na površinama radnog dela BioRaCe setova instrumenata. Na površinama radnog dela ispitivanih rotirajućih Ni-Ti endodontskih instrumenata nakon instrumentacije najveća zastupljenost defekata je zabeležena u eksperimentalnoj grupi sa izrazito povijenim kanalima, i to nešto veća u apikalnoj u odnosu na njihovu srednju trećinu. Najmanji procenat zastupljenosti defekata na površinama radnog dela ispitivanih rotirajućih Ni-Ti endodontskih instrumenata nakon instrumentacije pokazali su BioRaCe setovi instrumenata. Kompletna fraktura nakon instrumentacije je uočena u setovima Mtwo, Pro Taper i BioRaCe, dok u sistemima K3 i HyFlex nije zapažena. Frakturirani MTwo i BioRaCe instrumenti su ukazali na torzioni tip frakture, a ProTaper instrument, na frakturu usled cikličnog zamora.

Veliki maseni udeo kisenika na frakturnoj površini instrumenata, dokazuje značaj kontaminacije Ni-Ti legure i povećanu osetljivost na frakturu usled strukturnih promena tokom instrumentacije a različite vrednosti masenog procenta nikla i titanijuma na mestima frakturnih površina ukazuju na promenu njihove mikrostrukture tokom korišćenja, koja je i uzrokovala frakturu. Nakon instrumentacije kanala, dolazi do promene magnetnih svojstava rotirajućih Ni-Ti instrumenata a elektropoliranost površine BioRaCe instrumenata uslovljava potpuno različit elektromagnetni odgovor u odnosu na klasične Ni-Ti setove ispitivanih instrumenata.

C. Uporedna analiza rezultata kandidata sa rezultatima iz literature

U ovoj studiji je utvrđeno prisustvo defekata na radnoj površini svih novih Ni-Ti instrumenata (pet različitih komercijalnih setova), pri čemu je nešto veći procent ovih defekata uočen u apikalnoj (53,49%) a nešto manji u srednjoj trećini (46,51%) radnog dela ispitivanih instrumenata. Ovaj nalaz je u skladu sa rezultatima studija koje su potvrdile probleme u proizvodnji i nastanku Ni-Ti instrumenata bez nesavršenosti na površini radnog dela (Eggert et al., 1999; Chianello et al., 2008; Arantes et al., 2014 i Boutsoukis & Lambrianidis, 2018).

Poslednjih decenija SEM analiza (koja je primenjena i u ovoj studiji) je postala standard u detekciji defekata novih, nekorisćenih Ni-Ti instrumenata i analizi morfometrijskih promena na instrumentima nakon upotrebe, omogućavajući najefikasnije ultrastrukturno ispitivanje površine instrumenata pod različitim uvećanjima (Eggert et al. 1999; Sattapan, 2000a; Schäfer i Zapke, 2000; Kühn, 2001; Tripi, 2001; Foschi, 2004; Alapati et al., 2005; Cheung i Darvell, 2007; Herold, 2007; Chianello, 2008; Shen, 2009; Arantes, 2014; Patel, 2016; Gambarini et al., 2016; Vidal et al., 2016; Bennett et al., 2017; Spicciarelli et al., 2019).

Podatak o neprepoznavanju defekata Ni-Ti instrumenata u ovoj studiji upotrebom stereomikroskopa a koji su uočeni primenom SEM-a potvrđuje neophodnost primene SEM-a u svrhu detektovanja eventualnih pukotina, lomova, odvrtnja navoja, fraktura ili drugih deformacija. U ovom istraživanju, SEM-EDS metoda je primenjena za potvrdu prisustva i određivanje hemijskog sastava zatečenih nečistoća na radnim delovima novih Ni-Ti rotirajućih instrumenata, a slične metode su primenili Filho i De Castro Martins u svojim istraživanjima (Filho et al., 2001; De Castro Martins et al., 2002).

Rezultati ove studije su pokazali da je najučestaliji tip defekta na površinama radnog dela ispitivanih novih rotirajućih Ni-Ti endodontskih instrumenata u ovoj studiji je pojava žljebova, debrisa i metalnih opiljaka, koji nastaju kao posledica izrade i pakovanja ovih instrumenata. Veliko prisustvo površinskih iregularnosti žljebova, debrisa i metalnih opiljaka na novim Ni-ti instrumentima potvrđuju i : Eggert et al., 1999; Kuhn et al., 2001; Tripi et al., 2001; De Castro Martins et al., u vidu 2002; Alapati et al., 2003; 2005; Alexandrou et al., 2006; Anderson et al., 2007; Chianello et al., 2008; Alapati et al., 2009; Arrantes et al., 2014; Boutsoukis & Lambrianidis, 2018).

Najčešća pojava defekata, a posebno žljebova, debrisa i metalnih opiljaka na površinama radnog dela novih rotirajućih Ni-Ti endodontskih instrumenata je primećena u sistemima K3 i ProTaper grupe, što potvrđuje njihov sličan protokol izrade i uticaj dizajna instrumenata na pojavu proizvodnih defekata (Marending et al., 1998; Valois et al., 2005 i Anderson et al., 2007.)

U ovoj studiji je analiziran i jedan Ni-Ti sistem sa elektropoliranom površinom (BioRaCe). Rezultati su pokazali statistički značajno manje prisusutvo debrija i žljebova na radnim delovima novih BioRaCe instrumenata u odnosu na sve ostale ispitivane sisteme. Na novim BioRaCe instrumentima nisu zatečene nepravilnosti u vidu jamičastih defekata, korozije, mikrofraktura, metalnog usijanja, zatupljenih i narušenih sečivnih ivica. Literaturni navodi ukazuju da se elektropoliranjem menja površina instrumenta, stvarajući homogeni oksidni sloj, čime se smanjuju površinski defekti i poboljšava otpornost na koroziju i lom (Rapisarda et al., 2000; 2001; McGuigan et al., 2013; Bürklein et al., 2014).

Uticao složene morfologije kanala na pojavu defekata Ni-Ti instrumenata, potvrđen je u ovoj studiji. Eksperimentalni postupak instrumentacije je sproveden u tri morfološke grupe (pravi, blago i izrazito povijeni kanali). Najveći procenat defekata nakon instrumentacije je primećen u trećoj, najkompleksnijoj eksperimentalnoj grupi (41%) i to u apikalnoj trećini radnog dela instrumenta. Rezultati ove studije su u saglasnosti sa literaturnim podacima studija koje se bave pojavom defekata i fraktura nakon instrumentacije i ukazuju na značajan uticaj zatečene anatomije endodontskog prostora na deformaciju i efikasnost Ni-Ti rotirajućih instrumenata (Iqbal et al., 2006; Schen et al., 2009, Wu et al., 2011; Ye & Gao, 2012). Literaturni navodi, potvrđuju da najveći broj defekata i fraktura nastaje u apikalnoj trećini kanala, kao području najkompleksnije morfologije, sa najvećom povijenošću i najmanjim dimenzijama (Iqbal et al., 2006; Wu et al., 2011).

I nalazi ove teze ukazuju da je najveći broj defekata nakon instrumentacije lokalizovan na apikalnim delovima upotrebljenih instrumenata (55%).

Rezultati ove studije pokazuju postojanje frakture na jednom ProTaper instrumentu (0,05%) i na po dva Mtwo (0,11%) i BioRaCe (0,11%) instrumenta. Relativnu otpornost K3 instrumenata na frakturu potvrđuje studija Jodway-a i Hulsman-a, koja nakon obrade jako povijenih kanala (40-75 °) ukazuje na njihovu frakturu u veoma malom procentu (samo u dva slučaja) (Jodway & Hulsman, 2006). Na osnovu rezultata studije Ankrum-a i saradnika, prezentovano je da instrumenti sa većim radijalnim površinama (kojima pripada i set K3) imaju veću tendenciju za pojavu trajnih deformacija ali sa manjom učestalošću frakture (Ankrum et al., 2004). U studiji Troian-a i saradnika takođe, nisu zapažene frakture na K3 instrumentima (Troian-a et al., 2006). Rezultati studije Shafer-a i Florek-a potvrđuju odličnu centriranost i prilagodljivost ovih instrumenata zatečenim morfološkim varijacijama kanalskog sistema, što takođe može uticati na izostanak pojave frakture (Shafer & Florek, 2003). Izrazita fleksibilnost Hyflex instrumenata omogućava prisan kontakt instrumenta i dentinskog zida, tokom kliničke upotrebe i mali procenat nastanka proceduralnih grešaka (Caicedo & Clark, 2012). Sledstveno, HyFlex set se odlikuje visokom otpornošću na ciklični zamor (Shen et al., 2011; Plotino et al., 2014), lakom savitljivošću tokom instrumentacije i naknadnim oporavkom u originalni oblik nakon zagrevanja iznad temperature transformacije (Davis, 2000).

Studija Peters-a i saradnika nakon preparacije na eksperimentalnim plastičnim blokovima, kao i Shen-a i saradnika, nakon primene na bočnim zubima, takođe, nisu pokazale prisustvo frakture na HyFlex instrumentima (Peters-a et al., 2012 Shen-a et al., 2013).

Dve frakture MTwo instrumenata (#10.04 i #15.05) u trećoj eksperimentalnoj grupi potvrđuju torzioni stres kao uzrok njihovog nastanka a na SE snimcima poprečnog preseka zalomljenih instrumenata (jasno se uočavaju centralne zone sa mikroskopskim rupicama koje pokazuju torzione promene i tragove kružne abrazije na spoljašnjim delovima frakturne površine. Fraktografski nalazi i SE snimci preloma Mtwo instrumenata su u skladu sa rezultatima studije Cheung-a i saradnika (Cheung et al., 2007) a u studiji Inan-a i Gonulol-a na uzdužnim mikrofotografijama istog instrumenta primećuju se promene navoja (ispravljanje i odmotavanje navoja) sa obiljem mikrofraktura na površini zalomljenog instrumenta (Inan &

Gonulol, 2009). MTwo sistem, nema instrumente za obradu krunične trećine te se svi instrumenti, koriste za instrumentaciju pune radne dužine, pa je stres mnogo veći, na tanjim i instrumentima manje koničnosti (#10.04 i #15.05). Zbog toga su Shen i saradnici u svojoj studiji sugerisali jednokratnu upotrebu tanjih instrumenata, usled veće mogućnosti njihove deformacije i frakture (Shen et al., 2009).

Na frakturnoj površini ProTaper F2 instrumenta identifikuju se zamorne trake koje su karakteristične za ciklični zamor materijala. Na većim uvećanjima vide se klasteri skoro paralelnih tragova cikličnog opterećenja što je u korelaciji sa nalazom iz literature (Tripi et al., 2001; Usman et al., 2004; Iqbal et al., 2006; Shen et al., 2006; Wei et al., 2007). Ovaj nalaz je u skladu sa rezultatima studije Wei-ja i saradnika, koji je ustanovio da je većina preloma Pro Taper instrumenata nastala usled cikličnog zamora, a ne torzije (Wei et al., 2007).

Kompletne frakture su uočena na dva BioRaCe instrumenta nakon preparacije na apikalnoj trećini instrumenta druge i treće eksperimentalne grupe. Fraktografskom analizom SE snimaka frakturne površine instrumenta Br.1 (5%-15) na većim uvećanjima uočava se klasična slika torziona frakture. Predeli mikroskopskih rupica (pora) koje se nalaze na celokupnoj frakturnoj površini su znaci trenutnog preloma zbog preopterećenja u poslednjem ciklusu rada (Hull, 1999). Analizom SE snimaka frakturne površine instrumenta Br.2 (4%-25) primećuju se zone koje odgovaraju torzionom opterećenju i zone cikličnog zamora. U svojoj studiji o efikasnosti i sigurnosti BioRaCe sistema Trope i Debelian su izneli najverovatnije razloge za apikalnu frakturu instrumenata (Trope & Debelian, 2010). Oni su istraživali zone kontakta BioRaCe instrumenata sa dentinskim zidom. Intezivni kontakti instrumenata Br.1 i Br.2 u apikalnom segment ukazuju na njihovu veliku angažovanost u ovom predelu. Veća povijenost kanala i manji početni lumenom utiče na apikalno opterećenje instrumenata, pa su to najverovatnije razlozi frakture ovih instrumenata i u ovoj studiji.

Poseban značaj u tezi dat je pojavi **korozije**, kao najzastupljenijem defektu. Rezultati ove studije ukazuju na malu zastupljenost korozije novih instrumenata u setovima K3, MTwo i ProTaper novih instrumenata, dok se na novim HyFlex i BioRace instrumentima ovaj defekt ne uočava. Međutim, nakon izloženosti instrumenata korozivnim sredstvima tokom instrumentacije i sterilizacije zastupljenost ovog defekta je značajno porasla na svim instrumentima, osim na BioRaCe sistemu (na 103 od ukupno 164 instrumenta). Ovaj rezultat je u saglasnosti sa studijama koje pronalaze da upotreba različitih hemijskih procedura pre ili tokom instrumentacije (dezinfekcija, sterilizacija i irigacija) mogu uzrokovati nastanak korozije ili produblivanje već postojeće korozije na površini radnog dela rotirajućih instrumenata (O'Hoy et al., 2003; Novoa et al., 2007; Topuz et al., 2008; Berutti et al., 2012; Shahi et al., 2012; Da Silva Mealha, 2016).

EDS analize urađene u tačkama na spoljašnjim površinama ispitivanih instrumenata pokazale su prisustvo nikla i titanijuma, sa značajnim razlikama u njihovoj zastupljenosti kod različitih setova. Ova razlika u sadržajima nikla i titanijuma se može pripisati neskladima u sirovinama tokom proizvodnje i različitim proizvodnim postupkom, što je u saglasnosti sa rezultatima prethodnih studija (Siqueira, 2005; Zinelis et al., 2010). Različite vrednosti sadržaja nikla i titanijuma na različitim mestima frakturnih površina svih ispitivanih instrumenata ukazuju na promenu mikrostrukture, koja je i uzrokovala njihovu frakturu (Ye et al., 2012) a povezanost mikrostrukture i metalurških karakteristika Ni-Ti instrumenata, najbolje objašnjava njihovo ponašanje (Ye et al., 2012; Bennett et al., 2017).

EDS analiza delova frakturnih površina svih ispitivanih instrumenata pokazuju veliku zastupljenost kiseonika a čije se prisustvo na površini instrumenata može objasniti postojanjem

pasivnog titanijum oksida (TiO₂), malim količinama nikl oksida (NiO) i metalnog nikla (Ni₂O₃) (Otsuka & Wayman, 1998).

Ispitivanje površine radnog dela Ni-Ti instrumenata opto-magnetnom imidžing spektroskopijom u ovom istraživanju, predstavlja novi, inovativni metod, kojim se mogu porediti nano-karakteristike površine različitih instrumenata. Legura niktitanijuma, sa svojim jedinstvenim optičkim, električnim i magnetnim svojstvima, pripada grupi "pametnih" materijala. Osim svojih superelastičnih svojstava i mogućnosti memorije oblika, "pametna" Ni-Ti legura je jedan od materijala koji poseduje magnetnu inteligenciju. Titanijum je metal sa dijamagnetnim osobinama, a legura niktitanijuma po svom magnetnom ponašanju pokazuje super-paramagnetna svojstva (Lide, 1996). Ova osobina Ni-Ti legure je bila polazna osnova za primenu OMIS metode u ovoj studiji. Promene rotirajućih instrumenata tokom eksperimenta najbolje se mogu objasniti primenom kvantne fizike. Dakle tokom aktivacije rotirajućih instrumenata, u Ni-Ti leguri dolazi do promene njihovih elektromagnetnih osobina (promene magnetnog momenta) na atomskom nivou. Na ovaj način se mogu objasniti rezultati OMIS metode instrumenata koji se pretrpeli frakturu, instrumenata koju su korišćeni tokom eksperimenta, ali su bez frakture, kao i dijagrami OMIS spektra novih instrumenata istog tipa.

Nakon instrumentacije kanala, dolazi do promene magnetnih svojstava rotirajućih Ni-Ti instrumenata a elektropoliranost površine BioRaCe instrumenata uslovljava potpuno različit elektromagnetni odgovor u odnosu na klasične Ni-Ti setove ispitivanih instrumenata.

Napomena: kompletni bibliografski podaci za pomenute navode iz literature dati su u doktorskoj disertaciji kandidata.

D. Objavljeni radovi koji čine deo teze

1. Živković S, Jovanović-Medojević M, Nešković J, Popović Bajić M, Živković Sandić M. Efficiency of XP Endo Shaper (XPS) and Irrigation Protocol on the Quality of Cleaning the Apical Third of Root Canal: SEM Study. *Balk Dent J Med*, 2019;31-35.
2. Jovanović-Medojević M, Pelemiš M, Nešković J, Popović-Bajić M, Stratimirović Đ, Živković S. Analysis of working surface in new manual and rotary endodontic instruments (scanning electron microscopy). *Srp Arh Celok Lek* 2020 | Online First March 10, 2020 | DOI: <https://doi.org/10.2298/SARH190704018J>

E. Zaključak (obrazloženje naučnog doprinosa)

Doktorska disertacija "**ANALIZA DEFORMACIJA I LOMA ROTIRAJUĆIH NIKLTITANIJUMSKIH INSTRUMENATA NAKON PREPARACIJE RAZLIČITIH KANALSKIH SISTEMA**" mr. dr Milice Jovanović-Medojević predstavlja značajan i originalni naučni doprinos u analizi karakteristika Ni-Ti rotirajućih instrumenata. Detaljnom analizom i ispitivanjem površina radnih delova novih, kao i korišćenih setova Ni-Ti rotirajućih instrumenata sistema pune rotacije, uočene su iregularnosti nastale tokom proizvodnog procesa, odnosno, različite nečistoće nastale nakon preparacije kanalskih sistema različite


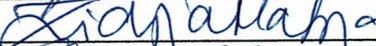
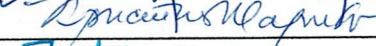


povijenosti, koje značajno utiču na pojavu deformacija i fraktura ovih instrumenata. Ovaj nalaz predstavlja značajan i originalan, naučni i praktični doprinos pri izboru i primeni setova Ni-Ti sistema. Pored efikasnosti i kvaliteta obrade kanala, adekvatnom instrumentacijom se mogu eliminisati i česte deformacije i frakture koje predstavljaju značajan i vrlo aktuelan problem. Ciljevi, hipoteze i zadaci istraživanja su vrlo precizno definisani. Metodologija je postavljena u skladu sa principima naučnog rada i čini logičnu i zaokruženu celinu. Rezultati su potvrdili složenost tehnološke izrade Ni-Ti sistema, pošto je na radnom delu svakog ispitivanog novog Ni-Ti istrumenta, primećen bar jedan tip deformacije nastao tokom proizvodnog procesa. Studija je takođe, ukazala na značajan efekat završne, površinske obrade rotirajućih instrumenata, jer je najmanji procenat defekata uočen na novim i upotrebljenim instrumentima sa elektropoliranom površinom. Primena SEM i SEM-EDS metode za analizu mikrostrukturnih promena rotirajućih instrumenata, ukazala je, na promenu njihove mikrostrukture tokom instrumentacije, što je najčešće bio i osnovni uzrok nastale frakture. Novom, OMIS metodom, moguće je registrovati promene na nanostrukturnom i kvantnom nivou, odnosno promene magnetnih svojstava rotirajućih Ni- Ti instrumenata nakon njihove upotrebe.

Komisija jednoglasno predlaže Nastavno-naučnom Veću Stomatološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu da prihvati pozitivan izveštaj o doktorskoj disertaciji mr. dr Milice Jovanović-Medojević, pod naslovom:

"ANALIZA DEFORMACIJA I LOMA ROTIRAJUĆIH NIKLTITANIJUMSKIH INSTRUMENATA NAKON PREPARACIJE RAZLIČITIH KANALSKIH SISTEMA "

U Beogradu, 25.05.2020. godine

Članovi komisije

	Prof. dr Đurica Grga
	Prof. dr Lidija Matija
	Prof. dr Kristina Šarić
	Prof. dr Jugoslav Ilić
	Doc. dr Violeta Petrović