



Примљено: 30. 10. 2020

Орг. јед. | Број | Прилог

18/4, 27/20

ИЗВЈЕШТАЈ *о оцјени урађене докторске дисертације*

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Наставно научно вијеће Медицинског факултета Универзитета у Бањој Луци је на сједници одржаној дана 14.10. 2020. године донијело одлуку број: 18/3. 781/2020., о именовању комисије за оцјену урађене докторске дисертације у саставу:

1. Проф. др Небојша Јовић, редовни професор, ужа научна област Максилофацијална хирургија, Војномедицинска академија Београд, предсједник
2. Проф. др Срећко Селаковић, редовни професор, ужа научна област Орална хирургија, Клиника за стоматологију Војводине, члан
3. Проф. др Зоран Татић, ванредни професор, ужа научна област Орална хирургија, Војномедицинска академија Београд, члан
4. Доц. др Саша Марин, ужа научна област Орална хирургија, Медицински факултет Универзитета у Бањој Луци, резервни члан

- 1) Навести датум и орган који је именовао комисију;
2) Навести састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, научно-наставног звања, назива у же научне области за коју је изабран у звање и назива универзитета/факултета/института на којем је члан комисије запослен.

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Игор (Новак) Ђукић рођен је 08.07.1979. године у Љубљани, Република Словенија. Студијски програм Стоматологија Медицинског факултета Универзитета у Бањој Луци завршио је 2007 године те стекао звање доктора стоматологије. На Медицинском факултету Универзитета у Бањој луци 2012 године успјешно је одбровио магистарски рад из уже научне области Орална хирургија под називом "Испитивање степена вазоконстрикције и вазодилатације крвних судова под утицајем локалних анестетичких растворова примјеном термовизије" са просјечном оцјеном 10 и стиче звање магистра стоматолошких наука и бива унапријеђен у вишег асистента на катедри за Оралну хирургију. Специјализацију из Оралне хирургије је завршио 2013 године на Медицинском Факултету Универзитета у Бањој Луци и стиче звање Специјалисте Оралне хирургије.

- 1) Име, име једног родитеља, презиме;
2) Датум рођења, општина, држава;
3) Назив универзитета и факултета и назив студијског програма академских студија II циклуса, односно послиједипломских магистарских студија и стечено стручно/научно звање;

- 4) Факултет, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране магистарског рада;
 5) Научна област из које је стечено научно звање магистра наука/академско звање мастера;
 6) Година уписа на докторске студије и назив студијског програма.

III УВОДНИ ДИО ОЦЈЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов докторске дисертације mr. сц. др Игора Ђукића је:

“Испитивање термичког дејства машинских ротирајућих инструмената на кост”

Тема докторске дисертације је прихваћена од стране Наставно-научног вијећа Медицинског факултета Универзитета у Бањој Луци дана 13.11.2017 године, одлуком број: 18/3. 823/ 2107.

Сенат Универзитета У Бањој Луци је дана 30.11.2017 године, одлуком број: 02/04-3.3456-68/17 дао сагласност на извјештај о оцјени услова и подобности теме за израду докторске дисертације на Медицинском факултету у Бањој Луци кандидата Mr. сц. др Игора Ђукића.

Садржај докторске дисертације изложен је у следећим поглављима:

1. Увод (стр. 1-41),
2. Хипотезе (стр. 42);
3. Циљеви истраживања (стр. 43);
4. Материјал и метод рада (стр. 44-66);
5. Резултати истраживања (стр. 67-151);
6. Дискусија (стр. 152-159);
7. Закључци (стр. 160);
8. Литература (стр. 161-175);
9. Прилог (стр. 176-177).

Докторска дисертација је написана латиничним писмом, фонтом Times New Roman, величина 12. Дисертација је написана на укупно 177 страна формата А4. На почетку дисертације се налази укупно 13 страница које нису нумерисане, а односе се на наслов дисертације, кључне медицинске информације (на Српском и Енглеском језику) и садржај докторске дисертације. Дисертација садржи 142 табеле и 46 слика. Укупан фонд конриштене литературе чини 160 литературних извора.

У **првој целини** (стр. 1-41) истакнут је разлог због којег је спроведено ово истраживање. Детаљно су описано анатомоморфолошке особине коштаног ткива као и физиолашке особине процеса ремоделације и репарације коштаног ткива. Прецизно и јасно је описана употреба савремених машинских инструмената чијом употребом се могу предуприједити компликације у смислу генерисања прекомјерне фрикционе топлоте која се јавља приликом оперативних захвата у оралној хирургију, у циљу очувања биолошког интегритета и физиолашке структуре коштаног ткива и стварања максимално повољних услова за осеоинтеграцију денталних имплантата.

У оквиру овог поглавља је јасно описан поступак оперативних захвата који се изводе у процесу имплантације денталних и мплантата као и ризици који доводе до прераног одбацања денталних импланата. У овом поглављу је нарочито обрађен значај употребе термовизијске камере и њена употреба као неинвазивног медицинског дијагностичког средства и као веома корисног научноистраживачког уређаја.

У **другој целини** (стр. 42) представљена је хипотеза спроведеног истраживања која указује да су поштовање одговарајућег протокола рада, оптимална брзина машинског ротирајућег инструмента, употреба одговарајућег хлађења у току

оралнохируршким интервенција као и вријеме рада са машинским ротирајућим инструментима веома битни фактори који спрјечавају прегријавање коштаног ткива и настанак термичке некрозе кости.

У трећој цјелини (стр. 43) су јасно представљени циљеви докторске дисертације, да се испита термичко дејство на коштано ткиво у зависности од врсте сврдла, величине сврдла, времена дејства сврдла на коштано ткиво, начина хлађења коштаног ткива и онртног момента те да се добијени резултати међусобно упореде у циљу одређивања оптималног начина рада у кости који не доводи до прекорачења топлоте која доводи до термичког оштећења кости.

У четвртој цјелини (стр. 44) представљена је цјелокупна методологија овог истраживања. У оквиру ове цјелине описан је у потпуности материјал кориштен у току испитивања, начин поступка и протокол рада са испитиваним материјалом начин подјеле у групе испитивања, цјелокупан поступак рада, методе евалуације, времена мјерења као и начин обраде добијених података.

У петој цјелини (стр. 67) приказани су резултати истраживања и тестирање постављене хипотезе докторске дисертације. У оквиру овог дијела докторске дисертације, систематично су приказани резултати по испитиваним параметрима временима препарације, са хлађењем и без хлађења, по величини и врсти сврдла као и испитиваним обртним моментима. Такође су у овој цјелини докторске дисертације вршена међусобна поређења добијених резултата између испитиваних група и приказани резултати међудобног поређења.

У шестој цјелини (стр. 152) ове докторске дисертације приказује дискусију добијених резултата истраживања. Добијени резултати ове докторске дисертације су поређени са резултатима сличних истраживањима која су спроведена у овој научној области. У овој цјелини је образложен значај овог истраживања у области оралне хирургије и имплантологије као и значај примјене термовизије у овим истраживањима као мјерног уређаја који указује на постигнуту топлоту у току препарације коштаног ткива.

У седмој цјелини (стр. 160) је на јасан и систематичан начин приказана интерпретација сазнања и научних чињеница која су презентована у овом истраживању и у оквиру ове докторске дисертације, и на основу резултата добијених приликом тестирања хипотезе ове докторске дисертације. Такође је приказан значај употребе савремених оралнохируршкима средстава у току оперативних захвата на коштаном ткиву као и интермитентног хлађења као предислова који превенира термичка оштећења коштаног ткива.

У осмој цјелини (стр. 161) је наведен списак кориштене литературе у оквиру спроведеног истраживања и у поступку израде ове докторске дисертације.

- 1) Наслов докторске дисертације;
- 2) Вријеме и орган који је прихватио тему докторске дисертације
- 3) Садржај докторске дисертације са страничењем;
- 4) Истакни основне податке о докторској дисертацији: обим, број табела, слика, шема, графика, број цитиране литературе и навести поглавља.

IV УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

IV 1. Разлог због којег је истраживање предузето, проблем, предмет, циљеви и хипотеза истраживања.

У оквиру увода и прегледа литературе јасно су описаны појмови о коштаном ткиву, термичким оштећењима кости који настају дејством машинских ротирајућих инструмената, протоколи рада у оралнохируршким и имплантолошким интервенцијама као и значај медицинске и истраживачке термовизије, значају примјене хлађења у току оралнохируршких захвата те регулацији брзине ротације машинских ротирајућих инструмената. Такође су описане и компликације које настају као посљедица неадекватне употребе машинских ротирајућих инструмената у току оралнохируршких и имплантолошких интервенција што је и проблем овог истраживања. Обзиром на могуће описане компликације све је већа употреба аналгетских и антибиотски средстава као и пролонгирање позитивних резултата предузетих хируршких интервенција, повећање броја оперативних захвата код пацијента, као и енормно повећање финансијског оптерећења пацијента и установе. Из наведених разлога неопходно је проналажење најадекватнијег и најсигурнијег рада приликом свих оралнохируршких интервенција које подразумјевају директан рад у коштаном ткиву, нарочито у имплантологији где такав рад представља предуслов за успјешност имплантације, што представља и разлог зашто је предузето ово истраживање.

Циљеви овог истраживања су били:

1. Испитати термичко дејство у зависности од врсте сврдла, величине сврдла времена дејства, брзине ротације, врсте хлађења и обртног момента.
2. Упоредити добијене резултате и одредити оптимални начин рада који не доводи до прекорачења топлоте и оштећења кости.

На основу проблема, предмета и циљева истраживања као и резултата претходних сличних истраживања постављена је хипотеза истраживања која гласи:

Предуслови за спречавање прегријавања кости и настанка термичке некрозе кости и за успјешност оралнохируршких и имплантолошких интервенција јесу: оптимална брзина ротирајућег инструмента и адекватно хлађење и вријеме рада машинским ротирајућим инструментима.

IV 2. Преглед претходних истраживања

Преглед релавантне литературе даје ширу слику теме докторске дисертације. Коштано ткиво одговара породици материјала који су изграђени од минерализованих колагених фибрила. У основи кост се састоји од фиброзног колагеног протеина, минералне компоненте дахлита познатог као карбонатни апатит ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4, \text{CO}_3)_3(\text{OH})$) и трећа основна компонента је вода (H_2O). Оваква структура кости утиче и на њене механичке особине које су подложне термодинамичким промјенама [1].

Кости се сastoјe од двијe врste кошtanog tkiva: kompaktnog koj e se nalazi na površini kosti i od sunjerasstog sloja koj e se nalazi u unutrašnjosti kosti, a građen je od trabekula između kojih su šupljine koje su kod dugih kostiju ispuњene koštanoj srži. Odstraňivaњe starog i stvaranje novog koštanoj matrิกsa chime se omogućava stalno obnavljanje i održavanje koštanoj tkiwa. Ovaj proces se održava tokom čitavog života. Za proces remodeliiranja neopходно је учешћe: osteoblasta, osteoklasta, koštanoj matrิกsa, hormona: parathormona, kalcitonina, različitih faktora rasta i citokinina. Studije su pokazale da ukoliko dođe do povreda koštanoj tkiwa njegovo zaraštaњe se održava u dva pravca. To su proces reparažije i proces regeneracije koštanoj tkiwa [2,3]. Po svojoj strukturi i građi ljudskoj kosti je najpriблиžnija svinjska i goveđa kost, od kojih je goveđe ребро по својој građi и дебљини kompaktne kosti kao i sponičozne kosti

најсличније људској вилици. Из тих разлога говеће ребро је један од најчешће кориштених модела за ин витро испитивања у оралној хирургији [4].

Приликом оперативних захвата у оралној хирургији, а нарочито имплантологији који подразумијевају рад у кости горње и доње вилице користе се машински ротирајући инструменти или сврдла. Данас се у оралној хирургији као покретачи машинских ротирајућих инструменти користе електрични микромотори јер омогућују далеко већи комфор у току рада где се мисли на мање вибрације у току рада, бола контрола брзине и притиска у току рада као и хлађење ротирајућих инструмената. Брзине које се користе у току рада са орално хирушким борерима у неким случајевима превазилазе и брзине преко 25000 па чак и 90000 обртаја у минуту (грт - rotation per minute). То је изузетно велика брзина која захтијева интермитентно хлађење мали притисак у току рада и ограничено вријеме рада у кости од 3 до 5 секунди, где су студије показале да уколико се не поштују ови принципи у првом дану долази до опекотина кости а унутар три седмице формирања гранулационог ткива које је непожељно у смислу зарастања кости [5,6]. Ротацијом сврдала долази до генерације одређене количине топлоте и њиховог термичког дејства на кост. Доказано је да се током ротације сврдала генерише топлота која се трансферује на кост и доводи до зоне некрозе кости која је директно пропорционална количини генерисане топлоте. У одређеним студијама су кориштењем брзина и до 90 000 грт нису дале сигнификантно повећање температуре, али су те студије већином су рађене на пластичним блоковима или коштаним моделима употребом термокуплера [7- 12].

Фрикциона топлота у кости изазива хиперемију, некрозу, фиброзу, остеоцитну дегенерацију, и појачање остеокластне активности (13). Сматра се да је оптимално повећање Т у току препарације кости до 47°C и да кост повећање до ове тачке добро подноси и да не долази до термичке некрозе (14). Испитивања термичког дејства на кост се може вршити примјеном термокуплера и помоћу термовизијске камере. Термокуплери су инвазивни јер захтијевају директно пласирање темничких сонди у кост и овакво испитивање је немогуће у ин виво условима, што имплицира да је испитивање могуће изводити само ин витро условима [15, 16]. Мјерење температуре и њено регистровање на бази ИЦ зрачења врши се специјалним детекторима (течни кристали, термистори, фотодиода) и зове се термографија. Термовизијско испитивање је безконтактно “In real time” испитивање инфрацрвеног (IC) исијавања са површине сниманог објекта помоћу термовизијске камере. Као такво представља потпуно неинвазивно испитивање [17].

Највећи проблем термовизијских система јесте мјерење ниских температура. Скенерска јединица термовизијског система има изглед камере и састоји се из механичко оптичког модулатора (оптике), детектора зрачења, контролне електронике са системом електропојачивача [18]. Медицинска термографија представља безконтактно мјерење температуре површине тијела на бази врло тачне детекције инфрацрвеног зрачења. Медицинска термографија региструје апсолутне температуре тачака са површине коже, њихову промјену у времену, даје целокупну температурну дистрибуцију одређеног видног поља и региструје то видно поље са конвенционалном термографијом на којој је дистрибуција температуре приказана као термална слика или термограм. На термограму се уочавају подручја са свијетлијом бојом (жута, наранџаста, црвена) која одговарају топлијим подручјима и тамнија подручја (зелена, плава, црна...) која одговарају хладнијим подручјима [19, 20]. Инфрацрвена термографија је техника формирања слике инфрацрвене светlostи, невидљиве за људско око, коју еmitује објекат који се снима термовизијском камером. Слика коју приказује инфрацрвена камера зове се термограм или понекад термограф [21].

Термовизија је пронашла своју промјену у многим гранама медицине ко нпр.

термографија дојки. То је потенцијална метода раног откривања оболења дојки. Метода је неинвазивна, не зрачи, брза, безболна, без ризика је и без контакта са тијелом. Примјена термовизије у дијагностици рака дојке базирана је на претпоставци да је у туморском подручју повећана локална температура и да се она може детектовати помоћу ИЦ камера. Такође је корисно средство за праћење након оперативних захвата изведенih на грудима. Активност крвних судова и повећање локалне топлоте указују на присуство преканцерозних ћелија или ћелија рака у својим раним фазама развоја. IC термографија може да открије први знак формирања рака 8 до 10 година прије него што мамографија може да детектује тумор [22 – 26].

Термовизија је такође пронашла и своју примјену у стоматологији, мада још увијек не у потпуности. Постоје истраживања и примјена у конзервативној стоматологији, ендодонцији, пародонтологији оралној хирургији као и у осталим стоматолошким дисциплинама. Но међутим још увијек није у потпуности експлоатисана потпуна могућност термовизије као дијагностичког средства, за праћење тока болести и успјеха терапије. Још увијек се највише користи као изузетно научно истраживачко средство [27- 30].

Brisman наводи да повећање брзине и притиска не доводи до значајног повећања температуре док уколико одвојено се врши повећавање само брзине препарације или само притиска у току препарације доводи до повећавања температуре препарације кости и појаве некрозе кости [31].

Sumer и сарадници су вршили испитивање степена загријавања кости у зависности од материјала имплантолошког сврдла. Испитивали су се керамичка имплантолошка сврдла и сврдла од нехрђајућег медицинског челика. Испитивањем су добили да при раду са керамичким сврдлима у кортексу кости долази до генерације веће температуре кости у односу при раду са сврдлима од нехрђајућег медицинског челика и да температура нема сигнификантна одступања без обзира на дубину препарације у кост у зависности од врсте сврдла. Мјерења су вршена помоћу термокуплера на дубинама у кости од 3, 6 и 9 mm [32].

Raphael Beattach и сарадници су у својој студији вршили евалуацију употребе имплантолошких сврдала по прописаним протоколима. У тим протоколима се приликом уградње врши употреба имплантолошких сврдала по редоследу повећања дијаметра сврдла приликом којег се са повећањем дијаметра сврдла повећава и температура у кости. У току рада са употребом само једног сврдла дошли су до закључка да је боље вршити употребу само једног сврдла [33].

Ching-Chieh Huang и сарадници су на пластичном моделу помоћу термокуплера показали да употреба имплантолошких борера у зависности од дубине препарације и брзине доводи до повећања температуре (T) у распону од 56 до 70 степени Целзијуса ($^{\circ}\text{C}$) које има изразито штетно дејство на кост, јер при тој температури долази до денатурације протеина кости и алкалне фосфатазе [34].

Goran Ugustin и сарадници одређивали су у топлотну дистрибуцију приликом препарације кости сврдлом дијаметра 4,5 mm и при брзини од 1.850 Rpm без хлађења. Анализом добијених резултата закључили су да се приликом оваквог рада постиже температура која прелази критичну тачку прегријавања кости од 47 степени Целзијуса, што се подудара са резултатима нашег истраживања. Такође су закључили да је дистрибуција температуре у кортикалној кости ограничена на овалну зону у просјеку од 5 mm, док се кроз спонгиозну кост топлота расипа даље од 5 mm због трабекуларне структуре спонгиозне кости [35].

Литература цитирана у IV 2.

- [1] S. Weiner and H. D. Wagner, The material bone: Structure-Mechanical Function Relations, Departments of Structural Biology and Materials and Interfaces, Weizmann Institute of Science, 76100 Rehovot, Israel, Annu. Rev. Mater. Sci. 1998; 28:271–298.
- [2] Nada M. Šerban, Osnovi histologije, Izdavač: Zavod za udžbenike Beograd, 2017; 121-169.
- [3] Natalie Reznikov , Ron Shahar , Steve Weiner, Three-dimensional structure of human lamellar bone: The presence of two different materials and new insights into the hierarchical organization, Department of Structural Biology, Weizmann Institute of Science, Rehovot 76100, Israel, Bone, 2014, 59 93–104
-
- [4] Septimus Sison, S.B., V.S., Text book of veterinary anatomy, Philadelphya and London, W.B. Saunders company, 1910; 113-115.
- [5] Paulo Domingos Riberio Junior 1, Christiane Vespasiano Barleto 1, Daniel Araki Riberio 2, Mariza Akemi Matsumoto, Evaluation of Different Rotary Devices on Bone Repair in Rabbits, Braz. Dent. J., 2007; 18(3): 215-219.
- [6] Aleksa Marković, Tijana Mišić, Biljana Miličić, Jose Luis Calvo-Guirado, Zoran Aleksić, Ana Đinić, Heat generation during implant placement in low-density bone: effect of surgical technique, insertion torque and implant macro design, 2013; 24 (7): 798–805
- [7] Sherif H. Tehemar, BDS, MSc, Factors Affecting Heat Generation During Implant Site Preparation: A Review of Biologic Observations and Future Considerations, int. j. oral. maxillofac. implants 1999;14:127–136.
- [8] Udljak, T., Ciglar D., Skoric S., Investigation into bone drilling and thermal bone necrosis University of Zagreb, Fmena, I. Lucica 5, Advances in Production Engineering & Management, 2007; 2 (3): 103-112
- [9] Maria G. Fernandes, Elza M. Fonseca, Renato N. Jorge, Faculty of Engineering, University of Porto, Portugal, Influence of bone drilling parameters on the thermal stress distribution, 2016; 24(28) : 63-56.
- [10] Khurshid Alam, Mushtaq Khan, Vadim V. Silberschmidt, 3D Finite-Element Modelling of Drilling Cortical Bone: Temperature Analysis, Journal of Medical and Biological Engineering, 2014; 34(6):618-623
- [11] JuEun Lee, O. Burak Ozdoganlar, Yoed Rabin, An experimental investigation on thermal exposure during bone drilling Carnegie Mellon University, Department of Mechanical Engineering, Pittsburgh, 2012;34(10):10-20
- [12] Ji-Hyeon Oh, Yiqin Fang, Seung-Mi Jeong, and Byung-Ho Choi, The effect of low-speed drilling without irrigation on heat generation: an experimental study, J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg. 2016; 42(1): 9–12.
- [13] Brisman DL., The effect of speed, pressure, and time on bone temperature during the drilling of implant sites, 1996;11(1):35-7.
- [14] Sumer M, Misir AF, Telcioglu NT, Guler AU, Yenisey MComparison of heat generation during implant drilling using stainless steel and ceramic drills. J Oral Maxillofac Surg. 2011 ;69(5):1350-4.
- [15] Raphael Bettach DDS, Silvio Taschieri MD, DDS; Gilles Bochuouris, Implant Survival after Preparation of the Implant Site Using a Single Bur: A Case Series, Clinical Implant Dentistry, 2015; 17(1): 13-21.
- [16] Marco Migliorati, Leonardo Amorni, Alessio Signori, Fabrizio Barberis, Armando, Silvestrini Biavati, Stefano Benedicenti, Internal Bone Temperature Change During Guided Surgery Preparations for Dental Implants: An in Vitro Study, int. j. oral. maxillofac. implants, 2013;28 (10): 28-54.
- [17] Ching-Chieh Huang , Yau-Chia Liu, Li-Wen Chen and Yung-Chuan Chen,

- Temperature rise of alveolar bone during dental implant drilling using the finite element simulation, Life Science Journal, 2010; 7(1): 68 – 72.
- [18] A. R. Eriksson, T. Albrektsson, Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: A vital-microscopic study in the rabbit, The Journal of Prosthetic Dentistry, 1983; 50 (1):101-107.
- [19] Симоновић Ј., Вуковић Ј., Ристановић Д., Радовановић Р., Попов Д., Биофизика у медицини, Медицинска књига, медицинске комуникације, Београд 2000; 381- 394.
- [20] Khurshid Alam, Edris Hassan, Issam Bahadur Experimental measurements of temperatures in ultrasonically assisted drilling of cortical bone, Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2015;29 (4):753-757.
- [21] Поповић М., Сензори и мерења, четврто издање, Завод за уџбенике и наставна средства, Српско Сарајево 2004.
- [22] Etehad T. M., Sadri S., Ng E. Y. K., Application of K- and Fuzzy C- Means for Color Segmentation of Thermal Infrared Breast Images, J. Med. Syst. 2010; 34: 35-42.
- [23] Jones B. F., A reappraisal of the use of infrared thermal image analysis in medicine IEEE Transactions on Medical Imaging, 1998; 17 (6):1019–1027.
- [24] Матоничкин Г., Електромагнетски валови у настави физике, Свеучилиште у Загребу, ПМФ Загреб 2007.
- [25] Ng E.Y.-K., A review of thermography as promising noninvasive detection modality for breast tumour, International Journal of Thermal Sciences 2008; 48: 849-859.
- [26] Diakides N., Bronzino, J. D., Medical infrared imaging, Taylor & Francis, CRC Press, New York 2008.
- [27] Qi H., Kuruganti P., Liu Z., Early detection of breast cancer using thermal texture maps, International Symposium on Biomedical Imaging, Macro to Nano, Washington D.C. 2002; 309–312.
- [28] Ng E. Y. K., Kee, E. C., Advanced integrated technique in breast cancer thermography, Journal of Medical Engineering & Technology 2007; 32: 2103-114.
- [29] Kerr, J. Review of the effectiveness of infrared thermal imaging (thermography) for population screening and diagnostic testing of breast cancer. NZHTA Tech Brief Series 2004; 3(3)
- [30] Tzvetelina G. Gueorgieva, Maria Dencheva, Yordan Galabov, Angelina Kisselova, Slavcho Dimitrov, Endodontics and thermovision-temperature changes during photo-activated disinfection in root canals. Thermovision diagnosis in endodontic treatment, J of IMAB 2013; 19(2):274-278.
- [31] M. Dąbrowski, R. Dulski, S. Żmuda, P. Zaborowski, C. Pogorzelski, The use of thermovision camera to observe physiological and pathological conditions of oral cavity mucous membrane, 2002; 43 (3–5): 265-269.
- [32] M. Dabrowski, R. Dulski, S. Zmuda, P. Zaborowski, Dentistry Institute, Central Clinical Hospital of Military Medical Academy, 78 Koszykowa Warsaw, Emission properties of dental materials and hard dental tissues, 900-909.33.
- [33] И. Ђукић, Универзитет у Бањалуци, Медицински факултет Бањалука, Студијски програм Стоматологија, Магистарски рад, Испитивање степена вазоконстрикције и вазодилатације крвних судова под утицајем локалних анестетичких растворова примјеном термовизије, Бања Лука, септембар 2012. Године
- [34] Agnieszka Chwabczynska, Katarzyna Gruszka, Ireneusz Ca Bkosi Nski and Krzysztof A. Sobiech, Thermovision Analysis Changes of Human Hand Surface Temperature in Cold Pressor Test, Hindawi Publishing Corporation BioMed Research International. 2015; Article ID 783642.
- [35] Goran Augustin, Slavko Davila, Toma Udiljak, Denis Stjepan Vedrina, Dinko Bagatin, Determination of spatial distribution of increase in bone temperature during

drilling by infrared thermography: preliminary report, Arch Orthop Trauma Surg, 2009; 129:703–709

IV 3. Допринос тезе у ријешавању изучаваног предмета истраживања

Оперативни захвати који се изводе у оралној хирургији, а нарочито имплантологији као посебној стоматолошкој дисциплини подразумијева интервенције које се изводе директно у коштаном ткиву. Интервенције у коштаном ткиву горње и доње вилице, у савременој оралној хирургији врше се употребом машинских ротирајућих инструмената покретаних помоћу насадних инструмената и електромотора, који генеришу велике брзине које су директно пропорционалне генерацији топлоте. Та топлота се трансферије на коштано ткиво, те уколико прелази критичну температурну тачку за последицу има компликације које се огледају у денатурацију протеина коштаног ткива, односно опекотине коштаног ткива и последичну некрозу кости, која у комбинацији са бактеријском суперинфекцијом може бити увод у веома тешке остеомијелитисе. Испитивање брзина ротације машинских инструмената у комбинацији са хлађењем и без хлађења као и различитим временским интервалима рада у коштаном ткиву и постизање одређених температурних тачака, даје јаснију слику који су то могући протоколи рада безбиједни и омогућују интервенције у коштаном ткиву без могућности настанка наведених компликација. Резултати докторске дисертације мр сц. Игора Ђукића доприносе, охрабрују и подстичу да се наставе испитивања на дату тему и на *in vivo* моделима нарочито узимајући у обзир да је испитивање у овом истраживању вршено употребом термовизијске камере која је у потпуности безбиједно, нешкодљиво и неинвазивно дијагностичко, медицинско и научно истраживачко средство.

IV 4. Научни и прагматични допринос дисертације

До сада није публикован рад који је укључивао испитивање толиког броја укључених параметара као и њихово међусобно поређење помоћу математичких формула као и задатих параметара. По први пут је вршено међусобно поређење постигнутих температурних разлика приликом препарације коштаног ткива са и без употребе расхладне течности, узимајући у обзир тежину испитивања помоћу термовизијских система приликом употребе расхладних течности које врше емисију температуре расхладне течности са површине испитиваног објекта. Са овим је дат значајан научни допринос дисертације у даљњим истраживањима на задату тему као и истицање значаја безбиједности рада у току оралнохируршких интервенција. Прагматични допринос дисертације се огледа у истицању проблема неадекватне употребе застарјелих протокола рада у току хируршких интервенција које подразумијевају рад у коштаном ткиву, као и значај употребе савремених машинских ротирајућих инструмената који омогућују рад у коштаном ткиву са употребом мањих брзина ротације и мање употребе сile, што за резултат има смањену инциденцу појаве компликација у току оралнохируршких и имплантолошких интервенција.

- 1) Укратко истаћи разлог због којих су истраживања предузета и представити проблем, предмет, циљеве и хипотезе;
- 2) На основу прегледа литературе сажето приказати резултате претходних истраживања у вези проблема који је истраживан (водити рачуна да обухвата најновија и најзначајнија сазнања из те области код нас и у свијету);
- 3) Навести допринос тезе у ријешавању изучаваног предмета истраживања;
- 4) Навести очекivanе научне и прагматичне доприносе дисертације.

V МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

V 1. Материјал и критеријуми

Материјал и методе рада које су кориштене у овој докторској дисертацији су усклађене са постављеним циљевима и приказане на 22 странице. Материјал кориштен у истраживању као и методологија истраживања дају јасну слику и увид у проблематику истраживања и дају одговор на научни проблем и предмет истраживања. Истраживање је обухватило испитивање основних и најчешће кориштених машинских ротирајућих инструмената у оралнохируршким и имплантолошким интервенцијама са и без употребе расхладне тешности, употребом брзина ротације у минути од 400, 600 и 1000 обртаја у минути, у трајању од 5,10 и 20 секунди и дба обртна момента од 25 и 50 Њутн метра (Nm) и две дубине препарације од 3 и 9 милиметара. Ради сложености испитивања као и примјене брзина ротације у комбинацији са испитивањем без употребе расхладне тешности те постојања велике вјероватноће постизања високих температра испитивање је вршено на говеђим ребрима.

V 2. Кратак увид у метод истраживања

Истраживање је подијељено у двије групе. Једну групу су чинили опити вршени без употребе расхладне тешности кориштењем свих задатих параметара: брзине, времена и обртног момента и њиховог међусобног комбиновања. Другу групу су чинили опити са употребом расхладне тешности и свих параметара: брзине, времена и обртног момента и њиховог међусобног комбиновања. Расхладна тешност која се користила у овом истраживању је 0,9 % стерилни раствор натријум хлорида или физиолошка тешност која се иначе користи у оралнохируршким и имплантолошким захватима. Машички ротирајући инструменти који су се испитивали су округла оралнохируршка сврдла величине односно дијаметра 0,14 и 0,18 mm, овално или крушколико оралнохируршко сврдло дијаметра 0,40 mm и дужине главе од 9 mm и четири имплантолошка сврдла дијаметра 2,2 mm, 2,8 mm, 3,7 и 4,2 mm. Оралнохирурска и имплантолошка сврдла која су се користила у току овог истраживања су сврдла, која се најчешће користе у оралнохируршким и имплантолошким интервенцијама које се изводе у коштаном ткиву. Као покретач ротирајућих инструмената користио се физиодиспензер. Насадни инструменти: насадник снаге 1:1, колењац редукцијске снаге 1:20 који омогућује рад са обртним моментом у распону од 20 до 80 Њутн метара (Nm). У току испитивања користио се обртни момент од 25 и 50 Nm. Испитивање је вршено на брзинама 400, 600 и 1000 обртаја у мин (Rpm). За мјерење времена рада користио се дигитални мјерач времена рада којим је мјерено вријеме рада ротирајућег машинског инструмента у кости. Времена рада ротирајућег машинског инструмента у кости су била 0, 5, 10 и 20 секунди (s), након чега је вршено мјерење површине кости 3 s након престанка рада и хлађења да би се избегла интерференција расхладне тешности на тачност испитивања, јер је познато да површина воде блокира мјерење термовизијске камере са површине мјерног објекта и на тај начин ремети прецизност мјерног инструмента у овом случају термовизијске камере. Све температурне промјене у истраживању су регистроване помоћу термовизијске камере. Произвођач термокамере је Guide infrared, а модел MobIR M8 резолуције 160 x 120 пиксела која посједује и функцију аутоматског снимања и сликања са

пратећом термовизијском опремом: стативом за фиксирање камере, постолја за фиксирање модела испитивања и рачунарске јединице за обраду добијених података са којом је повезана преко USB 2.0 протокола.

Добијени подаци који су у облику слика у ИРВ форматима сачувани су на рачунарској јединици, те је из IRV формата помоћу софтверског програма Guide IrAnalyser вршена екстраполација добијених података. Добијени подаци садрже измјерене температуре. За мјерене температуре кориштене су средње или просјечне вриједности у заокруженом подручју. Тачност подручја потврђивана је фузијом слика у којим се врши преклапање реалне слике сниманог објекта и термовизијске слике или термограма. Сви добијени подаци су уношени у одговарајуће протоколе. Сви испитивани параметри пружају довољно елемената што ово истрађивање чини квалитетним.

Статистичка компарativна и дескриптивна анализа урађена је послије проведеног лабораторијског истраживања на седам различитих сврдала при торку од 25 Нм и 50 Нм, са и без хлађења.

За приказ дескриптивне статистике кориштени су следећи параметри: број испитивања, аритметичка средина и стандардна девијација.

За упоређивање средњих вриједности обиљежја између сваке двије групе кориштен је Студентов т тест за два независна узорка, који се користи ако посматрана обиљежја имају нормалну расподјелу. У случају да обиљежја немају нормалну расподјелу, користио би се Mann-Whitney U тест за два независна узорка. У проведеној анализи утврђено је да су сва обиљежја била у нормалној расподјели, те није било потребе за кориштењем Mann-Whitney U теста.

За утврђивање нормалне статистичке расподјеле код података кориштене су графичка метода (хистограм) и метода униваријантне анализе analyze (Kolmogorov-Smirnov test).

Анализирајући добијени материјал, описане методе и материјак истраживања узимајући у обзир досадашња искуства као и достигнућа у овој области комисија констатује да су примењене методе адекватне, а испитивани параметри довољно обрађени и објективно тумачени.

- 1) Објаснити материјал који је обрађиван, критеријуме који су узети у обзир за избор материјала;
- 2) Дати кратак увид у примијењени метод истраживања при чему је важно оцијенити следеће:
 1. Да ли су примијењене методе истраживања адекватне, довољно тачне и савремене, имајући у виду достигнућа на том пољу у свјетским нивоима;
 2. Да ли је дошло до промјене у односу на план истраживања који је дат приликом пријаве докторске тезе, ако јесте зашто;
 3. Да ли испитивани параметри дају довољно елемената или је требало испитивати још неке, за поуздано истраживање;
 4. Да ли је статистичка обрада података адекватна.

VI РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

VI 1. Резултати истраживања

Добијени резултати ове докторске дисертације су приказани на 82 стране, а анализирани кроз дискусију на седам страница. Резултати истраживања су показали да се употребом расхладног средства приликом препарације кости избегава повећање температуре кости преко критичне температурне тачке која износи 47 степени целзијуса. У другом случају када се препарација кости изводи без употребе

расхладен течности у поједним ситуацијама долази до повећања температуре кости преко критичне температурне тачке што за посљедицу доводи до прегријавања кости. Кандидат је логички и јасно продискутовао добијене резултате, те их упоредио са сличним истраживањима која су спроведена до данас.

резултати овог истраживања су показали да са повећањем брзине ротације машинских ротирајућих инструмената пропорционално долази и до повећавања генерисане температуре. Резултати истраживања су показали да при свим брзинама које су се испитивале 400, 600 и 1000 обртаја у минути не доводи до повећања генерисане температуре преко граничне или критичне температурне тачке од 47 степени Целзијуса уколико се препарација врши са хлађењем. Уколико се препарација врши без хлађења онда се кориштењем брзине од 400 обртаја у минути не долази до прекорачења температуре од 47 степени Целзијуса.

Испитивањем времена препарације коштаног ткива је показало да се повећавањем времена препарације којтаног ткива долази до повећања генерисане температуре. Уколико се препарација коштаног ткива врши са употребом хлађења при времену препарације до 20 секунди не долази прекорачења температуре од 47 степени Целзијуса. Препарације коштаног ткива које се врше без хлађења при временима од 5,10 и 20 секунди су показале да уколико се препарација врши дуже од 5 секунди долази до повећања температуре коштаног ткива преко 47 степени Целзијуса осим у случају код употребе овалног сврдла дијаметра 0,40 милиметара које је показало повећање температуре и у 5-ој секунди при брзини од 600 и 1000 обртаја у минути и обртном моменту од 50 Њутн метара. Изузев овог мјерења сва остала мјерења без хлађења са брзинама до 400 обртаја у минути, трајања до 5 секунди и при обртном моменту нису прекорачила температуру од 47 степени Целзијуса.

Испитивањем и анализом добијених података дошло се до резултата који су показали да са повећањем обима сврдла долази до генерације више температуре. Добијени резултати су анализирани у дискусији докторске дисертације и подударају се са досадашњим проведеним сличним истраживањима на дату тему.

Испитивањем утицаја обртног момента од 25 и 50 Њутн метра на генерацију постигнуте температуре која се генерише у току препарације коштаног ткива, постигнути резултати су показали да употребом већег обртног момента долази до генерације мање фрикционе топлоте која се трансферује на коштано ткиво. Кандидат је постигнуте резултате критички анализирао у дискусији са постојећим истраживањима и објаснио да приликом употребе јачег обртног момента и употребом веће брзине препарације смањује притисак на површину препарације што резултује мањом фрикционом и генерацијом топлоте. Ако се ради препарација кости без хлађења, смањење брзине ротације машинских ротирајућих инструмената испод 600 обртаја у минути, повећање обртног момента на 50 Њутн метра, те ограничење времена рада на пет секунди не доводи до преласка критичне температуре од 47 степени Целзијуса. Препарација кости машинским ротирајућим инструментима без хлађења безбједна је ако се користи брзина од 400 обртаја у минути и појачање обртног момента преко 50 Њутн метра, те ако се употребљавају нова сврдла и уз ограничење рада у кости до 10 секунди.

Повећање температуре не прелази критичну температуру од 47 степени Целзијуса ако се препарација кости врши са максималним хлађењем и ако се не користи брзина већа од 1.000 обртаја у минути приликом употребе било ког од испитиваних сврдала. Повећање температуре кости преко 47 степени Целзијуса дешава се ако се врши препарација кости без хлађења са брзином преко 600 обртаја у минути.

VI 2. Критичност и коректност тумачења резултата

Резултати истраживања су јасно приказани и прегледно презентовани те објективно тумачени. Кандидат је у докторској дисертацији показао објективан и критички став

у анализи резултата, посебно у дијелу који се односи на компарацију резултата са досадашњим истраживањима. Дискусија резултата показује способност кандидата у прикупљању, анализи и прегледној презентацији резултата као и да на јасан и свеобухватан начин приступи компарацији постигнутих резултата са литературним подацима.

VI 3. Теоријски и практичан допринос дисертације у нови истраживачки задаци

Основни теоријски допринос докторске дисертације је следећи:

Ова докторска дисертација проширује постојећа сазнања о безбиједности протокола рада у оперативним захватима који се врше у коштаном ткиву горње и доње вилице у оквирима оралнихирушких и имплантолошких захата. Истиче се и допринос ове докторске дисертације у сазнањима утицаја брзине ротирајућих инструмента и њиховог утицаја на коштано ткиво у смислу превенције настанка тешких компликација у току оралнохирушких и имплантолошких интервенција. Резултати истраживања јасно указују које брзине ротирајућих инструмената и на који начин се могу без опасности од настанка компликација користи у току препарације коштаног ткива. Јасно је приказана и могућност примјене термовизије као изузетног научноситрајивачког и дијагноцтичко превентивног средства.

Основни практични допринос докторске дисертације је следећи:

Ова докторска дисертација доприноси новим сазнањима о примјени термовизије као средства које се може користи као превентивно и дијагностичко средство у спречавању настанка компликација насталих у току орално хируршки и имплантолошких интервенција. Смањењем компликација се смањује потреба за накнадним хируршким интервенцијама које изискују додатну употребу људских и финансијских средстава те унапређују ефикасност рада.

Основни правци даљих истраживања

Резултати ове докторске дисертације дају одговоре на постављени проблем истраживања, али указују на будуће правце истраживања могућности примјене термовизије у ин виво студијама као потпуно неинвазивног и сигурног дијагностичког средства, за праћење бињзиједности оралнохирушких и имплантолошких интервенција. Један од праваца је и изналажење нових и безбиједнијих протокола рада у хируршким интервенцијама које подразумијевају препарацију коштаног ткива.

- 1) Укратко навести резултате до којих је кандидат дошао;
- 2) Оцијенити да ли су добијени резултати јасно приказани, правилно, логично и јасно тумачени, упоређујући са резултатима других аутора и да ли је кандидат при томе испљавао довољно критичности;
- 3) Посебно је важно истаћи до којих нових сазнања се дошло у истраживању, који је њихов теоријски и практични допринос, као и који нови истраживачки задаци се на основу њих могу утврдити или назирати.

VII ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

Докторска дисертација под називом "Испитивање термичког дејства машинских ротирајућих инструмената на кост" мр сц. Игора Ђукића израђена је у складу са образложењем које је кандидат приложио приликом пријаве теме.

Докторска дисертација је урађена према правилима и принципима научно истраживачког рада и резултат је оригиналног научног рада кандидата. Резултати овог истраживања јасно показују на значај примјене термовизије као изузетног и потпуно неинвазивног научно истраживачког, дијагностичког и превентивног медицинског средства. Резултати овог истраживања такође јасно указују на начине безбиједног рада и употребе најчешће кориштених машинских ротирајућих инструмената који се користе у незаобилазној препарацији коштаног ткива у оквирима оралнохируршких и имплантолошких интервенција. Такође су резултати ове докторске дисертације показали да се поједине интервенције у току хируршких интервенција могу изводити и без кориштења хлађења поштујући одређене факторе у току самог рада.

Кандидат је у докторској дисертацији дао оквир за даљња истраживања у циљу проналажења још безбиједнијег рада у току оралнохируршких и имплантолошких интервенција те могућег увођења термивизије као стандардног дијагностичко превентивног средства.

Предложена тема је прецизно и логички анализирана, а подаци су доведени у везу са постављеном хипотезом. Такође је кандидат тему ове докторске дисертације, кроз јасно и концизно писање учинио интересантном и корисном како за истраживаче тако и за колеге у практичном раду.

Дисертација представља оригиналан допринос стоматолошкој науци, је проширује постојећа сазнања о примјени термовизије у стоматологији и оралној хирургији као и о безбиједности постојећих и нових преотокола рада у оралнохируршким и имплантолошким интервенцијама.

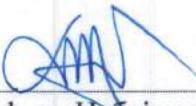
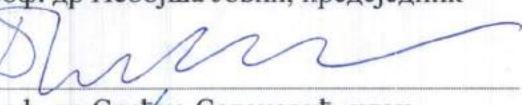
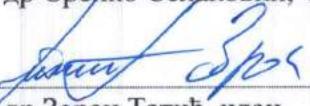
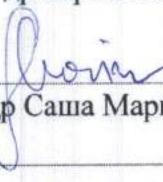
Чланови комисије на основу укупне оцјене докторске дисертације једногласно дају позитивну оцјену о завршеној докторској дисертацији под називом:

"Испитивање термичког дејства машинских ротирајућих инструмената на кост" мр сц. Игора Ђукића и предлажу члановима Научно наставног вијећа Медицинског факултета Универзитета у Бањој Луци и Сенату Универзитета у Бањој Луци да прихвате овај Извјештај и омогуће кандидату да своју докторску дисертацију јавно брани.

- 1) Навести најзначајније чињенице што тези даје научну вриједност, ако исте постоје дати позитивну вриједност самој тези;
- 2) На основу укупне оцјене дисертације комисија предлаже:
 - да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана,
 - да се докторска дисертација враћа кандидату на дораду (да се допуни или измијени) или
 - да се докторска дисертација одбија.

У Бањој Луци, Новом Саду,
Београду
27.10.2020. године

ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1. 
Проф. др Небојша Јовић, предсједник
2. 
Проф. др Срећко Селаковић, члан
3. 
Проф. др Зоран Татић, члан
4. 
Доц. др Саша Марин резервни, члан