

УНИВЕРЗИТЕТ СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ
СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
СКОПЈЕ

Клиника за детска и превентивна стоматологија

Александар П. Филдишевски

ПРИМЕНА НА Er: YAG ЛАСЕР ВО ЕНДОДОНТСКА ТЕРАПИЈА
НА ТРАЈНИ ЗАБИ СО ГАНГРЕНОЗНО РАСПАДНАТА ПУЛПА

магистерски труд

ментор: Проф. д-р сци. Снежана Иљовска

Скопје, 2007

УНИВЕРЗИТЕТ СВ. КИРИЛ И МЕТОДИЈ
СТОМАТОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
СКОПЈЕ

Клиника за детска и превентивна стоматологија

Александар П. Филдишевски

**ПРИМЕНА НА Er: YAG ЛАСЕР ВО ЕНДОДОНТСКА ТЕРАПИЈА
НА ТРАЈНИ ЗАБИ СО ГАНГРЕНОЗНО РАСПАДНАТА ПУЛПА**

магистерски труд

ментор: Проф. д-р сци. Снежана Иљовска

Скопје, 2007

Ментор:

Проф. д-р сци Снежана Иљовска

Клиника за детска и превентивна стоматологија
Стоматолошки факултет - Скопје

Рецензентска комисија:

Проф. д-р сци Бона Бајрактарова

Клиника за детска и превентивна стоматологија
Стоматолошки факултет - Скопје

Проф. д-р сци Миле Царчев

Клиника за детска и превентивна стоматологија
Стоматолошки факултет - Скопје

Проф. д-р сци Снежана Иљовска

Клиника за детска и превентивна стоматологија
Стоматолошки факултет - Скопје

Благодарност

Со посебно задоволство и почит, ја користам оваа можност да изразам длабока и искрена благодарност на Проф. д-р. сци Снежана Иљовска, ментор на магистерскиот труд, за несебичната помош, научните упатства, корисните забелешки и поддршката во изработката на истиот.

Голема благодарност им изразувам на Проф. Д-р сци Бона Бајрактарова и Проф. д-р сци Миле Царчев, за консултациите и постојаните совети.

Голема благодарност изразувам на Асс. д-р Весна Котевска од Институтот за микробиологија при Медицинскиот факултет во Скопје, за драгоцената помош и советите во евалуацијата на резултатите од микробиолошките испитувања.

Исто така, за лабораториската соработка се заблагодарувам на Елена Јовановска од Институтот за микробиологија при Медицинскиот факултет во Скопје.

СОДРЖИНА

Кратка содржина	05
Abstract	08
ВОВЕД	10
ЛИТЕРАТУРЕН ПРЕГЛЕД	16
ЦЕЛ НА ТРУДОТ	27
МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД	29
РЕЗУЛТАТИ	34
ДИСКУСИЈА	47
ЗАКЛУЧОЦИ	55
ЛИТЕРАТУРА	57

КРАТКА СОДРЖИНА

ПРИМЕНА НА Er: YAG ЛАСЕР ВО ЕНДОДОНТСКА ТЕРАПИЈА НА ТРАЈНИ ЗАБИ СО ГАНГРЕНОЗНО РАСПАДНАТА ПУЛПА

Целта на овој магистерски труд е да се добијат дополнителни сознанија за ефектите од бактерицидниот потенцијал на ласерското зрачење при ендодонтска терапија и нивна корелација со класичните ендодонтски методи.

За остварување на поставената цел беа вклучени шеесетидва заба со дијагностицирана пулпина гангрена кај пациенти од двата пола и возраст од 13 до 20 години, а реализацијата беше ефектуирана преку:

1. Клинички испитувања:

- рутински стоматолошки преглед со сонда и огледалце,
- детална анамнеза за поставување на точна дијагноза,
- ретроалвеоларна снимка како помошно дијагностичко средство.

2. Микробиолошки испитувања:

- квантитативно и квалитативно одредување на микробиолошка флора на првата група од 31 заб третирани со класична ендодонтска терапија,
- квантитативно и квалитативно одредување на микробиолошката флора на втората група од 31 заб ендодонтски третирани со помош на ласер.

Er: YAG ласерското зрачење (80 mJ, 10 Hz, четирипати по 10 секунди) покажува статистички високо значајна редукција на бактериската содржина на кореновиот канал и акцесорните дентински каналчиња уште по првата сеанса од 99.9% како за аеробните така и за анаеробните бактериски соеви ($p < 0,001$ Фридманов тест), без притоа да доведе до термичка афекција на околното ткиво и воопшто какви било несакани ефекти. За разлика

од неа, при класичната ендодонтска терапија, бактериската редукција по аплицирањето на влошка изнесува 59.7%, а после отстранување на меко-то полнење, редукцијата е 79.8%.

Заклучок. Ег: YAG ласерската ирадијација претставува можно квалитетно дополнување на постоечките ендодонтски протоколи поради фактот што доведува до дезинфекција на кореновите канали од 99.9%, но не и нивна стерилизација (којашто е апсолутен поим!). Фактот што ласерската светлина има бактерициден ефект до длабочина од 1 мм на дентинските тубули, за разлика од хемиските средства кои делуваат само на ѕидот од кореновиот канал, не доведува до заклучок дека ласерската технологија претставува моќно средство за елиминација на денталната бактериска инфекција.

Клучни зборови: ласер, ендодонтски третман, бактериска канална инфекција

APPLICATION OF Er: YAG LASER IN ENDODONTIC THERAPY OF PERMANENT TEETH WITH GANGRENOUS PULP

Abstract

The aim of this study is to obtain additional information of bacterial potential effect of laser irradiation in the endodontic therapy and their correlation with the classical endodontic methods.

For this purpose sixty two teeth were included with diagnosed gangrenous pulp with patients of both sexes aged 13 to 20 years, and the results were effectuated as follows:

1. Clinical examination:

- routine dental examination with probe and mirror,
- detailed anamnesis to determine exact diagnosis,
- retroalveolar radiograph as additional diagnostic means.

2. Microbiological examinations:

- quantitative and qualitative determination of microbiological flora of the first group of 31 teeth treated with classical endodontic therapy,
- quantitative and qualitative determination of microbiological flore of the second group of 31 teeth endodontically treated with laser.

Er: YAG laser irradiation (80mJ, 10 Hz, four times per 10 sec.) showed statistically high reduction of bacterial presence in root canal and accessory dentine canals even during the first treatment of 99.9% for both

aerobic and anaerobic bacterial types ($p < 0,001$ Friedman test) without affecting the surrounding tissue or any other undesirable effects. The classical endodontic therapy on the other hand showed reduction of 59.7% after application of medicated pledget of cotton wool, while after removal of soft filling the reduction was 79.8%.

Conclusion. Er:YAG laser irradiation represents possible qualitative addition to existing endodontic protocols due to the fact that it disinfects root canals to about 99.9% but it does not sterilize them. The fact that the laser light has bactericidal effect to a depth of 1mm of the dentine tubule, as opposed to the chemical means which affect only the root canal walls, brings us to conclusion that the laser technology represents a powerful tool for elimination of dental infection.

Key words: laser, endodontic treatment, bacterial root infection.

ВОВЕД

ВОВЕД

Ласерската технологија во последниве две децении значително напредуваше и ласерите најдоа практична примена во скоро сите области од стоматологијата.

Ласерот го добил името од почетните букви на англискиот израз Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation што во превод би значело појачување на светлоста со стимулирана емисија на зрачење. Ласерскиот зрак е монохроматски, кохерентен и насочен зрак на светлосна енергија, којшто се состои од една чиста боја која е обично невидлива меѓутоа претворена во топлотна енергија може да обезбеди различен тераписки ефект. Ласерскиот светлосен сноп може да биде континуиран или пулсен. Континуираниот ласер овозможува формирање на ласерски зрак со точно одредена излезна снага, додека кај пулсните ласери се формира зрак со многу кратки импулси, неколку наносекунди, и со голема фреквенција на повторување. Значајна особина на ласерскиот зрак е можноста за негово фокусирање на многу мали површини, како и тоа што голема прецизност може да се постигне со мала количина на енергија.

Теоретските постулати за стимулирана емисија на светлината ги поставил Albert Einstein во 1927 година, кога дошол до заклучок дека под одредени услови е можно да се создаваат монохроматски и кохерентни зраци.

Почетоците на ласерската технологија датираат уште од 1954 година, кога Townes го конструирал првиот гасен амонијачен микробранов осцилатор, наречен MASER, а во 1960 година, од страна на Maiman е конструиран првиот импулсен ласер, којшто користел синтетички рубин и зрачел во црвената област на спектарот. Овој ласер за првпат бил употребен во стоматологијата од страна на Goldman во 1964 година, којшто покажал во која насока ќе се движи напредокот во стоматолошката технологија и евентуалната елиминација на ротирачките насадни инструменти, поради непријатното чувство што го создаваат кај пациентите. Меѓутоа, обидот да

се употребат CO₂ и Nd:YAG ласерите за отстранување на кариес и препарација се сретна со одредени потешкотии. Нивниот најголем недостаток беше рапидното зголемување на пулпината температура, којшто ја лимитира нивната употреба во клиничка пракса. Скорешен технолошки напредок демонстрира Er:YAG ласерскиот систем, адаптиран на тврдокивниот забен комплекс, каде функционира подеднакво со класичните насадни инструменти. Оттогаш, па наваму, ласерската технологија доживува огромна експанзија во стоматолошката клиничка практика. Земајќи ги предвид бројните квалитети на оваа технологија во терапија на многу заболувања, Академијата за ласерска стоматологија и интернационална организација на повеќе од 500 клиничари, истражувачи и академици во 1993 година, препорача ласерот да се воведи како неопходна опрема во стоматолошката практика.

Според медиумот кој го користат за работа, ласерите можат да користат три агрегатни состојби и тоа:

- гасни ласери кои можат да се од типот на јонски, атомски и молекуларни
- ласери со активна средина во цврста состојба (Er:YAG)
- полупроводнички течни

Најчесто употребувани ласери се гасните, кај кои се остварува многу широк дијапазон на бранови должини, и тоа од 0.3 до 10,6 микрометри, каде активна материја е гасот или мешавина од гасови, којшто може да биде атомска (хелиум, аргон, ксенон, неон, јаглендиоксид), јонска и молекуларна. Кај овие ласери активната материја се карактеризира со голема оптичка истородност, со што се постигнува да се добие мало расејување на зраците. Најчесто употребуван гасен атомски ласер, кој наоѓа најголема примена и во медицината, е хелиум-неонскиот.

Иридиумско-алуминиумската мрежа (YAG) е цврста материја, со голема кристална цврстина, способна да издржи удари на постојано создавање на

ласерски зраци. Во оваа кристална мрежа можат да се вградат многу медиуми, како што се: ербиум, неодмиум (редок елемент). Неодмиум YAG ласерот е еден од најупотребуваните ласери во хирургијата.

Кај овие ласери недостаток е малата моќ и големиот растур на зраци.

Меѓутоа битно е да се знае дека кај ласерите се остварува индуцирано зрачење на атомите од активната материја, поддржано во инверзија преку стимулирачки или напон системи. Кај нив само дел од енергијата се трансферира во енергија на ласерско зрачење, преостанатиот дел на енергија се растура, или за греење на активната материја, или дел од енергијата се апсорбира од активната материја. Треба да се нагласи дека, според активната материја, тврдите ласери се со најголем коефициент на корисно дејство над 80%, додека хелиум-неонскиот ласер е само неколку проценти.

Координираноста и интензивната фокусирана енергија на многу големо растојание е резултат на следните физички особини на ласерот:

- монохроматност т.е. брановите мора да бидат со иста бранова должина
- кохерентност, сите бранови мора да бидат во иста фаза и
- калибрираност, брановите меѓу себе треба да бидат паралелни

Со исполнувањето на овие три услови, ласерските бранови на зракот ќе пренесуваат енергија на поголема оддалеченост, пред да бидат апсорбирани од целта на која се наменети.

Според биолошките ефекти, коишто го имаат врз ткивото, можат да бидат:

- биостимулирачки, односно меки ласери
- деструктивни, односно тврди ласери.

Биостимулирачките ефекти се постигнуваат со ласерско зрачење, каде е присутна мала моќ и мала густина на енергијата, додека деструктивните ефекти се постигнуваат со многу голема густина на енергијата на фокусирани ласерски зраци.

Ефектот на ласерскиот зрак е детерминиран првенствено од апсорпционите можности на озраченото ткиво. Принципот на работа на Er:YAG ласерот се состои во тоа што светлината што тој ја емитира е во инфра-црвено браново подрачје, со бранова должина од 2.94nm и има максимална апсорпција во водата, односно најголем дел од енергијата на ласерскиот зрак ќе биде абсорбирана, додека дисперзијата и рефлексивната ќе бидат незначителни. Поагајќи од фактот дека сите биолошки ткива содржат одреден процент на вода, ласерскиот зрак ќе предизвика термо - механички ефект врз нив, односно волуметричка експанзија и микроексплозија, на тој начин што водата од течна состојба моментално ќе ја претвори во гасовита. Ова овозможува создавање на доволно висок притисок за отстранување на ткивната супстанција на саканиот начин. Длабочината на пенетрација на зракот во ткивата е од 1 до 10nm, а времето на експозиција е илјадити дел од секунда. Важно е да се напомене дека Er:YAG ласерот нема ефект врз генетичките информации, бидејќи апсорпцијата на ДНК е во UV опсегот, додека Er:YAG емитира светлина со бранова должина од 2.94 nm во инфрацрвениот дел од спектарот.

Тврдите ласери можат да се користат речиси во сите стоматолошки дисциплини како превентивната стоматологија, пародонтологијата, оралната хирургија, ендодонцијата. K.E.Y ласерот на фирмата KdVo, којшто ние го користиме на нашата клиника, претставува т.н. тврд, деструктивен ласер, за разлика од биостимулирачките, кои се "меки" ласери. Неговата примена во стоматологијата е широка: во превентивата се користи за инвазивно залевање на фисури, во конзервативата - за терапија на кариес во емајл и дентин, артефициелно отворена пулпа, при третман на комплицирани фрактури на забна коронка каде пулпата е трауматски експонирана (фрактури од III класа), како замена за киселинско кондиционирање на

емајлот, во ендодонцијата - при обработка на коренови канали во смисла на нивна стерилизација, во оралната хирургија - при апикотомии, односно кортикотомија и ресекција на корен, во третманот на периодонталните заболувања, како и во терапија на herpes simplex labialis.

ЛИТЕРАТУРЕН ПРЕГЛЕД

За ласерот и ласерската технологија постојат податоци повеќе од 45 години и тие имаат свое место во медицинските научни кругови. Испитувањата почнале во средината на 60-те години, кога се направени и првите експерименти на третман на заби со помош на ласерско зрачење, од што произлегуваат и повеќе од 1500 објавени трудови за примената на ласерите во сите домени на стоматологијата. Секако дека ваквиот интерес произлегува од големите очекувања, и од стоматолозите, и од пациентите, за подобрување на постоечките терапевски методи и откривање нови можности за третман на пациентите во стоматолошките амбуланти.

За да може да се објаснат ласерските појави треба се познава соодносот на ласерското делување и биолошката средина. Потребно е да се знаат некои физички особини на одделни ткива во организмот (топлоприемливост, спроводливост на топлината, рефлексивност и апсорптивна способност на зраците) како и техничките карактеристики на ласерите (должина на брановите, енергија на импулсот, густина на енергијата и излезната моќ).

Ласерот како дијагностичко средство почнал да се употребува како ласер - доплер, којшто овозможува неинвазивно одредување на микроциркулацијата во ограничени делови на ткивото. Како моќно дијагностичко средство за дијагностицирање на кариесот во емајлот и дентинот, во светот се користат и нискоенергетските ласери, коишто служат како извори на светлина со бранова должина која не предизвикува јонизирачки промени каде што е сосема доволен филтер кој ги заштитува очите. Ласерот прави јасна граница помеѓу здравиот емајл и дентин и кариозните лезии, кои се видливи како потемни подрачја (Roony J. et al. 1994)⁶

Карактеристично за топлотниот ефект на ласерското зрачење е брзо загревање на биолошките ткива и мала спроводливост на топлина, што не дозволува брзо создадената топлина да се дисперзира вон ласерскиот траг. Со примената на нискоенергетските ласери се избегнуваат голем број биохемиски реакции. Кај ниско енергетските ласери топлотниот

ефект е минимален. Топлотниот ефект е силно изразен кај ласери со средна и голема моќ, која се движи до 100W. (Pick PM. 1993)⁶⁵

Мирковиќ и сор.⁵⁵ користеле ласер во терапија на болни со herpes simplex labialis. Во текот на терапијата кај 10 болни следеле три параметри: траењето на заболувањето, клиничката слика и субјективните симптоми кај пациентите. Ласерското зрачење изнесувало 5 - 10 сеанси, при што првата траела една минута, со јачина од 400Hz, втората - две минути со јачина 400Hz, а секоја следна сеанса, ако било потребно, траела две минути, со јачина од 100Hz. Резултатите укажуваат дека пациентите се чувствувале подобро веќе после првата сеанса со ласерско зрачење, промените покажале брза реституција ад интегрум, болните сензации траеле пократко, што укажува на оправданост на користењето на ласерот во терапијата на herpes simplex labialis.

Она што е многу важно е дека ласерското зрачење има исклучително позитивно влијание врз основните компоненти на инфламаторните реакции, во кои спаѓаат ексудацијата, алтерацијата и пролиферацијата. (Leby G. 1992)⁴⁶

Френцен и сор.²⁷ укажуваат на зголемување на температурата во пулпата до 40°C степени за 100секунди при примената на CO₂ и Nd: YAG ласерите на тврдите забни супстанции, додека со ArF-Ehcimer ласерот порастот на температурата бил само 50°C степени. Со примена на овој ласер, со бранова должина од 193 nm, настанува флуоресценција, индуцирана низ ласерските зраци, која зависи од хемискиот состав на забните супстанции. Овој флуоресцентен спектар овозможува анализа на отстранетата забна супстанција, а врз основа на таквите податоци применетиот ласер - систем може да го отстранува само кариозното ткиво на забните супстанции. Многу компаративни студии укажуваат на тоа дека ваквото селективно отстранување на кариесот е можно само со ласери чија бранова должина е од 320nm до 520nm. (Reisman P. et al. 1998)⁶⁷

Ласерот се применува и за испитување на виталитетот на пулпата и трансплантационата хирургија. Во максилофацијалната хирургија примена-

та на т.н. тврди ласери кај френулектомии, импактирани заби, ексцизија на бенигни тумори, овозможува помали површински оштетувања, помали лузни, редукција на крварењето и побрза епителизација во споредба со конвенционалните постапки. (Стеванович ММ. 2002)⁷⁹. Nd:YAG ласерот во стоматолошката хирургија е погоден поради улогата во коагулацијата, па може да се примени како супституциона терапија кај болните со хеморагична дијатеза. (Keller U. 1998).³⁸ За меките ткива во хирургијата примената на Er:YAG ласерот овозможува попрецизни резови, помали оштетувања и побрза епителизација. (Тројачанец З. 1995)⁸³

Тврдите ласери можат да се користат речиси во сите стоматолошки дисциплини, како превентивната стоматологија, пародонтологијата, оралната хирургија, ендодонцијата. За спречување компликации од орално - хируршките интервенции, како што се едемот, болката, лимитираното отворање на устата, покрај превентивата со кортикостероиди, во последно време се употребуваат и т.н. меки ласери. Авторите ги третирале пациентите со импулсивен мек ласер LITA 1.904 nm, со излезна сила од 20 mW веднаш по ресекцијата. Како заклучок авторите ја преферираат употребата на ласерот како средство за спречување на компликации во споредба со кортикостероидите, и тоа од следните причини: поширока примена на ласерот (и кај болни со дијабетес мелитус, пациенти со улкус), отсуство на дополнителни компликации од големи дози кортикостероиди (забавена регенерација на ткивата, пореметен метаболизам на јагленихидрати, вода и електролити, зголемена приемчивост кон вирусни и гливични инфекции). (Баралич и сор. 2004)⁷

Во литературата се спомнуваат испитувања на морфолошки и температурни промени и промени на пропустливоста на дентинските ѕидови во коренските канали, предизвикани со дејство на CO₂, Nd: YAG и ARGON ласер, при што статистички не е докажана никаква разлика во пропустливоста на дентинот пред и по работата со ласерот помеѓу експерименталната и контролната група. (Анич и. и сор. 1994)⁵

Вршени се испитувања за употребата на ласерите како дополнителен метод при терапија на длабокиот кариес со озрачување на дното на кавитетот со Nd:YAG ласер, со цел стерилизација на кавитетот, залевање на дентинската рана и затворање на дентинските каналчиња со растопен дентин, односно денатурирани органски структурни елементи и стимулација на пулпата за создавање терцијален дентин, преку хипотермија предизвикана со ласерот. (Frentzen M. et al. 1991)²⁷

Непосредно по првичните сознанија за ефектите на Er:YAG ласерот врз тврдите дентални ткива од Keller и Hibst, тој беше предложен за клиничка апликација. Бројни автори демонстрираа дека употребата на Er:YAG ласерот врз тврдите забни супстанции, не води кон оштетување на пулпиното ткиво. Исто така беше нагласено дека Er:YAG ласерот продуцира минимални вибрации и врева за време на препарација, и нема, или е минимална, потребата за локална анестезија. Овие поволни својства, коишто им недостасуваат на конвенционалните машински инструменти, се покажаа корисни особено при третман на пациенти од детската возраст.

Er: YAG, односно K.E.Y. ласерот има висока ефикасност, со минимално термичко споредно дејство, при што енергијата на ласерските зраци се апсорбира непосредно под површината на забот и речиси целосно се претвора во ефект на дупчење. Употребата на K.E.Y. ласерот не предизвикува никакви реакции на пулпата при препарација на емајлот, на што ни укажуваат многу хистолошки студии, меѓутоа при препарација на дентинот можна е локална иритација на пулпата. Овој ласер исто така се применува и кај артифициелно отворање на пулпата. (Keller U. et al. 1998)³⁸

Уште во 1979 година, со самиот почеток на употребата на ласерите во стоматолошката пракса, Adricn го демонстрирал потенцијалот на ласерската технологија за стерилизација на денталните инструменти. Оттогаш многу автори имаат публикувано трудови за бактерицидното дејство на многу типови дентални ласери. Интересот на ласерската ендодонција се концентрира на можноста да се екстрипира содржината на кореновиот канал, да се стерилизираат и "истопат" сидовите на кореновите канали.

За овие испитувања беа користени CO₂, excimer, argon, Nd:YAG, Ho:YAG, Er:YAG ласери.

Земајќи го предвид овој факт, направени се обиди за употреба на ласерите во ендодонцијата. Првата дилема била дали растопувањето и карбонизирањето на површните делови од дентинот на каналот може да доведе до стерилизација? Заклучокот бил дека со Excimer ласерот тоа не може да се постигне и нема траги од проширување на каналите. Но, според Midda и Renton-Harper⁵⁴, Er:YAG ласерот со специјален апликационен систем, може да се примени за проширување на каналите, што дава за право да заклучиме дека примената на ласерот во ендодонцијата е во доменот на можното.

За успешен ендодонтски третман потребно е проширување и обликување на кореновиот канал. За таа цел се употребуваат различни методи за да се промени морфологијата на кореновиот дентин. Овие методи вклучуваат употреба на хемиски (ириганси), физички (ултрасонични) и механички (ротирачки инструменти) средства или нивна комбинација. Целта на обработката на кореновите канали вклучува отстранување на каналната содржина, стерилизација на површината на кореновите канали и промена на обликот на нивната површината, како би можел да навлезе материјалот за полнење. Постапките кои се употребуваат во препарацијата на кореновите канали резултираат со создавање на размазен слој и размазен плак, составени од остатоците на органските ткива, дентински остатоци и микроорганизми. Размазниот слој се адхерира кон препарираните ѕидови на кореновите канали, додека пак размазниот плак пенетрира во отворите на дентинските тубули. Тубулите се простираат од внатрешните дентински ѕидови на површината на кореновиот канал кон надворешната коренова површина. Иригансите коишто се употребуваат при обработка на кореновите канали се NaOCl, H₂O₂ сами или во комбинација со други хемиски елементи.

Конвенционалниот ендодонтски третман не е потполно ефикасен поради остаток на микробиолошка колонизација на сидовите од дентинот на кореновите канали кај премолари и молари. Забележано е дека пред ендодонтски третман, само 80% од фронталните заби се комплетно дезинфицирани. Микроорганизмите можат да стигнат до пулпата на кој било од следните шест начина:

- преку отворен кавитет,
- преку дентинските тубули,
- преку гингивалниот сулкус или периодонталниот лигамент,
- преку крвотокот,
- преку оштетен фисурен залевач, или неисправна реставрација на заб,
- преку пренесување на периапикална инфекција од соседен инфициран заб.

Антисепсата е суштината на ендодонтскиот третман на коренови канали кај заби со апикален периодонтитис (Kakehashi et al. 1965)³⁷. Спрема тоа, механичката обработка и користењето на дезинфекциони средства за испирање како H_2O_2 , $NaOCl$ претставува рутина во клиничката пракса. При испирање со овие средства треба да се употребат тенки игли кои ќе овозможат подлабока пенетрација во каналот, но употребата на мали ултрасонични инструменти (Lee et al. 2004)⁴⁵ можат да го зголемат потенцијалот за уништување на микроорганизмите (Huque et al 1998)³⁵. Отстранување на размазниот слој од сидот на кореновиот каналот со цитрична киселина или етилендиаминтетрааид (EDTA) е препорачливо (Scelza et al. 2004)⁷⁶, иако нема јасни докази дека оваа постапка ја зголемува дезинфекцијата, односно исходот на третманот (Bistrom & Sundqvist 1985, Orstavik & Naarasalo 1990)^{13,63}.

За жал, внимателна употреба на инструменти за рачна и машинска канална обработка и покрај испирање со $NaOCl$ не ни е гаранција за елиминација на микроорганизмите (Sjogren et al. 1997, Schoop et al. 2000, Nair et al. 2005)^{77,73,58}. Додека антимикуробиолошкото дејство може да продолжи

и после полнењето поради антимикробиолошките својства на средството за канално полнење и/или гутаперката (Saleh et al. 2004)⁷⁰ или со блокирање на пристап кон нутрициенсите (Sundqvist & Figdor 1998)⁷⁸, дефинитивното полнење на кореновите канали, коишто ќе имаат позитивна микробиолошка култура, ќе има влијание врз исходот на третманот (Sjogren et al. 1997)⁷⁷. Некои од авторите препорачуваат употреба на калциум хидроксид како интраканален медикамент кај повеќесесансни посети (Bistrom et al. 1985, Shuping et al. 2000)^{14,73}. Меѓутоа, амбиентот во кореновиот канал е таков што употребата на медикаментот и одржување на висок хомоген рН претставува предизвик (Nerwich et al. 1993)⁵⁹. Важно е внимателно да се изведе полнењето на кореновиот канал со калциум хидроксид бидејќи ако тој не е во директен контакт со својата цел, тогаш ќе изостане неговиот антимикробиолошки ефект (Bistrom et al. 1985)¹⁴. Покрај тоа, кореновиот дентин изгледа дека ја намалува активноста на калциум хидроксидот со блокирање на локалниот рН (Haapasalo et al. 2000)³⁰.

И покрај употребата на калциум хидроксидот, извесни микробиолошки примероци во ограничен број на случаи преживуваат и се одговорни за перзистирачката инфекција (Orstavik & Haapasalo 1990, Gomes et al. 1996, Sundqvist et al. 1998, Chavez De Paz et al. 2003)^{63,29,78,18}. *Enterococcus faecalis*, на пример, е способен да преживее на рН од 11.1, благодарение на функционирањето на неговата протонска пумпа (Evans et al. 2002)²⁴. Исто така, чисти култури од овие бактериски примероци можат да формираат протективен биофилм во кореновите каналите третирани со калциум хидроксид (Distel et al. 2001)²³ и имаат способност да ги населат дентинските тубули (Love 2001, Peters et al. 2001)^{47,64}. Во услови на отсуство на нутрициеси *E. faecalis* покажува резистенција кон NaOCl (LaPlace et al. 1997)⁴⁴, поради тоа што регулацијата на стрес - индуцираните протеини е важна за бактерискиот опстанок (Hartke et al. 1998)³².

Конфронтацијата со перзистирачките инфекции останува како предизвик, иако за тоа постојат различни стратегии. Една таква постапка е упо-

требата на хлорхексидин (CHX) сам или во комбинација со калциум хидроксид (Safavi et al. 1990, Haapasalo et al 2000, Gomes et al. 2003, Baker et al. 2004, Siren et al. 2004)^{69,30,29,6,72}. Алтернативно, поширока препарација на кореновиот канал може да го олесни протокот на иригансите (Albrecht et al. 2004, Lee et al. 2004)^{1,45}. Во таа смисла, дијаметарот на апикалната препарација изгледа помалку важен за отстранување на дебрисот и бактериската флора (Card et al 2002, Coldero et al. 2002)^{15,19}. Може да се претпостави дека проширениот и подобро оформен коренов канал го олеснува внесувањето на медикаментот, особено во случаи со покомплексна анатомија. Во секој случај, избраниот третман треба да биде ефикасен, продуктивен и минимално инвазивен.

Контроверзен начин за справување со патогените микроорганизми во кореновите канали е употребата на ласерско зрачење. Ефикасноста на ласерот за фототермална дезинфекција долги години е испитувана и се дошло до заклучок дека ласерската апликација е безбедна и има потенцијал.

In vitro испитувањата покажале дека после примена на ласерски третман во каналот на коренот на забот, доаѓа до комплетно затворање на дентинските тубули. Ласерскиот зрак во каналот не влијае на количината на размазниот слој, меѓутоа после зрачење во каналот во присуство на размазниот слој воочено е поефикасно затворање на дентинските тубули во параканалниот слој на дентин.

Испитувања *in vitro* на дејството на ласерското зрачење врз колонизацијата на *St.mutans* правеле и Андјелич со сор.⁴ во 1996 година. Тие укажуваат за сигнификантна потврда за инхибиција на овие микроорганизми. Авторите користеле полупроводнички ласер од типот на Prometheus со максимална сила 10W, бранова должина 904nm и емисија на инфрацрвен спектар со пулсирачки карактер во рамките на 10 - 40 Hz.

Многу студии *in vitro* и *in vivo* укажуваат на значителна редуција на бактериската содржина од коренските канали третирани со Nd:YAG ласе-

рот. Експерименталните испитувања на екстрахирани хумани артифицијални модели заби укажуваат на ефикасноста и бактерицидното дејство на Nd:YAG ласерот, дезинфекција на каналите, односно редукција на микроорганизмите од 99.7 % (Bergmans et al. 2002)⁹, 99.2 % (Moritz et al. 1999)⁵⁰, а притоа да се исклучени штетното термичко дејство врз околните ткива.

Многу автори имаат публикувано трудови каде што ги испитувале анти-микробиолошките својства на многу типови ласери. Интересот за ласерската ендодонција се концентрира на можноста да се екстрипира содржината на кореновиот канал, кон стерилизација и обработка на сидовите на кореновите канали. Во претходните испитувања биле употребувани Nd:YAG, Ho: YAG, Er: YAG, CO₂, excimer и argon ласерите. Континуирачкиот Nd: YAG ласер има променливи резултати: од никаков ефект, до прелом на размазниот слој и топење и повторно зацврстување на дентинот. Пулсирачкиот Nd: YAG ласер не е во можност да ја глазира дентинската површина на сидовите на кореновите канали. Неговата радијација има тенденција да го евапоризира дентинот, резултирајќи со создавање на кратери и перфорации. Nd: YAG ласерот го отстранува размазот слој, којшто се создава при обработка со рачни инструменти и иригација со хемиски соединенија, но не може да го промени калкосферичниот изглед на дентинските сидови. Со тоа е потврдено дека Nd: YAG ласерот има бактерициден ефект врз микроорганизмите во кореновиот канал. Аргон ласерот исто така може да го отстрани размазниот слој, додека пак CO₂ ласерот конзистентно создава стопена дентинска површина со минимални пукнатини. Субаблативната ирадијација со Er: YAG ласер има кумулативен бактерициден ефект, така што дури и единечни пулсеви се ефективни. Од претходното, може да се заклучи дека ласерот има способност да го прочисти кореновиот канал; со својата радијација можно е да го отстрани размазниот слој и поголемиот дел од радијацијата да има извесен бактерициден ефект врз микроорганизмите.

Ласерската технологија овозможува бројни стоматолошки интервенции да се изведат во сува средина, со одлична видливост и со значајна заштеда на време. Ласерскиот зрак може да делува и врз тврдите, и врз меките ткива, ги намалува болните сензации во тек на интервенцијата, го редуцира бројот и вируленцијата на бактериите.

Земајќи ги предвид бројните квалитети, предности и подобности на оваа технологија во терапија на многу заболувања, Академијата за ласерска стоматологија и интрнационална организација на повеќе од 500 клиничари, истражувачи и академици, во 1993 година препорачале ласерот да се воведо како неопходна опрема во стоматолошката практика.

Меѓутоа мора да се нагласи дека практичната примена на ласерите во стоматологијата е проследена со определени технички проблеми, коишто произлегуваат од анатомските особености на максилофацијалната регија. Овие особености од своја страна бараат специјални додатоци, како што се: сонди и придружни додатоци, кои би го направиле ласерскиот зрак достапен до тешко пристапните места во устата и забите. За таа цел конструирани се сонди со светло, сонди кои ги пренесуваат зраците под одредени агли, тенки кварцни влакна и слични додатоци.

ЦЕЛ НА ТРУДОТ

ЦЕЛ НА ТРУДОТ

Напредокот на современата технологија и денталната индустрија од ден - на ден резултираат со сè пософистицирани апарати и технологии кои нудат нови можности за подобрување на постојаните тераписки методи. Нашите стремежи да не отстапуваме од досегашните, докажани биолошки принципи при изведувањето на ендодонските третмани, а соочени со новиот предизвик - можноста со ласерски третман да делуваме во ендодонциумот, беа предизвик да го проследиме неговиот ефект во наведената смисла, преку реализација на поставените цели:

- да се проследи антимикуробиолошкото дејство на Er: YAG ласерското зрачење при примената во ендодонскиот третман на заби со канална бактериска инфекција;
- да се проследи ефектот на ласерското зрачење врз околното ткиво во смисла на негова термичка алтерација;
- да се изврши компарација на ефикасноста на ласерската ирадиација при ендодонскиот третман на забите со конвенционалниот ендодонски третман, кој се применува во секојдневната стоматолошка практика.

Реализацијата на зацртаните цели на овој магистерски труд треба да придонесе во разрешување на дилемата за *можностите на ласерската технологија* при употреба во ендодонтската терапија и укаже на нејзините евентуални предности или недостатоци во споредба со класичните методи за ендодонтско лекување на забите со бактериска инфекција на кореновите канали.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД

За реализација на поставените цели спроведени се испитувања на заби со гангренозно распадна пулпна ткиво кај пациенти од двата пола на возраст од 13 до 20 години, одбрани по случаен избор на Клиниката за Детска и превентивна стоматологија. Испитуваните заби беа поделени во две групи:

- првата група ја сочинуваа 31 траен заб со гангренозно распадна пулпа од двете вилицы, кои ќе бидат третирани со Er:YAG ласерот (KaVo).
- втората група ја сочинуваа 31 траен заб со гангренозно распадна пулпа од двете вилицы кои ќе бидат третирани со конвенционалните методи за ендодонски третман.

За реализација на поставените цели ќе бидат извршени:

- Клинички испитувања
- Микробиолошки испитувања

Клинички испитувања

Клиничките испитувања опфатија:

- рутински стоматолошки прегледи со сонда и огледалце,
- земање на детални анамнестички податоци за поставување точна дијагноза на забите кои беа предмет на испитувањето,
- рендгенограм (ретроалвеоларна снимка) на секој од испитуваните заби како помошно дијагностичко средство.

Микробиолошки испитувања

Микробиолошките испитувања за ефикасноста на ласерската терапија опфатија квантитативно и квалитативно одредување на микробиолошката флора во каналот на коренот на забот пред и после секоја сеанса од ендодонетската терапија со употреба на ласер и со класичен конвенционален метод.

Методот на работа беше следниот: на шеесетидва заба со дијагностицирана гангренозно распадна пулпа им беше екстрипирана пулпата, а потоа земен примерок од каналот за микробиолошко испитување.

- **Првата група** заби беа обработени механички, каналите беа проширени со кер проширувачи до големина 35. Потоа беа ендодонтски третирани со Er: YAG ласер од фирмата KdVo со употреба на продолжетокот кој користи фибер - оптичко влакно, а апаратот беше подесен на следните параметри: јачина од 60 до 80mJ и фреквенција од 10Hz.

Постапката ја изведувавме на следниот начин: фибероптичкото влакно го внесувавме во каналот до контакт со апекс, потоа малку го повлекувавме и со ротациони движења по ѕидот на каналот за време од 10 секунди го извлекувавме. Потоа следеше земање примерок од каналот за микробиолошко испитување. Каналот го затворававме со суво стерилно тампонче и средство за привремено затворање на кавитет. Целата оваа постапка на ласерска обработка и земање примерок ја повторувавме 4 пати во период од 4 до 5 дена. Понатамошната постапката на полнењето на каналот и рентгенолошкото следење беше идентична како со следната група заби.

- **Втората група** на заби беше класично третирана, односно: применета механичка обработка и проширување на каналот со обилно испирање со 3% хидроген; потоа, пред да биде аплицирана влошка со sol. chlumsky и јодоформ повторно земавме примерок за микробиолошко испитување. Следниот примерок го земавме после два дена, пред да го наполниме каналот со мека паста sol. chlumsky - јодоформ. По еден месец, по претходна

рентгенолошка верификација на состојбата, го отстранивме мекото полнење и повторно земавме примерок за микробиолошко испитување пред да го наполниме каналот со дефинитивно полнење. Потоа забите ги следевме рентгенолошки во временски интервали од еден, три и шест месеци.

Постапка на земање на микробиолошкиот примерок после обработката на кореновиот канал:

- Полнење на каналот со физиолошки раствор;
- Извлекување на содржината од каналот со помош на стерилен хартиен штифт;
- Ставање на штифтот во стерилен стаклен сад и негово херметичко затворање.
- Итно транспортирање на материјалот до институтот за микробиологија (поради присуството на анаеробна флора во примерокот).

Микробиолошка обработка на материјалот:

Засадување на земениот примерок на хранителни подлоги (три) за инкубационен период од 24 до 48 часа:

1. хранителна подлога за изолација на аеробни коки и бацили,
2. Schaedler agar за изолација на анаеробни коки и бацили и
3. Mitis Salivarius agar селективна подлога за изолација на *Str. Mutans* и *Str. salivarius*.

Интерпретација на микробиолошкиот наод

Микробиолошкиот наод е анализиран по пат на квантификација, односно одредување на бројот на пораснатите колонии на подлогите.

Статистичка обработка

За статистичка анализа на добиените резултати користевме методи на дескриптивна и аналитичка статистика. За опис на добиените резултати

ги користевме следните методи на дескриптивна статистика (параметриска и непараметриска):

- фреквенции
- проценти
- аритметичка средина (средна вредност)
- медијана
- минимум
- максимум
- стандардна девијација
- стандардна грешка
- кростабулации (вкрстување)

За тестирање на нулта хипотеза ги користевме следните аналитички статистички методи (статистички непараметриски тестови):

- Фридманов тест за врзани примероци (Freidman test)
- Вилкоксонов тест на еквивалентни парови (Wilcoxon signed ranks test)
- Ман-Витниев У тест на инверзија (Mann-Withney U test)

Нивото на веројатност на остварување на нулта хипотеза согласно стандардите за биомедицински науки беа на ниво 0,05 и 0,01. Свкупната статистичка анализа е направена комјутерски со РС IBM 586,IV рго со помош на статистичка програма на Институтот за социјална медицина, статистика и истражувања во здравството на Медицинскиот Факултет во Белград. Резултатите на статистичка анализа се прикажани табеларно и графички исто така со помош на РС.

РЕЗУЛТАТИ

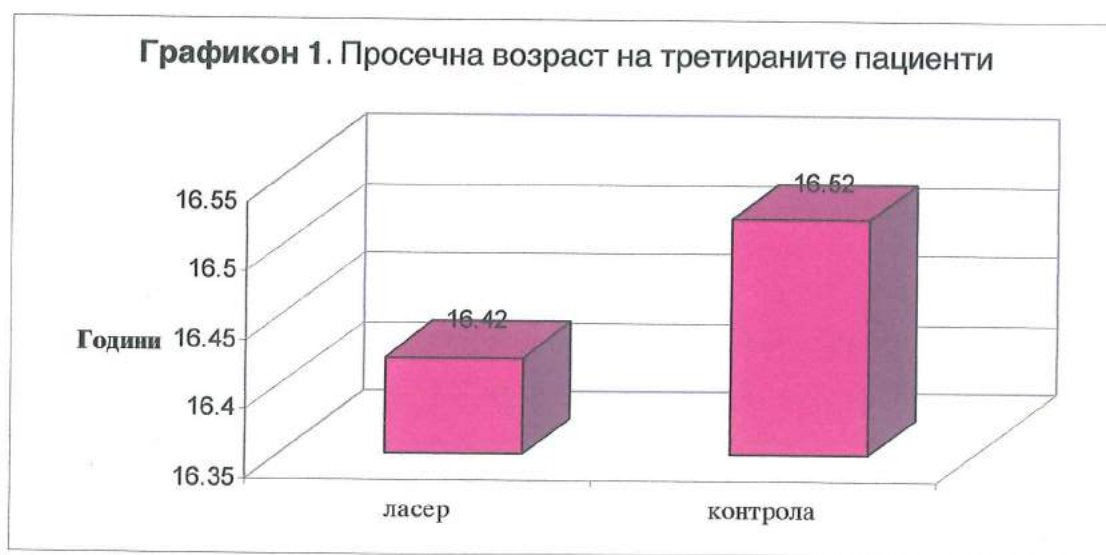
РЕЗУЛТАТИ

Наодите на нашата студија од клиничките и параклинички испитувања на ефикасноста на тврдиот ласер применет во ендодонскиот третман на забите со гангренозно распадна пулпа се прикажани на следните графичони и табели:

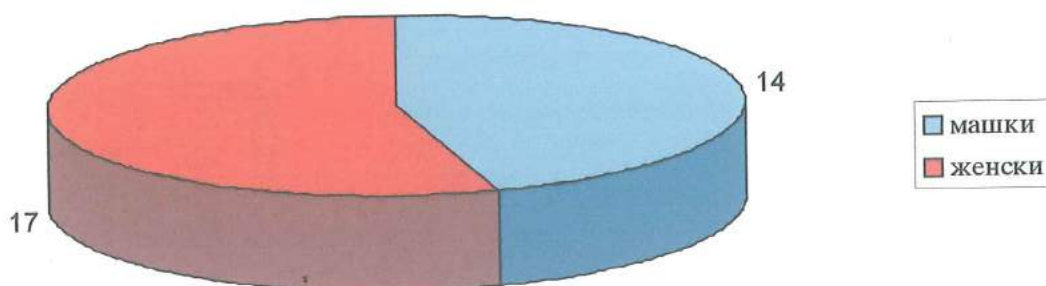
На следната табела и двата графичони дадени се основните дескриптивни статистички податоци за третираните заби според половата дистрибуција и просечната возраст на пациенти со двете методи, ласерска и класична (контролна).

Табела 1. Возраст кај испитуваните пациенти (во години)

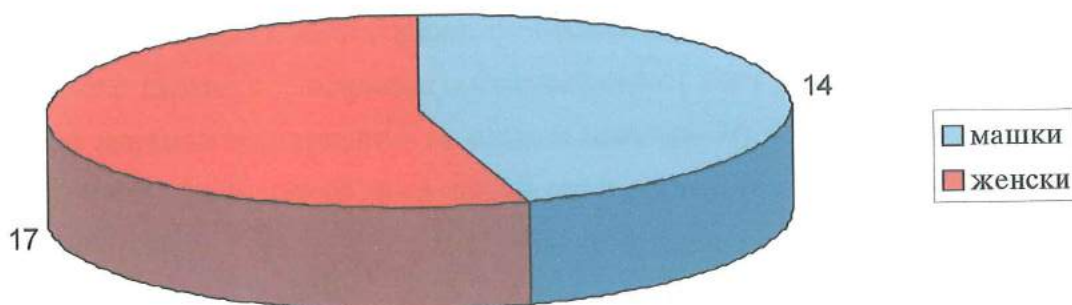
	Средна вредност	SD	SE	med.	min.	max.
Ласер	16.42	2.14	0.38	17	13	20
Контрола	16.52	2.35	0.42	17	13	20



Графикон 2. Дистрибуција на заби третирани со ласер според пол

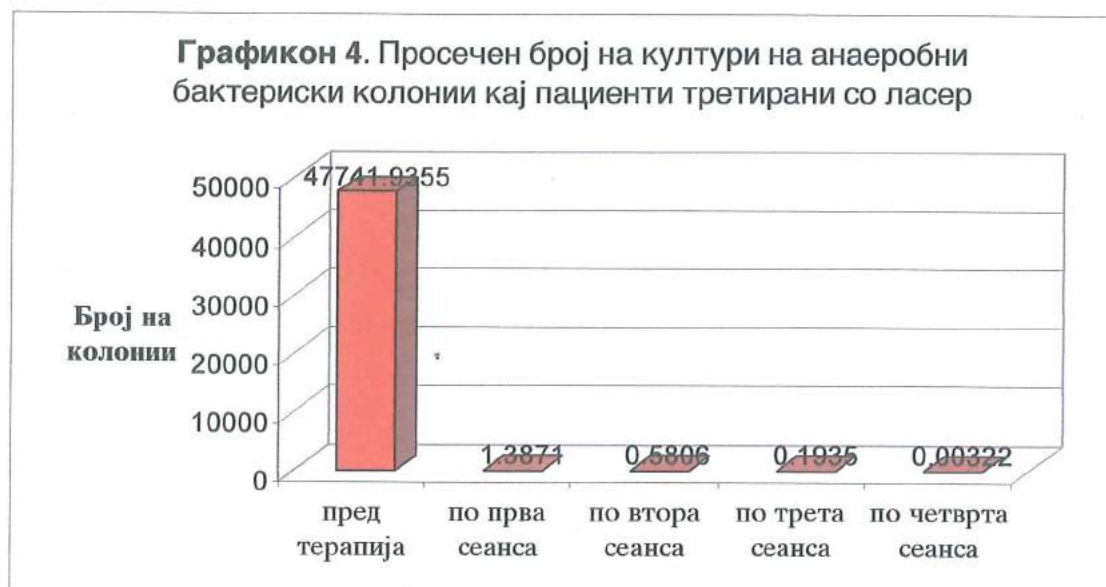


Графикон 3. Дистрибуција на заби третирани со класична метода според пол



Од дескрипцијата на групите во однос на пол и возраст се гледа дека групите се хомогени и меѓусебно споредливи (не се разликуваат статистички ниту по полова ниту по возрастна дистрибуција).

Резултати од микробиолошките испитувања



На графикон 4 е прикажан просечниот број на анаеробни бактериски култури на забите третирани со ласер во сеанси (од пред терапија до IV сеанса по ласер терапија). Направен е Фридмановиот тест (Двосмерна, еднофакторска анализа на варијанса за врзани примероци) која покажа: Хи-квадрат=111,657; DF=4; $p < 0,01$; што значи дека постои статистички високозначајна разлика во однос на просечниот број бактериски колонии на анаеробните бактерии кај забите третирани со ласер и доаѓа до високосигнификантно намалување на просечниот број колонии по третманот со ласер. За подетална анализа направени се и низа тестови каде се споредени меѓусебно секоја сеанса со секоја со помош на Вилкоксоновиот тест на еквивалентни парови и добиено е:

- пред терапија - прва сеанса по терапија, $p < 0,01$ - високостатистички значајна разлика во просечниот број анаеробни бактериски колонии (значи веднаш по првиот третман доаѓа до пад на просечниот број на колонии).

- пред терапија - втора сеанса по терапија, $p < 0,01$, значи и тука имаме високостатистички значаен пад на просечниот број колонии на анаеробни бактерии пред терапија и по втора контрола по ласер третман.
- пред терапија - трета сеанса по терапија, $p < 0,01$, значи и тука имаме статистички високзначаен пад на просечниот број колонии на анаеробните бактерии во однос на бројот пред терапија.
- пред терапија - четврта сеанса по терапија, $p < 0,01$, значи и тука падот е статистички високзначаен.
- прва сеанса по терапија - втора сеанса по терапија, $p > 0,05$, значи не постои статистички значајна разлика меѓу првата и втората сеанса по ласер терапија;
- прва сеанса по терапија - трета сеанса по терапија, $p > 0,05$, значи и тука не постои статистички значајна разлика;
- прва сеанса по терапија - четврта сеанса по терапија, $p > 0,05$, значи не постои статистички значајна разлика во просечниот број колонии на анаеробни бактерии по првата контрола и по четвртата контрола по ласер терапија.
- втора сеанса по терапија - трета сеанса по терапија, $p > 0,05$, значи и тука нема статистички значајна разлика во просечниот број анаеробни колонии.
- втора сеанса по терапија - четврта сеанса по терапија, $p > 0,05$, и тука нема статистички значајна разлика.
- трета сеанса по терапија - четврта сеанса по терапија, $p > 0,05$, значи и сега не постои статистички значајна разлика.

Практично, по ласер третманот веднаш доаѓа до статистички високзначаен пад на просечниот број колонии на анаеробните бактерии и оваа состојба останува и во понатамошните контроли во однос на стартниот просечен број на анаеробни колонии на бактерии по ласер третманот, а понатамошниот пад на просечниот број на бактериските колонии на анаеробните бактерии не е значаен (ова е за анаеробните бактериски колонии).

На табела 2 се дадени дескриптивни податоци од анализата на колонии на анаеробни бактерии на заби кај пациенти третирани со ласер:

Табела 2. Просечен број на колонии на анаеробни бактерии кај заби третирани со ласер

	средна вредност	SD	SE	med.	min.	max.
пред терапија	47741.9355	80579.554	14472.5151	25000	5000	250000
I сеанса	1.3871	4.1688	0.7487	0	0	20
II сеанса	0.5806	1.6284	0.2925	0	0	7
III сеанса	0.1935	0.6011	0.108	0	0	3
IV сеанса	0.003226	0.1796	0.003226	0	0	1

На табела 3 е извршена анализа и на колонии на аеробни бактерии на заби кај пациенти третирани со ласер. Дадени се дескриптивните податоци:

Табела 3. Просечен број на колонии на аеробни бактерии кај пациенти третирани со ласер

	средна вредност	SD	SE	med.	min.	max.
пред терапија	1608.000	2585.1746	3697.2065	5000	10	50000
I сеанса	0.8065	2.2423	0.4027	0	0	9
II сеанса	0.1613	0.4544	0.008161	0	0	2
III сеанса	0.00	0.00	0.00	0	0	0
IV сеанса	0.00	0.00	0.00	0	0	0

Просечниот број аеробни бактерии, пред терапија и во четирите сеанси по терапија даден е на следниот графикон:



И тука е направен Фридманов тест за врзани примероци и е добиено: Хи-квадрт-111,455; $DF=4$; $p<0,01$; Значи постои статистички високосначајна разлика во просечниот број колонии на аеробни бактерии пред третманот и по третманот во различните сеанси на контрола. За подетална анализа направена е серија од Вилкоксонови тестови на еквивалентни парови и добиено е:

- пред терапија - прва сеанса по терапија, $p<0,01$, значи постои статистички високосначајна разлика во просечниот број на колонии на аеробни бактерии пред третман и по првата контрола.

- пред терапија - втора сеанса по терапија, $p < 0,01$, значи разликата и тука е високостатистички значајна.

- пред терапија - трета сеанса по терапија, $p < 0,01$, значи разликата и понатаму е статистички високозначајна;

- пред терапија - четврта сеанса по терапија, $p < 0,01$, значи и тука разликата е високостатистички значајна.

- прва сеанса по терапија - втора сеанса по терапија, $p < 0,05$, значи постои статистички значајна разлика во однос на просечниот број колонии на аеробни бактерии во двете сеанси на контрола.

- прва сеанса по терапија - трета сеанса по терапија, $p < 0,05$, значи и тука разликата е статистички значајна.

- прва сеанса по терапија - четврта сеанса по терапија, $p < 0,05$, значи и тука разликата е статистички значајна.

- втора сеанса по терапија - трета сеанса по терапија, $p > 0,05$, не постои статистички значајна разлика во просечниот број колонии на аеробни бактерии во втората и третата контрола.

- втора сеанса по терапија - четврта сеанса по терапија, $p > 0,05$, значи не постои статистички значајна разлика и помеѓу овие две сеанси.

- трета сеанса по терапија - четврта сеанса по терапија, $p > 0,05$, и тука нема статистички значајна разлика.

Кај аеробните колонии веднаш по ласер терапијата при првата контрола доаѓа до статистички високозначаен пад, а веќе по третата контрола доаѓа до целосно уништување на аеробните бактерии и истото го имаме и во четвртата контрола, па затоа нема статистички значајна разлика по овие контроли.

На следната табела е прикажан просечниот број на колонии на бактерии кај контролната група со помош на дескриптивна статистика:

Табела 4. Просечен број бактериски колонии кај пациенти третирани со класичен метод

	средна вредност	SD	SE	med.	min.	max.
пред терапија	91290.3226	95043.5667	17070.3285	25000	5000	250000
по влошка	36774.1935	38143.1162	6850.7059	10000	1500	100000
по полнење	18387.0968	19070.7934	3425.2156	5000	500	50000

Направен е Фридманов тест и добиено е: Хи-квадрат тест: 62,DF=2, $p < 0,01$, значи постои статистички високосначајна разлика во просечниот број на бактериски колонии пред третман и по влошка и по полнење. Направените Вилкоксони тестови покажаа:

- пред терапија - по влошка, $p < 0,01$, значи постои статистички високосначајна разлика во однос на просечниот број на бактериски колонии по влошка во однос на нивниот просечен број пред третман.
- пред терапија - по полнење, $p < 0,01$, значи и тука разликата е статистички високосначајна.
- по влошка - по полнење, $p < 0,01$, и тука разликата е статистички високосначајна.

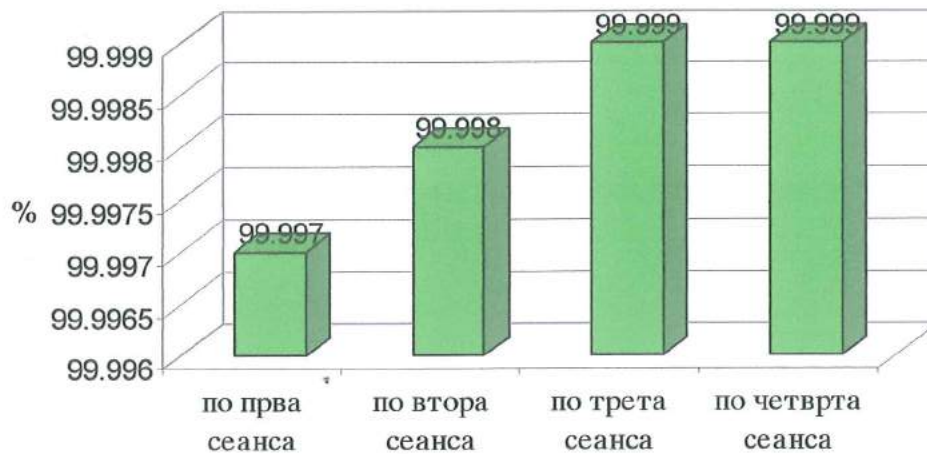
Графичкиот приказ на табела 4 е даден на долниот графикон:



Табела 5. Процент на бактериска редукција кај забите третирани со ласер по четири сеанси

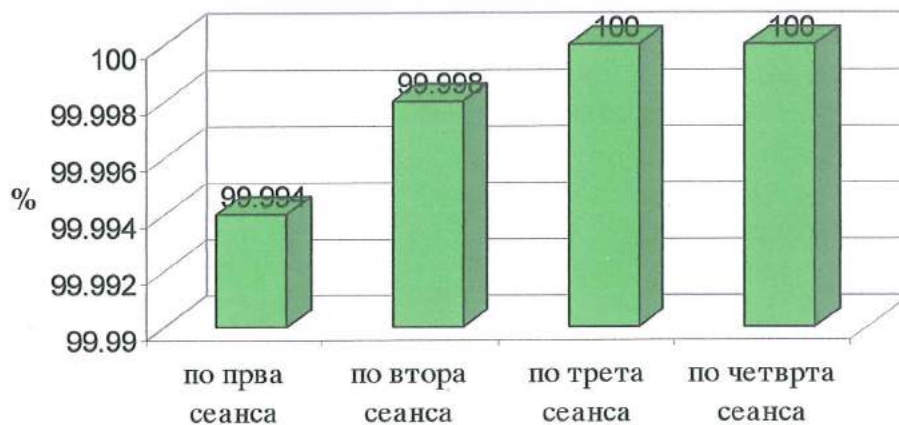
	аеробни	анаеробни
%- прва сеанса	99.994%	99.997%
%- втора сеанса	99.998%	99.998%
%- трета сеанса	100%	99.999%
%- четврта сеанса	100%	99.9999%

Графикон 7. Процент на редукција на бројот на култури на анаеробни бактериски колонии кај пациенти третирани со ласер



Графички приказ на табела 5 за анаеробни бактерии

Графикон 8. Процент на редукција на бројот на култури на аеробни бактериски колонии кај пациенти третирани со ласер



Графички приказ на табела 5 за аеробни бактерии

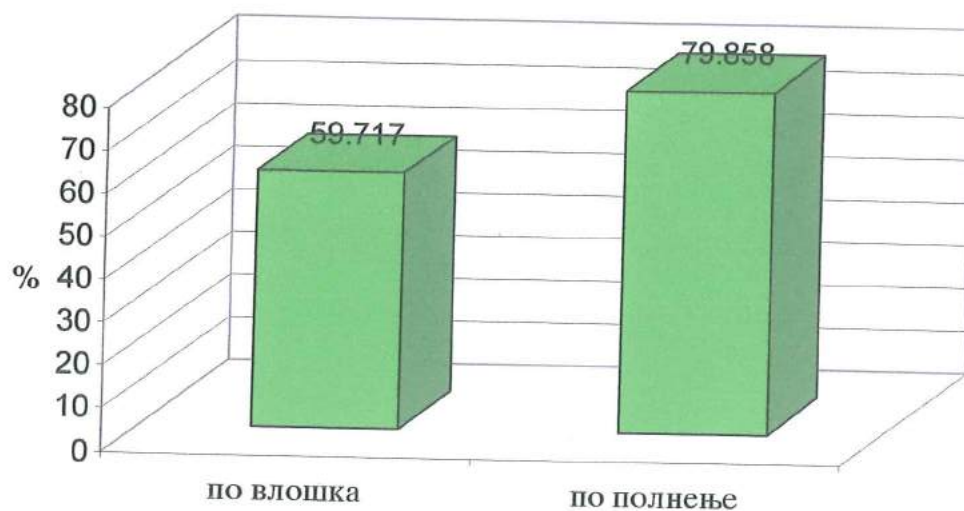
Од претходното можеме да заклучиме дека процентот на редукција со помош на ласерската ирадиација, и кај аеробните, и кај анаеробните бактерии е многу висок, а статистиката со Фридмановиот тест покажа статистички високозначајна редукција на процентот на бактериите како аеробните така и анаеробните.

Кај контролната група е извршена истата анализа со следната табела и графикон:

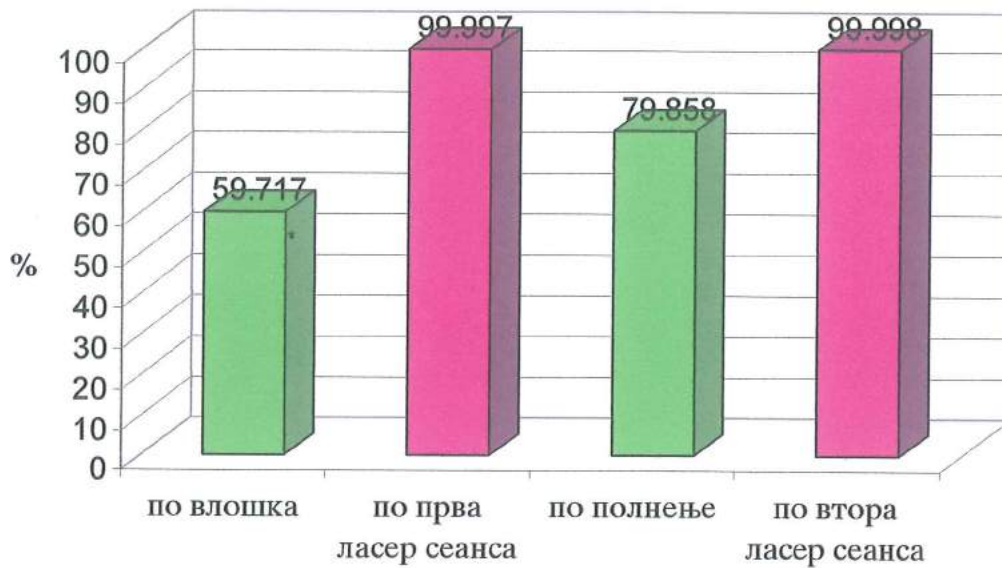
Табела 6. Процент на намалување на бактериските колонии кај заби на пациенти третирани со класичен метод

	бактерии
% - По влошка	59.717%
% - По полнење	79.858%

Графикон 9. Процент на редукција на бројот на култури на бактериски колонии кај пациенти третирани со класична метода



Графикон 10. Споредбен процент на редукција на бројот на култури на бактериски колонии кај пациенти третирани со двете методи



На графикон 10 е претставена споредба на процентната редукција на бројот на бактериски култури меѓу класичниот метод, и првата, и втората сеанса на редукција со ласер метода, и за анаеробни, и за аеробни бактерии, и тоа со Ман-Витниевитот У тест на инверзија. Значи процентот на редукција е многу поголем и тоа е статистички високосначајно кај ласер во однос на класичниот метод.

ДИСКУСИЈА

ДИСКУСИЈА

Современиот свет, брзиот технолошко - технички напредок доведеа до брз напредок на квантната електроника, којашто овозможи ласерот да најде широка примена во сите сфери на биомедицината со можност за подобрување на дијагностички и тераписки процедури во сите сфери на биомедицинската наука. Со ова се отворија нови и ефикасни можности за примена на ласерите во лекувањето разни заболувања, како во медицината, така и во стоматологијата.

Кохерентното електромагнетно зрачење, коешто е по потекло од ласерот, за разлика од другите зрачења, не се среќава во природата како спонтано. Ова зрачење е индуцирано, па оттаму е неопходно да се води сметка, бидејќи постои потенцијална опасност од ефекти кои однапред не би можеле да се предвидат.

Поради овие причини, многу истражувачи се занимавале со проучување на дејството на ласерското зрачење врз организмот во целина, врз органите и органските системи до најсуптилните испитувања врз клетките и делови од клетката. Од сето ова произлегле многубројни научни трудови, во кои се прикажани дејствата врз биолошките ткива.

Сознанијата за биолошкиот ефект врз живите клетки се добиени кога почнале да се применуваат ласерите како замена за фототерапевтските методи. Со постигнувањето на првите поволни клинички резултати се зголемил научниот интерес за дејството на ласерските зраци, што предизвикало многу научни центри да започнат со фундаментални истражувања во медицината. Бидејќи првичните резултати биле такви што делувале

стимулирачки врз многубројните процеси, присвоен е терминот "биостимулирачки ефекти".

Примената на ласер во ендодонтската терапија се состои во стерилизација на исчистен и обработен коренов канал, односно стерилизација на параканалниот слој на ѕидовите на каналот, со помош на тенко оптичко кварцно влакно кое овозможува светлосниот зрак да продре во дентинските ѕидови и акцесорните канали и ги уништи заостанатите бактерии. Стерилизирачкиот ефект на ласерот е резултат на генерирана топлина, која ги елиминира бактериите, меѓутоа не го оштетува ткивото во експонираната зона.

Според Hirst et al. 1997³⁴ употребата на Er:YAG ласерот се покажала ефикасна кај елиминацијата на инфективниот материјал и smear layer-от од коренските канали. После третманот со ласерското зрачење немало присуството на дебрис и размазен слој (smear layer), а дентинските канали биле отворени и чисти.

Од страна на Аник и сор⁵, испитувани се морфолошки и температурни промени и промени во пропустливоста на дентинските ѕидови во коренските канали, предизвикани со дејство на CO₂, Nd:YAG и ARGON ласер, кај 182 еднокорени екстрахирани заби, при што кај 91 заб е применет 5% NaOCl и 15% EDTA. И притоа статистички не е докажана никаква разлика во пропустливоста на дентинот пред и по работата со ласерот помеѓу експерименталната и контролната група. Користената снага на Nd:YAG ласерот била 1 и 2W во пулсен мод (25 пулса во секунда), а траењето на секоја експозиција било три секунди. Силата на ARGON ласерот изнесувала 1W во пулсен мод, а секој мод поодделно траел 0.5, односно 0.32 мм.

Резултатите на scanning електронската микроскопија укажуваат дека и двата ласера во апексната третина на коренот создаваат глазиран површински слој, којшто лесно се отстранува механички.

Ендодонтскиот третман претставува еден од најфреквентните типови на терапија во денталната пракса. Третманот може дополнително да се искомплицира со инфламација и периапикална иритација, и поради тие причини пациентите треба периодично да го посетуваат стоматологот.

Пулпината гангрена е најчесто предизвикана поради продор на микроорганизми од коронарната површина на забот, што резултира со потреба од ендодонтски третман. Крајната цел на овој третман е стерилизација на обработената површина на каналот на коренот, сè до завршување на третманот со негово полнење. Многу често се јавува проблем од контаминација, бидејќи со обработка на кореновиот канал се создава размазен слој којшто се претпоставува дека е плодна почва за развој на микроорганизми, поради кои доаѓа до неуспех во ендодонтскиот третман. Конвенционалните методи, коишто се употребуваат за стерилизација на кореновиот канал се помалку ефикасни, бидејќи не го отстрануваат целосно размазниот слој, така што микробиолошкиот наод е позитивен и до 40% од случаите. Земањето микробиолошки примероци може да води кон поуспешна клиничка терапија, но рутинско земање примероци е клинички непрактично. Соодветната антибиотска терапија, како додаток на конвенционалната клиничка процедура, може да биде од непроценлива корист поради што 35% од стоматолозите во Соединетите Американски Држави редовно употребуваат антибиотици во терапијата.

Механичката обработка на кореновите канали може да го оштети периапикалното ткиво механички, хемиски или со пенетрација на инфекцијата, така што инфламаторниот процес може да продолжи неколку дена после

третманот. Оваа несакана реакција може да има негативно влијание врз ендодонтскиот третман. Со конвенционалниот ендодонтски третман во идеален случај отстрануваме само 80% од бактериската инфекција од каналот на коренот. Кај премолари и молари добиени се исти резултати по долгорочна терапија - комбинација на механичка и хемиска обработка на кореновиот канал и апликација на калциумхидроксид паста.

Антисептичноста е суштината при терапија на коренови канали со апикален периодонтитис. Во прилог на тоа, употребата на механички инструменти и средства за дезинфекција на кореновите канали претставува рутина во клиничката практика. За жал, употребата на овие средства не доведува до потполно уништување на микроорганизмите (Sjogren et al. 1997)⁷⁸, меѓутоа антимикубиолошкиот процес може да продолжи после полнењето на каналот поради антибактерицидните својства на средството за полнење или преку блокирање на нутрициенсите (Saleh et al. 2004)⁷¹.

Резултатите од ова истражување се во согласност со резултатите од испитувањето на Gutknecht²⁹, кој истакнува дека многу поефикасен начин за ендодонтски третман на кореновите канали е Nd:YAG ласерската радијација со помош на продолжеток со фибер оптичко влакно кое моментално и доволно ќе ја стерилизира не само обработената површина на коренот туку и размазниот слој и рамификациите на кореновиот канал. Јачината од 60 mJ и фреквенцијата од 10 Hz претставуваат оптималната доза за резидуалниот дезинфекционен ефект (стерилизација од 100%).

Флексибилното фиброоптичко влакно може да ги озрачи ѕидовите на каналот без да ја оштети нивната површина. Hibst³⁴ нашол дека едносеансни ласерски пулсеви водат кон краткотрајни зголемувања на температурата на површината, но само мала топлина се трансферира на забот. Површинската стерилизација може да биде постигната со кумулативен

ефект со мултипни пулсеви кои, меѓутоа, можат да се сепарираат со временски интервали доволно долги да ја спречат акумулацијата на топлината. Ткивото кое не е директно подложено на ласерска радијација или подлабоките ткива нема да бидат афектирани од субаблативниот ефект на Er:YAG ласерот. Вистински бактерициден ефект може да се опсервира кај Er:YAG радијацијата во директен контакт преку фиброоптичкото влакно или подвижно оптичко влакно.

Користејќи ја специфичната ендодонтска литература, можеме да видиме дека уште во 1984 год. Dederich²² ни дава ран поглед на ефектот на Nd:YAG ласер со различно времетраење (Hz) и ниво на енергија (mJ), кога беше откриено дека дентинот се топи и рекристализира до непорозна површина. За ендодонтскиот третман беа употребени eximer ласер, CO₂ ласер и Er:YAG ласер. Заклучокот од резултатите е дека ласерите не се ефикасни во проширувањето и оформувањето на каналот. Едносеансна дезинфекција на кореновиот канал за време на ендодонтскиот третман со помош на терапевска доза на ласерска радијација може да постигне јака бактериска редуција после конвенционално чистење, ширење и обработка на кореновиот канал, без периапикална иритација и инфламација по третманот.

Mehl и сор.⁴⁹ ги испитувале бактерицидните ефекти на Er:YAG ласерот при радијација на коренови канали. Кореновите канали на 90 свежо екстрахирани предни заби биле механички обработени, стерилизирани и поделени во групи од по 10 примероци. Потоа кореновите канали биле инокулирани со *Escherichia coli* или *Staphylococcus aureus* во време од 2 часа. Ласерски третираниите групи биле експонирани секоја по 15 или 60 сек. на Er:YAG ласерско зрачење со енергија 50 mJ и пулс од 15 Hz. Дополнително, за секоја бактериска испитувана група, по еден примерок бил испиран со NaOCl раствор (1.25%), а една била оставана нетретираниа како

контрола. После ирадијацијата или иригацијата, бил следен бројот на бактериите засадени на бактериолошка подлога. Во случајот на *S. aureus*, примарната бактериска флора во кореновите канали (контролна група) била редуцирана на 0.15% после 15 сек. и 0.06% после 60 секунди од ласерскиот третман. Во групата со *E. coli*, бројот на бактериите бил намален на 0.13% после 15 сек. и 0.034% после 60 секунди на ласерска радијација. Иригацијата на кореновите канали со NaOCl го редуцирал бројот на бактериите на 0.033% за *S. aureus* и на 0.020% за *E. coli*. Според заклучокот од испитувањето, а и во согласност со резултатите добиени во овој магистерски труд, евидентно е дека Er: YAG ласерската ирадијација покажува многу ефективни антимикуробиолошки можности при третирање дентални коренови канали, во зависност од времетраењето на радијацијата.

Опстојувањето на бактерии во тродимензионалната тубуларна мрежа на дентинот од кореновите канали може да се смета за главна причина за неуспех на ендодонтскиот третман. Патогената флора обично е составена од грам-позитивни и грам-негативни бактерии, коишто го поддржуваат периапикалниот инфламаторен процес. Отстранувањето на овие бактерии и нивните токсини е неодложен предуслов за успешна ендодонција.

За време на конвенционалниот третман на кореновиот канал со хемомеханички методи, инфицирано пулпино ткиво и слоеви на дентинот на кореновиот канал можат да се отстранат само до извесна мерка. Додека морфологијата на кореновиот канал го лимитира обемот на механичката препарација, хемиските ириганси се ефективни само на дентиските слоеви кои се директно до ѕидот на каналот. Според Kouchi⁴⁰ бактериите се способни да извршат инвазија на перилуминалниот дентин до длабочина од 1000µm, додека пенетрирачката длабочина на хемиските ириганси е лимитирана на околу 130µm. Поради овој недостаток од пенетрација во длабочина на бактерицидните агенси, патогените бактерии преживуваат и претставуваат причина за случаи кои се резистентни на терапија и долгорочни неуспеси во ендодонтскиот третман.

Со воведувањето на ласерите во сферите на конзервативната стоматологија, ендодонтската постапка е збогатена со мноштво нови методи на третман кои драматично ги зголемија шансите за успешен исход на третманите. Ласерите се покажаа како применливи и ефикасни средства за обработка и дезинфекција на кореновите канали. Ова особено се однесува за Nd:YAG ласерите, чијашто апликација во ендодонтската терапија е препорачана од многу автори. Според Vaarkamp⁸² и Odor⁶¹, како контраст на хемиските иригации, овие ласери се екстремно ефикасни во длабоките слоеви на дентинот. Нивните наоди сугерират дека дентинските тубули делуваат како лесни проводници, пренесувајќи ја ласерската светлина до оддалечените места на кореновиот дентин. Ласерски систем, којшто со голем успех се употребува во ендодонтската терапија, е Er:YAG ласерот, чијашто применливост е опишана од Hibst³⁴ и Schoop⁷³. Од неодамна за ендодонтска терапија во употреба е и Er,Cr:YSGG ласерот.

Во една сеопфатана студија Schoop et al.⁷³ ги спореди бактерицидните способности на овие четири различни ласери, коишто се употребуваат во ендодонцијата. Авторите инокулираа два различни микробиолошки соеви на дентински пресеци и ги озрачија со ласерско светло од контра страна на инокулацијата. Студијата покажа дека сите четири тестирани типови на ласер се во можност да ги дезинфицираат дентинските примероци во голема мерка, при што најдобри резултати покажа Er:YAG ласерот, а го потенцира бактерицидниот потенцијал на Er,Cr:YSGG ласерот, што се однесува до *E. coli* и *E. faecalis*, за првпат во контролирана in vitro студија.

Резултатите од наодите за бактериската редукција на микроорганизмите, добиени во рамките на овој магистерски труд кој претставува испитување in vivo, се во согласност со наодите на истражувачите на ова поле - Bergmans, 99.7%, Moritz, 99.2 % редукција, чии испитувања се вршени на екстрахирани хумани артифицијални модели заби.

ЗАКЛУЧОЦИ

ЗАКЛУЧОЦИ

Врз база на анализата на резултатите добиени од испитувањата реализирани во рамките на овој магистерски труд, може да се заклучи следното:

- Употребата на Er:YAG ласерот при ендодонтски третман на кореновите канали покажува многу ефикасна и сигнификантна елиминација на бактериската контаминација.
- Во однос на различните бактериски соеви, Er:YAG ласерот не покажува сигнификантна селективност.
- Ласерот претставува квалитетна алтернатива на класичните протоколи за коренова дезинфекција, поради можноста ласерската светлина да има бактерициден ефект на места тешко достапни за медикаментозна терапија, како дентинските тубули и периапикалното ткиво.
- Со конвенционалниот третман на кореновиот канал (хемиско - механички методи), инфицираното пулпно ткиво и слоеви на инфицираниот дентин на кореновиот канал можат да се отстранат само до извесна мерка.
- Треба да се нагласи дека иднината на ласерите во стоматолошките дисциплини зависи од познавањето на многубројните параметри врзани за интеракцијата помеѓу ласерските зраци и различните ткива во усната празнина.

На крај, можеме да заклучиме дека треба да веруваме во напредокот на науката, во напредокот на примената на современи научни сознанија, што водат до прогрес на медицината и стоматологијата.

ЛИТЕРАТУРА

LITERATURA

1. Albrecht LJ, Baumgartner JC, Marshall JG (2004) Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. *Journal of endodontics* 30,452-8.
2. Abt E, Widgor H, Lobraico R. Removal of benign intraoral masses using the CO2 laser. *Jam Dent Assoc* 33,115-127,1987
3. American national standard for the safe use of lasers ANSIS 136:1980, New York
4. Анджелич П, Војиновић Ј, Фрлан И. Могућности примене софтверског ласера у стоматологији: СГС,1998.;39,15-17
5. Анич И, Таџибана Х, Матсумото К. Морфолошке температурне промене, те промене пропустливости дентинског зида у корјенског канала узрокован дјеловањем CO2, Nd: YAG и ARGON ласера. I Свијетски конгрес хрватских стоматолога. Програм и књига сажетака,1994,стр.91
6. Baker NE, Liewehr FR, Buxton TB, Joyce AP. (2004) Antibacterial efficacy of calcium hydroxide, iodine potassium, betadine, and betadine scrub with and without surfactant against *E. faecalis* in vitro. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics* 98,359-64.
7. Баралић В, Драгојевић С, Велјковић Б. Превентивна употреба ласера након орално-хирушке интервенције. Зборник радова, IV конгреса стоматолога Србије и Црне горе са међународним учешћем, Игало,2004,61стр
8. Berkiten M, Berkiten R, Okar I. Comparative evaluation of antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation in root canals and dentinal tubules. *J Endod.* 2000 May; 26(5):268-70

9. Bergmans L, Moisiadis P, Van Meerbeek B, Quirynen M, Lambrechts P (2005) Microscopic observation of bacteria: review highlighting the use of Environmental SEM. *International Endodontic Journal* 38, 775-88.
10. Berutti E, Maarini A, Angerreti A (1997) Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *Journal of Endodontics* 23, 725-7.
11. Бејбеков М. Ултраструктура и пролиферација клетик слизестои жлезди при воздејствији лазером., Ташкент, 1983, 16-18
12. Бојтеног К. Дејствие лазерного излученија на микрофлор ран. Вест, хир.. 1981; 126, 4; 67-79
13. Bystrom A, Sundqvist G (1985) The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal* 18, 35-40.
14. Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G (1985) The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endodontics and Dental Traumatology* 1, 170-5.
15. Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M (2002) The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *International Endodontic Journal* 28, 779-83.
16. Carrigan P, Morse JDR, Furst ML, Sinai IH (1984) A scanning electron microscope evaluation of human dentinal tubules according to age and location. *Journal of Endodontics* 10 359-63.
17. Cozcan C, Arcoria CJ, Pelagalli J, Powell L. Dentistry for the 21st century: Er YAG laser for teeth. *JADA* 1997; 128:1079-1086
18. Chavez De Paz LE, Dahlen G, Molander A, Moller A, Bergenholtz G (2003) Bacteria recovered from teeth with apical periodontitis after antimicrobial endodontic treatment. *International Endodontic Journal* 36, 500-8.

19. Coldero LG, McHugh S, MacKenzie D, Saunders WP (2002) Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement, *International Endodontic Journal* 35, 437-46
20. Costerton W, Veeh R, Shirtliff M, Pasmore M, Post C (2003) The application of biofilm science to the study and control of chronic bacterial infections. *Journal of Clinical Investigation* 112, 1466-77.
21. Danilatos GD (1993) Introduction to the ESEM instrument. *Microscopy Research and Technique* 25, 354-61.
22. Dederich D.N., Zakariassen K.L., Tulip J. (1984) Scanning electron microscopic analysis of canal wall dentin following Nd: YAG laser irradiation. *J. endod* 10, 428-431
23. Distel J, Hatton J, Gillespie MJ (2001) *Enterococcus faecalis* colonization and biofilm formation in medicated root canals. *Journal of Endodontics* 28, 689-93
24. Evans M, Davies JK, Sundqvist G, Fidgor D (2003) Mechanisms involved in the resistance of *Enterococcus faecalis* to calcium hydroxide. *International Endodontic Journal* 35, 221-8.
25. Филдишевски А, Бајрактарова Б, Димков А, Стефанов Р, Стаменковски Т, Грнчаровски А, Богдановски С. Позитивни аспекти на новите стоматолошки технологии (К.Е.У. laser). 3. Конгрес на стоматолозите од Македонија, Охрид 2002:73.
26. Folwaczny M, Liesenhoff T, Lehn N, Horch HH. Bactericidal action of 308nm excimer-laser radiation – an *in vitro* investigation. *J Endod* 1998;24:781-5
27. Frenzen M, Koort HJ. Lasertechnik in der Zahnheilkunde. *Dtsch Zahnarztl Z* 47 (7) 443-54, 1991
28. Gilbert P, Das J, Foley I (1997) Biofilm susceptibility to antimicrobials. *Advances in Dental Research* 11, 160-7.

29. Gutknecht N, Kaiser F, Hassan A, Lampert F. Long term clinical evaluation of endodontically treated teeth by Nd: YAG lasers. *J Clin Med Surg* 1996;14:7-11.
30. Gomez BP, Souza SF, Ferraz CC, Teixeira FB, Zaia AA, Valdrighi L et al. (2003) Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine *in vitro*. *International Endodontic Journal* 36, 267-75.
31. Haapasalo M, Orstavik D (1987) *In vitro* infection and disinfection of dentinal tubules. *Journal of Dental Research* 66,1375-9.
32. Haapasalo HK, Siren EK, Waltimo TM, Orstavik D, Haapasalo MP (2000) Inactivation of local root canal medicaments by dentine: an *in vitro* study. *International Endodontic Journal* 33, 126-31.
33. Harike A, Giard JC, LaPlace JM, Auffray Y (1998) Survival of *Enterococcus faecalis* in an oligotrophic microcosm: changes in morphology, development of general stress resistance, and analysis of protein synthesis. *Environmental Microbiology* 64,4238-45
34. Hardee MW, Miiserendino LJ, Kos W, Wallia H. Evaluation of the antibacterial effects of intracanal Nd:YAG laser irradiation. *J Endodont* 1994;20:377-80
35. Hibst R, Stock K, Gall R, Keller U. Er:YAG laser for endodontics: efficiency and safety. *SPIE* 1997; vol.3192;277-286
36. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hoshino E (1998) Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *International Endodontic Journal* 31,242-50
37. Jones DS, Gorman SP, McCafferty DF, Woolfson AD (1991) The effects of three non-antibiotic, antimicrobial agents on the surface hydrophobicity of certain micro-organisms evaluated by different methods. *Journal of Applied Bacteriology* 71,218-27

38. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ (1965) The effects of surgical exposures of dental pulps in ger-free and conventional laboratory rats. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology* 20,340-9.
39. Keller U, Hibst R, Geurtsen W, Schilke R, Heidemann D, Kliber B, Raab WHM. Er:YAG laser application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. *J Dent* 1998;26:649-656
40. Keller U, Hibst R. Wirkungsweise und Indikationen der Erbium-YAG Lasers in der Zahn-Mund-Kieferheilkunde. *ZMK*,1992;4:2-10
41. Koba K, Kimura Y, Matsumoto K, Takeuchi T, Ikarugi T, Shumizu T. A histopathological study of the effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation of infected root. *J. Endod.* 1999; 25(3):154
42. Kouchi Y, Ninomyia J. Location of *streptococcus mutans* in the dentinal tubules of open infected root canals. *J Dent Res* 1980;59(12):2038-2046
43. Klink T, Klimm W, Gutknecht N (1997) Antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation within root canal dentin. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery* 15,29-31.
44. Кружк С. Терапевтическая ефикасност нискоинтензивного лазерного излученија. Минск, Наука и техника, 1986:227
45. LaPlace JM, Thuault M, Hartke A, Boutibonnes P, Auffray Y (1997) Sodium hypochlorite stress in *Enterococcus faecalis*: influence of antecedent growth conditions and induced proteins. *Current Microbiology* 34,284-9.
46. Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR (2004) The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from differensized simulated plastic root canals. *International Endodontic Journal* 37 607-12

47. Levy G. Cleaning and shaping the root canal with a Nd:YAG laser beam; a comparative study. *J Endod* 1992;18:123-7
48. Love RM (2001) *Enterococcus faecalis*- a mechanism for its role in endodontic failure. *International Endodontic Journal* 34, 399-405.
49. Marques JLL, Eduardo CP, Matsumoto K. A study on morphological changes on the root canal walls lased by pulsed Nd:YAG laser. *J Jpn Endod Assoc* 1995 16:64-9
50. Mehl A, Flowaczny M, Haffner C, Hickel R. Bactericidal effects of 2.94 μ m Er:YAG-laser radiation in dental root canals. *Journal of Endodontics Vol. 25, No. 7; July 1999*
51. Moritz A, Schoop U, Goharkhay K, Jakolitsch S, Kluger W, Wernisch J et al. (1999) The bactericidal effect of Nd:YAG, Ho:YAG, and Er:YAG laser irradiation in the root canal: an *in vitro* comparison. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery* 17, 161-4
52. Moritz A, Doertbudak O, Gutknecht N, Goharkhay K, Schoop U, Sperr W. Nd:YAG laser irradiation of infected root canals in combination with microbiological examinations. *J Am Dent Assoc* 1997;1228:1525-30
53. Moritz A, Jakolitsch S, Goharkhay K, Schoop U, Kluger W, Mallinger R et al. (2000) Morphologic changes correlating to different sensitivities of *Escherichia coli* and *Enterococcus faecalis* to Nd:YAG laser irradiation through dentin. *Lasers in Surgery and Medicine* 26, 250-61
54. Moshonov J, Orstavik D, Yamauchi S, Pettiette M, Trope M (1995) Nd:YAG laser irradiation in root canal disinfection. *Endodontic and Dental Traumatology* 11,220-4
55. Midda M, Renton-Harper P. Lasers in dentistry. *Br Dent J* 1991 May 11;170(9):343-6

56. Мирковиќ Б, Којовиќ Д, Мартиновиќ С. Ласер у терапији лабијалног херпеса. Зборник реферата и радова I Конгреса стоматолога СРЈугославија, Вол.40,1996.,106
57. Мирчева М, Мирчев Е. Примена на ласери во стоматологијата. Мак. Стом. Прег. 17(1) 47-50,1993
58. Myers TD. Lasers in dentistry. *J Am Dent Assoc.* 1991 Jan 122(1):46-50
59. Nair PNR (1987) Light and electron microscopic studies of root canal flora and periapical lesions. *Journal of Endodontics* 13,29-39.
60. Nerwich A, Fidgor D Messer H (1993) pH changes in root dentin over a 4-week period following root canal dressing with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics* 19,302-6
61. Накова М. Ласерот во терапијата на гингивитите и пародонталната болест. Макед.Стом.Прегл.19(1-4):27-31.1995
62. Odor TM, Chandler NP. Laser light transmission in teeth: A study of the patterns in different species. *Int Endodont J* 1999;32(4):296-302
63. Oguntebi BR(1994) Dentine tubule infection and endodontic therapy implications. *International Endodontic Journal* 27, 218-22.
64. Orstavik D, Haapasalo M (1990) Disinfection by endodontic irrigants and dressing of experimentally infected dentinal tubules. *Endodontics and Dental Traumatology* 6,142-9
65. Peters LB, Wesselink PR.(2001) Viable bacteria in root dentinal tubules of teeth with apical periodontitis. *Journal of Endodontics* 27, 76-81
66. Pick RM. Using lasers in clinical dental practice. *J Am Dent Assoc* 1993 Feb; 124(2):37-4.
67. Ramskold LO, Fong CD, Stromberg T (1997) Thermal effects and antibacterial properties of energy levels required to sterilize stained root canals with an Nd:YAG laser. *Journal of Endodontics* 23, 96-100.

68. Rechmann P, Glodin DS, Hennig T. Er:YAG laser in dentistry: a overview. *Lasers in dentistry IV*, Vol. 3248. San Joze : SPIE 1998: pp 2-13
69. Rooney J, Midda M, Leeming J. A laboratory investigation of the bacterical effect of Nd:YAG laser. *Br Dent J*. 1994 Jan 22;176(2):61-4
70. Safavi KE, Spangberg SW, Langeland K (1990) Root canal dentinal tubule disinfection. *Journal of Endodontics* 16:207-10
71. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Orstavik D (2004) Survival of *Enterococcus faecalis* in infected dentinal tubules after root canal filling with different root canal sealers in vitro. *Intrnational Endodontic Journal* 37,193-8
72. Slineg DH. Safety with laser and other optical sourese, NewYork, Plenium Presse, 1980,1036
73. Siren EK, Haapasalo MP (2004) In vitro antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine or iodine potassium iodide on *Enterococcus faecalis*. *European Journal of Oral Sciences* 112:326-31
74. Schoop U, Moritz A. The Er:YAG laser in endodontics: Results of in vitro study. *Lasers Surg Med* 2002;30:360-364
75. Schupbach P, Guggenheim B, Litz F. Human Root Caries: Histopatology of Advenced Lesions. *Caries Res* 1990;24:145-158
76. Shultz RJ, Harvey GP, Fernandez-Beros ME, Krishnamurthy S, Rodriguez JE, Cabello F. Bactericidal effects of the neodymium:YAG laser. In vitro study. *Lasers Surg Med* 1986;6:445-8
77. Scelza M, Pierro V, Scelza P, Pireira M (2004) Effect of tree different time periods of irrigation with EDTA and citric acid on smear layer removal. *Oral Surgery Oral Medicina Oral PathologY Oral Radiology and Endodontic* 98, 499-503

78. Sjogren U, Fidgor D, Persson S, Sundqvist G (1997) Influence of infection at the time of rootfilling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *International Endodontic Journal* 30,297-306
79. Sundqvist G, Fidgor D (1998) Endodontic treatment of apical periodontitis. *Essential Endodontology*, 1st edn. Oxford, UK: Blackwell Science Ltd, pp.253.
80. Стеванович ММ. Евакуација на ефектите од тераписката апликација на Er:YAG ласерот врз тврдите забни ткива и пулпата. Докторска дисертација, 2002 год. Стоматолошки факултет Љ Скопје
81. Стеванович ММ, Пертевска М, Стеванович М, Мирчева М. Бактерицидни ефекти од Er: YAG ласерско зрачење во коренските канали
82. Vahdaty A, Pitt Ford TR, Wilson RF (1993) Efficacy of chlorhexidine in disinfecting dentinal tubules in vitro. *Endodontics and Dental Traumatology* 9, 243-8
83. Vaarkamp J, ten Bosh JJ. Propagation of light through human dental enamel and dentine. *Caries Res* 1995;29(1):8-13
84. Тројачанец З. Биостимулирачки ласери во медицината. Монографија, 1995 год. Скопје
85. Тројачанец З. Примена на биостимулирачки ласери во стоматологијата. Херакли комерц, Битола, 2002
86. Wigdor HA, Walsh JT, Featherstone JDB, Visuri SR, Fried D, Waldvogel JL. Lasers in dentistry. *Lasers Surg Med* 1995;16:103-133
87. Wighor H, Abt E, Ashrafi S, et. al. The effect of lasers on dental hard tissues. *J Am Dent Assoc.* 1993 Feb;124(2):65-70
88. Zhang C, Kimura Y, Matsumoto K, et. al. Effect of pulsed Nd:YAG laser irradiation on root canal wall dentin with different laser initiators. *J Endod.* 1998 May;24(5):352-5