

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ - Скопје

Стоматолошки факултет

Катедра за болести на устата и пародонтот



д-р Никола Марковски

Употреба на ласерот и ласертерапијата во пародонтологијата

(стручен труд за стручни студии по дентална медицина)

- Стручен труд -

Ментор

проф. д-р Маја Пандилова

Скопје, 2025

University „Ss. Cyril and Methodius“ Skopje

Faculty of Dental Medicine

Clinic of Oral and Periodontal Diseases



d-r Nikola Markovski

Use of Laser and Laser therapy in periodontology

Scientific research paper

- Theme -

supervisor

Maja Pandilova med.phd

Skopje, 2025

„Стоматологијата зачекори во интересна ера во високата технологија. Стоматолошките ласери на стручните лица не им отвораат само прозорец, туку и врата кон ново, профитно и вредно ниво во високата технологија“.

**Leo J. Miserendino, професор
на Универзитетот Илиноис во Чикаго,
САД (1995)**

АПСТРАКТ

Предмет на истражувањето е примената на ласерот и на ласертерапијата во превенција и лекување на пародонтопатијата. Областа на биофотониката во денешно време брзо се развива со што станува област од особен интерес. Секојдневно се вршат нови и различни истражувања за емитирањето на инфрацрвената светлина.

Целта е да се дефинира дали ласертерапијата е подобар избор за превенција и терапија на пародонциумот или пак, најдобар избор е класичниот избор, со механичка и ултразвучна обработка.

Материјал и методи: Преку пребарување на научните бази од областа на пародонтологијата и денталната медицина да се анализираат и систематизираат добиените податоци за поделбата на ласерите, начинот на нивната примена и клиничките наоди за современите препораки и насоки за менаџирање и примена на ласерите во денталната медицина при лекување на пародонтолошки заболувања. При истражувањето како најупотребувани се сретнуваат Диодниот, Er:YAG, Er,Cr:YSGG и Nd:YAG ласерите.

Резултати: Новите ербиум ласери со широк опсег на карактеристики, но и различните бранови должини на диодните и на калиумтитаниумските ласери денес наоѓаат широка примена во лекување на пародонтопатијата.

Заклучок: Примена на ласерската стоматологија во секојдневната практика која нема да го оптоварува семејниот буџет и на тој начин ќе биде достапна за секој пациент.

КЛУЧНИ ЗБОРОВИ: пародонтопатија, ласертерапија, видови ласери, фотостимулација, биофотоника.

ABSTRACT

The subject of this research is the application of lasers and laser therapy for the prevention and treatment of periodontitis. The field of biophotonics is rapidly developing today, making it an area of particular interest. New and diverse studies on the emission of infrared light are conducted daily.

The aim is to determine whether laser therapy is a better choice for the prevention and treatment of the periodontium, or whether the best option remains the classical approach using mechanical and ultrasonic treatment.

Materials and Methods: Through a review of scientific databases in the fields of periodontology and dental medicine, the collected data were analyzed and systematized regarding the classification of lasers, their method of application, and clinical findings, as well as recommendations and guidelines for the management and application of lasers in dental medicine for the treatment of periodontal diseases. The most commonly used lasers found in the research are the Diode, Er:YAG, Er,Cr:YSGG, and Nd:YAG lasers.

Results: New erbium lasers, with a wide range of features, as well as different wavelengths of diode and potassium-titanyl-phosphate lasers, are now widely used in the treatment of periodontopathy.

Conclusion: The application of laser dentistry in everyday practice should be implemented in a way that does not burden the family budget, thus making it accessible to every patient.

KEYWORDS: periodontitis, laser therapy, types of lasers, photostimulation, biophotonics.

СОДРЖИНА

1. Вовед	7
2. Преглед од литературата	11
3. Цел на истражувањето	32
4. Материјал и метод на истражувачката работа	33
5. Резултати	34
6. Дискусија	38
7. Заклучок	44
8. Користена литература/References	47

1. ВОВЕД

Класичната, традиционална, механичка терапија на пародонталните џебови има различни недостатоци на техничката изведба и на ефектите кои произлегуваат од неа. Затоа како дополнителна терапија или замена за класичната обработка е воведена ласерската терапија од страна на Ragimoo и Sharma D.⁽¹⁾ Поради високата цена, ласертерапијата претставува значајна пречка за нејзина примена од страна на специјалистите-пародонтолози.

Под терминот **ласер** се подразбира „биостимулирачко емитирање на светлина во вид на зрак“. Подоцна, во 1959 година, американскиот физичар Гордон Гулд (Gordon Gould) го употребил терминот ЛАСЕР. Нивните пронајдоци ги надградил и доусовршил Теодор Мајман⁽²⁾ кој на 16.5.1960 година, управувал со првиот функционален ласер, ласерот Руби (The Ruby laser), со бранова должина од 694 нанометри. Тоа ги поттикнало докторите на дентална медицина постојано да презентираат истражувачки студии за ласерската примена во стоматологијата.

Првичните резултати се однесувале на ласерска терапија на тврди ткива, односно за превенција од кариес, белеење на забите, реставративно отстранување и лекување на коренски канали, дентинска хиперсензитивност, модели на раст, како и за дијагностички цели. Од друга страна пак, насочувањето на ласерскиот зрак врз меките ткива вклучува: заздравување на раните, отстранување на хиперпластично ткиво, фотодинамична терапија за лекување на малигни тумори и фотостимулација на лезија афектирана од херпес. Употребата на ласерската терапија се покажала како ефикасна алатка за зголемување на ефикасноста, специфичноста, лесниот пристап на работа и прифатливоста на денталниот третман од аспект на безболна процедура.

Токму предизвикот за спроведување на безболна дентална процедура, довела до брз напредок на нано-технологијата преку развој на ласерите во денталната медицина. Со текот на времето тие станаа прецизни и безбедни за одредени стоматолошки процедури. Интензивната практична примена на ласерите во стоматологијата датира од 1990 година, па сè до денес. Потенцијалот на ласерите е во способноста на стоматологот да ги контролира силата и времетраењето на изложеноста на ласерскиот зрак врз ткивото, без оглед дали станува збор за обработка на гингивата или за обработка на малигноми или за заболувања на целокупниот пародонциум.

Модерната дентална медицина, како и достигнувањата во нано-технологијата овозможува примена на ласерот во денталната медицина. Името

LASER означува: L-light, A-amplification, by S-stimulated, E-emission of R-radiation (Verma et al.)⁽³⁾, односно емитирање на светлосна, стимулирачка радијација. Специфичниот хиперсоничен светлосен зрак го спречува оштетувањето на околното ткиво (гингивата). Тоа значи дека тој функционира на принцип на електромагнетна радијација која претставува вид на енергија. Исходот од успешноста на терапијата ќе зависи од видот на ласерот кој се применува, затоа што постојат ласери со голема фреквенција, но со мали бранови и обратно, ласери со мала фреквенција, но со големи бранови. Својствата за употребата на денталниот ласер се однесуваат на степенот на неговата бранова должина, односно степенот со кој зракот продира и делува во тврдите или во меките забни ткива.

Најголемата предност на денталните ласери е тоа што светлосната енергија формира концентриран зрак кој овозможува голема прецизност и контрола при работата. Инфрацрвениот светлосен зрак емитира различни бранови должини. Растојанието помеѓу брановите и брановите должини се мери со нанометри (nm). Ласерите во денталната медицина произведуваат зрак во опсег од 400-700 nm. Инфрацрвениот зрак не е видлив со *гола око*. Постојат и ласери со големи бранови должини кои се движат од 700 nm до 1 mm.

Денталните ласери се достапни во различни форми и големини. Тие се поделени во неколку групи.

Основната поделба на ласерите, според тоа како и каде делуваат, според Liljenqvist и Schäfer⁽⁴⁾ и Coluzzi⁽⁵⁾ е следната:

- ткивата на кои се аплицираат (делуваат);
- опсегот на брановата должина;
- времетраењето на пулсирање на зракот.

Видови на ласери кои емитираат зраци од видливиот спектар во форма на нејонизирачко зрачење се оние со:

- *ултравиолетова светлина* (100-400 nm);
- *видлива светлина* (400-750 nm, аргонски, најчесто употребувани дентални ласери);
- *ласери со инфрацрвено светло* со бранова должина од 750 до 10 600 nm (најголем број од денталните ласери спаѓаат во оваа група);

➤ *озонски ласери* кои се десетпати повеќе растворливи во вода отколку кислородот.

Со развитокот на краткопулсирачките ласери посебно на Erbium YAG (Erbium Yttrium Aluminium Garnet) е добиена бранова должина од 2 940 нм. Оваа бранова должина целосно се апсорбира во водата и е многу поволна за селективно отстранување на ткива. Работи на тој принцип што зракот се пренесува преку коленикот на врвот од воден млаз. Енергијата која се ослободува од водата е погодна за стружење, а насоката и правецот се дефинирани од црвениот светлосен, ласерски зрак.

Според *средината* во која се употребуваат, ласерите се делат на: *ласери со воздух* (јаглеродни), *течност* (не се употребуваат за клинички случаи) и *диодни*: Nd:YAG, Er:YAG, Er,Cr:YSGG.

Се разликуваат четири типови на дентални ласери кои делуваат врз ткивото. Дејството на ласерите се однесува на апсорпцијата на зракот, брановата должина која ќе биде употребена, рефлексијата и начинот на раслојување (ширење) на ласерската светлина (зрак). Во пародонтологијата дејството на ласерите има посебна примена. На пример, пародонталниот џеб е еден од главните показатели за пародонтално заболување. Подлабок џеб е резултат на губење на сврзното ткиво (епителот) и коскената потпора околу забот. Ласерската технологија нуди ефикасен пристап за третман на пародонталниот џеб, комбинирајќи притоа дезинфекција и отстранување на патолошките ткива, а го стимулира и заздравувањето на ткивата.

Наспроти класичните механички и ултразвучни обработки на пародонталните џебови, во последните триесетина години ласерската терапија се применува интензивно. Ласерите делуваат преку различни механизми од кои најзначајни во пародонтологијата се следните:

- ✓ Ласерскиот зрак делува како антимикиробен агенс, уништувајќи ги бактериите во пародонталниот џеб. Ова е особено важно бидејќи бактериската инфекција е главна причина за појава на воспаление и напредување на пародонтопатијата.

- ✓ Ербиумските ласери (Er:YAG, Er,Cr:YSGG) ефикасно ги уништуваат бактериските наслаги и калкулусот од површината на коренот, додека диодните ласери се користат за дезинфекција на меките ткива и пародонталните џебови, при што ги намалуваат или целосно ги уништуваат бактериите.

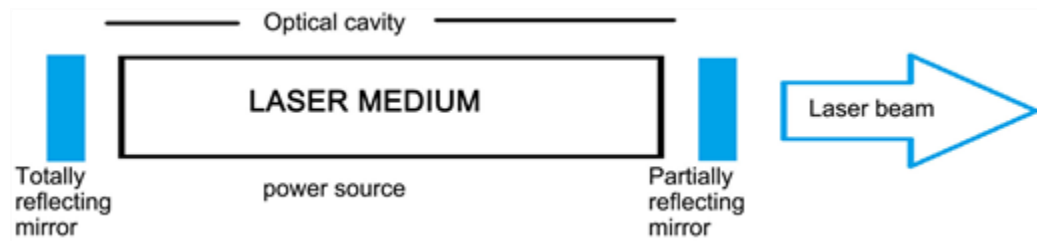
- ✓ Ласерите можат да го намалат воспалението на некротичните ткива. Ласерот дејствува прецизно врз ткивото и на тој начин ги уништува воспалените и оштетените ткива од пародонталните џебови, истовремено заштитувајќи ги здравите ткива. Ласерскиот зрак го намалува воспалението и

овозможува подобро и побрзо заздравување. Тоа е овозможено со селективна аблација со која лазерот дејствува само на заболените ткива, без да делува на околните здрави ткива.

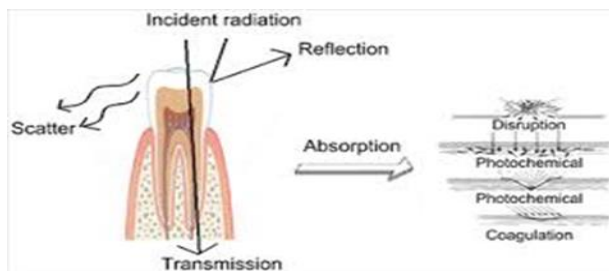
✓ Ласерите вршат стерилизација на коренските површини, отстранувајќи ги бактериите, што претставува клучен чекор за успешен третман на пародонталните џебови.

✓ Ласерите делуваат и на стимулација и регенерација на ткивата преку процес наречен фотобиомодулација.

Согледани заедно, горенаведените ефекти им даваат предност на ласерите пред конзервативниот (класичен) третман за справување на пародонтопатијата. Од друга страна, лазерската терапија е скапа и сè уште недоволно истражена, па затоа е неопходно да се воочат придобивките од нивната примена во однос на класичната терапија.



Слика 1. Составни делови на лазер (шематски приказ)

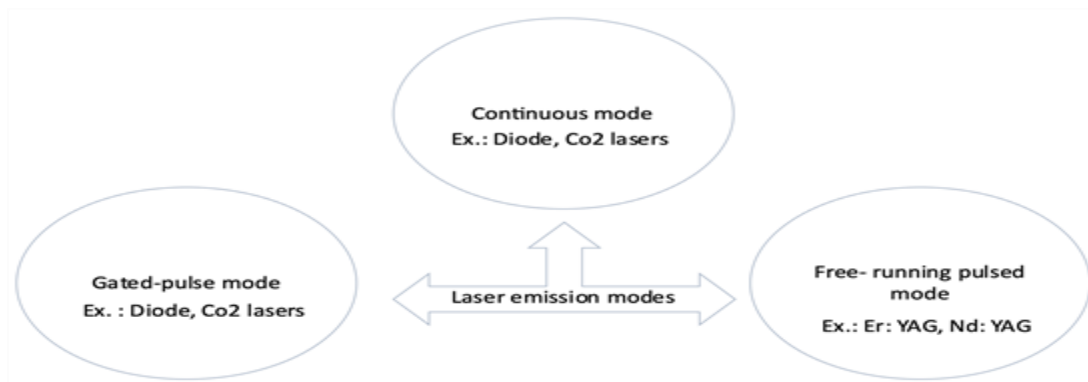


Извор:

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=120601>

(пристапено на 8.8.2025г.)

Слика 2. Продирање на лазерот во ткивото (шематски приказ)



Слика 3. Начин на работа на лазерскиот зрак (пулсирачки, непрекинат, комбиниран-шематски приказ)

2. Преглед од литературата

Нехируршкиот пародонтален третман се смета за камен-темелник за пародонтална терапија и прв препорачан, современ пристап за лекување на пародонталната болест. Graziani et al.⁽⁶⁾ го препорачуваат нехируршкиот третман за намалување и/или спречување на понатамошната прогресија на пародонталната болест, со воведување на нови методи за орална хигиена, откажување од пушење, субгингивална обработка на пародонталните џебови (калкулус, наслаги), локални и системски антибиотици, но и употреба на ласертерапија.

Gross и Herrmann⁽⁷⁾ во 1964 година го вовеле т.н. јаглороден диоден CO₂ ласер, кој интензивно се користи во стоматологијата.

Ласертерапијата со низок интензитет на зракот (LLLT – low level laser therapy), од страна на Ueda et al.⁽⁸⁾ е воведена уште во 1968 година. Таа е докажана како ефикасна постапка која овозможува намалување на воспалението и отокот (едемот) кои се јавуваат при манифестација на болеста. Всушност ласертерапијата со низок интензитет на зракот има позитивен ефект во целокупниот процес на зараснување на раните и ослободување од болка.

Поделбата на ласерите во денталната медицина е на две групи:

- ✓ Мекоткивни и
- ✓ Тврдоткивни ласери.

Во тврдоткивни дентални ласери спаѓаат: Неодмиум ласерот Nd:YAG (Neodymium Yttrium Aluminium Garnet), Јаглородниот (CO₂) ласер и Ербиум ласерот (Er,Cr:YSGG и Er:YAG), додека Диодниот е мекоткивен ласер (Diode laser). Ishikawa I. et al.⁽⁹⁾ (2023), во својот преглед наведуваат дека најчесто користени ласери во пародонтологијата се CO₂ и Nd:YAG ласерите, но сепак предност му даваат на Er:YAG ласерот, затоа што тој пред сè, се применува за отстранување на забниот камен, за гингивектомија и за киретажа на пародонталниот џеб.

Како најсоодветни за работа во стоматолошките ординации се препорачуваат CO₂ и Nd:YAG ласерите.

Различни автори го испитувале ласерското влијание врз ткивата при што се фокусирале најмногу на клиничките дејства на ласерите за лекување на гингивалното ткиво. Тие вклучиле нехируршка и хируршка терапија на пародонталниот џеб и на неговата длабочина, дејството на ласерот врз забниот камен на коренот, на деепителизацијата, како и на временскиот период на заздравување на гингивалното ткиво.

Најефективни и најдобри резултати ербиум ласерот дава кај слабо васкуларизирано ткиво каде што крвавењето не претставува проблем.

Примената на ласертерапијата за лекување на пародонтопатијата, првенствено се користи за чистење и дезинфекција на пародонталните џебови. Некои студии покажаа значителен позитивен ефект во однос на намалувањето на длабочината на џебовите. Од друга страна, неколку статии не покажаа докази за некаква поголема ефективност од ласерската терапија во однос на класичната (механичка) обработка на коренот.

Почетните истражувања од овој труд беа насочени на *начинот* на прикажување на пародонтолошкиот комплекс и класичната терапија од различни автори.

Според Димитријевић⁽¹⁰⁾ и Ивановски⁽¹¹⁾ хронична пародонтопатија се дефинира како воспаление на гингивата и околните меки ткива, кое доведува уништување на пародонтот и губење на потпорната коска. За слични клинички манифестации како едем (оток) еритем (црвенило) и гингивално крвавење, тие препорачуваат брза, неинвазивна ласертерапија.

Pick, Pecaro, Silberman⁽¹²⁾ и Myers TD, Myers WD⁽¹³⁾ уште во 1985 година сугерираат дека употребата на ласерите за пародонтална терапија брзо еволуирала, затоа што таа година за првпат била воведена пародонтална апликација со мекоткивен ласер. Денес постојат обемни истражувања кои се однесуваат на примената на мекоткивниот ласер поради тврдењата за намалено крвавење, оток и болка. Овие наводи ги потврдуваат авторите на неколку публикации. Слични клинички манифестации прикажале и Bouhout Y, Gonçalves RB⁽¹⁴⁾, кои додале и едем (оток) еритем (црвенило), гингивално крвавење, гнојни кеси докажани со сондирање. Тие препорачуваат механичка обработка на коренот со рачни и/или ултразвучни инструменти како почетна фаза за лекување на пародонтот пред примена на ласерска терапија. Овие автори препорачуваат ласертерапија, затоа што класичната терапија не е секогаш ефикасна за целосно отстранување на бактериските и на други ендотоксини.

За да се спречи воспалителниот процес Qadri, Miranda et al.⁽¹⁵⁾ и Qadri, Bohdanecka et al.⁽¹⁶⁾ наведуваат дека ласерот со ниска фреквенција (670 nm) има антивоспалителен ефект. Тој истовремено може да го намали и нивото на цитокинет IL-1 (интерлеукин 1 бета) и на IFN- γ , (интерферон гама), а истовремено може да го поттикне производството на протеинот PDGF

(фактор на раст на клетките) и на протеинот TGF- β , кој е одговорен трансформирачки фактор за раст на клетките.

Marinelli et al.⁽¹⁷⁾ во својот преглед ги истражуваат и ги објаснуваат механизмите на дејството на ласерите, нивната клиничка примена и можноста за усовршување. Тие работат на принцип на фототемпературни, фотохемиски и фотомеханички механизми. Тие ја препорачуваат ласертерапијата затоа што овозможува предности, меѓу кои: намалено крвање, побрзо заздравување на пародонталните рани, поефикасно уништување на бактериите, а истовремено таа претставува безбедна и безболна процедура за пациентот.

Bal V.⁽¹⁸⁾ во својот преглед од 2009 г., наведува дека ласерот е ефикасен за уништување на бактерии, го стимулира создавањето на нови клетки, го зголемува лимфниот проток, ја зголемува прицврстеноста (припојот) на пародонталното ткиво, ја намалува чувствителноста на дентинот и има способност да достигне до тешко пристапните места, односно до оние места кои се недостижни за инструментите кои се користат со класичниот метод.

Ishikawa и Aoki⁽¹⁹⁾ наведуваат дека зракот од ербиумските ласери навлегува само во површинскиот слој на ткивото. И според Aoki, Sasaki⁽²⁰⁾ ласерот Er:YAG емитува зрак кој во мекото ткиво навлегува површински со која било бранова должина. Тој е единствениот ласер кој е способен за аблација и во тврдите и во меките ткива и кој може да ги отстрани наслагите од коренот. Aoki et al.⁽²¹⁾ во 1994 година, се првите научници кои препорачуваат дека употребата на ербиум ласерот (Er:YAG) е добра алтернатива за отстранување на субгингивалниот калкулус (забни наслаги). Тие на *ин витро* испитувања на 53 екстрахирани заби заклучиле дека зракот од ербиум ласерот ги отстранува калкулусите без да ја оштети гингивата и околните меки ткива и покрај тоа што се појавило мало загревање (топлина) на површината на коренот при зрачењето.

Gold и Vilardi⁽²²⁾ презентираат резултати од клиничко истражување направено на земени примероци од 24 пациенти кои имале крвање на гингивата и умерена пародонтопатија. Тие препорачуваат употреба на Nd:YAG ласерот со ниска фреквенција на зракот од 20 Hz, за време од 2-3 минути. По спроведената терапија, ласерот во целост го отстранил епителот од средно-длабоките пародонтални џебови. Во 2007 година Yukna et al.⁽²³⁾ направиле хистолошка евалуација на шест (6) еднокорени заби со средна кон хронична пародонтопатија. Тие исто така, употребиле Nd:YAG ласер и ги

истакнале позитивните ефекти од неговата примена за регенерација на гингивата и околното ткиво, но и за отстранување на забниот камен.

Во 2009 година во приказот на клиничките наоди за терапија на пародонтален третман со употреба на диоден ласер со ниска бранова должина кај две од три испитувани групи на пациенти, Angelov, Pesevska et al.⁽²⁴⁾ сугерираат дека диодниот ласер со ниска бранова должина до 630-670 nm дава подобри ефекти за лекување на напредна, хронична пародонтопатија. Исто така, во друго истражување од 2017 година, Pesevska et al.⁽²⁵⁾ по спроведени испитувања на 80 примероци земени од 60 пациенти поделени во три групи, пријавиле супресија на COX₂ во гингивалното ткиво после примена на ласерска терапија со низок интензитет (630-670 nm, 1,875 J/cm²).

Ishikawa I, Sasaki KM, et al.⁽²⁶⁾ во својот преглед од 2003 г., наведуваат за иднината на ER:YAG ласерот (2 940 nm) во стоматологијата. Тие тоа го темелат на неговата голема моќ за апсорпција во вода и во хидрооксипатит што овозможува аблација на меки и тврди ткива (со што болката се намалува), како и на неговите силни бактерицидни ефекти. Нивниот преглед вклучува истражувања во кои ги прикажуваат предностите на Er:YAG ласерот, како што се: третман на меки ткива (гингивектомија, киретажа, отстранување на меланин) и третман на тврди ткива (хирургија на коскени дефекти, отстранување на забен камен и сл.).

Во 2012 година, Sgolastra F. et al.⁽²⁷⁾ спровеле систематски преглед и Мета анализа за процена на научни докази од ефикасноста на Er:YAG ласерот, кога тој се користи како алтернативен третман кај пациенти со хронична пародонтопатија. Процената за квалитетот од ефикасноста на ербиум:итриум-алуминиум-гранат (Er:YAG) ласерот била направена според упатствата на CONSORT, како и изјавите на QUOROM и препораките на Cochrane Collaboration. Врз основа на спроведените истражувања и анализи од разни публикации тие сугерираат дека се потребни идни, натамошни долгорочни, контролни истражувања за процена на научните докази за ефикасноста од примената на Er:YAG ласерот како алтернативен третман за лекување на пародонтопатијата.

Понатаму многу автори го презентираат временскиот период за лекување на пародонталната болест. Schwarz F et al.⁽²⁸⁾ во 2003 год. во својата клиничка студија спроведена на 20 пациенти, поделени во две групи и третирани со локална анестезија, направиле споредба меѓу ефикасноста на

ербиум (Er:YAG) ласерите наспроти механичката обработка во третирање на нехируршкиот третман на пародонтопатијата, при присуство на специфични бактерии. Позитивните резултати се задржале во период од две (2) години по примена на третманот. Исто така, значајно подобрена клиничка слика била прикажана шест (6) месеци по примената на Er:YAG ласерската терапија во споредба со крвавењето на гингивата кое се јавило при обработка со рачна сонда. Сепак се докажало дека овие испитувања биле слични со оние кои биле добиени со користење само на ултразвучни инструменти.

И Crespi et al.⁽²⁹⁾ во компаративна клиничка студија изведена на 25 пациенти ги споредувале резултатите од примената на нехируршкиот пародонтален третман со ербиум ласер (Er:YAG) за обработка на коренот наспроти примената на класичната обработка со ултразвучна терапија. Нивните резултати презентираат зголемено подобрување во однос на длабочината на навлегување на сондата и нивото на клиничкиот припој во споредба со ултразвучните инструменти. До овие резултати дошле после двегодишно следење на пациентите кои имале средни или длабоки пародонтални џебови.

Gaspirc и Skalerić⁽³⁰⁾, во 2007 година вршеле испитувања на 146 еднокорени заби зафатени со пародонтопатија кај 25 пациенти, кои биле поделени во две групи. По спроведените анализи препорачале употреба на ER:YAG ласерот наспроти класичниот третман со Видман (Widman) флап, затоа што со ласерската терапија се намалиле индексот на плак и придобивките од степенот на клиничкиот припој на епителот. Краткорочните резултати добиени од двата видови на третман можат да се одржат во текот на пет (5) години.

Derdilopoulou et al.⁽³¹⁾ во својата студија направиле споредба на добиените микробиолошки ефекти по спроведена пародонтолошка терапија со употреба на рачни инструменти (кирети), наспроти употреба на ербиум ласер, звучни и ултразвучни инструменти. Со примената на различните методи на лекување на хроничната пародонтопатија забележале намалување на микроорганизмите, додека зголемен број бил делумно регистриран шест (6) месеци по третманот. Освен тоа, според нив, примената на терапијата со ултразвучни апарати била помалку непријатна за пациентите.

Lopes et al.⁽³²⁾ во контролна клиничка студија прикажале резултати од примената на ER:YAG ласерот како дополнителна терапија за третман на пародонталните џебови и покрај тоа што добиле различни резултати и во двете испитувани групи, дванаесет (12) и триесет (30) дена по спроведениот

третман. Aoki et al.⁽³³⁾ во 2003 година во својата студија ја оцениле ефикасноста од примената на ласерската наспроти ултразвучната терапија, а клиничките параметри ги следеле пред и по третманот во текот на една (1) година. Добиените резултати укажуваат дека ласерската терапија е поефикасна за третман на пародонтални џебови во однос на класичната ултразвучна терапија.

И во најновите истражувања од март 2025г. од страна на Aydin et al.⁽³⁴⁾ во компаративната анализа укажуваат дека ласертерапијата треба да се применува како добра алтернатива за лекување на пародонтопатијата, при што потенцирале дека треба да се усвојат стандардизирани протоколи. Според нивните споредбени истражувања, Er:YAG ласерот ја поттикнува пролиферацијата на фибробластите, наспроти високоенергетскиот Er,Cr:YSGG ласер кој има различни ефекти врз биокомпатибилноста. Ербиумските ласери се подобри од класичните, вообичаени методи за отстранување на епителот и атхезијата на клетките.

Предмет на интерес во истражувањето е и разликата помеѓу ласерот и ултразвучните инструменти. Yaneva et al.⁽³⁵⁾ во својата студија од 2014 година го проследила бактерискиот ефект од употребата на Er:YAG ласерот наспроти класичниот третман кој се применува во првата фаза од хроничната пародонтопатија. Според нив, ласерот е корисен метод (алатка) за намалување на бактериите.

И во пилот студијата на Sculean et al.⁽³⁶⁾ од 2004 година се прикажани позитивни ефекти од примената на Er:YAG ласерот. Добиените резултати се статистички слични при употреба на ласер на плитки и џебови со средна длабочина. Од добиените резултати по спроведена клиничка студија од Хрватска од 2013 година, Dukić et al.⁽³⁷⁾ сугерираат дека употребата на диодниот ласер со бранова должина од 980 nm може да има придобивка за обработка на коренот и на средно-длабоките пародонтални џебови (4 до 6 мм).

Во рандомизираното клиничко испитување спроведено во Италија, во 2010 година, од страна на Rotundo et al.⁽³⁸⁾ се вели дека ткивата третиран со Er:YAG ласерот покажале слични резултати со оние ткива кои биле третиран со ултразвучни инструменти, односно дека употребата на ербиум ласерот не покажал поефикасен резултат во споредба со класичниот третман во одреден временски период. Две години подоцна, односно во 2012 година во проспективна, рандомизирана, контролна, мултицентрична студија,

спроведена од Ratka-Krüger et al.⁽³⁹⁾ при примена на двата различни методи на третман (Er:YAG ласер наспроти ултразвучен инструмент) кај активни пародонтални џебови, се истакнува дека се очекуваат слични клинички и микробиолошки резултати.

Клиничката студија спроведена на осум пациенти на Универзитетот во Тајван од страна на Liu et al.⁽⁴⁰⁾ од 1999г., сугерира дека ласерската терапија е помалку ефикасна од класичниот третман со примена на ултразвук. Тие во своето истражување го следеле нивото на Интерлеукин (IL-1beta) како моќен стимуланс одговорен за ресорпција на коските. Тој бил пронајден во гингивалната течност која е една од причините за појава на пародонталната болест.

Резултатите од студијата на White et al.⁽⁴¹⁾ покажале подобри клинички резултати и помала рецесија на гингивата. Според нив, ласерите се користат за меки пародонтални ткива. Nd:YAG им бил прв избор во споредба со класичната хируршка терапија со скалпел. Во нивното истражување не се забележува разлика помеѓу ласертерапијата и терапијата со скалпел во однос на намалување на длабочината на џебовите, постоперативната болка, воспалението или временскиот период на третманот. Сепак, како корисна тие ја препорачуваат интраоралната примена на Nd:YAG за меки ткива, особено затоа што не се употребува анестезија бидејќи се јавува минимално крвање, што не е случај со класичната терапија со скалпел.

Преку една компаративна студија на *ин витро* истражувања направени на животни Romanos et al.⁽⁴²⁾ во 2004 година, укажуваат на примена на диоден ласер со ниска фреквенција (980 nm) на меките ткива коешто доведува до целосно отстранување на епителот.

Предност во постхируршките резултати за отстранување на епител (деепителизација) од пародонталниот џеб со примена на диоден ласер со ниска фреквенција (980 nm) и биостимулација со модифициран Видман флап за третман на хронична пародонтопатија, е прикажана во рандомизирана клиничка студија од Индија, од страна на Khan et al.⁽⁴³⁾. Во неа се истакнува дека модифицираниот Видман (Widman) флап/засек по отстранување на пародонталниот епител дава подобри резултати за намалување на просечната длабочина во споредба со интрасулкусна инцизија.

Резултатите од студијата на Reddy et al.⁽⁴⁴⁾ прикажале подобри клинички резултати и помала рецесија на гингивата. Оттука, целта на студијата била да се испита дополнителниот ефект за отстранување на преостанатиот епител од пародонталниот џеб со примена на диоден ласер од 980 nm заради биостимулација кај модифициран Видманов флап (MWF) (апикална инцизија) или хирургија за третман на хронична пародонтопатија.

Во клиничка студија спроведена од Israel et al.⁽⁴⁵⁾ во 1995 година, се истакнува потенцијалот од употребата на CO₂ ласерот. Тие хистолошки ја прикажале ефективната од овој вид на ласер при деепителизација. Целта на оваа пилот-студија била да се процени дали употребата на CO₂ ласерот може да го подобри формирањето на сврзното ткиво во временски интервали од 10, 20 и 30 денови во текот на еден месец (30 денови). За таа цел биле земен неколку примероци кои биле хистолошки анализирани во период од 90 денови. Добиените резултати од земените примероци кај два пациенти укажуваат на новоформиран припоен епител, но и на примерокот кај контролниот заб. Новоформираниот, припоен епител се протегал по целата должина на коренот.

Во приказ на случај од истите автори Israel, Rossmann⁽⁴⁶⁾, три години подоцна односно во 1998 година е прикажана примена на ласерска терапија по формирање на сврзно ткиво (епител) кај дефекти добиени како резултат на пародонтопатија. Кај вакви случаи регенерацијата на епителот е доста отежната. Оваа студија прикажува дека епителизацијата не е можна најмалку 30 денови по интервенцијата. Во неколку извештаи од различни случаи исто така, била применета ваква ласерска терапија во тек на шестмесечен период. Новоформираното ткиво се потврдува преку контролни прегледи и рентгенски снимки.

Rossmann и Israel⁽⁴⁷⁾ во 2000 година во приказ на случај се обиделе да ги објаснат облиците на ласерската терапија за регенерација на ткивата, односно промената која таа ја предизвикува. Тие ги анализирале испитувањата изведени на кучиња и луѓе од страна на Cuenttu и од Israel et al., кои го споредувале влијанието на CO₂ ласерот во споредба со класичниот метод. Авторите на овие студии прикажуваат сигнификантно подобри резултати при третман со ласертерапија во споредба со класичниот метод и поставувањето на заштитни мембрани. Овие автори ја препорачуваат ласертерапијата за лекување на напредна пародонтопатија, сметајќи дека тоа е економичен начин.

Во едно клиничко испитување спроведено во 2003 година во Бон, Германија, Eberhard et al.⁽⁴⁸⁾ во *in situ* студија ја објаснуваат ефикасноста од отстранувањето на субгингивалниот забен камен со примена на Er:YAG ласер во споредба со механичката обработка на пародонталниот џеб. Тие во своето истражување наведуваат дека ефектите од примената на Er:YAG ласерот не ги исполниле до крај нивните очекувања, бидејќи забниот камен на некои места не бил целосно отстранет. Затоа тие ја препорачуваат ласертерапијата како дополнителна терапија на класичниот метод односно механичка обработка на пародонталниот џеб.

До слични резултати во 2023 година дошле и Aoki et al.⁽⁴⁹⁾ кои во својата компаративна *in vitro* студија, ги презентирале резултатите од кои се забележува дека Er:YAG ласерот е малку поефикасен за третман на пародонтален џеб споредено со ултразвучен инструмент. За оваа студија тие вклучиле 53 екстрахирани заби на кои бил наталожен забен камен. Забите биле поделени во две групи. Ласерскиот зрак го насочиле со сила од 40 mJ и 10 пулсирања во секунда. Сондата на ласерот била поставена косо над коренот на забот од која излегувал воден млаз за чистење на површината на коренот. Резултатите прикажале незначително зголемена температура по примената на ласертерапијата, но истовремено и нејзина помала ефикасност во споредба со класичниот метод. На хистолошкиот наод забележале тенок, но обоен дел на површината на коренот и дополнителна микрорапавост. Заклучокот е дека Er:YAG ласерот произвел површински, структурни, термички и микропромени на забниот камен кој бил наталожен на коренот на забот.

Во однос на тврдоткивните ласери Nd:YAG, истражувачите забележале дека тие не треба да им бидат прв избор на пародонтолозите, затоа што со нивната примена се развива топлина која делува штетно на пулпата и делумно на околните структури. Тврдите ткива и периостот под тенката орална мукоза, гингивалниот раб или гингивата која ги покрива соголените корени се особено чувствителни на термички дразби. Ласертерапијата со Nd:YAG во комбинација со мекоткивна киретажа е добра поради значително намалување на субгингивалните бактерии, Пандилова и сор.⁽⁵⁰⁾ Размислувањата на Visuri S.R. et al.⁽⁵¹⁾ се однесуваат на тврдоткивните ласери кои се потенцијално штетни поради тоа што во комората на пулпата се јавува зголемена температура. Водениот зрак минимално ја намалил аблацијата на дентинот, но не влијаел на аблација на емајлот. Нивната студија ја потврдува

оправданоста од употреба на Er:YAG лазерот со воден зрак за безбедно и ефикасно отстранување на тврдите забни ткива.

Ishikawa et al.⁽⁴⁹⁾ препорачале примена на ласери како иновативен метод во третирање на пародонтопатијата. Според нив, Nd:YAG лазерот е несоодветен за примена на тврди ткива, туку како најдобри ласери ги препорачуваат ербиум YAG ласерите, односно Er:YAG со бранова должина од 2 940 nm и ербиум хром: итриум, скандиум, галиум, гарнет (Er,Cr:YSGG) со бранова должина од 2 790nm, затоа што се способни за ефикасна аблација и на меките и на тврдите ткива без да ги оштетат подлабоките ткива.

Cheng et al.⁽⁵²⁾ врз основа на добиените резултати од рандомизираната контролна студија кај 25 непущачи (поделени во две групи), препорачуваат комбинирана примена на Er:YAG лазерот и лазер со ниска фреквенција на зракот (LLLT) за намалување на длабок пародонтален џеб. Во своето истражување тие наведуваат дека не добиле поголеми разлики во нивото на гингивалното крвавење, денталниот плак, воспалението или штетните бактерии меѓу споредуваните групи. Според Мета анализата од Хонг Конг, Кина во 2017 година, Ren et al.⁽⁵³⁾ укажуваат дека за лекување на пародонтопатијата како дополнителна може да биде примената на лазер со ниска бранова должина. Според добиените резултати LLLT лазерот покажал само минимално намалување на длабочината на пародонталниот џеб за разлика од класичната терапија, па затоа препорачуваат идни истражувања.

Во однос на минимално инвазивна нехируршка терапија (MINST), Aoki et al.⁽⁵⁴⁾ во 2004 г. ги препорачуваат ербиум ласерите, затоа што тие покажале одлична аблација на ткивото со силни бактерицидни ефекти, а ги отстраниле штетните, отровни материи. И Mizutani K, Aoki A et al.⁽⁵⁵⁾ во 2016г., во својот преглед укажуваат дека ласертерапијата има потенцијал за развој на ефективната, минимално инвазивна процедура за третман на пародонтопатијата, но според одредени протоколи. Се очекува лазерот да го контролира воспалението и да обезбедат биостимулациски ефекти.

Ribeiro et al.⁽⁵⁶⁾ во 2023 година сугерираат дека ласертерапијата може да претставува добра алтернатива за хируршки пристап, заради кратко задржување во ординација, намалена постоперативната траума, постабилно ткиво и незначителни промени на гингивата, како и естетска придобивка и намалена хиперсензитивност. Исто така и Lodi et al.⁽⁵⁷⁾ во 2020г. спровеле Клиничка ревизија на минимално инвазивни нехируршки техники за поголема ефикасност од примена на пародонталната терапија. Нивните резултати се совпаѓаат со оние на Ribeiro et al. дека со MINST техниката се

постигнуваат подобри резултати од очекуваните во однос на затворање и лекување на пародонталниот џеб по примена на овој вид на третман.

Chuang et al.⁽⁵⁸⁾ во 2023г. воведуваат нов протокол за минимално инвазивен хируршки третман. Тие препорачуваат комбинирана ласертерапија (LAMINST) со минимално инвазивен хируршки третман применет на 25 пациенти со докажана напредна пародонтопатија од III степен. Нивното истражување било насочено за следење на вредностите: длабочина на сондирање, рецесија на гингивата, крвање при сондирање, присуство на дентален плак и подвижност на ткивото пред операцијата и шест (6) месеци по неа. По шест месеци сите вредности биле значително подобри.

Radi C. et al.⁽⁵⁹⁾ ја истражувале минимално инвазивната нехируршка терапија (MINST) во комбинација со фотодинамична дезинфекција (PD) за третман на бифуркацијата на корените на забите зафатени со пародонтопатија. Дефектите во коската и бифуркациите се особено тешки за лекување. Тие во приказ на случај на првиот долен молар со длабока бифуркација меѓу корените зафатени со пародонтопатија и губење на дел од алвеоларната коска примениле комбинирана терапија на минимално инвазивна нехируршка пародонтална ласертерапија и фотодинамична дезинфекција. За дезинфекција тие користеле толониум хлорид и диоден ласер со ниска бранова должина од 635 nm. Шест (6) месеци по терапијата добиените резултати укажале на намалување на значително длабокиот пародонтален џеб од 7 мм на 3 мм и подобрен гингивален припој од 5 мм.

Низ преглед од истражувањата на Agoob et al.⁽⁶⁰⁾ може да се оцени позитивната ефикасност од користењето на Er:YAG (ербиум/итриум/алуминиум/гранат) ласер или Er,Cr:YSGG (ербиум, хром/итриум/скандиум/галиум/гранат) ласерот за отстранување на калкулусот од површината на коренот во споредба со класичните инструменти за нехируршка пародонтална терапија. Такви позитивни резултати прикажале и Jannath et al.⁽⁶¹⁾ во април 2024 година во Индија, чии резултати укажуваат дека тој е подобар за отстранување на забниот камен од површината на коренот. Ласерот (Er,Cr:YSGG) не влијаел значително на структурата на забите и на околните структури.

Во контролна студија спроведена од страна на Zhu et al.⁽⁶²⁾ од 2021 г., за првпат се наведува ефикасноста од примената на комбинираната ласертерапија на Er:YAG и Nd:YAG за нехируршки третман на напредната пародонтопатија (III и IV фаза) кај две групи на пациенти. По спроведените анализи, добиените резултати се однесувале на: дебрис индексот, намалување на длабоките џебови (> 7 мм), длабочината на сондирање, нивото на клиничкиот припој на епителот и крвање при сондирање. Затоа

тие ја препорачуваат примената на ваквата комбинирана ласертерапија кај случаи со хронична пародонтопатија во споредба со класичниот метод на обработка со ултразвучни и рачни инструменти.

Во својот труд од 2025г., Petrov, Shopova et al.⁽⁶³⁾ известуваат за пациентка со хронична пародонтопатија кај која примениле ласертерапија на меки и тврди ткива. По ендодонтскиот третман била применета периапикална флап-хирургија со примена на Er:YAG ласертерапија на 11 заби зафатени со хронична пародонтопатија. По анамнезата на горниот десен централен инцизив била регистрирана периапикална фистула, која се проширила и на околните меки ткива, на коренот, а се појавила и рецесија на гингивата. По ендодонтскиот третман била спроведена флап-хирургија со додавање на вештачка коска и мембрана од колаген. На лабијалниот френулум била изведена комбинирана операција со инцизија за намалување на гингивалната рецесија. На првиот контролен преглед по еден месец, воспалението било повлечено, а два месеци по третманот пародонталните ткива биле со нормална боја и без воспаление. Ваквите позитивни резултати се задржале и во наредните пет (5) години. Авторите на овој труд укажуваат на комбинирана примена на Er:YAG ласерот за лекување на пародонтопатија, затоа што нуди добра аблација, има силни бактерицидни дејства и ја препорачуваат како дел од секојдневната стоматолошка дејност, доколку е тоа изводливо.

По однос од примена на ласерите во пародонталната хирургија, со Nd:YAG Aoki et al.⁽⁶⁴⁾ во своето истражување од 2023г., истакнуваат дека и покрај тоа што механичката обработка на пародонталните џебови е „златен стандард“ во пародонтологијата, сепак постојат и други начини како да се искоренат патогените бактерии. Според нив, иднината на пародонталната хирургија треба да биде насочена кон поголема употреба на ласерите, бидејќи биофотониката треба да се насочува кон што побрза регенерација на раните и на ткивата. И Gaspirc et al. уште во 2007 година препорачале употреба на ER:YAG ласер наспроти класичниот третман со Видман (Widman) флап/засек како дополнителна терапија на пародонталната хирургија.

Aoki et al.⁽⁶⁵⁾ во 2015г., во својата студија ги разгледувале и анализирале резултатите добиени врз основа на научни докази, извештаи од случаи и достапни студии за третман на меките ткива со ласерска терапија, како и на пародонталниот хируршки и нехируршки третман, коскената (графт) хирургија, третманот на периимплантитис, со осврт на постоперативното лекување на рани, на пародонтални и периимплантни ткива. Според нив, на пародонталните ткива, како што се: гингивата,

корените на забите и коскено то ткиво, но и на титаниумските импланти, можат да се применат различни видови на ласертерапија (Er:YAG, Er,Cr:YSGG, Nd:YAG, CO₂).

Исти вакви видови на ласери препорачуваат и Mizutani, Aoki et al.⁽⁶⁶⁾, но според утврдени протоколи за брановата должина и добро дефинирани индикации за секој протокол. Тие ја препорачуваат ласертерапијата (Nd:YAG, Er:YAG, Er,Cr:YSGG) како антимикробна фотодинамична терапија за нехируршки и минимално инвазивен хируршки третман на пародонтални џебови. Од протоколите се очекува да го контролираат воспалението и да обезбедат биостимулациски ефекти со фотонска енергија.

Reynolds et al.⁽⁶⁷⁾ во својот труд за предизвиците и можностите од употреба на ласерите во пародонталната терапија кај случаи со периимплантитис наведуваат дека треба да се примени и хируршки и нехируршки пристап. За нив, примарна цел од третманот е да се постигне пародонтално здравје и превенција од пародонтални заболувања вклучувајќи и периимплантитис. Според нив, уште пред да се постават имплантите веќе постоечките микроорганизми во усната празнина го одредуваат и составот на микроорганизмите кои ќе се насоберат околу имплантот при што би предизвикале периимплантитис.

На нивните наоди се надоврзува и систематскиот преглед на Perez-Chararro и сор.⁽⁶⁸⁾ кои заклучиле дека некои патогени микроорганизми веќе опстојуваат околу имплантите предизвикувајќи периимплантитис. Тие за почеток препорачуваат класична терапија за отстранување на денталниот плак и на забниот камен, деконтаминација или чистење на површината на коренот на забот или имплантот, чија цел е намалување на длабочината на пародонталниот џеб. Со хируршка интервенција би се намалила умерената или хронична пародонтопатија или периимплантна регенерација на коската. Но, како дополнителна овие автори ја препорачуваат ласерската терапија. Според нив, секоја бранова должина се апсорбира во клеточните молекули на меланин, кератин, колаген, липиди и одредени протеини, како хемоглобин, оксигемоглобин и сл.

Cobb C.M.⁽⁶⁹⁾ исто така, ја поддржува тезата дека ласертерапијата треба да биде вклучена или како првостепена или дополнителна терапија за третман на пародонтопатија и периимплантитис, затоа што со неа се намалуваат субгингивалните бактерии, се уништуваат грам-негативните бактерии, се врши супресија на воспалението, а се постигнува и ефикасна субгингивална киретажа, биостимулација и пародонтална регенерација.

Yan, Zhang et al.⁽⁷⁰⁾ во својата мета-анализа ги истражувале студиите за ефикасноста од комбинирана ласертерапија или изведба само на хирургија за лекување на гингивална рецесија со примена на флап-техника. Позитивни резултати откриле кај статии од пациенти по примена на ласертерапија на кератинизирано ткиво, на длабочината на сондирање и на нивото на клиничкиот припој. Но, во однос на флап-хирургијата, ласертерапијата не покажала особена придобивка, па затоа препорачуваат идни истражувања.

Kučić et al. во 2023г.⁽⁷¹⁾ преку своето рандомизирано клиничко истражување на хронична пародонтопатија од III степен сакале да прикажат дали е подобра класичната терапија или пак, неинвазивната. За таа цел биле вршени испитувања на 20 квадранти на заби, кај неколку пациенти. На шестмесечната (6) контрола забележале позитивни вредности на длабочината на сондирање, на нивото на клиничкиот припој, а најголема вредност забележале кај длабоките џебови на моларите, во групата со применета MINST техника. Се постигнуваат подобри резултати од очекуваните во однос на затворање и лекување на пародонталниот џеб со неинвазивната техника за разлика од класичниот метод, односно е препорачана за намалување на гингивалната рецесија особено на моларите (III степен).

Нови методи за неинвазивна техника прикажуваат и Iorio-Siciliano et al.⁽⁷²⁾ во 2025г. во своето рандомизирано клиничко истражување. За истражувањето, 42 пациенти со хронична пародонтопатија, биле поделени во две групи: на едната била изведена неинвазивна техника (MINST) со аплицирани гел и хијалуронска киселина (xHyA), а во другата само неинвазивна техника. За клиничкото истражување биле следени неколку параметри: длабочината на сондирање, степенот на клиничкиот припој, гингивалната рецесија, крвавење при сондирање. Истражувањето успешно (без несакани ефекти) го завршиле 38 пациенти. Сите вредности биле намалени за три (3) и за шест (6) месеци, а најслаби резултати прикажала рецесијата на гингивата. Пациентите биле следени преку контролни прегледи и рентген слики за да се процени нивото на навлегување на гел-терапијата во коскениот дефект. Позитивните резултати од истражувањето се објавени како протокол.

Roy S., Singh et al.⁽⁷³⁾ направиле компаративна анализа на постоперативната болка и реакција на ткивото кај пациенти подложни на класична пародонтална флап-хирургија со или без примена на диоден ласер од 940 nm. Тие вршеле анализи на примероци земени од 10 испитаници на

кои им била изведена пародонтолошка хирургија со Kirkland flap и модифициран Widman flap (MWF) со ласер. За таа цел биле анализирани клиничките вредности: степенот на воспалението на гингивата, клиничкиот припој и индексот на крвавење на 1, 3, 7 денови и на шест (6) месеци по третманот. По примена на ласертерапијата се покажале значително подобри резултати за сите вредности освен за намалување на воспалението. Затоа ја препорачуваат терапијата со диоден ласер како дополнителна терапија на пародонтолошката хирургија за намалување на постоперативната болка, припојниот епител и крвавење при сондирање.

Huang Z, Luan QX⁽⁷⁴⁾ во својата статија од 2025г. ги објаснуваат најновите достигнувања за MINST односно за нови модели на инцизии и засеци (флап) кои се применуваат за пародонтална регенеративна хирургија. Во неа се прикажани нови методи, како на пример, зачувување на папилата, минимално инвазивни хируршки техники и техника на флап/засек. За разлика од класичните начини со хоризонтални или коси засеци, новите методи прикажуваат методи без засеци на папилата, чија цел е таа да се сочува. Такви се: латерална инцизија, апикална хирургија без инцизија и напредна апикална инцизија. Со примена на вакви методи се зачувува папилата, а се обезбедува побрза регенерација и на интра и на екстракоскените пародонтални ткива. Поради позитивните клинички резултати, овие автори препорачуваат примена на овие методи и поттикнуваат идни истражувања за нови техники за пародонталозна хирургија.

Ogawa, Yoshikawa et al.⁽⁷⁵⁾ во својот приказ на случај информираат за целосно зачувување на интерденталната папила. Стандардната форма е изведба на методот со инцизија само од букалната страна. Авторите во својот труд изведуваат двострана односно буко-палатинална инцизија. Истражувањето го примениле кај пациент со двоен дефект на пародонтолошките сидови. Од двете страни (букална и палатинална) тие направиле вертикални инцизии меѓу централните инцизиви без да ја оштетат или засечат интерденталната папила. Во инцизиите вбригале регенеративна терапија за раст на клетки (rhFGF-2 и CO₂Ap). Контролите што опфаќале анализа на клинички параметри и на рентген и на КТ снимки биле правени на 6, 9 и на 12 месеци, а од добиените резултати забележале дека останале само мали, незабележителни лузни од инцизијата. Исто така, регистрирале и намалени клинички вредности, како што се: намалена длабочина на сондирање (4 мм), зголемен епителен припој (4 мм), но не била забележана рецесија на гингивата. Овие автори ја препорачуваат т.н. техника за „целосна заштита на папилата“ (entire papilla preservation - EPP) во комбинација со регенеративна терапија за минимално инвазивна

хируршка терапија (MINST), бидејќи овозможува двојна инцизија без да се оштети интерденталната папила.

По однос на гингивалната депигментација Zahid TM⁽⁷⁶⁾ истакнува дека таа влијае на самодовербата на пациентите. Во својата рандомизирана студија тој прави споредба меѓу ласерот Er,Cr:YSGG и класичната обработка со скалпел за намалување на гингивалната хиперпигментација. За време на истражувањето се оценувало времетраењето (1-12 месеци) на третманот, додека интензитетот на болката и задоволството од насмевката биле оценети по операцијата. Третманот со ласерот Er,Cr:YSGG (со воден млаз) бил подолготраен, видот на третман не влијаел на степенот на постоперативната болка, а се зголемило задоволството од насмевката на пациентот. Резултатите се дека примената на ласерот Er,Cr:YSGG и хируршкиот скалпел се подеднакво ефикасни за намалување на гингивалната хиперпигментација.

Ласерите се употребуваат и за третмани за френулектomiја. Во клиничкото испитување спроведено на пациенти од детска возраст, од страна на Sfasciott G.L., Zara F. et al.⁽⁷⁷⁾ за примена на диодна наспроти CO₂ ласертерапија за третман на лабијалниот френулум, се истакнува дека биле земени пет различни параметри во текот и по операцијата. Тие се: крвавење, заздравување на рани, гингивална рецесија, пародонтален џеб и степен на болка. Целта на испитувањето била споредба на терапијата со диоден наспроти CO₂ ласер. Добиените резултати прикажале дека диодниот ласер покажал подобри резултати и е посоодветен од CO₂ ласерот кај три од петте параметри.

Табела 1. Употреба на ласерот во пародонтологијата

Вид на ласер	Бранова должина	Хромофор (молекул)	Класификација
Диоден	450 nm до 1 064 nm	Меланин, хемоглобин	Топлинска енергија; меко ткиво
Neodymium-doped yttrium aluminium garnet (Nd:YAG)	1 064 nm	Меланин, хемоглобин	Топлинска; меко ткиво
Erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium garnet (Er, Cr:YSGG)	2 780 nm	Вода, хидроксиапатит	Ладна енергија; сите тврди ткива
Erbium-doped:yttrium aluminium garnet (Er:YAG)	2 940 nm	Вода, хидроксиапатит	Ладна, за сите тврди ткива
CO ₂	9 300 nm до 10 600 nm	Вода, хидроксиапатит	Топла или ладна; меки или сите ткива

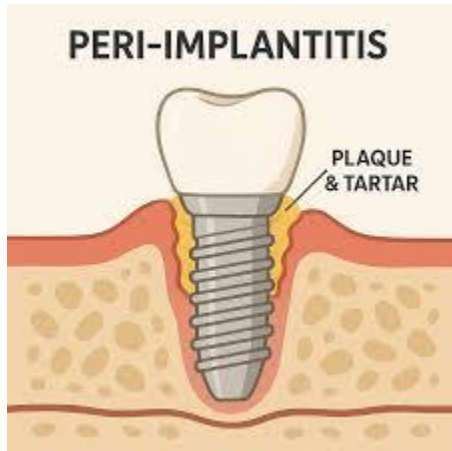
Извор: Laser Use in Periodontics and Peri-implantitis - Decisions in Dentistry (пристапено на 27.7.2025г.)

Deep Pocket Therapy™
Minimally-invasive Periodontal Treatment



Извор: <https://www.periony.com/laser-gum-treatment-in-midtown-manchattan-nyc/> (пристапено на 7.8.2025г.)

Слика 3. Минимално инвазивна пародонтолошка терапија на длабок џеб.



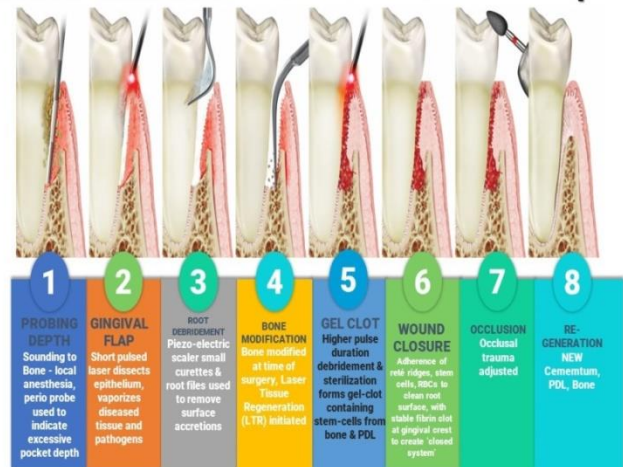
Извор: <https://www.northraleighperio.com/blog-news/laser-treatment-of-peri-implantitis/> (пристапено на 8.8.2025г.)

Слика 4. Шематски приказ на периимплантитис.

Извор: <https://www.periomem.com/laser-periodontal-treatment/>

Laser Assisted Peri-Implantitis Procedure (LAPIP) (пристапено на 8.8.2025г.) Слика 5. Шематски приказ на модифицирана постапка за примена на ласер кај случаи со периимплантитис (за отстранување на инфекцијата и регенерација на коската).

LANAP and LAPIP Protocol – Scientific Steps



Arias-Herrera et al.⁽⁷⁸⁾ ја објаснуваат применливоста на диодните ласери. Според нив, диодниот ласер се применува за фототермичка терапија. Таа се дели на фототермичка терапија (со низок и со висок интензитет на зракот) и на фотодинамична терапија. Со помош на фототермичката терапија се зголемува температурата на местото на кое се делува, па затоа е погодна за инцизија, ексцизија, аблација и испарување на ткивата, хемостаза и коагулација на ткивата. Таа е поволна за бактериска деконтаминација што е овозможено со термичка (топлинска) фотодезинфекција. Со фототермичката терапија со низок интензитет се постигнува намалување на болката (аналгетска), антивоспалителен и ефект на заздравување. Фотодинамичната

терапия има бактерициден ефект (деконтаминација) преку активирана фотодезинфекција во комбинација со некоја фотоактивна супстанција. И двата видови на терапии можат да се употребуваат поединечно или да се комбинираат со што се добиваат различни резултати во зависност од ткивото на кое делуваат.

Al Asmari D. et al.⁽⁷⁹⁾ дошле до заклучоци дека новите трендови од примената на ласерската терапија треба да се применуваат врз основа на стандардизирани протоколи за подобрување на нејзината ефикасност, но и од начините за достапност од овој вид на третман. По однос на безбедноста тие укажуваат дека ласертерапијата е генерално безбедна, доколку е изведена од обучен дентален тим. Сепак, според нив, овој вид на терапија има и несакани последици. Авторите укажуваат дека со неправилно ракување со ласерот може да се оштети ткивото, како на пример, можни се изгореници на здравото ткиво (особено од оние ласери со голема бранова должина кои произведуваат топлина). Иако ласерите имаат бактерицидно дејство, сепак нивната неправилна употреба може да ја прошири инфекцијата или да го намали периодот на заздравување на ткивото. Особено треба да се обрне внимание кај пациенти со нарушена хемостаза кои се на антикоагулантна терапија, затоа што постоперативното крвавење може да се јави и кај пациенти со пародонтопатија. Освен тоа, доколку денталниот тим и пациентите не користат соодветна заштитна опрема (очила, маска) од ласерот можат сериозно да ги оштетат пред сè, очите.

Mobadder El M. et al.⁽⁸⁰⁾ во својата статија укажуваат на предностите од фотобиомодуларната терапија за лекување на хронична пародонтопатија. Но, тие препорачуваат неколку протоколи кои се изведуваат во две фази.

I – Активација на фотодинамична терапија/фотоактивна дезинфекција со примена на ласер

Протокол 1 (прва фаза)

1. Пациентот треба да ја дезинфицира усната празнина со хлорхексидин од 0,12 %.
2. По потреба може да се вбризга локална анестезија во пародонтални џебови поголеми од 5 мм.
3. Чистење на корените на сите заби по квадранти.
4. Чистење и дебридман на корените со рачни инструменти (кирети Грејси) за џебови поголеми од 5 мм.
5. Испирање на џебот со 0,12 % хлорхексидин за време од 5 секунди за еден џеб.

6. Се нанесува толониум хлорид (кој служи како фотосензибилизатор) во вдлабнатината на џебот, а вишокот се отстранува.
7. Се чека 1,5 минута да делува.
8. Се насочува ласерот од апексот кон коронката на забот со брзина од 1мм во секунда.
9. Постапката се повторува 2 до 3 пати.

Табела 2. Препорачани вредности за фотоактивна дезинфекција/протокол за фотодинамична терапија

Параметри/вредности	
Бранова должина	635 nm
Зрак	Континуиран
Сила	400 mW
Брзина на зрак	1 mm/s
Течност	6 J/sm ² за една точка
Точки на зракот (пулсирање)	2 точки за еден џеб
Фази	2-4 фази
Вкупна енергија на зракот	24-48 J по џеб

II – Протокол за примена на ласер со висока бранова должина

Прва фаза (конвенционална, класична, механичка обработка-дебридман)

1. Пациентот треба да ја дезинфицира усната празнина со хлорхексидин од 0,12 %.
2. По потреба може да се вбризга локална анестезија во пародонтални џебови поголеми од 5 мм.
3. Чистење на корените на сите заби по квадранти.
4. Чистење и дебридман на корените со рачни инструменти (кирети Грејси) за поголеми џебови од 5 мм.
5. Испирање на џебот со 0,12 % хлорхексидин за време од 5 секунди за еден џеб со помош на ендодонтска игла.
6. По 4 недели се прави контрола на која треба да се утврди намалена длабочина на џебот поголем од 5 мм.

Втора фаза (примена на ласертерапија со диоден ласер од 980 nm)

1. По чистењето на коренот, се испира со 3 % хидроген (H_2O_2).
2. По една минута се изведува ласертерапија со диоден ласер од 980 nm, со движење напред-назад и паралелно со надолжната оска. Ласерот треба да допре до сулкусот за да се изврши деепителизација, со фреквенција од 10 kHz, брзина на зракот од ± 1 mm/s, времетраење на пулсот од 10 μ s, моќност на зракот од 10 W, просечна моќност од 1 W и дијаметар на влакното од 400 μ m. На крајот од третманот треба да се утврди комплетно отстранување на епителот.

Табела 3. Препорачани параметри за ласер со висока фреквенција, протокол за диоден ласер од 980nm

Параметри	
Моќност	10 W
Просечна моќност	1 W
Времетраење на пулсирањето	10 μ s
Фреквенција	10 kHz
Дијаметар на влакно	400 μ m

Неопходна е деепителизација на 4-5 мм од надворешниот сид од џебот за да се овозможи побрза осификација и да се избегне формирање на долг припој. Поради тоа во џебот е неопходно да се предизвика крвање што се постигнува со стерилна рачна кирета. Потоа се делува со ласерот за да се поттикне коагулација на крвта. Пациентот се советува да избегнува прекумерен внес на течности во првите 24 часа за да се зачува коагулацијата (згрутчувањето) на крвта. Со четкање со мека четка може да се спречи повреда на третираниот џеб.

Доколку по шест (6) недели првиот третман е неуспешен, тој се повторува двапати, во период од шест (6) недели меѓу контролите. Доколку третманот е неуспешен и после третиот третман, тогаш се пристапува кон примена на други терапевтски решенија.

Неуспеси од примена на пародонтална терапија⁽⁸¹⁾

Различни клинички студии прикажаа дека со современите пародонтални терапии се обезбедува здрава, природна дентиција и ефикасно

справување со пародонталните заболувања. Сепак, по примена на ласертерапијата се забележани некои недостатоци што доведе од појава на разни модификации. Со новите модифицирани методи можностите за лекување на пародонтопатијата се многу напреднати. Неуспехот од пародонталната терапија пред сè, се должи од нередовни контролни прегледи, контрола на плакот, несоодветни упатства за орална хигиена или непридржување до нив од страна на пациентите, но и на потребата од повторна проценка на биохемиските фактори кои довеле до некој вид на пародонтолошко заболување. Сепак е добиен поголем број на резултати со позитивен исход, па затоа ласерската терапија се препорачува како примарна или дополнителна терапија за превенција и лекување на пародонтопатија.

3. Цел на истражувањето

Основната цел на овој стручен труд е да се истражи дејството на ласерската терапија за превенција и лекување на пародонтопатијата. Преку проследување на современите дијагностички методи со пребарување на базите на податоците на PubMed, Academy of Laser Dentistry (ALD), Journal of Periodontology, American Academy of Periodontology Journals, World Journal of Periodontology, National Library of Medicine, ResearchGate, Wiley Online, Applied Sciences Journal from MDPI, Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences да се евидентираат интраоралните промени на околните меки структури по примена на мекоткивен ласер, како и ефектите од примената на тврдоткивниот ласер.

Врз основа на добиените податоци, целта е да се анализираат и проследат литературните податоци и да се одговори на следните поставени прашања од примената на ласерската терапија:

- Дали третманот на пародонтопатијата со ласер може да го замени во потполност класичниот пристап за третирање на пародонталните џебови, со механичко отстранување на меките и на тврдите забни наслаги, како и обработка на пародонталниот џеб?
- Дали со ласертерапијата се постигнува брзо и ефикасно заздравување на афектираното ткиво?
- Дали третманите предизвикуваат иритација на околните структури?
- Дали третманите се безболни и безбедни?

Од резултатите од пребарувањата низ литературата да дефинираме дали ласертерапијата е подобар избор за превенција и терапија на пародонциумот или пак, најдобар избор е класичниот избор, со механичка и ултразвучна обработка.

4. Материјал и метод на истражувачката работа

За реализација на стручниот труд се опфатени литературните сознанија за примена на ласерите во стоматологијата. За реализирање на поставената цел се користеа литературни податоци преку истражување, анализирање и споредба на научните трудови објавени во реномирани списанија, книги и интернет страници, најдени со пребарување во базите на податоци од PubMed, Academy of Laser Dentistry (ALD), Journal of Periodontology, American Academy of Periodontology Journals, World of Periodontology, National Library of Medicine, ResearchGate, Wiley Online, Applied Sciences Journal from MDPI, Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences за објективна евалуација на ласертерапијата. Анализираните студии го опфаќаат периодот од последните триесет години.

По пребарување на научните бази добиените податоци за поделбата на ласерите се систематизираа, но и начинот на нивната примена и клиничките наоди за современите препораки и насоки за менџирање и примена на ласерите во денталната медицина, при лекување на пародонтолошки заболувања.

Пребаруваните литературни податоци се добиени од различни автори, кои вклучуваат: објавен труд (Journal Article/Article in a Periodical), клиничко испитување (Clinical Trial), рандомизирани контролни студии (Randomized Controlled Trial), дескриптивни студии (Review study), компаративни студии (Comparative study), ретроспективни (Retrospective) студии. Сите податоци се систематизирани и проследени според поставените цели.

5. Резултати

Неинванзивната ласерска технологија наоѓа широка примена во денталната медицина повеќе од триесет години. Таа секојдневно се усовршува и надградува. Употребата на ласерот и на ласертерапијата за лекување на пародонтолошкиот комплекс опфаќа:

- Дефинирање на хроничната пародонтопатија⁽¹¹⁻¹⁴⁾ како воспаление на гингивата и околните меки ткива, како резултат на што доаѓа до уништување на пародонтот и губење на потпорната коска. Клиничките наоди вклучуваат: гингивална рецесија, губење на алвеоларната коска и формирање на пародонтален џеб. Таа се јавува кај сите возрасни групи.
- Алтернативни начини на обработка на пародонталниот комплекс.
- Од страна на Gross и Herrmann⁽⁷⁾ се воведува т.н. јаглероден CO₂ ласер кој до ден-денес интензивно се користи како мекоткивен ласер во стоматологијата.
- Ласерот со ниска фреквенција (670 nm) има антивоспалителен ефект^(15,16,41) и истовремено може да го намали и нивото на цитокинет IL-1beta (интерлеукин 1-бета) и на IFN-γ, (интерферон гама), а да го поттикне производството на протеинот PDGF (фактор на раст на клетките) и на протеинот TGF-β, кој е одговорен трансформирачки фактор за раст на клетките.
- Marinelli et al.⁽¹⁷⁾ ги објаснуваат механизмите на дејството на ласерите, нивната клиничка примена и можноста за усовршување. Тие работат на принцип на фототемпературни, фотохемиски и фотомеханички механизми.
- Bal V.⁽¹⁸⁾ наведува дека ласерот е ефикасен за уништување на бактерии, го стимулира создавањето на нови клетки, го зголемува лимфниот проток, го зголемува припојувањето на пародонталното ткиво, ја намалува чувствителноста на дентинот и има способност да достигне до тешко пристапните места, односно до оние места кои се недостижни за инструментите кои се користат со класичниот метод.
- Er:YAG ласерот делува во површинскиот слој^(19,20,71).
- Во однос на намалување на длабочината на пародонталниот џеб од добиените резултати се укажува дека примената на LLLT ласерот во пародонтологијата покажала само краткорочни придобивки за разлика од класичната терапија.^(52,54,55)
- Употребата на CO₂ ласерот со бранова должина од 630-670 nm е поефикасен за лекување на хронична пародонтопатија, односно ја подобрува состојбата на гингивалното ткиво и учествува во

регенерација на ткивата, за разлика од механичката обработка.^(24,25,46,47,48)

- Мекоткивниот CO₂ ласер делува само во површинскиот слој на средно-длабоките пародонтални џебови и прикажува поголема апсорпција во вода.^(37,47,42)
- За соодветна примена на LLLT, се сугерира воведување на соодветни протоколи за третман на меки ткива со добро дефинирани индикации за секој протокол.^(27,34,66,75,78)
- Комбинираната ласертерапија на LLLT и ER:YAG е ефикасна за намалување на средни до длабоки џебови.^(52,54,55)
- Ласерите се користат за деепителизација (отстранување на заболениот епител од гингивата).^(21-23,30,34,42-48,61,62,64,69,70)
- Ласертерапијата применета на модифицираниот Видман (Widman) флап по деепителизацијата делува ефикасно за намалување на просечната длабочина на пародонталниот џеб и помала рецесија на гингивата во споредба со флап со интрасулкусна инцизија.^(30,44,45,63,654,77,78)
- Речиси во сите прегледи^(21,26,36,48,49,61,62,69) се објаснува ефикасноста од отстранувањето на субгингивалниот калкулус со примена на Er:YAG ласер во споредба со механичката обработка на пародонталниот џеб. Од презентираниите резултати се забележува дека ER-LCPT ласерот е поефикасен за намалување на пародонталниот џеб споредено со ултразвучен инструмент.
- Од добиени резултати од различни автори е прикажано дека позитивните резултати од примената на Er:YAG ласерот се задржале во период од шест (6) месеци до пет (5) години.^(28-32,75)
- Aydin et al.⁽³⁴⁾ во споредбени истражувања, истакнуваат дека Er:YAG ласерот ја поттикнува пролиферацијата на фибробластите, наспроти високоенергетскиот Er,Cr:YSGG ласер кој има различни ефекти на биокомпатибилноста во организмот, при што потенцирале дека треба да се усвојат стандардизирани протоколи за нивна употреба.
- Yaneva et al. укажуваат дека примената на Er:YAG ласерот е корисен метод за намалување на бактериите (бактеремија). Со нејзините се совпаѓаат и резултатите на други автори.^(35,51,52)
- Употребата на Er:YAG ласерот **НЕ** покажал подобар резултат во споредба со класичниот третман во одреден временски период.⁽⁴⁰⁾
- White et al.⁽⁴¹⁾ како корисна ја препорачуваат интраоралната примена на Nd:YAG за меки ткива, особено затоа што не се употребува анестезија, се јавува минимално крвање, воспалителниот процес е намален,

постоперативната болка е намалена, што не е случај со класичната терапија.

- Eberhard et al.⁽⁴⁸⁾ и Aoki et al.⁽⁴⁹⁾ ги презентирале резултатите од кои се забележува дека Er:YAG ласерот е малку поефикасен за третман на пародонтален џеб споредено со ултразвучен инструмент. Er:YAG ласерот произвел површински, структурни, термички и микропромени на забниот камен кој бил наталожен на коренот на забот.
- Ishikawa et al.⁽⁴⁹⁾ препорачале примена на ербиум YAG ласерите, односно Er:YAG со бранова должина од 2 940 nm и ербиум хром: итриум, скандиум, галиум, гарнет (Er,Cr:YSGG) со бранова должина од 2 790nm, затоа што се способни за ефикасна аблација и на меките и на тврдите ткива без да ги оштетат подлабоките ткива.
- Тврдоткивните ласери (Nd:YAG) развиваат топлина која делува штетно на пулпата и делумно на околните структури, но се препорачува за делување на тврди ткива и за намалување на бактериите во комбинација со киретажа.^(50,51)
- Во однос на минимално инвазивна нехируршка терапија (MINST), Aoki et al.⁽⁵⁴⁾ и Mizutani K, Aoki A et al. ⁽⁵⁵⁾ во 2004 г. ги препорачуваат ербиум ласерите, затоа што тие покажале одлична аблација на ткивото со силни бактерицидни ефекти, а ги отстраниле штетните, отровни материи.
- MINST може да претставува добра алтернатива за хируршки пристап, поради намалување на времето поминато во ординација, намалена постоперативна траума, постабилно ткиво и незначителни промени на гингивата, но и естетска придобивка и намалена хиперсензитивност.^(54,55)
- Новите методи за MINST се однесуваат на зачувување на интерденталната папила.^(72,73)
- Позитивна е ефикасноста од користењето на Er:YAG (ербиум/итриум/алуминиум/гранат) ласерот или на Er,Cr:YSGG (ербиум, хром/ итриум/скандиум/галиум/гранат) за отстранување на забниот камен од површината на коренот во споредба со класичните инструменти за нехируршка пародонтолошка терапија.^(19, 60-62, 65-68)
- За првпат Zhu et al.⁽⁶²⁾ ја наведуваат ефикасноста од примената на комбинираната ласертерапија на ER:YAG и Nd:YAG за нехируршки третман на напредната пародонтопатија (III и IV фаза).
- Nd:YAG ласерот е иднината на пародонталната хирургија, бидејќи биофотониката треба да се насочува кон што побрза регенерација на раните и на ткивата. На пародонталните ткива, како што се: гингивата, корените на забите и коскеното ткиво, но и на титаниумските

импланти, можат да се применат различни видови на ласертерапија (Er:YAG, Er,Cr:YSGG, ND:YAG, CO₂).^(60,62)

- Reynolds⁽⁶⁷⁾, Perez-Chaparro⁽⁶⁸⁾ и Cobb⁽⁶⁹⁾ ја поддржуваат тезата дека ласертерапијата треба да биде вклучена или како првостепена или како дополнителна терапија за третман на пародонтопатија и периимплантитис, затоа што со неа се намалуваат субгингивалните бактерии, се уништуваат грам-негативните бактерии, се намалува воспалението, а се постигнува и ефикасна субгингивална киретажа, биостимулација и пародонтална регенерација.
- Важен е степенот на апсорпцијата на брановата должина на ласерскиот зрак во ткивата.^(69,70,72)
- Zahid T.M.⁽⁷⁶⁾ прави споредба меѓу ласерот Er,Cr:YSGG и класичната обработка со скалпел за намалување на гингивалната хиперпигментација и ја препорачува употребата на ласерот заради неговата ефикасност.
- Sfasciott G.L. et al.⁽⁷⁷⁾ спровеле испитувања за примена на комбинирана ласертерапија за третман на френулектوميја и добиле подобри, позитивни резултати од примена на диодниот ласер наспроти CO₂ ласерот.
- Arias-Herrera et al.⁽⁷⁸⁾ ја објаснуваат применливоста на диодните ласери, кои се применуваат за фототермичка терапија. Таа се дели на фототермичка терапија (со низок и со висок интензитет на зракот) и на фотодинамична терапија. И двата видови на терапии можат да се употребуваат поединечно или да се комбинираат, со што се добиваат различни резултати во зависност од ткивото на кое делуваат.
- Al Asmari D. et al.⁽⁷⁹⁾ дошле до заклучоци дека новите трендови од примената на ласерската терапија треба да се применуваат врз основа на стандардизирани протоколи за подобрување на нејзината ефикасност, но и од начините за достапност од овој вид на третман.
- Mobadder El M. et al.⁽⁸⁰⁾ во својата статија укажуваат на предностите од фотобиомодуларната терапија за лекување на хронична пародонтопатија. Но, тие препорачуваат неколку протоколи кои се изведуваат во две фази.
- Bis⁽⁸¹⁾ ги наведува неуспесите од пародонталната терапија, но како добра алтернатива и како дополнителна терапија ја препорачува ласертерапијата.

6. Дискусија

Една од главните задачи на пародонтологијата е да го намали и превенира пародонталното заболување на пародонциумот и да воспостави рамнотежа помеѓу неговите делови, а со тоа да обезбеди добро орално здравје, функција и воопшто естетика на лицето.

Хроничната пародонтопатија се дефинира како воспаление на гингивата и околните меки ткива, поради уништување на пародонтот и губење на потпорната коска. Клиничките наоди вклучуваат: гингивална речесија, губење на алвеоларната коска и формирање на џеб. Таа се јавува кај сите возрасни групи. Обично болеста напредува бавно до умерено, но може да напредне и многу брзо. Значи воспалителниот процес (гингивитис) има примарна улога за развој на пародонтална болест. *(Димитријевиќ, 2011; Ивановски, 2010).*

Воведувањето на ласерската технологија доведе до нови терапевтски начини и современ пристап кон третманот на воспалителните пародонтални заболувања. Ласерите емитираат интензивна, јака светлина во различна боја. Всушност, светлинската енергија е насочена во многу тенок и фокусиран зрак која доаѓа во контакт со заболеното ткиво. Зракот се карактеризира со голема насоченост, кохерентност (фазно/пулсно емитирање на фотоните), еднобојност (монохроматски) и интензитет (бранова должина).

Ласерите работат на принцип на бранови должини кои пулсираат или обезбедуваат комбинирани, континуирано, но непрекинато емитирање на зракот. Ласертерапијата е неинванзивна, прецизна и безболна процедура. Поради тоа биофотониката во денталната медицина секојдневно се надградува и усовршува. Нејзината иднина треба да се насочи кон што побрза регенерација на раните и на ткивата. Во зависност од формата на брановата должина, ткивото на кое делуваат и силината на енергијата која се произведува во коленикот, ласерскиот зрак може да се пренесе, рашири, рефлектира или да се апсорбира во ткивото. Значи примената на ласерот зависи од начинот на кој зракот делува во ткивото.

Степенот на апсорпцијата на брановата должина на ласерскиот зрак во ткивата е примарен за да се објасни причината зошто некои ласери продираат во подлабоките слоеви, а некои само во површинскиот. Всушност колку подлабоко продира ласерскиот зрак, толку повеќе истиот се шири и навлегува во ткивото. На пример, CO₂ ласерот продира само околу 0,03 до

0,1 мм во ткивото, додека Nd:YAG ласерот продира од 2 до 5 мм во ткивото.^(42,65)

Поради нивната способност за продирање во ткивата, ласерите во пародонтологијата се употребуваат за: сулкусен дебридман, аблација на меките ткива односно за отстранување на голем дел од заболените ткива, киретажа, деепителизација, инцизија, втора фаза при поставување на импланти, коскена аблација, издолжување на коронката на меките ткива (gummy smile), гингивектомија, френулектوميја, стерилизација и дезинфекција на ткивата. Предностите на ласерите во однос на традиционалниот, класичен метод на обработка на пародонталните џебови се пред сè, во минималната употреба на анестезија, за биопсија, за хемостаза и намален ризик од патогени бактерии (кои преку крвта се пренесуваат низ целиот организам), намален стрес и замор на денталниот тим и поголема прифатливост од страна на пациентите за време и по пародонталниот третман.

Темелите на биофотониката односно на фотостимулирачката или ласерска терапија во денталната медицина ги поставиле Patel at Bell laboratories, (Parimo, 2022) кои го вовеле т.н. јаглероден CO₂ ласер, додека Gross, (2007) го вовеле т.н. јаглеродниот мекоткивен CO₂ ласер. Pick, (1985) презентира дека употребата на мекоткивниот CO₂ ласер за пародонтална терапија брзо еволуирала. И покрај тоа што зракот на CO₂ ласерот делува само површински (0,1 до 0,3 мм), сепак прикажува поголема апсорпција во вода, Romanos, (2004).

Israel, Rossmann, (1995, 1998) ги прикажале хистолошките ефекти од CO₂ ласерот и со клинички истражувања докажале дека тој е добар избор за деепителизација (субгингивална киретажа), по што се формирало ново сврзно ткиво (епител), кој се протегал по целата должина на коренот. Тие, (2000) ја споредувале предноста на CO₂ ласерот во споредба со класичниот метод при што прикажуваат сигнификантно подобри резултати од неговата употреба.

Задоволство од примената на ласертерапијата како дополнителна фаза за лекување на пародонтот прикажале и Bouhout, (2015) кои додале и едем (оток) еритем (црвенило), гингивално крвавење и гнојни кеси докажани со сонда, односно гингивитис. За да се спречи воспалителниот процес (Liu, 1999; Qadri, 2005, 2007; Ren, 2017; Ueda, 2003; Sobouti, 2015) се препорачува ласерот со ниска фреквенција (670nm) бидејќи го поттикнува растот на клетките за брзо заздравување на ткивата, а истовремено влијае и за

намалување на пародонталниот џеб, но дека се потребни и соодветни протоколи за нивна примена. Кон нивните тврдења се надоврзуваат оние на *Cheng, (2025)* кои истакнуваат дека комбинираната терапија на ласер со ниска бранова должина (LLLT) и Er:YAG ласерот е особено прифатлива за намалување на средни до длабоки пародонтални џебови. Ефикасноста од употребата само на Er:YAG ласерите, во споредба со класичниот третман на плитки до средно-длабоки пародонтални џебови прикажале *Liu (1999)*, *Schwarz, (2001)* и *Sculean, (2004)*. За придобивките од употребата на Er:YAG ласерот прикажуваат и истражувањата на *Eberhard, (2003)* и *Aoki, (2023)*, кои ја објаснуваат ефикасноста од отстранувањето на субгингивалниот забен камен како дополнителен метод во споредба со механичката обработка на пародонталниот џеб. Er:YAG ласерот произвел површински, структурни, термички и микропромени на забните наслаги кои биле наталожени на коренот на забот.

За разлика од нив, *Dukić (2013)* и *Romanos, (2004)* сугерираат дека употребата на диодниот ласер со бранова должина од 980 nm може да биде поволна за обработка на коренот и на средно-длабоките пародонтални џебови (4 до 6 mm). За лекување на хронична пародонтопатија и за френулектوميја односно дека употребата на диодниот ласер со ниска бранова должина ја подобрува состојбата на гингивалното ткиво, за разлика од механичката обработка укажуваат и *Angelov, 2009; Pesevska, 2017* и *Sfasciott, 2015*.

Aoki, (1994), се првите научници кои препорачуваат дека употребата на ербиум ласерот Er:YAG е добра алтернатива за отстранување на субгингивалниот калкулус (забни наслаги), без да ја оштети гингивата и околните меки ткива и покрај тоа што се појавило мало загревање (топлина) на површината на коренот при зрачењето. Со нивните докази се совпаѓаат оние на *Eberhard, (2003)* и на *Sgolastra, (2012)*.

Примената на ER-LCPT ласерот е поефикасна за пародонтален џеб споредено со ултразвучен инструмент, *Aoki, (2016)*. Разликата меѓу ласерот и ултразвучните инструменти ја испитувале *Yaneva, (2014)*, *Rotundo, (2010)* и *Ratka-Krüger, (2012)* кои укажуваат дека Er:YAG ласерот е корисен метод за намалување на бактериите наспроти класичниот третман кој се применува во првата фаза од хроничната пародонтопатија на пародонтални џебови. На нивните размислувања се надоврзуваат и истражувањата на *Schwarz, (2001)* и *Crespi, (2007)* кои наведуваат дека позитивните резултати се задржале во период од две (2) години по примена на ласерската терапија. Според нив, е

забележана зголемена длабочина на навлегување на сондата и нивото на клиничкиот припој во споредба со ултразвучните инструменти.

Предноста на ласерот пред класичниот метод ја презентирале и *Aoki, (2003)*, *Derdilopoulou, (2007)* и *Lopes, (2008)* пришто забележале намалување на микроорганизмите за одреден временски период, а позитивните резултати биле следени и задржани во текот на една година. Таквата предност се забележува и од новите, надградени модели на Er:YAG ласерот, како што се: Er:YAG (ербиум/итриум/алуминиум/гранат) или Er,Cr:YSGG (ербиум, хром/итриум/скандиум/галиум/гранат) ласерот. Тие помагаат за отстранување на наслаги од површината на коренот (*Agoob, 2012; Jannath, 2024* и *Aydin, 2025*), кои наведуваат дека ласерот ја поттикнува пролиферацијата на фибробластите, деепителизацијата и атхезијата на клетките, а ја подобруваат и биокомпатибилноста. Според *Visuri, (1996)* и *Ishikawa, (2009)* Er:YAG со бранова должина од 2 940 nm и Er,Cr:YSGG со бранова должина од 2 790 nm, се способни за ефикасна аблација и на меките и на тврдите ткива без да ги оштетат подлабоките ткива. *Zahid, (2025)* истакнува дека третманот со ласерот Er,Cr:YSGG бил подолготраен, не влијаел на степенот на постоперативната болка, а пациентите биле позадоволни од насмевката, па затоа го препорачува за гингивална депигментација.

Gaspirc, (2007), препорачале употреба на ER:YAG ласерот наспроти класичниот третман со Видман (Widman) флап, затоа што со ласерската терапија се намалиле плак индексот и клиничкиот припој на епителот. За разлика од нивното истражување, *Khan, (2021)* и *Reddy, (2014)* презентираат дека за биостимулација на модифициран Видман флап е подобар диодниот ласер со ниска фреквенција (980 nm).

Er:YAG ласерот се препорачува и за минимално инвазивна нехируршка терапија (MINST), *Aoki, (2003)* и *Mizutani, (2016)*, бидејќи покажале одлична аблација на ткивото со силни бактерицидни и биостимулациски ефекти, а ги отстраниле штетните, отровни материи. На нивните резултати се надоврзуваат и оние на *Petrov; Huang, (2025)*, кои известуваат за намалување на воспалението (гингивитис) и силни бактерицидни дејства по примена на Er:YAG ласертерапија применета кај периапикална флап-хирургија. За позитивни резултати од примена на MINST техниката прикажуваат *Ribeiro, (2023)*, *Kučič, (2023)* и *Lodi, (2020)* кои сугерираат дека со MINST техниката се постигнуваат подобри резултати за лекување на пародонталниот џеб, односно намалена гингивална рецесија особено на моларите (III степен). Тие наведуваат дека оваа техника може да претставува добра алтернатива за

хируршки пристап, заради намалување на времето поминато во ординација, намалена постоперативна траума, намалена хиперсензитивност, постабилно ткиво со незначителни промени на гингивата и естетска придобивка. На нивните наводи за лекување на хронична пародонтопатија од III степен се надоврзуваат *Zhu, (2021)* и *Chuang, (2023)* кои ја надградуваат оваа неинвазивна техника и воведуваат нов протокол за минимално инвазивен хируршки третман, комбинирана ласертерапија (LAMINST).

Од друга страна, нов метод на MINST техниката нуди *Iorio-Siciliano, (2025)* кои ги истакнуваат нејзините придобивки, затоа што се нанесува гел и хијалуронска киселина (хНУА) за лекување на хронична пародонтопатија, при што се добиени позитивни резултати по однос на длабочината на сондирање, степенот на клиничкиот припој, гингивалната рецесија и крвање при сондирање.

И *Radi (2025)* воведуваат нов метод на MINST техниката која е комбинација со фотодинамична дезинфекција (PD) за третман на бифуркацијата на пародонтално зафатените корени на моларите. За дезинфекција тие користеле толониум хлорид и диоден ласер со ниска бранова должина од 635 nm.

Nd:YAG како тврдокивент ласер развива топлина која делува штетно на пулпата и делумно на околните структури. *White, (1991)*, *Yukna, (2007)* и *Aoki, (2024)* укажуваат дека за регенерација на гингивата и околното ткиво, но и за отстранување на забните наслаги со појава на минимално крвање се препорачува примена на Nd:YAG ласерот. До исти резултати дошле и *Romanos, (2004)*, *Пандилова, (2015)* кои укажуваат на придобивката од примена на ласертерапијата со Nd:YAG по киретажа на меките ткива за значително намалување на субгингивалните бактерии.

Комбинирана ласертерапија на Er:YAG и Nd:YAG за нехируршки третман на хронична пародонтопатија (III и IV фаза) препорачуваат *Zhu, (2021)*, затоа што позитивни резултати забележале кај дебрис индексот, намалување на длабоките џебови (> 7 мм), длабочината на сондирање, нивото на клиничкиот припој и крвање при сондирање.

Aoki, (2015), *Mizutani, (2016)*, *Reynolds, (2020)*, *Perez-Chaparro, (2016)* и *Cobb, (2017)* во своите студии пријавуваат резултати добиени по третман на периимплантитис на меките ткива со ласерска терапија. Според нив, на пародонталните ткива, како што се: гингивата, деконтаминација или чистење на површината на коренот и на титаниумските импланти, можат да се применат различни видови на ласертерапија (Er:YAG, Er,Cr:YSGG, Nd:YAG,

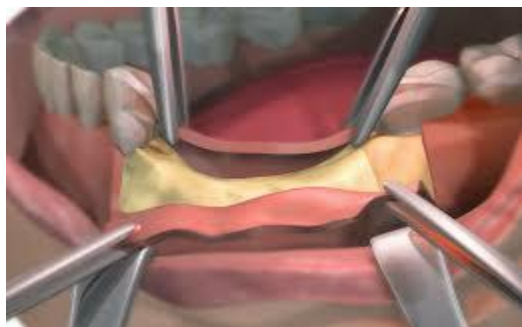
CO₂), затоа што со неа се намалуваат субгингивалните бактерии, се уништуваат грам-негативните бактерии, се врши супресија на воспалението, а се постигнува и ефикасна субгингивална киретажа, биостимулација и пародонтална регенерација.

Препорака за стандардизирани протоколи за примена на ласертерапијата, односно фотобиомодуларна терапија за лекување на хронична пародонтопатија во секојдневната стоматолошка дејност препорачуваат *Mizutani, (2016), Sobouti, (2015), Al Asmari, (2023)* и *Mobadder (2023)*.

Позитивни резултати од диодните ласери приложуваат и *Arias-Herrera, (2024)*, но кога тие се применуваат како фототермичка терапија. Фототермичката терапија е поволна за бактериска деконтаминација, односно фотодезинфекција. Фотодинамичната терапија има бактерициден ефект (деконтаминација) преку активирана фотодезинфекција во комбинација со некоја фотоактивна супстанција. И двата видови на терапии можат да се употребуваат поединечно или да се комбинираат со што се добиваат различни резултати во зависност од ткивото на кое делуваат.

За неуспесите од пародонтолошката терапија осврт презентира *Bis, (2010)*, кој препорачува дека и покрај сите недостатоци, а пред сè цената, сепак ласертерапијата треба да биде вклучена во секојдневната стоматолошка дејност.

Извор: <https://www.simiperio.com/procedures/periodontal-plastic-surgery>
(пристапено на 9.8.2025г.)



Извор: <https://www.anzurperiodontics.com/periodontal-procedures/periodontal-surgery-pocket-depth-reduction/> (пристапено на: 9.8.2025г.)

7. Заклучок

Врз основа на анализата на податоците од прегледаната и систематизирана литература за примена на ласерот и ласертерапијата во пародонтологијата дојдовме до следните заклучоци:

- ❖ Ласерите се широкоприменувана терапија во пародонтологијата во последните триесетина години.

Видови на ласери	
Мекоткивни	Тврдоткивни
- заздравување на рани, - отстранување на хиперпластично ткиво, - фотодинамична терапија за лекување на малигни тумори, - фотостимулација на лезија	- превенција од кариес, - белеење на забите, - реставрација и лекување на коренски канали, - дентинска хиперсензитивност, - модулација на раст, - дијагностички цели
Nd:YAG (1 064 nm) KTP (532 nm) AlGaAs (808 nm, 915 nm, 980 nm) Diode (800- 1064 nm) CO ₂ (9 300 nm-10 600 nm)	Er:YAG (2 940 nm) Er:YASSG (2 790 nm)

Споредба меѓу ласертерапија и класична терапија

Карактеристика	Ласертерапија	Класична терапија
Инвазивност	минимално инвазивна	повеќе инвазивна
болка /непријатност	редуцирана/намалена	зголемена
крвавење	Минимално	значително
време на лекување	Побрзо	подолготрајно
намалување на бактерии	големо/значително	умерено
инцизија	Ретко	често

- ❖ Ласерите во стоматологијата можат да се применат на различни начини, па ако добро се познава нивното дејство (механизам на работа) тие можат во целост да ја заменат употребата на класичните рачни или турбински инструменти.
- ❖ Ласерите се прецизни апарати за обработка на ткивата.

- ❖ Ласерскиот зрак делува како антимикробен агенс, уништувајќи ги бактериите во пародонталниот џеб.
- ❖ Ербиумските ласери (Er:YAG, Er,Cr:YSGG) ефикасно ги уништуваат бактериските наслаги и калкулусот од површината на коренот, додека диодните ласери се користат за дезинфекција на меките ткива и пародонталните џебови, при што ги намалуваат или целосно ги уништуваат бактериите.
- ❖ Ласерите можат да го намалат воспалението на некротичните ткива.
- ❖ Ласерите вршат стерилизација на коренските површини.
- ❖ Ласерите делуваат и на стимулација и регенерација на ткивата преку процес наречен фотобиомодулација.
- ❖ Со ласерите се врши одлична деконтаминација на ткивата.
- ❖ Намален е ризикот од постоперативни инфекции.
- ❖ Ласертерапијата е биостимулирачка за околните ткива.
- ❖ Ласерскиот зрак ги затвора крвните и лимфните садови.
- ❖ Со нив се обезбедува намалена постоперативна непријатност.
- ❖ Ласертерапијата нуди одлични резултати кога е избран правилниот ласер и кога се користат протоколи базирани на докази.
- ❖ Безбедноста е секогаш врвен приоритет при работа со ласер. Сите видови на стоматолошки ласери можат да предизвикаат сериозно оштетување на кожата и очите (постои опасност од оштетување на мрежницата од диодните и Nd:YAG ласери, а ербиумските и CO₂ ласерите претставуваат опасност за рожницата). Пациентите и лекарите се обврзани да носат заштитни очила кои се соодветни на ласерот.
- ❖ Ласерите формираат облаци од ткиво кое испарува во устата. Затоа, при употреба на ласерите треба да се почитуваат универзалните мерки за претпазливост, како што се носење маски за лице и ракавици (за денталниот тим). Освен тоа, заради безбедност и здравје при работа е неопходно соодветно да се означи секоја просторија во која се користи ласер.
- ❖ Тие се поприфатливи за пациентите од класичните инструменти.

Од изнесените литературни прегледи заклучуваме дека ласертерапијата е исклучително прецизен, неинвазивен метод за примена во сите области на стоматологијата, а особено за примена на различни пародонтолошки третмани, бидејќи пациентите чувствуваат помала непријатност во тек и после пародонтолошкиот третман во споредба со класичните методи. Нивната примена е индивидуална за секој пациент поединечно, со што ризикот од инфекција е сведен на минимум. Од друга страна, поради нивната цена (скапа

апаратура), нивната употреба е ограничена. Освен тоа, за сигурна примена на денталните ласери во пародонтологијата е неопходна континуирана едукација на денталниот тим (стоматолозите и денталните асистенти-хигиенолози), како и преземање на безбедносни и заштитни мерки како за пациентите, така и за денталниот тим.

8. Користена литература/References

- [1] Parimoo R., Sharma D. Lasers a boon or myth in periodontal and implant therapy: An overview. *Int J Health Sci.* 2022;5(S2), 64–68. DOI:10.53730/ijhs.v5nS2.5367. (пристапено на 21.5.2024г.)
- [2] Maiman Th. Stimulated optical radiation in ruby lasers. *Nature.* 1960;187:493. (пристапено на 21.5.2024г.)
- [3] Verma S, Maheshwari S, Singh R, Chaudhari P. Laser in dentistry: An innovative tool in modern dental practice. *Natl J Maxillofac Surg.* 2012;3(2):124–132. doi: 10.4103/0975-5950.111342. (пристапено на 21.5.2024г.)
- [4] Liljenqvist P, Schäfer O: The use of Lasers in Dentistry. A Clinical Reference Guide for the Diode 810 nm & Er:YAG. (пристапено на 28.5.2024г.)
>https://www.elexxion.com/wpcontent/uploads/2019/04/Clinical_Reference_EN.pdf,> 2009.
- [5] Coluzzi, DJ. Fundamentals of dental lasers: science and instruments. ScienceDirect; Elsevier. *Dent ClinNorth Am.* 2004;751-770.
<<https://doi.org/10.1016/j.cden.2004.05.003>.> (пристапено на 28.5.2024г.)
- [6] Graziani F, Karapetsa D, Alonso B, Herrera D. Nonsurgical and surgical treatment of periodontitis: how many options for one disease? *Periodontology* 2000. 2017: <<https://doi.org/10.1111/prd.12201>.> (пристапено на 12.6.2024г.)
- [7] Gross AJ, Hermann TR. History of lasers. *World J Urol.* 2007;25:(3)217-20. (пристапено на 12.6.2024г.)
- [8] Ueda Y, Shimizu N. Effects of pulse frequency of low-level laser therapy (LLLT) on bone nodule formation in rat calvarial cells. *J Clin Laser Med Surg.* 2003;21(5):271-7. (пристапено на 29.6.2024г.)
- [9] Ishikawa I, Sasaki KM, Aoki A, Watanabe H. Effects of Er:YAG laser on periodontal therapy. *J Int Acad Periodontol.* 2003;5(1):23-8. (пристапено на 12.7.2024г.)
- [10] Dimitrijević B. *Klinička Parodontologija.* Beograd: Zavod za udžbenike-Beograd, 2011, 207-238; 240-241; 283.
- [11] Ивановски Ќ. Претклиничка пародонтологија. Стоматолошки факултет, Скопје; 2013, 212-215.
- [12] Pick RM, Pecaro BC, Silberman CJ. The laser gingivectomy. The use of the CO2 laser for the removal of phenytoin hyperplasia. *J Periodontol.* 1985;56:492-496. (пристапено на 22.7.2024г.)
- [13] Myers TD, Myers WD. The use of a laser for debridement of incipient caries. *J Prosthet Dent.* 1985;53:776-779. (пристапено на 23.7.2024г.)
- [14] Bouhout Y, Gonçalves R. B.: Laser assisted periodontics: A review of the literature. November 2015. *World Journal of Stomatology* 4(4):129 (пристапено на 21.3.2024г.) DOI:10.5321/wjs.v4.i4.129CC BY-NC 4.0
- [15] Qadri T, Miranda L, Tunér J, Gustafsson A. The short-term effects of low-level lasers as adjunct therapy in the treatment of periodontal inflammation. *J Clin Periodontol.*

- 2005;32(7):714–9. doi: 10.1111/j.1600-051X.2005.00749. (пристапено на 24.7.2025).
- [16] Qadri T, Bohdanecka P, Tunér J, Miranda L, Altamash M, Gustafsson A. The importance of coherence length in laser phototherapy of gingival inflammation: a pilot study. *Lasers Med Sci.* 2007;22(4):245–51 doi: 10.1007/s10103-006-0439-1. (пристапено на 24.7.2025)
- [17] Marinelli, G., Inchingolo, A. M., Carone, C., Lauria, P., Savastano S., Inchingolo, F., Corsalini, M., Celli D., Palermo, A., Vinjoli, F., Farronato, M., Maspero C., Guerra B. F. L., Guerra A., JP., Inchingolo, D., A., Dipalma, G. Laser technology in periodontics. *Oral Impl. Vol. 16. No. 3 (S2) (2024), 743-759.* DOI: 10.11138/oi.v16i3.2suppl.141. (пристапено на 20.5.2025г.)
- [18] Bal, V. Periodontics and laser. 2009. *SENDROM.*21(1):66-77. Özdemir's scientific contributions. (пристапено на 24.5.2025г.)
><https://www.researchgate.net/scientific-contributions/A-Oezdemir-2088720700>>
- [19] Ishikawa I, Aoki A, Takasaki AA, Mizutani K, Sasaki KM, Izumi Y. Application of lasers in periodontics:true innovation or myth? *Periodontol 2000.* 2009;50:90-126. doi: 10.1111/j.1600-0757.2008.00283.x (пристапено на 23.7.2024г.)
- [20] Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I: Lasers in nonsurgical periodontal therapy. *J Periodontol 2000.* 2004;36:59-97. (пристапено на 23.7.2024г.)
- [21] Aoki A, Ando Y, Watanabe H, Ishikawa. In vitro studies on laser scaling of subgingival calculus with an erbium:YAG laser. *J Periodontol.* 1994;65(12):1097-106. DOI: [10.1902/jop.1994.65.12.1097](https://doi.org/10.1902/jop.1994.65.12.1097) (пристапено на 22.8.2024г.)
- [22] Gold S I, Vilardi M A. Pulsed laser beam effects on gingiva - Clinical trial. *J Clin Periodontol.* 1994;21(6):391-6 doi: 10.1111/j.1600-051x.1994.tb00735.x. (пристапено на 25.8.2024г.)
- [23] Yukna A R, Carr L R, Evans HG. Histologic evaluation of an Nd:YAG laser-assisted new attachment procedure in humans. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007;27(6):577-87. (пристапено на 2.9.2024г.)
- [24] Angelov N, Pesevska Z, Nakova M, Gjorgoski I, Ivanovski K, Angelova D, Hoffman O, Andreana S. Periodontal treatment with low-level diode laser: clinical findings. *Lasers Gen. Dent.* 2009;57(5):510-3. (пристапено на 2.9.2024г.)
- [25] Pesevska Z, Gjorgoski I, Ivanovski K, Soldatos N, Angelov N. The effects of level-low laser on COX-2 gene expression in chronic periodontitis patients. *Lasers Med Sci.* 2017;32(7):1463-1468. DOI: [10.1007/s10103-017-2231-9](https://doi.org/10.1007/s10103-017-2231-9)(пристапено на 12.9.2024г.)
- [26] Ishikawa I, Sasaki KM, Aoki A, Watanabe H. Effects of Er:YAG laser in periodontal therapy. *J Int Acad Periodontol.* 2003 Jan;5(1):23-8. (пристапено на 11.9.2024г.)

- [27] Sgolastra F, Petrucci A, Gatto R, Monaco A. Efficacy of Er:YAG laser in the treatment of chronic periodontitis: systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci*. 2012;27-661-73. DOI: [10.1007/s10103-011-0928-8](https://doi.org/10.1007/s10103-011-0928-8) (пристапено на 12.9.2024г.)
- [28] Schwarz F, Sculean A, Georg T, Reich E. "Periodontal treatment with an Er: YAG laser compared to scaling and root planning". A controlled clinical study. *J Periodontol*. 2001; 72(3):361-7. doi: 10.1902/jop.2001.72.3.361. (пристапено на 14.9.2024г.)
- [29] Crespi, R., Cappare, P., Toscanelli, I., Gherlone, E., Romanos, G. E. Effects of Er: YAG laser compared to ultrasonic scaler in periodontal treatment: a 2-year follow-up split-mouth clinical study. *J Periodontol*, 2007. 78(7):1195-1200. doi: 10.1902/jop.2007.060460. (пристапено на 14.9.2024г.)
- [30] Gaspirc, B., Skaleric, U. Clinical Evaluation of Periodontal Surgical Treatment With an Er:YAG Laser: 5-Year Results. *J Periodontol*, 2007. 78(10):1864-1871. doi: 10.1902/jop.2007.070054 (пристапено на 15.9.2025г.)
- [31] Derdilopoulou FV, Nonhoff J, Neumann K, Kielbassa AM. Microbiological findings after periodontal therapy using curettes, Er: YAG laser, sonic, and ultrasonic scalers. *Periodontol* 2007. 2007;34:588-589. doi: 10.1111/j.1600-051X.2007.01093.x. (пристапено на 15.9.2024г.)
- [32] Lopes BM, Marcantonio RA, Thompson GM, Neves LH, Theodoro LH. Short-term clinical and immunologic effects of scaling and root planing with Er: YAG laser in chronic periodontitis. *J Periodontol*, 2008; 2008;79:1158-1167. doi: 10.1902/jop.2008.070600. (пристапено на 16.9.2024г.)
- [33] Aoki, A., Miura, M., Akiyama, F., Nakagawa, N., Tanaka, J., Oda, S., Watanabe, H., Ishikawa, I. In vitro evaluation of Er:YAG laser scaling of subgingival calculus in comparison with ultrasonic scaling. *J Periodontal Res*. 2000. 2003; 35(5):266-277. doi: 10.1034/j.1600-0765.2000.035005266.x. (пристапено на 23.9.2024г.)
- [34] Aydin, E. E, Baser, U., Yalcin, F., Sahin, G. A. Comparative Analysis of Er:YAG and Er,Cr:YSGG Lasers on Root Debridement and Cell Attachment Versus Conventional Instrumentation Methods: A Scoping Review. *Cureus*, 2025. 17(3):e81415. DOI: 10.7759/cureus.81415 (пристапено на 25.5.2025г.)
- [35] Yaneva, B., Firkova, E., Karaslavova, E., Romanos, G.E. Bactericidal effects of using a fiber-less Er:YAG laser system for treatment of moderate chronic periodontitis: preliminary results. *Quintessence International*, 2014. 45(6):489-497. DOI: [10.3290/j.qi.a31803](https://doi.org/10.3290/j.qi.a31803) (пристапено на 25.9.2024г.)
- [36] Sculean A, Schwarz F, Berakdar M, Romanos GE, Arweiler BN, Becker J. Periodontal treatment with an Er:YAG laser compared to ultrasonic instrumentation: a pilot study. *J Periodontol*. 2004;75(7):966-973. doi: 10.1902/jop.2004.75.7.966. (пристапено на 20.9.2024г.)
- [37] Dukić W, Bago I, Aurer A, Roguljić M. Clinical Effectiveness of Diode Laser Therapy as an Adjunct to Non-Surgical Periodontal Treatment: A Randomized Clinical Study. *J*

- Periodontol. 2013;pp:1111-1117. doi: 10.1902/jop.2012.110708. Epub 2012 Oct 17. (пристапено на 20.9.2024г.)
- [38] Rotundo R, Nieri M, Cairo F, Franceschi D, Mervelt J, Bonaccini D, Esposito M, Pini-Prato G. Lack of adjunctive benefit of Er:YAG laser in non-surgical periodontal treatment: a randomized split-mouth clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2010;526-533. doi: 10.1111/j.1600-051X.2010.01560.x. (пристапено на 2.10.2024г.)
- [39] Ratka-Krüger P, Mahl D, Deimling D, Schulte Mönning J, Jachmann I, Al-Machot E, Sculean A, Berakdar M, Jervøe-Storm P, Braun A. Er:YAG laser treatment in supportive periodontal therapy. *J Periodontol.* 2012;39(5):483-489. doi: 10.1111/j.1600-051X.2012.01857.x. Epub 2012 Feb 20. (пристапено на 8.10.2024г.)
- [40] Liu CM, Hou LT, Wong MY, Lan WH . Comparison of Nd:YAG laser versus scaling and root planing in periodontal therapy. *J Periodontol.* 1999;70(11):1276-82. doi: 10.1902/jop.1999.70.11.1276. (пристапено на 25.10.2024г.)
- [41] White J M, Goodis H E, Rose C L. Use of the pulsed Nd:YAG laser for intraoral soft tissue surgery. *Lasers Surg Med.* 1991;11(5):455-461. doi: 10.1002/lsm.1900110511. (пристапено на 27.10.2024г.)
- [42] Romanos G E, Henze M, Banihashemi S, Parsanejad R H, Winckler J, Nentwig G H. Removal of epithelium in periodontal pockets following diode (980 nm) laser application in the animal model: an in vitro study. *Photomed Laser Surg.* 2004;22(3):177-183. doi: 10.1089/1549541041438597. (пристапено на 30.10.2024г.)
- [43] Khan, F., Chopra, R., Sharma, N., Agrawal, E., Achom, M., Sharma, P. "Comparative evaluation of the efficacy of diode laser as an adjunct to modified Widman flap surgery for the treatment of chronic periodontitis: A randomized split-mouth clinical trial". *J Indian Soc Periodontol.* 2021. 25(3):213-219. DOI: [10.4103/jisp.jisp_252_20](https://doi.org/10.4103/jisp.jisp_252_20). (пристапено на 7.11.2024г.)
- [44] Reddy S, Bhowmik N, Prasad M G S , Kaul S, Rao V, Singh S. Evaluation of postsurgical clinical outcomes with/without removal of pocket epithelium: A split mouth randomized trial. *J Indian Soc Periodontol.* 2014;18(6):751-761. doi: 10.4103/0972-124X.147413. (пристапено на 19.11.2024г.)
- [45] Israel M, Rossmann J A, Froum S J. Use of the carbon dioxide laser in retarding epithelial migration: a pilot histological human study utilizing case reports. *J Periodontol.* 1995; 66(3):197-204. doi: 10.1902/jop.1995.66.3.197. (пристапено на 22.11.2024г.)
- [46] Israel M, Rossmann J A. An epithelial exclusion technique using the CO2 laser for the treatment of periodontal defects. *Compend Contin Educ. Dent;* 1998;19(1):86-8, 90, 92-95. (пристапено на 22.11.2024г.)
- [47] Rossmann J A, Israel M. Laser de-epithelialization for enhanced guided tissue regeneration. A paradigm shift? *Dent Clin North Am.* 2000;44(4):793-809. (пристапено на 2.12.2024г.)

- [48] Eberhard J, Ehlers H, Falk W, Açil Y, Albers HK, Jepsen S. Efficacy of subgingival calculus removal with Er:YAG laser compared to mechanical debridement: an in situ study. *J Clin Periodontol*. 2003;511-518. doi: 10.1034/j.1600-051x.2003.00052.x. (пристапено на 8.12.2024г.)
- [49] Aoki A, Mizutani K, Mikami R, Ohsugi Y, Kobayashi H, Akizuki T, Taniguchi Y, Takeuchi Y, Katagiri S, Sasaki Y, Komaki M, Meinzer W, Izumi Y, Iwata T. Er:YAG laser-assisted comprehensive periodontal pocket therapy for residual periodontal pocket treatment: A randomized controlled clinical trial. *J Periodontol*. 2023;1187-1199. doi: 10.1002/JPER.22-0552. (пристапено на 25.12.2024г.)
- [50] Пандилова М., Поповска М., Ивановски Ќ., Георгиева С., Пешевска С., Стојановска-Атанасовска А. „Клиничка пародонтологија“ (**Прв дел**, интерна скрипта), Стоматолошки факултет, Скопје; 2015. стр. 118.
- [51] Visuri S.R., M.S., Walsh, J. T. Jr., Wigdor H. A.. Erbium laser ablation of dental hard tissue: Effect of water cooling. *Lasers in surgery and medicine*, 1996. 18(3):294-300. (пристапено на 25.1.2025г.) doi:10.1002/(SICI)1096-9101(1996)18:3<294::AID-LSM11>3.0.CO;2-6 (пристапено на 28.1.2025г.)
- [52] Cheng Z, Li W, Wang J, Huang X, Jia, X Zhou X. Combined application of Er:YAG laser and low-level laser in non-surgical treatment of periodontitis. *J Periodontol* 2025. 96(3):203-216. <<https://doi.org/10.1002/JPER.24-0128>. (пристапено на 15.2.2025г.)
- [53] Ren C, McGrath C, Jin L, Zhang C, Yang Y. The effectiveness of low-level laser therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment: a meta-analysis. *J Periodontal Res*. 2017;52(1):8–20.doi: 10.1111/jre.12361. Epub 2016 Mar 2. (пристапено на 15.2.2025г.)
- [54] Aoki, A., Sasaki, KM, Watanabe, H., Ishikawa I. "Lasers in nonsurgical periodontal therapy". *Journal of periodontology* 2000. 2004;36:59-97. Retrieved from Online Library. doi/10.1111/j.1600-0757.2004.03679.x (пристапено на 28.2.2025г.)
- [55] Mizutani, K., Aoki, A., Coluzzi, D., Yukna, R., Wang, C. Y., Pavlic, V., Izumi, Y. Lasers in minimally invasive periodontal and peri-implant therapy. *Periodontology* 2000, 2016. 71(1):185-212. doi: 10.1111/prd.12123 (пристапено на 23.5.2024г.)
- [56] Ribeiro F V, Mehta J J, Monteiro M F, Moore J, Casati M Z, Nibali L. Minimal invasiveness in nonsurgical periodontal therapy. *Periodontol* 2000. 2023;91(1):7-19. doi: 10.1111/prd.12476. Epub 2023 Jan 20. 2023;91:7-19. (Wiley Online Library) (пристапено на 5.3.2025г.)
- [57] Lodi G, Ghezzi C, Ferrantino L, Donghi C. "Clinical Audit of Minimally Invasive Nonsurgical Techniques in Active Periodontal Therapy". *ResearchGate*, 2020;21(4):431-437. (пристапено на 5.3.2025г.)

- [58] Chuang PN, Kim T, Wang YB, Fiorellini J, Chang YC. Laser-Assisted Minimally Invasive Nonsurgical Therapy in Treating Severely Periodontally Compromised Teeth: A Case Series. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2023 Oct 24;(7):s314-s325. doi: 10.11607/prd.6295. (пристапено на 10.8.2025г.)
- [59] Radi C, Jarjour FF, Sabbagh J, El Mobadder M. Minimally Invasive Non-surgical Periodontal Therapy and Photoactivated Disinfection for the Treatment of Furcation Involvement. *Cureus*. 2025 Mar 16;17(3):e80646. doi: 10.7759/cureus.80646. (пристапено на 28.6.2025)
- [60] Agoob A, Nasher R, Gutknecht N. Calculus Removal and Root Surface Roughness When Using the Er:YAG or Er,Cr:YSGG Laser Compared with Conventional Instrumentation Method: A Literature Review. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*, 2019;37(4):197-226. (пристапено на 14.3.2025г.) doi: 10.1089/photob.2018.>4465.
- [61] Jannath A, Sundaram R, Selvarangam S, Viswanathan K, Sivapragasam S. Efficacy of ultrasonics and Er,Cr:YSGG laser on root surface calculus removal: A comparative in vitro field emission scanning electron microscope study. *J Adv Periodontol Implant Dent*. 2024;28;16(1):9-14. 2024;16(1):9-14. doi: 10.34172/japid.2024.008. eCollection 2024. (пристапено на 25.3.2025г.)
- [62] Zhu, J., Wei, R., Lv, X., Qu, C. Efficacy of a combined Er:YAG laser and Nd:YAG laser in non-surgical treatment for severe periodontitis. *Lasers in medical science*, 2021. 14;37(2):1095–1100. doi: [10.1007/s10103-021-03357-3](https://doi.org/10.1007/s10103-021-03357-3) (пристапено на 24.5.2025г.)
- [63] Petrov P, Shopova D., Aleksiev I, Petrov G, Dimova-Gabrovska M. (2025) Laser-Assisted Surgery in the treatment of Chronic Periodontitis. *Acta Medica Bulgarica*. **Vol. 52.** pp. 68-73 <https://doi.org/10.2478/amb-2025-0047>. (пристапено на 10.8.2025г.)
- [64] Aoki A, Mizutani K, Taniguchi Y, Taichen Lin T, Ohsugi Y, Mikami R, Katagiri S, Meinzer W, Iwata T. Current status of Er:YAG laser in periodontal surgery. *Jpn Dent Sci Rev*. 2024;60:1–14. doi: 10.1016/j.jdsr.2023.11.002. Epub 2023 Dec 9. (пристапено на 23.4.2025г.)
- [65] Aoki, A., Mizutani K., Schwarz, F., Sculean, A., Yukna, R. A., Takasaki Romanos, G. E., Taniguchi Y., Sasaki, K. M., Zeredo, J. L., Koshy, G., Colluzzi, D. J., White, J. M., Abiko, Y., Ishikawa, I., Izumi, Y. A. A. Periodontal and peri-implant wound healing following laser therapy. *Periodontology* 2000, 2015. 68(1):217-69. doi: 10.1111/prd.12080 (пристапено на 30.4.2025г.)
- [66] Mizutani K, Aoki A, Coluzzi D, Yukna R, Wang CY. Lasers in minimally invasive periodontal and peri-implant therapy. *Periodontology* 2000. 2000;2016(71):185-212. (пристапено на 12.12.2024г.)

- [67] Reynolds M. A., Aichelmann-Reidy M. E., Rosen P. S. Lasers in Periodontal and Peri-implant Therapy: Challenges and Opportunities. *Emerging Therapies in Periodontics*, 2020. 231-251. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42990-4_15. (пристапено на 27.7.2025г.)
- [68] Perez-Chaparro PJ, Duarte PM, Shibli JA, Montenegro S, Lacerda Heluy S, Figueiredo LC, Faveri M, Feres M. The current weight of evidence of the microbiologic profile associated with peri-implantitis: a systematic review. *J Periodontol*. 2016;87:1295–304. (пристапено на 27.7.2025)
- [69] Cobb CM. Lasers and the treatment of periodontitis: the essence and the noise. *Periodontol*. 2017;2000(75):205–95. (пристапено на 27.7.2025)
- [70] Yan, J., Zhang, J., Zhang, Q., Zhang, X. and Ji, K. (2018) Effectiveness of Laser Adjunctive Therapy for Surgical Treatment of Gingival Recession with Flap Graft Techniques: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Lasers in Medical Science*, 33, 899-908. <https://doi.org/10.1007/s10103-018-2440-x>
- [71] Kučić AC, Gašperšič R: Clinical Trial. Minimally invasive non-surgical therapy (MINST) in stage III periodontitis patients: 6-month results of a split-mouth, randomised controlled clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2023;27(5):2075-2087. doi: 10.1007/s00784-023-04994-4. (пристапено на 10.8.2025г.)
- [72] Iorio-Siciliano V, Blasi A, Mauriello L, Salvi GE, Ramaglia L, Sculean A.: Non-Surgical Treatment of Moderate Periodontal Intrabony Defects With Adjunctive Cross-Linked Hyaluronic Acid: A Single-Blinded Randomized Controlled Clinical Trial. 2025;52(2):310-322. doi: 10.1111/jcpe.14078 (пристапено на 10.8.2025г.)
- [73] Roy S., Singh D.K., Manohar B.J.: Comparative evaluation of postoperative pain and tissue response in patients undergoing conventional flap surgeries with or without 940 nm diode laser exposure - A randomized clinical study. *Educ Health Promot*. 2022;11:417. doi: 10.4103/jehp.jehp_568_22. (пристапено на 5.8.2025г.)
- [74] Huang Z., Luan Q.X.: Diversity and clinical practice of incision and flap design in periodontal regenerative surgery. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2025 Jul 30;60(8):846-856. doi: 10.3760/cma.j.cn112144-20250103-00003. (пристапено на 9.8.2025г.)
- [75] Ogawa Y., Yoshikawa K., Ishikawa T., Saito A., Imamura K. Double-sided entire papilla preservation technique in the combination periodontal regenerative therapy: A case report. *Clin Adv Periodontics*. 2024 Jun;14(2):100-107. doi: 10.1002/cap.10258. (пристапено на 9.8.2025г.)
- [76] Zahid T.M. A Clinical Comparison of Er,Cr:YSGG Laser and Scalpel Techniques in Gingival Depigmentation Treatment. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2025 Jul 11;45(5):451-465. doi: 10.11607/prd.7130. (пристапено на 9.8.2025г.)

- [77] Sfasciotti GL, Zara F, Voza I, Carocci V, Ierardo G, Polimeni A. Diode versus CO₂ Laser Therapy in the Treatment of High Labial Frenulum Attachment: A Pilot Randomized, Double-Blinded Clinical Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Oct 22;17(21):7708. (пристапено на 14.8.2025г.)
- [78] Arias-Herrera S., Sánchez-Martos R., Alfaro-Ochoa L.: Introduction to Diode Laser Therapies in Dentistry. 2023 Reviewed: 06 February 2024 Published: 13 May 2024 DOI: 10.5772/intechopen.1004531 (пристапено на 15.8.2025г.)
- [79] Al Asmari D. Alenezi A, Alkhudhayri O, Altowaijri F, Aloufi L, Alharbi F, Alrasheed M, Almutairi H, Alanazi A, Yehya M. *Clin Exp Dent Res*. 2023 Feb;9(1):249-257. doi: 10.1002/cre2.696. (пристапено на 10.8.2025г.)
- [80] Mobadder El M., Namour A, Nammour S.: Laser-Assisted Non-Surgical Treatments of Periodontitis. *Encyclopedia* 2023, 3(2),458-467; (пристапено на 10.8.2025г.) <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3020031>.
- [81] Bis F. (2010). FAILURES IN PERIODONTAL THERAPY <https://doi.org/10.3329/BJMS.V9I4.6680> (пристапено на 5.8.2025г.)