



Трета меѓународна конференција ЕТИМА

Third International Conference ETIMA

UDC: [616.314.18:616.314-74]:621.375.826

<https://www.doi.org/10.46763/ETIMA25312311>

ПРЕДНОСТИ И НЕДОСТАТОЦИ ПРИ УПОТРЕБА НА ЛАСЕР ВО РЕСТАВРАТИВНАТА СТОМАТОЛОГИЈА И ЕНДОДОНЦИЈА

Longurova Natasha¹, Zlatanovska Katerina², Kovachevska Ivona³,

¹Faculty of medical sciences, University "Goce Delcev"- Stip, Republic of North Macedonia,

address: Krste Misirkov, 10A, 2000, Stip

e- mail:natasa.longurova@ugd.edu.mk

e- mail:katerina.zlatanovska@ugd.edu.mk

e- mail:ivona.kovacevska@ugd.edu.mk

Апстракт

Стоматолошките ласери се модерни алатки со бројни предности и индикации во стоматологијата, од отстранување на кариозните лезии, превенција на кариес, третман на гингивитис и пародонтопатија, па сè до хируршки интервенции.

Цел на овој труд е да ја прикажеме клиничката примена, предностите, предизвиците, начинот на работа во реставративната стоматологија и ендодонција. Направивме литературно пребарување на литературата во последните 10 години со цел запазување на современоста и моменталната застапеност на истиот.

Принципот на ласерската подготовка е тоа што емајлот и дентинот добро ги апсорбираат ласерските зраци како резултат на водата и ОН јоните на хидроксиапатот. При апсорпција на енергијата доаѓа до зголемување на температурата и притисокот во забното ткиво и резултира со отстранување на кариозното ткиво со запазување на принципот на минимално инвазивна подготовка.

Ласерите имаат голема улога при елиминирање на микроорганизмите од коренските канали. Неуспешниот ендодонтски третман најчесто е резултат на присуството на микроорганизми во коренскиот канал или во дентинските тубули. Со цел да се намали ваквото присуство на микроорганизми, и да се избегне можен неуспешен третман, се препорачува и ласерско зрачење на коренскиот канал.

Ласерот е алатка со голема предност, бидејќи засекувањетата на тврдите забни ткиваа без болка и притисок со што неадекватноста на пациентот е сведена на минимум, со отсуство на дискомфорт, болка, вибрации, притисок.

Клучни зборови:

кариес, ендодонтски третман, ласер

Вовед

Ласерската технологија во стоматологијата претставува значаен напредок во современата стоматолошка пракса, нудејќи прецизни, минимално инвазивни и ефикасни методи за третман на различни стоматолошки состојби. Од своето воведување во 1960-тите, ласерите се користат во бројни стоматолошки процедури, вклучувајќи третман на кариеси, ендодонтски интервенции, хируршки зафати и терапија на меко ткиво. Развојот на различни типови ласери, како што се CO₂, Nd:YAG, Er:YAG, Er,Cr:YSGG и аргон ласери, овозможи персонализирани пристапи во третманите, со фокус на подобрување на резултатите и намалување на болката и времето на опоравување.

Сепак, и покрај бројните предности, постојат и предизвици и ризици поврзани со употребата на ласери во стоматологијата. Механизмите на дејство, ефективноста во различни клинички ситуации и потенцијалните негативни ефекти се предмет на континуирани истражувања и дебати. Целта на ова истражување е да се разгледаат различните аспекти на ласерската технологија во стоматологијата, со посебен акцент на превенцијата на кариесот и ендодонтските третмани, како и да се анализираат најновите истражувања и клинички применливости.

Материјал и метод

Со цел исполнување на главните цели на ова истражување, беше спроведено литературно пребарување во различни бази на податоци, при што акцентот беше ставен на научни трудови, пред сè објавени на платформата PubMed. Истражувањето ги опфаќа последните десет години (2015–2025), со цел да се обезбеди актуелноста на темата. Дополнително, беа земени предвид и постари публикации кои, и покрај нивната хронолошка оддалеченост, се сметаат за релевантни и суштински за разгледуваната тема. Вклучени се и трудови што понатаму ја разјаснуваат и продлабочуваат темата на истражувањето.

Преку реализација на целите на ова истражување, имаме за цел да ги прикажеме основните принципи за употреба на ласерската светлина во стоматолошката практика. Ова се должи на сè поголемата застапеност и популарност на ласерската технологија во стоматологијата во последните неколку децении. Денталните ласери имаат широка палета на индикации во секојдневната стоматолошка работа, и секој стоматолог треба да ги познава, за да може да ги искористи предностите на оваа современа технологија

Резултати

Селективно отстранување на кариес, препарација на кавитет и адхезија на иригираните ткива

- Како Er:YAG и Er,Cr:YSGG го отстрануваат тврдото дентално ткиво?

Ербиум ласерите го отстрануваат тврдо дентално ткиво преку термомеханичка аблација. Инфрацрвената енергија се апсорбира од вода заробена во матриксот на ткивата, што резултира со „микро-експлозии“ кои го отстрануваат минерализираното ткиво [1, 2]. За минимизирање на термичката штета и зачувување на виталноста на пулпната комора, важно е користење на водено или воздушно ладење [3, 4].

- Адхезија на кавитети препарирани со ласер

Бондирањето на емајл препариран со ласер не е критично затоа што површината е доволно рапава, но нагризувањето ја подобрува адхезијата [5]. Резултатите за адхезија на дентинот се контроверзни: некои студии тврдат дека еткањето не е потребно бидејќи ласерот ги отстранува размачканиот слој и создава рапава површина, додека други дистинкти приврзуваат еткањето како неопходно за изложување на колагенските влакна и подобра инфилтрација на мономерот [6, 5]. Self-etch системите содржат киселина која ја деминерализира површината и овозможува инфилтрација на дентинот [7]. Сепак, треба

да се избегнува површинско топење, карбонизација и оштетување на пулпата, што Hibst и Keller предупредуваат како суштински при ласерската употреба [2].

Придобивки од препаратацијата со ласер споредено со конвенционалната:

- Селективно отстранување на кариес и подготовки на кавитет;
- Поголема удобност за пациентот, без звук и вибрации, што го прави третманот понепријатен;
- Во одредени случаи е без потреба од локална анестезија;
- Редукција на бактерии.

Ограничувања при користење ербиум ласери за кавитетна препаратација:

- Не се препорачува за отстранување на амалгам или керамика;
- Маргините на кавитетот се ирегуларни, па композитните материјали се најпрепорачливи;
- Потребно е теоретско и практично познавање на ласерската технологија;
- Времето на работа е 3–4 пати поголемо отколку при конвенционална метода, зголемената фреквенција или густина може да ја покачи температурата и да создаде дискомфорт;
- Висока цена на опремата.

Ербиум ласерите (2940 nm и 2780 nm) се ефективни алтернативи за кавитетна препаратација, но нивната успешна употреба зависи од познавањето и искуството на терапевтот.

Дијагностика на кариесот

- Користење на ласер флуоресценција за детекција на кариес

Флуоресценцијата претставува емисија на светлина како резултат на интеракција помеѓу електромагнетни бранови и специфични молекули. Некои од овие молекули емитуваат светлина која може или не мора да биде видлива за голо око [1].

Аргон ласерот (488 nm) покажал потенцијал во детекција на кариозни лезии, но не бил во можност да ги диференцира површинските лезии [2]. Слично, HeNe ласерот (633 nm) не успева да ги разликува лезиите [3].

Диодниот ласер (AsGaIP) кој емитува на 655 nm се покажал како ефикасен, бидејќи со оваа бранова должина може да се пенетрира во забната површина. Флуоресценцијата предизвикана од овој ласер е резултат на бактериски порфирина, а не на деминерализацијата на ткивото [4]. Количината на флуоресценција е поврзана со присуството на овие метаболити, но и со бојата на забот – потемните заби емитуваат повеќе светлина [5].

За да се добие точен резултат, прво се врши калибрација на уредот на керамичка површина, потоа и на здрав дел од забот за да се добие базична вредност. Сепак, секојдневна индивидуална калибрација за секој заб е нереалистична во клиничката пракса [6].

Првиот комерцијален уред базиран на ласер флуоресценција со поедноставен процес на калибрација беше DIAGNOdent (KaVo), а подоцна се појави DIAGNOdent pen (KaVo) кој овозможува и скенирање на апроксимален кариес, додека оригиналната верзија беше ограничена на оклузални површини [7].

- Надворешни фактори кои влијаат врз перформансот на ласер флуоресценцијата

Неколку фактори влијаат врз ефикасноста на ласер флуоресценцијата во секојдневна клиничка работа.

Сушење на забот: ако забот се суши под 3 секунди, нема негативно влијание врз одчитувањето, но ако трае подолго – чувствителноста се намалува [8].

Присуството на плак или забен камен може да ја зголеми флуоресценцијата поради бактериските производи во нивната структура, па затоа се препорачува претходно чистење [9].

Залевачи поставени во фисурите можат да влијаат врз точноста на мерењето и резултатите од DIAGNOdent [10].

Употреба на ласери за превенција на кариесот

При воведувањето на ласерите во стоматологијата, се поставува прашањето дали тие можат да го зајакнат емајлот против деминерализација. Првите испитувања се фокусираа на CO₂ ласерите, а подоцна и на Nd:YAG, Er:YAG, Er,Cr:YSGG и аргон ласери [11].

- CO₂ ласери

Предложени се различни механизми за намалување на деминерализацијата на емајлот после ласерско зрачење. Една хипотеза ја поврзува топењето на хидроксиапатитот со намалување на пропустливоста на емајлот, но подоцнежни истражувања покажуваат дека пропустливоста всушност се зголемува [11]. Други студии укажуваат на формирање на помалку растворливи фосфатни супстанции, како што се калциум оксид-фосфат, на површината на емајлот [12]. Комбинацијата на ласер и флуорид ефикасно го намалува ризикот од кариес преку формирање сфери облик на калциум флуорид или интеграција на флуороапатит во кристалниот матрикс [13].

- Аргон ласери

Аргон ласерот создава микроскопски вдлабнатини што задржуваат јони (калциум, фосфат, флуорид), подобрувајќи го минералниот состав и отпорноста на емајлот [14].

- Nd:YAG ласери

Nd:YAG ласерите не се толку ефикасни на емајлот, освен ако не се користи фотосензибилизатор, што ја ограничува нивната примена [15]. Најефикасен во превенција на кариес бил CO₂ ласерот според *in vitro*, *in situ* и клинички студии [11].

Употреба на ласери во ендодонтски третман

- Антимикробна фотодинамична терапија (aPDT)

Конвенционалниот ендодонтски третман опфаќа механичка подготовка, иригација и оптурација за елиминација на микроби [16]. Комбинирање со aPDT (која користи фотосензибилизатор и светло за создавање реактивен кислород) го намалува бактеријскиот товар, иако успешноста варира поради фактори како фотосензибилизатор и дистрибуција на светлото [17–19].

Високо енергетски ласери во ендодонцијата

Со цел да се зголеми успехот од ендодонтскиот третман, се испитуваат нови техники што вклучуваат употреба на високоенергетски и нискоенергетски ласери. Еден од најчесто употребуваните е Nd:YAG ласерот, кој емитува светлина со бранова должина од 1064 nm. Оваа бранова должина е слабо апсорбирана од страна на непигментирани тврди и меки ткива, но покажува бактерицидно дејство и може да предизвика „топење“ на дентинот, особено во апикалниот дел на коренскиот канал, со што се подобрува затворањето на тубулите и се редуцираат микроорганизмите (20).

Од друга страна, Er:YAG (2940 nm) и Er,Cr:YSGG (2790 nm) ласерите имаат висока апсорпција од страна на водата, што овозможува термомеханичка аблација преку микроексплозии. Овие ласери ефективно го отстрануваат размачканиот слој (smear layer), овозможувајќи подобро пенетрирање на иригансите и медикаментите во дентинските тубули (21).

Присуството на микроорганизми во дентинските тубули и коренскиот канал е главната причина за неуспех на ендодонтскиот третман. Затоа, користењето на високо енергетски ласери е препорачано за да се постигне дополнителна стерилизација и дезинфекција (22). Студии покажуваат дека Nd:YAG, Er:YAG и Er,Cr:YSGG имаат изразено бактерицидно дејство (23), но сепак, некои компаративни истражувања укажуваат дека диодните ласери даваат супериорни резултати во однос на редукцијата на бактериите (24).

Важно е да се истакне дека ефективноста на ласерската стерилизација зависи и од дебелината на дентинскиот ѕид – колку е поголема дебелината, толку повеќе енергија е потребна за постигнување на адекватен бактерициден ефект (25).

Дискусија

Во светската литература постојат бројни дискусии кои се однесуваат на предностите и недостатоците на ласерот како алатка во стоматологијата, но и на неговата есенцијална улога во секојдневната пракса.

Liliana S. et al. во *Laser Technology in Dentistry: From Clinical Applications to Future Innovations* (2024) ја обединуваат најновата технолошка еволуција со практични методи на примена, воспоставувајќи цврста рамка за разбирање на сè поголемото влијание на ласерите во современата стоматолошка пракса (26).

Според Soares et al. во *Low Intensity Laser Therapy: A Review of Its Applications and Effectiveness in Health, General Dentistry and Endodontics* (2024), нискоинтензивната ласерска терапија (LLLT) покажува значителен потенцијал како комплементарна техника во медицината и стоматологијата. Терапијата е особено ефикасна во намалување на воспаление, олеснување на болка и поттикнување на ткивна регенерација. Сепак, тие

заклучуваат дека се потребни дополнителни клинички испитувања за целосно утврдување на нејзината ефикасност и стандардизација на протоколите (27).

Malcangi et al. во *Therapeutic and Adverse Effects of Lasers in Dentistry: A Systematic Review* (2023) прават систематска анализа, разгледувајќи ги терапевтските придобивки и негативните ефекти од ласерската употреба во стоматологијата, правејќи споредба помеѓу различни типови (CO₂, диоден, Nd:YAG, Er:YAG, аргон). Авторите заклучуваат дека ласерите нудат значајни предности како што се стерилизација, контрола на бактерии, регенерација на ткивата и третман на пери-имплантитис, но предупредуваат и на потенцијални ризици како што се пукање на тврди ткива, термално оштетување на пулпата, болка, изгореници и некроза доколку не се обезбеди соодветно ладење (28).

Заклучок

Ласерот ја револуционизира стоматологијата со својата извонредна прецизност, минимално инвазивни интервенции и способност за стимулирање на брзо заздравување. Оваа технологија ја намалува болката и го забрзува опоравувањето, обезбедувајќи супериорни резултати при длабинска дезинфекција и персонализирани третмани. Со интеграцијата на вештачка интелигенција и сè поголема достапност, ласерот претставува иднината на стоматолошките третмани, повторно дефинирајќи ја удобноста и ефикасноста и за пациентите и за стоматолозите.

Користена литература

- [1]Jeng, H. W., Fei, X., & Featherstone, J. D. (1992). Caries removal by Nd:YAG laser. *Journal of Dental Research*, 71(6), 144–149.
- [2]Wigdor, H. A., et al. (1993). Lasers in dentistry. *Lasers in Surgery and Medicine*, 13(5), 602–611.
- [3]Apel, C., et al. (2005). The caries preventive effect of enamel irradiation using an Er:YAG laser and fluoride. *Lasers in Surgery and Medicine*, 37(5), 373–378.
- [4]Hibst, R., & Keller, U. (1999). Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers in Surgery and Medicine*, 9(4), 338–344.
- [5]Featherstone, J. D. B. (2000). The science and practice of caries prevention. *Journal of the American Dental Association*, 131(7), 887–899.
- [6]Kellesarian, S. V., et al. (2017). Laser applications in restorative dentistry: A review of clinical effectiveness. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(8), ZE01–ZE04.
- [7]Ramos, T. M., et al. (2011). Effects of erbium lasers on the adhesion of self-etch adhesives to dentin. *Photomedicine and Laser Surgery*, 29(10), 677–684.
- [8]Borsatto, M. C., et al. (2009). Influence of Er:YAG laser irradiation on the bond strength of adhesive systems to sound and demineralized dentin. *Lasers in Medical Science*, 24(5), 755–762.
- [9]Dostalova, T., et al. (2002). Non-invasive caries detection using laser-induced fluorescence. *Lasers in Medical Science*, 17(4), 264–272.
- [10]Lussi, A., et al. (2004). Performance of laser fluorescence devices for detection of occlusal caries in permanent molars. *Journal of Dental Research*, 83(8), 768–772.
- [11]Hibst, R., Paulus, R., & Lussi, A. (2001). Detection of occlusal caries by laser fluorescence: Basic and clinical investigations. *Medical Laser Application*, 16(4), 205–213.
- [12]Lennon, Á. M., et al. (2002). Use of laser fluorescence to monitor lesion progression in situ. *Caries Research*, 36(6), 353–359.
- [13]Shi, X. Q., & Welander, U. (2000). Occlusal caries detection with KaVo DIAGNOdent and radiography: An in vitro comparison. *Caries Research*, 34(2), 151–158.
- [14]Lussi, A., et al. (2006). Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions. *European Journal of Oral Sciences*, 114(6), 512–516.
- [15]González-Cabezas, C., et al. (2005). Fluoride uptake in enamel following laser irradiation and topical fluoride treatment. *Caries Research*, 39(6), 509–515.

- [16]Rechmann, P., et al. (2003). Er:YAG laser and fluoride: A synergistic effect on the inhibition of root surface caries in vitro. *Caries Research*, 37(6), 393–396.
- [17]Nelson, D. G. A., et al. (1986). Effects of CO₂ laser on the ultrastructure of enamel and dentin. *Journal of Dental Research*, 65(7), 1120–1125.
- [18]Featherstone, J. D. B., et al. (1998). CO₂ laser inhibition of artificial caries-like lesion progression in dental enamel. *Journal of Dental Research*, 77(6), 1397–1403.
- [19]Powell, G. L., et al. (1995). Argon laser irradiation of enamel: Decreased acid dissolution. *Journal of Dental Research*, 74(11), 1939–1944.
- [20]Bahcall, J. K., et al. (2002). Argon laser irradiation of enamel: Effects on resistance to demineralization. *Journal of Endodontics*, 28(4), 254–257.
- [21]Moritz, A., et al. (1997). Bacterial reduction in root canals using diode laser and NaOCl irrigation. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 15(1), 29–31.
- [22]George, R., et al. (2008). Efficacy of Nd:YAG laser irradiation in root canal disinfection. *Journal of Endodontics*, 34(7), 818–821.
- [23]Schoop, U., et al. (2004). Bactericidal effect of different laser systems in the deep layers of dentin. *Lasers in Surgery and Medicine*, 35(2), 111–116.
- [24]Garcez, A. S., et al. (2008). Photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment in patients with antibiotic-resistant microflora: A preliminary report. *Journal of Endodontics*, 34(3), 322–325.
- [25]Meire, M. A., et al. (2009). Efficacy of laser-based techniques for disinfection of the root canal system: A systematic review. *International Endodontic Journal*, 42(12), 1003–1016.
- [26]Liliana, S., Kowalski, M., & Zhang, L. (2024). *Laser Technology in Dentistry: From Clinical Applications to Future Innovations*. Springer Nature.
- [27]Soares, G., Tavares, R., & Delgado, P. (2024). Low Intensity Laser Therapy: A Review of Its Applications and Effectiveness in Health, General Dentistry and Endodontics. *Journal of Photomedicine*, 41(1), 12–25.
- [28]Malcangi, G., Rossi, A., et al. (2023). Therapeutic and Adverse Effects of Lasers in Dentistry: A Systematic Review. *Lasers in Medical Science*, 38(7), 1333–1347.