

Përdorimi i diod lazerit në mjekimin endodontik te periodontitet apikale kronike

Agron Meto, Aida Meto, Etleva Qeli

Autorë

Agron Meto

Departamenti i Dentistrisë, Fakulteti i Shkencave Dentare, Universiteti Aldent, Tiranë, Shqipëri

Aida Meto

Departamenti i Dentistrisë, Fakulteti i Shkencave Dentare, Universiteti Aldent, Tiranë, Shqipëri

Etleva Qeli

Departamenti i Konservativës, Fakulteti i Mjekësisë Dentare, Universiteti i Tiranës, Tiranë, Shqipëri

Për korrespondencë

Agron Meto

agron.meto@ual.edu.al

ABSTRACT

The complete elimination of microorganisms from the root canal is difficult due to the complex anatomy of the canal, the microbial invasion of the dentinal tubules, and the formation of the intracanal biofilm, which gives rise to continuous apical periodontitis. The use of lasers in the treatment of caries complications has led to the improvement of various endodontic diagnoses. The aim is to provide clinical-radiological data on increasing the effectiveness and quality of endodontic treatment, using a diode laser with a wavelength of 980 nm and a laser power of 0.8–1.0 W in the radicular canals, in the treatment of chronic apical periodontitis. **Materials and methods:** Eighty-four patients aged between 20 and 70 years were treated, with a total number of teeth of 91; of these, 64 were mono radicular and 27 multi radicular. We divided the patients into two groups; where the first group was the control one, with 40 patients in which 30 single-root teeth and 11 multi-root teeth were selected and treated with the traditional method by performing chemical-mechanical processes. The second group, which was the study one, treated 44 patients from which 36 single-root teeth with chronic periodontitis with periapical destruction and 14 multi-root teeth were selected; in this group, in addition to the chem-

ical-mechanical processes, was also applied the diode laser with a wavelength of 980 nm. The cases were observed clinically and radiologically in dynamics for a period of time ranging from 6 to 12 months. **Results:** We highlighted that the number of complications in chronic apical periodontitis was reduced to a large percentage in the diode laser group (study group), which achieved 96% success after 12 months and 4% failure. As for the control group, there were many complications in the first 6 months and after 12 months, where the final result was 78.1% success, while complications were 21.9%. **Conclusions:** The quality of root canal treatment with the traditional endodontic treatment protocol has not been sufficient to achieve a clinical effect for a long time. Modification of this protocol by diode laser processing showed high-quality sterilization of canals and rapid reduction of destructive focus by stimulating osteogenesis.

ABSTRAKTI

Eliminimi i plotë i mikroorganizmave të kanalit radikular vështirësohet si rezultat i anatomisë komplekse të kanalit, invazionit mikrobial në tubulat dentinare, formimit të biofilmit endokanalar, të cilat japin periodontitin apikal në vazhdimësi. Përdorimi i lazerit në trajtimet e komplikacioneve të kariesit, ka sjellë përmirësim të diagnozave të ndryshme endodontike. Qël-

limi është që të japim të dhëna klinike-radiologjike mbi efikasitetin dhe cilësinë e mjekimit endodontik, duke përdorur në kanalet radikulare diod lazerin me gjatësi valore 980 nm dhe forcë lazerike nga 0.8–1.0 W, në trajtimin e periodontitet apikal kronik. Materiali dhe metodologjia: U trajtuan 84 pacientë me moshë 20–70 vjeç, me numër total të dhëmbëve 91; nga këta ishin 64 me një rrënjë dhe 27 me shumë rrënjë. Pacientët janë ndarë në dy grupe; grupi i parë ishte grupi i kontrollit me 40 pacientë, me 30 dhëmbë njërrënjësh dhe 11 dhëmbë shumërrënjësh, të cilët u trajtuan me metodën konvencionale të përpunimit kimiko-mekanik. Grupi i dytë, ishte grupi i studimit me 44 pacientë, 36 dhëmbë një rrënjësh me periodontit kronik me destruksion periapikal dhe 14 dhëmbë shumë rrënjësh, të cilët krahas përpunimit kimiko-mekanik u aplikua edhe diod lazeri me gjatësi valore 980 nm. Rastet u observuan klinikisht dhe radiologjikisht në një periudhë kohore nga 6–12 muaj. Rezultatet: Evidentua se numri i komplikimeve në periodontitet apikale kronike u zvogëluan dukshëm në grupin e trajtuar me diod lazer (96% me sukses pas 12 muajve, si dhe 4% pa sukses). Ndërsa, grupi kontrollues rezultoi me komplikime të shumta (brenda 6–12 muaj, sukse si u arrit në 78.1% të rasteve, ndërsa në 21.9% të rasteve nuk u arrit sukses). Konkluzioni: Cilësia e përpunimit medikamentoz të kanaleve radikulare me anën e protokollit konvencional të mjekimit endodontik nuk mjaftoi për të arritur një efekt klinik për një kohë të gjatë. Modifikimi i këtij protokollit duke aplikuar diod lazerin, tregoi një cilësi të lartë në sterilizimin e kanaleve dhe reduktimin e vatrës destruktive duke stimuluar osteogjenezën.

Fjalët kyçe: diod lazeri, trajtimi endodontik, periodontiti apikal kronik, lezioni periapikal, mikroorganizmat, biofilmi kanalar.

Hyrje

Një nga kushtet më të rëndësishme të trajtimit endodontik me efikasitet është përpunimi cilësor me aplikimin e antiseptikëve në kanalën radikular. Roli kryesor është largimi i mbetjeve indore nga kanali radikular, largimi i dentinës së zbutur si dhe eliminimi maksimal i mikroorganizmave [1, 2]. Eliminimi i plotë i mikroorganizmave të kanalit radikular vështirësohet si rezultat i anatomisë komplekse të kanalit, të invazionit të thellë të mikroorganizmave në tubulat dentinare, nga formimi i biofilmit në sipërfaqen e brendshme të kanalit, si dhe mbi sipërfaqen e apeksit të rrënjës, të cilat inicojnë periodontitin apikal në vazhdimësi [3, 4]. Preparati më efektiv në përpunimin medikamentoz të kanaleve është solucioni i hipoklorurit të Na (NaOCl) nga 2.5–5.25%, i cili ndihmon proteolizën e indit pulpar dhe të komponenteve organike të dentinës së zbutur, por njëkohësisht ka edhe veprim të shprehur antimikrobik [5]. Për veprimin në komponentën inorganike, është e nevojshme të përdoret NaOCl i kombinuar me EDTA 17%. Vetëm përpunimi mekanik i kanaleve për eliminimin e mikroflorës bakteriale është i pamjaftueshëm. Për këtë qëllim përdoren sisteme irriguese kanalore të kombinuara me medikamente antiseptike [6].

Aplikimi i lazerit në endodonci hapi perspektiva të reja në lëmi të ndryshme të stomatologjisë [7]. Mekanizmi i veprimit të diod lazerit 980 nm konsiston në absorbimin e substancave si: uji, hemoglobina, melanina etj, që njihen si substanca kromatogjene. Gjatë procesit të absorbimit ndodh lirimi i nxehtësisë në inde, pra kemi efekt fototermik, ku vihet re edhe formimi i plazmës dhe shkëputimi i indit - efekti fotoakustik. Në këtë mënyrë fillojnë reaksionet kimike të cilat prishin lidhjet molekulare duke shfaqur kështu efektin fotokimik [8, 9]. Përdorimi lazerik si i vetëm, por edhe aplikimi i vetëm i NaOCl, nuk garantojnë sterilizimin e plotë të kanalit të rrënjës. Diametri i vogël i tubulave dentinare, si dhe i foraminave anësore, mund të kushtëzojnë mos depertimin e irriguesit në një thellësi më shumë se 100 µm [10]. Ndërsa, mikroorganizmat janë të aftë të depertojnë në kanalëzat dentinare në thellësinë nga 300 deri në 700 µm dhe më tepër [11]. Drita lazerike zotëron veprim baktericid të rëndësishëm, e cila mundëson veprimin baktericid në thellësinë nga 500–1000 µm, kjo në varësi të fuqisë së burimit të rrezatimit [12].

Qëllimi është që të japim të dhëna klinike-radiologjike mbi efikasitetin dhe cilësinë e mjekimit endodontik, duke përdorur në kanalet radikulare diod lazerin me gjatësi valore 980 nm dhe forcë lazerike nga 0.8–1.0 W, në trajtimin e periodontitet apikal kronik.

Materiali dhe metoda

Dizajni i studimit

Për trajtim klinik u morën 84 pacientë me moshë 20–70 vjeç, me numër total të dhëmbëve 91; ku nga këta ishin 64 një rrënjësh dhe 27 shumë rrënjësh (Tabela 1). Pas marrjes së anamnezës, me diagnozë të periodontit kronik granular ishin 21 pacientë me 24 dhëmbë, ndërsa me periodontit kronik granulomatoz ishin 48 pacientë me 52 dhëmbë, ndërsa me periodontit kronik të riakutizuar ishin 15 pacientë me 15 dhëmbë:

Pacientët u ndanë në dy grupe, të cilët pasi dhanë pëlqimin u informuan për dhimbjet dhe efektet anësore të mundshme. Rastet u vrojtuan klinikisht dhe radiologjikisht për një periudhë kohore nga 6–12 muaj.

Trajtimi endodontik i grupit të parë

Grupi i parë ishte grupi i kontrollit, me 40 pacientë ku u seleksionuan 30 dhëmbë një rrënjësh dhe 11 dhëmbë shumë rrënjësh, të cilët u trajtuan me metodën konvencionale duke realizuar përpunimin kimiko-mekanik. Pas diagnozës u aplikua protokollit endodontik duke filluar me izolimin e fushës operatore me koferdam. Preparimi mekanik u realizua me instrumente manuale

► **Tabela 1** Ndarja e pacientëve dhe dhëmbëve sipas diagnozës.

Diagnoza	Numri i pacientëve	Numri i dhëmbëve	Dhëmbët një-rrënjësh	Dhëmbët shumë-rrënjësh
Periodontiti kronik granular	21	24	14	10
Periodontiti kronik granulomatoz	48	52	40	12
Granulomatoza kistoze	15	15	10	5
Totali	84	91	64	27

Ni-Ti (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), në kombinim me instrumente rotative të sistemit Mtwo (VDW GmbH, Munich, Germany). Preparimi i kanalit u përfundua duke përdorur teknikën step-back; ku pas çdo instrumenti, irrigimi kanalar u bë me hipoklorur natriumi (NaOCl) 5.25% (Cerkamed, Stalowa Wola, Poland), i shoqëruar me xhel të acidit etilendiaminetraacetik 17% (EDTA; Cerkamed, Stalowa Wola, Poland), për të larguar smear-layer. Solucioni i NaOCl u përdor me vëllim 10 mL për çdo kanal si dhe ekspozimin e tij brenda në kanal për 20 min. Pas kësaj është aplikuar tretja fiziologjike dhe më pas glukonat klorheksidina 2% (GLUCO-CHEX; Cerkamed, Stalowa Wola, Poloni), duke përdorur një gjilpërë Navitip 30-G (Ultradent, Jordani Jugor, UT, SHBA) me irrigim pasiv. Pas tharjes së kanaleve me absorbuesit steril prej letre (Meta Biomed, Colmar, PA, SHBA) është bërë obturimi definitiv i kanalit me pastë (AH Plus®, Dentsply Sirona, Italy) dhe kondensimi lateral me gutaperka deri në apeksin fiziologjik të rrënjës së dhëmbit. Restaurimi definitiv i kurorës së dhëmbit u bë me kompozit Compe-tence Universal® (WP GmbH, Barmstedt, Germany).

Trajtimi me diod lazer i grupit të dytë

Grupi i dytë, ishte grup i studimit, me 44 pacientë ku u seleksionuan 36 dhëmbë një rrënjësh dhe 14 dhëmbë shumë rrënjësh me periodontit apikal kronik. Në këtë grup, krahas metodës konvencionale, u aplikua lazer terapia, në prani të NaOCl në kanal duke futur fibrën optike lazerike të diode lazerit (QuickLase Ltd, Canterbury, UK), me gjatësi valore 980 nm dhe fuqi prej 0.8–1.0 W, me lëvizje elikoidale nga apeksi në drejtim të kurorës për 30 sekonda, me një frekuencë prej 15 Hz. Në pjesën apikale fibra optike e diod lazerit u fiksua me ndihmën e një stoperi sipas gjatësisë së punës dhe u mbajt larg nga apeksi anatomik në një distancë nga 1.5–2 mm, për shmangien e djegies indore. Diametri i fibrës optike ishte 200 µm që i përshtatej instrumenteve endodontike. Këtë procedurë e përsëritëm 3 herë në çdo kanal me një interval kohor larg njëra-tjetrës prej 30 sekondash, brenda seancës. Pacienti gjatë procedurës u paralajmërua se në rast dhimbjeje, ose ndjesisë së nxehtësisë së paduruar të bënte me shenjë. Pas tharjes së kanalit u bë obturimi përfundimtar i kanalit me pastë AH Plus® me kondensim lateral me gutaperka, deri në apeksin fiziologjik të rrënjës së dhëmbi. Restaurimi definitiv i kurorës së dhëmbit u bë me kompozit.

Analiza statistikore

Analiza statistikore u krye duke përdorur MS Excel 2016 që mundësoi krahasimin e të dy grupeve.

Rezultatet

Vlerësimi radiologjik i grupit të parë

Monitorimin e realizuam për një kohë të afërt prej 6 muaj dhe një kohë të largët 12 muaj pas mjekimit përfundimtar. Pas përfundimit të trajtimit endodontik me metodën konvencionale të përpunimit mekaniko-kimik u shfaqën komplikime brenda 6 muajorit të parë po ashtu dhe pas 12 muajve (në 78.1% të raste rezultati ishte i suksesshëm, ndërsa në 21.9% të rasteve jo i suksesshëm), (Figura 1).

Vlerësimi klinik:

- Pas trajtimit endodontik pacientët u ankuan në dhimbje të fortë permanente, ndjeshmëri në kafshim e cila ka vazhduar nga dita e parë e deri në të gjashtë.
- Prania e shenjave të inflamacionit të periodontit kishin të bënin me hiperemi dhe edemë në regjionin apikal të dhëmbit.

Vlerësimi radiologjik i grupit të dytë

Trajtimi endodontik lazerik rezultoi efektiv brenda 12 muajve pa simptome klinike dhe shenja të inflamacionit në regjionin apikal të dhëmbit. Në vlerësimin radiografik, vërehej pjesërisht shkatërrimi i indit kockor, dhe fillimi i proceseve reparatore të regjionit periapikal.

Pas përfundimit të trajtimit endodontik me metodën lazerike u raportuan numër shumë i vogël i komplikimeve (4% të rasteve), (Figura 2).

Diskutimi

Për të pakësuar nxehtësinë e padëshiruar që ndodh gjatë procedurës lazerike, kanali paraprakisht irrigohet me NaOCl dhe EDTA. Gjithashtu është raportuar se format e përhapjes së rrezeve lazerike dhe depërtimi i energjisë në murin e dentinës kanalore, kanë dhënë efektivitet të lartë dezinfektues në krahasim me irrigimin kimik konvencion-

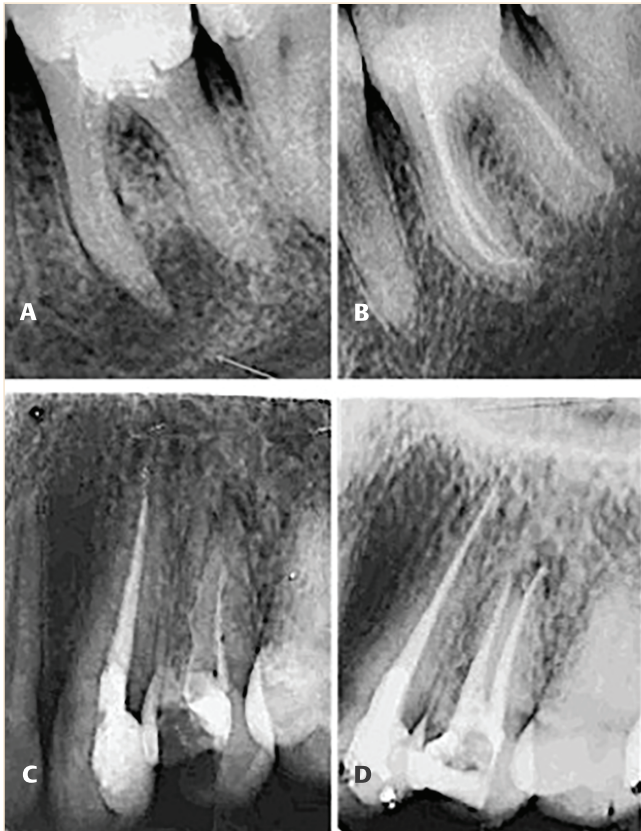


Figura 1 Radiografi të rasteve të periodontitit apikal kronik nga grupi i kontrollit. Në **A** dhe **B** tregohet molari me nr. 46 përpara trajtimit dhe pas 12 muaj. Ndësa në **C** dhe **D** tregohet kanini dhe premolari me nr. 23 dhe 24 përpara trajtimit dhe pas 12 muaj. Tek këto raste vihet re një rigjenerim i pjesshëm kockor.

al [13, 14]. Studime të tjera kanë treguar se përdorimi i diod lazerit në kombinim me NaOCl dhe EDTA, zvogëlon llojet bakterore të sistemit endodontik, si dhe *Enterococcus faecalis* deri në 99.9% të rasteve [15, 16]. Ndërsa, një punim tjetër demonstroi forcën dekontaminuese të lazerit në prani të NaOCl, në thellësinë e mureve dentinare të kanalit radicular deri në thellësinë 130 μm [17].

Autorë të ndryshëm kanë rekomanduar kombinimin e lazerit me NaOCl në përpunimin e kanaleve, për të larguar maksimalisht shtresën e dentinës së zbutur. Ky kombinim i diod lazerit me NaOCl dha veprim baktericid, duke dhënë shkatërrimin e membranës bakteriale duke realizuar absorbimin e mëvonshëm të saj [18–20]. Të gjitha gjatësitë valore lazerike e dëmtojnë membranën qelizore përmes efektit fototermik. Nga veçoritë e karakteristikave strukturore të membranave qelizore, bakteret gram negative shkatërrohen më lehtë, edhe në praninë e një energjie më të ulët se sa duhet për bakteret gram pozitive [21]. Përveç kësaj, rrezet lazerike janë efektive në largimin e smear layer-it në muret e kanaleve radikulare, e cila ndodh si rrjedhojë e temperaturës së lartë përmes copëtimit dhe

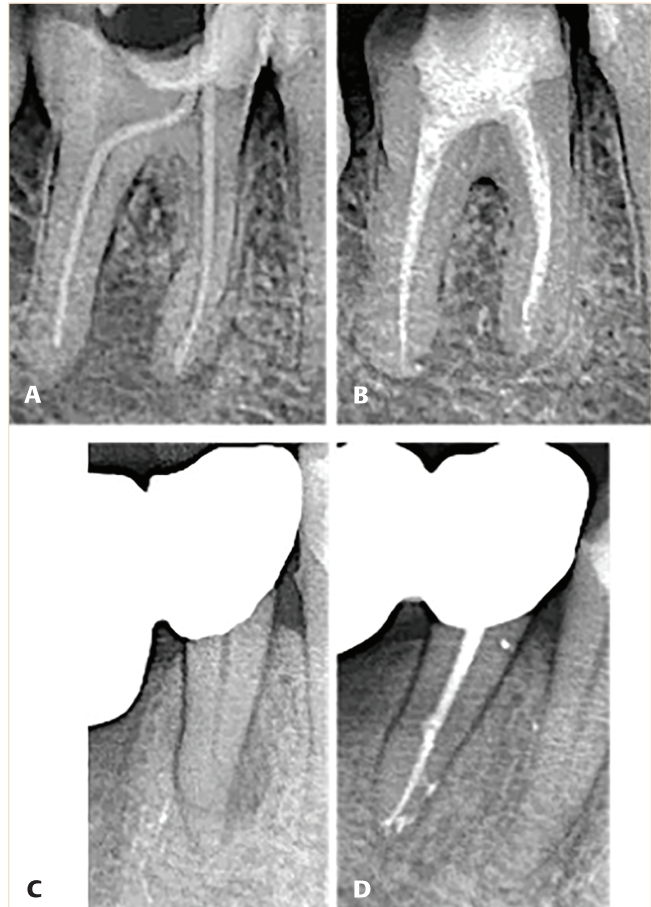


Figura 2 Radiografi të rasteve të periodontitit apikal kronik nga grupi i studimit. Në **A** dhe **B** tregohet molari me nr. 36 përpara trajtimit dhe pas 12 muaj. Ndësa në **C** dhe **D** tregohet premolari me nr. 45 përpara trajtimit dhe pas 12 muaj. Tek të dy rastet, vihet re një rigjenerim i plotë kockor.

plasaritjes së indeve të forta, si dhe mbylljes së foraminave. [19, 20].

Rrezet lazerike me diapazon të shkurtër nuk absorbohen nga indit dentinor i fortë dhe nuk kanë veprim shkolitës në sipërfaqen e dentinës [22]. Ka shumë pak literaturë që raporton për ndryshimin e temperaturave që shfaqen në sipërfaqen e jashtme të rrënjës gjatë përpunimit lazerik, në varësi të trashësisë së mureve të kanalit [23].

Në rastet tona, ristrukturimi i vatrës periapikale në indin kockor u vu re në 87% të rasteve të trajtuara me diod lazer 980 nm, si dhe në 62% të rasteve në grupin e trajtuar me metodën konvencionale. Rigjenerim i pjesshëm i indit kockor u evidentua në 13% në grupin e studimit dhe 28% në grupin e kontrollit. Nga rezultatet tona kemi konstatuar se trajtimi i formave destruktive të periodontiteve apikale kronike me lazer, stimuloi rigjenerimin e strukturës kockore në regjionin e apeksit për një kohë të shkurtër në krahasim me trajtimin konvencional.

Përfundimi

Të dhënat që morëm nga ky studim klinik, na lejojnë të pohojmë se cilësia e përpunimit me medikamente të kanaleve radikulare me anën e protokollit konvencional të mjekimit endodontik nuk mjafton për të arritur një efekt klinik për një kohë të gjatë. Modifikimi i protokollit të përpunimit të kanalit radicular me rrezet diode lazer, me gjatësi vale 980 nm dhe forcë 1 W, tregoi një cilësi të lartë në sterilizimin e kanalit dhe reduktim të shpejtë të lezionit destruktiv, duke stimuluar osteogjenezën.

Literatura

- [1] Haupt F, Meinel M, Gunawardana A, Hülsmann M. Effectiveness of different activated irrigation techniques on debris and smear layer removal from curved root canals: a SEM evaluation. *Aust Endod J*. 2020;46(1):40-46. doi: 10.1111/aej.12342.
- [2] Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellini E, Conte G, Cianconi L. Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *J Endod*. 2013;39(11):1456-60. doi: 10.1016/j.joen.2013.07.028.
- [3] Siqueira JF Jr, Rôças IN. Present status and future directions: Microbiology of endodontic infections. *Int Endod J*. 2022;55 Suppl 3:512-530. doi: 10.1111/iej.13677.
- [4] Abusrewil S, Alshanta OA, Albashaireh K, Alqahtani S, Nile CJ, Scott JA, McLean W. Detection, treatment and prevention of endodontic biofilm infections: what's new in 2020? *Crit Rev Microbiol*. 2020;46(2):194-212. doi: 10.1080/1040841X.2020.1739622.
- [5] Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J*. 2014;216(6):299-303. doi: 10.1038/sj.bdj.2014.204.
- [6] Boutsoukis C, Arias-Moliz MT. Present status and future directions - irrigants and irrigation methods. *Int Endod J*. 2022;55(3):588-612. doi: 10.1111/iej.13739.
- [7] Bordea IR, Hanna R, Chiniforush N, Grdinaru E, Câmpian RS, Sîrbu A, Amaroli A, Benedicenti S. Evaluation of the outcome of various laser therapy applications in root canal disinfection: A systematic review. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2020;29:101611. doi: 10.1016/j.pdpdt.2019.101611.
- [8] Fazlyab M, Esmaeili Shahmirzadi S, Esnaashari E, Azizi A, Moshari AA. Effect of low-level laser therapy on postoperative pain after single-visit root canal retreatment of mandibular molars: A randomized controlled clinical trial. *Int Endod J*. 2021;54(11):2006-2015. doi: 10.1111/iej.13608.
- [9] Pelozo LL, Silva-Neto RD, Salvador SL, Sousa-Neto MD, Souza-Gabriel AE. Adjuvant therapy with a 980-nm diode laser in root canal retreatment: randomized clinical trial with 1-year follow-up. *Lasers Med Sci*. 2023;38(1):77. doi: 10.1007/s10103-022-03659-0.
- [10] Virdee SS, Farnell DJJ, Silva MA, Camilleri J, Cooper PR, Tomson PL. The influence of irrigant activation, concentration and contact time on sodium hypochlorite penetration into root dentine: an ex vivo experiment. *Int Endod J*. 2020;53(7):986-997. doi: 10.1111/iej.13290.
- [11] Berkiten M, Berkiten R, Okar I. Comparative evaluation of antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation in root canals and dentinal tubules. *J Endod*. 2000;26(5):268-70. doi: 10.1097/00004770-200005000-00003.
- [12] Gutknecht N, van Gogswaardt D, Conrads G, Apel C, Schubert C, Lampert F. Diode laser radiation and its bactericidal effect in root canal wall dentin. *J Clin Laser Med Surg*. 2000;18(2):57-60. doi: 10.1089/clm.2000.18.57.
- [13] Mishra A, Koul M, Abdullah A, Khan N, Dhawan P, Bhat A. Comparative Evaluation of Antimicrobial Efficacy of Diode Laser (Continuous Mode), Diode Laser (Pulse Mode), and 5.25 % of Sodium Hypochlorite in Disinfection of Root Canal: A Short Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2022;15(5):579-583. doi: 10.5005/jp-journals-10005-2444.
- [14] Silva LA, Novaes AB Jr, de Oliveira RR, Nelson-Filho P, Santamaria M Jr, Silva RA. Antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of teeth with apical periodontitis: a histopathological evaluation. *J Endod*. 2012;38(3):360-6. doi: 10.1016/j.joen.2011.12.023.
- [15] Borges CC, Estrela C, Lopes FC, Palma-Dibb RG, Pecora JD, De Araújo Estrela CR, Sousa-Neto MD. Effect of different diode laser wavelengths on root dentin decontamination infected with *Enterococcus faecalis*. *J Photochem Photobiol B*. 2017;176:1-8. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2017.09.009.
- [16] Preethee T, Kandaswamy D, Arathi G, Hannah R. Bactericidal effect of the 908 nm diode laser on *Enterococcus faecalis* in infected root canals. *J Conserv Dent*. 2012;15(1):46-50. doi: 10.4103/0972-0707.92606.
- [17] Mandras N, Pasqualini D, Roana J, Tullio V, Banche G, Gianello E, Bonino F, Cuffini AM, Berutti E, Alovisi M. Influence of Photon-Induced Photoacoustic Streaming (PIPS) on Root Canal Disinfection and Post-Operative Pain: A Randomized Clinical Trial. *J Clin Med*. 2020;9(12):3915. doi: 10.3390/jcm9123915.
- [18] Sarda RA, Shetty RM, Tamrakar A, Shetty SY. Antimicrobial efficacy of photodynamic therapy, diode laser, and sodium hypochlorite and their combinations on endodontic pathogens. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2019;28:265-272. doi: 10.1016/j.pdpdt.2019.09.009.
- [19] Amin K, Masoodi A, Nabi S, Ahmad P, Farooq R, Purra AR, Ahangar FA. Effect of diode laser and ultrasonics with and without ethylenediaminetetraacetic acid on smear layer removal from the root canals: A scanning electron microscope study. *J Conserv Dent*. 2016;19(5):424-7. doi: 10.4103/0972-0707.190005.
- [20] Rajakumaran A, Ganesh A. Comparative Evaluation of Depth of Penetration of Root Canal Irrigant After Using Manual, Passive Ultrasonic, and Diode Laser-Assisted Irrigant Activation Technique. *J Pharm Bioallied Sci*. 2019;11(Suppl 2):S216-S220. doi: 10.4103/JPBS.JPBS_300_18.
- [21] Jambagi N, Kore P, Dhaded NS, Patil SA, Shankar M. Comparison of Antimicrobial Efficacy of Diode Laser, Ultrasonic Activated and Conventional Irrigation with 2.5 % NaOCl during RCT: An Interventional Study. *J Contemp Dent Pract*. 2021;22(6):669-673. PMID: 34393125.
- [22] Alves DRS, Decucio DA, Alencar AHG, Estrela CRA, Souza JB, Pinheiro ALB, Estrela C. Effect of low-power diode laser on infected root canals. *Braz Dent J*. 2022;33(3):8-17. doi: 10.1590/0103-6440202204999.
- [23] Beer F, Farmakis ET, Kopic J, Kurzmann C, Moritz A. Temperature Development on the External Root Surface During Laser-Assisted Endodontic Treatment Applying a Microchopped Mode of a 980 nm Diode Laser. *Photomed Laser Surg*. 2017;35(4):206-212. doi: 10.1089/pho.2016.4189.