

## Zastosowanie laserów w stomatologii

### Lasers in dentistry

<sup>1</sup> Akademickie Centrum Stomatologii i Medycyny Specjalistycznej Sp. z o.o., Bytom

<sup>2</sup> Zakład Chorób Przyzębia i Błony Śluzowej Jamy Ustnej, Śląski Uniwersytet Medyczny, Zabrze

DOI: <https://doi.org/10.20883/df.2016.26>

#### Streszczenie

Celem pracy jest prezentacja zastosowania laserów w praktyce stomatologicznej. Rozwój badań nad laserami przyczynił się do poszerzenia wskazań klinicznych i zwiększenia skuteczności ich zastosowania. Autorzy pragną zwrócić uwagę na wysoką skuteczność promieniowania laserowego w technikach biostymulacyjnych, operacyjnych, jak i wspomagających konwencjonalne metody leczenia.

**Słowa kluczowe:** biostymulacja laserowa, lasery w stomatologii, laserowa przepływometria dopplerowska.

#### Abstract

The aim of this paper is to discuss the application of lasers in dental practice. The development of research on lasers has contributed to the expansion of clinical indications and enhanced effectiveness of their application. The authors draw attention to the high efficiency of laser biostimulative and surgical techniques supporting conventional methods of treatment.

**Keywords:** laser biostimulation, lasers in dentistry, Laser Doppler Flowmeter.

#### Wstęp

Lasery są coraz częściej wykorzystywane w codziennej praktyce lekarza stomatologa przy zabiegach z zakresu stomatologii zachowawczej, endodoncji, pedodoncji, periodontologii, ortodoncji, chirurgii stomatologicznej, protetyki.

Zalety laserów w stomatologii [1–4]:

- skrócenie czasu rekonwalescencji, przyspieszenie regeneracji (pobudzenie rozplemu fibroblastów i produkcji prekolagenu, stymulacja procesów metabolicznych w makrofagach i osteoblastach, zwiększenie poziomu przeciwciał – wydłużenie okresu remisji choroby, pobudzenie angiogenezy, wzrost amplitudy potencjałów czynnościowych włókien nerwowych)
- skrócenie czasu trwania zabiegu
- bezpieczeństwo i precyzja pracy
- małoinwazyjność
- sterylność pola zabiegowego
- natychmiastowa hemostaza naczyń krwionośnych i limfatycznych (jako efekt wtórny) (miejscowy wzrost serotoniny uwalnianej z trombocytów, zmiana stężenia histaminy i heparyny, hamowanie przepuszczalności naczyń krwionośnych)
- brak konieczności chirurgicznego zaopatrywania ran pooperacyjnych

- właściwości biostymulacyjne (efekt biostymulacji laserowej występuje, gdy moc promieniowania nie powoduje podniesienia temperatury tkanek o więcej niż 0,1–0,9°C)
- właściwości bakteriobójcze
- działanie przeciwzapalne, przeciwobrzękowe (zwiększenie populacji limfocytów T, uwalnianie czynników wzrostu, limfokin, interleukin, cytokin, a szczególnie PGE i PGF, wzrost aktywności monocytów, makrofagów i neutrofilii, miejscowy wzrost serotoniny uwalnianej z trombocytów)
- działanie przeciwbólowe (wzrost progu bólowego w wyniku pobudzenia mechanizmu mitochondriów, zwiększenia potencjału energetycznego, wyrównania potencjału spoczynkowego, stabilizacji błon komórkowych).

#### Biostymulacja laserowa

Biostymulacja laserowa umożliwia uzyskanie pożądanego efektu terapeutycznego w wyniku reakcji tkanek organizmu na naświetlanie wiązką laserową o długości fali  $\lambda = 630\text{--}1100$  nm. Przeprowadzana jest ona przy użyciu laserów o małej i średniej mocy, tj. 2–200 mW [3]. Odpowiednio dobrane dawki pozwalają uzyskać maksymalny stopień skuteczności – MSS (stosunek mocy światła

lasera stosowanego w terapii do ilości mocy zużytkowanej przez procesy biostymulacyjne), efektywną zamianę energii światła laserowego w inny rodzaj energii biologicznej, chemicznej, cieplnej, mechanicznej [5]. Biostymulacja laserowa stosowana jest jako monoterapia bądź terapia wspomagająca konwencjonalne metody leczenia. W stanach ostrych wymagane są: małe dawki energii (0,5–5 J), krótki czas naświetlania i wiele powtórzeń w niewielkim odstępie czasowym. Leczenie stanów przewlekłych charakteryzuje się stosowaniem większych dawek energii (1–10 J), dłuższym czasem naświetlania i większym odstępem czasowym pomiędzy kolejnymi zabiegami [3, 6].

Zastosowanie laserów biostymulacyjnych (LLLT) w zabiegach z zakresu stomatologii zachowawczej i endodoncji:

- próchnica głęboka,
- nadwrażliwość szyjek zębowych,
- analgezja przed iniekcją,
- przypadkowe obnażenie miazgi,
- amputacja przyżyciowa,
- zapalenia odwracalne i nieodwracalne miazgi,
- ostre i przewlekłe zapalenie tkanek okołowierzchołkowych.

Zastosowanie laserów biostymulacyjnych (LLLT) w zabiegach z zakresu periodontologii [5]:

- po skalingu, kiretażu (po usunięciu złogów metodą konwencjonalną, tj po fazie higienizacji),
- zapalenie dziąseł i przyzębia,
- ropnie przyzębia po wcześniejszym ich opróżnieniu,
- ocena stanu żywotności miazgi przy trudnościach diagnostycznych, np. w leczeniu zespołu endo-perio,
- analgezja przed iniekcją (podnosi próg bólu, poprawia krążenie, dzięki czemu środek znieczulający jest szybciej wchłaniany),
- po zabiegach chirurgicznych na przyzębiu (płastyka wędzidełek, resekcje, SRT, operacje płytowe, gingiwektomie, przeszczepy dziąsłowe i łącznotkankowe, implanty),
- leczenie wspomagające chorób błon śluzowych (liszaj Wilsona, pemfigoid, pęcherzyca, zespół pieczenia jamy ustnej, zapalenie ślinianek, *xerostomia*, aftozy, infekcje spowodowane HSV, odleżyny, stomatopatie protetyczne, zapalenie kątów ust, *mucositis*).

Liczne badania dowodzą, iż laseroterapia wykorzystywana jako metoda wspomagająca w leczeniu chorób dziąseł, przyzębia i błon śluzowych powoduje znaczną poprawę parametrów klinicznych (poprawa wskaźników stanu zapalnego dziąseł, wskaźników stanu przyzębia, krwawienia przy zgłębnikowaniu, przyspieszenie gojenia) [5].

Zastosowanie laserów biostymulacyjnych (LLLT) w ortodoncji [5]:

- celem szybszej przebudowy tkanek, zmniejszenia dyskomfortu/bólu w trakcie leczenia aparatami ortodontycznymi oraz skrócenia czasu leczenia.

Zastosowanie laserów biostymulacyjnych (LLLT) w zabiegach z zakresu chirurgii stomatologicznej [3, 5]:

- rany i bóle poekstrakcyjne,
- utrudnione wyrzynanie trzecich zębów trzonowych,
- zapalenie zębodołu (suchy zębodoł),
- zapalenie kości żuchwy, gruczołu ślinowego,
- zapalenie III gałęzi nerwu trójdzielnego,
- neuralgia nerwu językowo-gardłowego (n. IX),
- zapalenie zatok szczękowych,
- złamanie wyrostka zębodołowego,
- szczękocisk,
- połączenie jamy ustnej z zatoką szczękową,
- artropatie zwyrodniające (zespół Costena),
- promienica,
- rany twarzy (działanie przeciwbólowe, przeciwzapalne, przeciwbakteryjne, zwiększona regeneracja tkanek),
- po replantacji i unieruchomieniu (zmniejszenie dolegliwości bólowych, zwiększenie stabilizacji zębów i pobudzenie procesów regeneracyjnych w tkankach okołowierzchołkowych),
- uszkodzenia nerwów, parestezje (podwyższenie potencjału czynnościowego włókien nerwowych, przyspieszenie ich wzrostu, mielinizacji, regeneracji, hamowanie procesów degeneracyjnych, zmniejszenie dyskomfortu i bólu).

Zastosowanie laserów biostymulacyjnych (LLLT) w zabiegach z zakresu protetyki stomatologicznej i leczeniu chorób stawu skroniowo-żuchwowego [5, 7]:

- urazy ssz,
- mioartropatie,
- zespoły bólowe ssz,
- celem zwiększenia odporności podłoża protetycznego na wszelkie urazy, odleżyny ze strony płyty protezy oraz poprawy warunków biomechanicznych,
- redukcja wzrostu kolonii drożdży.

Ponadto lasery w protetyce stomatologicznej mogą być zastosowane do przygotowywania przedprotetycznego pacjenta (korekta kształtu wyrostka, pobieranie bloczków kostnych).

Lasery w praktyce lekarza stomatologa mogą być również wykorzystywane w spektroskopii i diagnostyce próchnicy – Diagnodent, laserowej przeptywometrii dopplerowskiej, holografii (m.in. lasery: He:Ne, diodowe). Urządzenie Diagnodent wykorzystuje „fizyczne zjawisko fluorescencji in-

dukowanej promieniowaniem oświetlającym tkankę zmienioną patologicznie. Źródłem promieniowania jest dioda laserowa generująca długość fali 550–670 nm (w spektrum barwy czerwonej), zaś świecenie fluorescencyjne od zdemineralizowanej tkanki jest promieniowaniem podczerwonym, emitowanym przy pomocy fotodiody” [3]. W obrębie tkanek zmienionych próchnicowo pochłanianie światła następuje w ilości proporcjonalnej do stopnia demineralizacji twardych tkanek zęba. Fluorescencja jest odpowiednio wyższa w zdemineralizowanych tkankach twardych zęba w porównaniu do tkanek zdrowych, nieobjętych procesem próchnicowym [3, 8]. Laserowa diagnostyka zmian próchnicowych przy pomocy Diagnostentu umożliwia precyzyjną ocenę ich zasięgu i głębokości już na wczesnym etapie rozwoju oraz w trudno dostępnych miejscach. Ponadto pomaga ocenić szczelność brzeżną wypełnień. Metoda ta jest całkowicie nieinwazyjna, powtarzalna, wysoce czuła, skuteczna, bezbolesna i bezpieczna. Pozwala uniknąć wielokrotnego wykonywania zdjęć rentgenowskich [3].

Dopplerowska przeptywometria laserowa (LDF – *Laser Doppler Flowmeter*) umożliwia badanie żywotności miazgi, stwierdzenie obecności bądź braku krążenia krwi w miazdze. Diagnostyka dopplerowska przy użyciu lasera He:Ne stosowana jest głównie u pacjentów z wszczepionym rozrusznikiem serca, zębami niedojrzałymi, z niecałkowicie rozwiniętym wierzchołkiem korzenia, po urazie (gdy miazga zęba może być w stanie szoku pourazowego) oraz po zastosowaniu leczenia biologicznego (przykrycie bezpośrednie, amputacja przyżyciowa) [3].

Laser He:Ne wykorzystywany jest również w interferometrii holograficznej i profilometrii, dzięki czemu możliwa jest ocena zmian kształtu i położenia wybranych struktur w jamie ustnej na podstawie wstępnych i końcowych hologramów [2, 9, 10].

W minimalnie inwazyjnej stomatologii zachowawczej użycie lasera przyczynia się do wzrostu retencji w opracowywanym ubytku, co w rezultacie przyczynia się do trwalszego utrzymania wypełnienia. Ponadto lasery wykorzystywane są do amputacji miazgi, sterylizacji ściany dokomorowej, diagnostyki nieswoistych stanów zapalnych miazgi, niechirurgicznego leczenia zmian okołowierzchołkowych oraz wybielania zębów [1, 3].

W procesie wybielania zębów można zastosować lasery: argonowe (514 nm), Er:YAG (2940 nm), Nd:YAG (1064 nm), CO<sub>2</sub> (10600 nm) oraz diodowe (810/980 nm) [5]. W przypadku wybielania przy pomocy promieniowania laserowego nierzadko używa się żeli wybielających, do których dodawane są

dodatkowe substancję zwiększające absorpcję lasera oraz retransmisję energii świetlnej w energię cieplną [5]. Jednakże istotny jest fakt, iż żel nie pochłania całkowicie promieniowania lasera, dlatego też część energii przenika do tkanek zęba i może wywołać niekorzystne skutki w postaci np. bólu zęba, nieodwracalnych zmian w miazdze (wyjątek stanowią lasery Er:YAG, których światło nie przenika przez wszystkie warstwy żelu i nie powoduje wzrostu temperatury tkanek zęba) [5, 12].

### Lasery dużej mocy w stomatologii

Laser CO<sub>2</sub> ( $\lambda = 10600$  nm), zwany lancetem laserowym, ma szczególne zastosowanie w mikrochirurgii tkanek miękkich, szczególnie tych zawierających dużą ilość wody (np. plastyka tkanek miękkich, *fibroma*, *epulis*, *papilloma*, korekta przerostów dziąsła, oczyszczanie powierzchni implantów tytanowych w *periimplantitis*). Wokół strefy cięcia powstaje cienka warstwa koagulacji, w której zamknięte są drobne naczynia krwionośne, dzięki czemu uzyskujemy dodatkowo natychmiastową, śródzabiegową homeostazę [1]. Cięcie i usuwanie tkanek następuje bez kontaktu z powierzchnią operowaną na drodze miejscowej waporyzacji i ablacji [13]. Powierzchnia rany jest sterylna, a w głębszych warstwach rany, do których dociera niewielka ilość promieniowania, laser wykazuje działanie biostymulacyjne [1]. Rana goi się szybko, bez powikłań śród- i pozabiegowych oraz blizn. Nie jest wymagane chirurgiczne zaopatrzenie rany. Jak podaje Dembowska, gojenie się ran pooperacyjnych po zastosowaniu chirurgii laserowej trwa do 4–5 dni [5].

Do cięcia tkanek miękkich oraz tkanki kostnej brzegu wyrostka zębodołowego (np. wydłużanie koron klinicznych, retrakcja dziąsła brzeżnego, korekta podłoża protetycznego) można stosować nie tylko lasery CO<sub>2</sub>, ale również diodowe, Nd:YAG, Er:YAG, Er-Cr:YSGG [5]. Lasery CO<sub>2</sub>, Nd:YAG i Er:YAG stosowane są podczas zabiegu sterowanej regeneracji tkanek (SRT) do usunięcia nabłonka i spowolnienia jego wrastania, co jednocześnie sprzyja przyspieszeniu odbudowy przyczepu łącznotkankowego [13].

Laser CO<sub>2</sub> umożliwia łatwiejszą kontrolę procesów ablacji tkanek miękkich (obwódka koagulacyjna wynosi 0,5–1,5 mm) w porównaniu do lasera Nd:YAG (obwódka koagulacyjna wynosi 5 mm) [2].

Laser Nd:YAG ( $\lambda = 1064$  nm) stosowany jest głównie w stomatologii zachowawczej, odtwórczej, gdzie wybiórczo likwiduje tkanki objęte procesem próchnicowym, pozostawiając nienaruszoną zdrową tkankę. Ponadto powoduje zeszkliwienie powierzchni zęba, zamyka kanaliki zębinowe, dzięki czemu wykazuje wysoką skuteczność w leczeniu

nadwrażliwości zębiny [1]. Laser Nd:YAG stosuje się również w leczeniu próchnicy początkowej, przygotowywaniu dna ubytku przed założeniem wypełnienia, uszczelnianiu bruzd, opracowywaniu kanałów korzeniowych, usuwaniu warstwy mazistej, uszczelnianiu oraz zeszkliwianiu i odkażaniu ujść kanalików zębinowych, zespolach endodontyczno-periodontologicznych, odświeżaniu stopnia oszlifowanych filarów zębowych. Z badań Gutknechta wynika, iż lasery Nd:YAG (a zwłaszcza impulsowe) pozwalają na 85% redukcję liczby mikroorganizmów w skomplikowanych systemach kanałów korzeniowych zębów (przy głębokości penetracji ponad 1000  $\mu\text{m}$ ), zaś laser diodowy 810 nm jedynie 63%, a laser diodowy 980 nm umożliwia eradykację rzędu 30–40% [14]. Możliwość usunięcia warstwy mazistej oraz zeszkliwienia ujść kanalików zębinowych przy pomocy lasera Nd:YAG ma istotne znaczenie w powodzeniu leczenia zakażonych kanałów korzeniowych, zapobiega ewentualnej wtórnej reinfekcji [15].

W periodontologii laser Nd:YAG wykorzystywany jest również w leczeniu chorób błon śluzowych i przyzębia (umożliwia m.in. eradykację drobno-ustrojów z powierzchni twardych tkanek zęba oraz kieszonek przyzębnych, usuwa tkanki nekrotyczne, ziarninę, zmieniony zapalnie nabłonek) [13, 14]. Laser ten wykazuje skuteczność (do 40%) w eliminacji patogenów produkujących melaninę (*Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Actinobacillus*) z powierzchni cementu korzeniowego oraz w opóźnianiu rekolonizacji flory poddziąsłowej [16, 17].

Jak podaje Gutknecht, oddziaływanie laserów Nd:YAG na tkanki miękkie jest względnie łagodne – „nie prowadzą do istotnego uszkodzenia ani usunięcia tkanek. Zapewniają względną zachowawczość procedury i szybkie gojenie się ran” [14]. Wyżej wymienione lasery można stosować również w leczeniu stanu zapalnego wokół implantu – *periimplantitis*, do usuwania tkanki ziarninowej i oczyszczania powierzchni implantu, przy zamykaniu aft, nadżerek na błonie śluzowej jamy ustnej, jak i przy zabiegach frenulektomii, gingiwektomii, retrakcji dziąsła przed zabiegami z zakresu protetyki, pobieraniu bioptatów do badań histologicznych, usuwaniu małych włókniaków, nadziąsłaków czy przy nacinaniu ropnia [14, 15, 18].

Tryb fali ciągłej lasera Nd:YAG cechuje się głębokością penetracji do 6 mm, natomiast impulsowe lasery Nd:YAG penetrują na głębokość ok. 0,1–0,3 mm [14].

Laser Nd:YAG oddziałuje z tkankami w wyniku transmisji, odbicia, rozpraszania i absorpcji. Pierwsze trzy zjawiska nie zawsze wywołują efekt korzystny, albowiem mogą powodować penetrację

promieniowania w głąb tkanek, utratę części energii emitowanej wzrost temperatury tkanek sąsiadujących [2, 19].

Lasery Er:YAG ( $\lambda = 2960 \text{ nm}$ ) i Er-Cr:YSGG ( $\lambda = 2780 \text{ nm}$ ) wykazują skuteczne działanie w usuwaniu tkanek organicznych oraz płytki bakteryjnej (inaktywacja bakterii i ich endotoksyn). Laser Er:YAG, który ma szeroki zakres trwania impulsów i ustawień częstotliwości, jest niezaprzeczalnie najlepszym wyborem do otwartych procedur kiretażu [14]. Idealnie nadaje się do oczyszczania bifurkacji, przestrzeni międzyzębowych, tkanki kostnej, powierzchni cementu korzeniowego zębów, preparacji zębiny pod materiały adhezyjne, usuwania starych materiałów do wypełnień (cementów, materiałów złożonych). Lasery Er:YAG i Er-Cr:YSGG mogą być również zastosowane do odświeżania implantów [2, 14]. Obiecujące wyniki badań wskazują również na ich dużą przydatność w opracowywaniu ubytków próchnicowych w zębach mlecznych. Laser Er-Cr:YSGG wykazuje również wysoką skuteczność w leczeniu nadwrażliwości zębiny. Jego działanie polega na blokowaniu receptora TRPV1, który odbiera i przewodzi bodźce termiczne, co znacząco zmniejsza dolegliwości bólowe [5]. Działanie laserów wysokoenergetycznych w leczeniu nadwrażliwości zębiny polega na obliteracji (zeszkliwieniu i stopieniu) kanalików zębinowych. Natomiast mechanizm działania laserów niskoenergetycznych polega na nasileniu amplitudy potencjału komórek nerwowych – zmniejszeniu ich pobudliwości, a tym samym bólu [5, 20].

Laser Er:YAG, w przeciwieństwie do laserów Nd:YAG i  $\text{CO}_2$ , ze względu na swój charakter fotoablacyjny nie powoduje efektu nadtapiania powierzchni tkanek [2, 21].

### Laser diodowy

Światło lasera, podobnie do bakterii, penetruje ponad 1100  $\mu\text{m}$  w głąb trójwymiarowej sieci kanalików zębinowych. Natomiast środki stosowane do płukania kanałów korzeniowych przenikają jedynie na głębokość 130–300  $\mu\text{m}$  kanalików zębinowych [22–24]. Obecnie w piśmiennictwie zarówno krajowym, jak i zagranicznym spotyka się doniesienia o wysokiej skuteczności promieniowania laserowego w eliminacji bakterii z systemu kanałów korzeniowych, w tym także *E. faecalis* [24, 25]. Jak podaje Pirnat, lasery diodowe wykazują jednak słabsze działanie wobec *E. faecalis* niż lasery Nd:YAG [26].

Światło lasera diodowego, w porównaniu do laserów Nd:YAG, wykazuje mniejszą penetrację i jest słabiej pochłaniane przez tkanki twarde zęba, co wpływa na słabsze uszczelnianie kanalików zębinowych, ale i w mniejszym stopniu oddziałuje na

cement korzeniowy podczas pracy w kieszonce przyzębnej [15, 18, 27].

Lasery diodowe 810 nm i 980 nm mogą być także zastosowane w leczeniu *periimplantitis*, odsłaniania implantu, do redukcji flory bakteryjnej w kieszonkach przyzębnych (m.in. *Actinomycesetemcomitans*), przy drobnych zabiegach chirurgicznych na błonie śluzowej jamy ustnej [13, 14].

Laser argonowy ( $\lambda = 488$  nm) znalazł zastosowanie w polimeryzacji materiałów złożonych (na głębokość do 30 mm). Redukuje skurcz polimeryzacyjny, zwiększa siłę wiązania wypełnienia z powierzchnią zęba i skraca czas utwardzania o ok. 25% [28]. Ponadto laser ten wykorzystywany jest do wykrywania próchnicy [29].

### **PAD – Photo-Activated Oral Desinfection**

Eradykacja mikroorganizmów z kanałów korzeniowych (nawet do 99.9%) może być uzyskana również metodą PAD (*Photo-Activated Oral Desinfection*), która wykorzystuje światło lasera niskoenerygetycznego w połączeniu z roztworem sensybilizatora (błękit toluidyny, błękit metylenu, zieleń indocyjaniny). Laser odpowiada za efekt fotodynamiczny, natomiast aktywacja sensybilizatora powoduje niszczenie mikroorganizmów „poprzez uwalnianie aktywnego tlenu, który działa na nienasycone kwasy tłuszczowe obecne w ścianie komórkowej i organellach komórek oznakowanych barwnikiem, ponadto inicjuje rozpad ściany komórkowej, powodując śmierć mikroorganizmu” [20].

PAD jest całkowicie bezinwazyjny, bezbolesny, oddziałuje na wszystkie bakterie bytujące w jamie ustnej (w tym *E. faecalis*), a co najważniejsze drobnoustroje nie są w stanie wytworzyć odporności [3]. Do zalet PAD należą ponadto: inaktywacja endotoksyn, przyspieszenie gojenia procesów regeneracji kości włókien kolagenowych, poprawa mikrokrążenia [20]. PAD stosowany jest w leczeniu głębokich ubytków próchnicowych, zapalenia dziąseł i przyzębia, *periimplantitis*, odkażaniu kanałów korzeniowych. PAD w uzupełnieniu do konwencjonalnych metod leczenia periodontologicznego wykazuje wyższą skuteczność terapii [20].

Efektywne usunięcie warstwy mazistej i otwarcie kanałków zębinowych, tak by fotocuczulacz mógł wnikać do ich wnętrza, jest gwarancją powodzenia.

Rozwój badań nad laserami przyczynił się do poszerzenia wskazań klinicznych i zwiększenia skuteczności ich zastosowania. Wykazano bowiem, iż użycie laserów wraz z chłodzeniem wodnym powoduje bezpieczną ablację tkanek miękkich. Ponadto laseroterapia zwiększa bezpieczeństwo zabiegów endodontycznych, chirurgicznych i periodontologicznych u pacjentów z tzw.

grupy ryzyka, poddanych terapii antykoagulantami i narażonych na skutki wywołania bakteriemii [5]. Biostymulacja laserowa przyczynia się do uzyskania lepszych i dłużej utrzymujących się efektów leczenia.

Pochłanianie i penetracja promieniowania laserowego zależy od wielu czynników fizycznych, m.in.: długości fali świetlnej (która wyznacza pozycję wiązki lasera w spektrum promieniowania elektromagnetycznego), zastosowanej mocy, dawki energii, ale również od budowy histologicznej tkanki (zawartości w niej wody, hemoglobiny, melaniny) oraz rozległości i typu zmian patologicznych [5, 14, 18]. Niebagatelne znaczenie w praktyce klinicznej ma głębokość promieniowania laserowego, która powinna być minimalna poprzez prawidłowe dopasowanie długości promieniowania do tkanki docelowej [14]. Wyjątek stanowi jedynie leczenie zakażonych kanałów korzeniowych, gdzie transmisja powinna być odpowiednio wyższa [14].

Przeciwwskazaniami do stosowania laserów są: proces nowotworowy, ciąża, świeży zawał serca, cukrzyca [3].

Niepowodzenia kliniczne po zastosowaniu laseroterapii, wg Bładowskiego, spowodowane są między innymi nieprawidłową techniką pracy (nieodpowiednia dawka energii, źle dobrana długość fali, niewłaściwie wybrany i zastosowany cykl laseroterapeutyczny) [11].

### **Podsumowanie**

Podsumowując działanie promieniowania laserowego, należy zwrócić uwagę na jego wysoką skuteczność w technikach biostymulacyjnych, wspomagających konwencjonalne metody leczenia, jak i operacyjnych. Laser stanowić może także alternatywę dla farmakologicznego leczenia przeciwbakteryjnego, przeciwwirusowego czy przeciwgrzybiczego, szczególnie w dobie coraz bardziej nasilonej lekooporności [20]. Przedstawione liczne przykłady zastosowania laserów w codziennej praktyce stomatologicznej świadczą niewątpliwie o coraz szerszych wskazaniach do ich stosowania oraz o możliwości uzyskania dzięki nim bardzo korzystnych efektów terapeutycznych.

### **Oświadczenia**

#### **Oświadczenie dotyczące konfliktu interesów**

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów w autorstwie oraz publikacji pracy.

#### **Źródła finansowania**

Autorzy deklarują brak źródeł finansowania.

#### **Piśmiennictwo**

- [1] Żmuda S, Trykowski J. Zastosowanie lasera w gabinecie stomatologicznym. *Stomatol Współczesna*. 1997;1:34–37.

- [2] Tanasiewicz M. Laser w stomatologii. *TPS*. 2012;3:99–104.
- [3] Iwanicka-Grzegorek E, Puczyłowska-Rybaczyk M. Terapeutyczne i diagnostyczne zastosowanie lasera w schorzeniach jamy ustnej. *Nowa Stomatol*. 2011;3:128–133.
- [4] Barańska-Gachowska M. Endodoncja wieku rozwojowego o dojrzałego. *Wyd. Czelej, Lublin*. 2004;4.2.2:93–94.
- [5] Dembowska E. *Lasery w stomatologii*, Wyd. Czelej, Lublin 2005.
- [6] Pokora L. *Lasery w stomatologii*. Laser Instruments – Centrum Techniki Laserowej Warszawa 1992.
- [7] Antkiewicz H. Laseroterapia biostymulacyjna jako metoda wspomagająca konwencjonalne leczenie niektórych chorób błony śluzowej jamy ustnej i przyzębia. *Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych, Gdańsk* 2009; s. 1–142.
- [8] Kühnisch J, Oehme T, Heinrich-Weltzien R. Rozpoznanie i diagnostyka pierwotnych zmian próchnicowych. *Quintessence*. 2009;2:110–112.
- [9] Grzesiak-Janias G. „Zastosowanie biostymulacyjnej terapii laserowej w przypadku utrudnionego wyrzynania dolnego zęba mądrości” *Czasopismo Stomatologiczne*. 1995;XLVIII(4):252–255.
- [10] Pokora L, Trykowski J, Senator M. „Możliwości zastosowania niskoenergetycznych laserów o małej mocy w stomatologii” *Magazyn Stomatologiczny*. 1992;2(3/4):8–9.
- [11] Bładowski M. Techniki aplikacji promieniowania laserowego małej mocy w jamie ustnej. *Forum Stomatol*. 2004;2:39–42.
- [12] Gutknecht N, Franzen R, Meister J, Lukac M, Pirnat S, Zabkar J et al. A novel Er:YAG laser assisted tooth whitening method. *J LAHA*. 2011;1:1–10.
- [13] Dembowska E. Lasery wysokiej mocy w periodontologii. *Mag Stomatol*. 2012;10:12–16.
- [14] Gutknecht N. Możliwości laserów. *Nowy Gabinet Stomatol*. 2012;1:38–42.
- [15] Chanthaboury R, Irinakis T. The use of laser for periodontal debridement: marketing tool or proven therapy? *J Can Dent Assoc*. 2005;71(9):653–658.
- [16] Neill ME, Mellonig JT. Clinical efficacy of the Nd:YAG laser for combination periodontitis therapy. *Pract Periodont Aesthet Dent*. 1997;9(Supl. 6):1–5.
- [17] Radvar M et al. An evaluation of the Nd:Yag laser In periodontal pocket therapy. *Br Dent J*. 1996;20(180, 2):57–62.
- [18] Dembowska E et al. Laser Nd:YAG w periodontologii. *e-Dentico*. 2012;3(37):22–34.
- [19] Gaczek A. Laser neodymowy w wybranych zastosowaniach stomatologicznych. *Wady i zalety oraz warunki stosowania*. *Stomatologia Współczesna*. 2000;7(4):55–61.
- [20] Grzech-Leśniak K, Kozachuk S. Laser w stomatologii – perspektywa rozwoju. *Asys i Hig*. 2015;2(38):76–84.
- [21] Keller U, Hibst R. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers in Surg and Med*. 1989;9:345–351.
- [22] Kinke T, Klimm W, Gutknecht N. Antibacterial effects of Nd:YAG laser irradiation within root canal dentin. *J Clin Laser Med Surg*. 1997;15:29–31.
- [23] Berruti E, Marini R, Angeretti A. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *J Endod*. 1997;23:725–727.
- [24] Moritz A et al. In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: Results of microbiologic, infrared spectrometric, and stain penetration examinations. *Quintessence Int*. 1997;28(3):205–209.
- [25] Grącka-Mańkowska J, Pawlicka H. Badanie wpływu promieniowania laserowego na liczebność populacji *Enterococcus faecalis* w kanałach zębów. *Doniesienia wstępne*. *Mag Stomatol*. 2013;6:82–85.
- [26] Pirnat S. Versatility of an 810 nm diode laser in dentistry: an overview. *J Laser Health Academy*. 2007;4:1–9.
- [27] Esteves-Oliveira M et al. Comparison of dentin root canal permeability and morphology after irradiation with Nd:YAG, Er:YAG, and diode lasers. *Lasers Med Sci*. 2010;25(5):755–760.
- [28] Trykowski J, Żmuda S, Olszewska E. Zastosowanie laserów w stomatologii. X Krajowa Szkoła Optoelektroniki 24–26 kwietnia 1995, Zegrze k/Warszawy, Zastosowanie Laserów w Medycynie, sekcja B: Lasery Wysokoenergetyczne. *Chirurgia laserowa*. 65–75.
- [29] Tucker D, Cobb CM, Rapley JW, Killoy WJ. Morphologic Changes following in vitro CO<sub>2</sub> laser treatment of calculus – landened root surfaces. *Lasers in Surg and Med*. 1996;18:150–156.

Zaakceptowano do edycji: 2016-09-12  
Zaakceptowano do publikacji: 2016-11-22

**Adres do korespondencji:**

Monika Urbaniak  
ul. Podkowińskiego 3B, 62-800 Kalisz  
tel.: 600 307 408  
e-mail: urbaniakdent@gmial.com