

Terapeutyczne i diagnostyczne zastosowanie lasera w schorzeniach jamy ustnej

*Ewa Iwanicka-Grzegorek, Marlena Puczyłowska-Rybaczyk

Zakład Stomatologii Zachowawczej Instytutu Stomatologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego w Warszawie
Kierownik Zakładu: prof. dr hab. med. Elżbieta Jodkowska

THERAPEUTICAL AND DIAGNOSTIC APPLICATION OF LASER IN ORAL CAVITY DISEASES

Summary

Introduction: Laser-assisted therapy is increasingly used nowadays as a helpful way to treat medical conditions in the oral cavity, its especially interesting aspect being laser biostimulation (laser therapy). For this purpose low and medium power lasers are mainly used. Biostimulation gives the effect equal to the use of analgesics or anti-inflammatory medications and it also considerably shortens the time of therapy.

Aim of the study: The aim of this article is to present how biostimulative lasers can affect body tissues, what processes take place in the tissues after being stimulated by the laser-transmitted light, as well as indicating possibilities of utilizing laser biostimulation in treatment of medical conditions in the oral cavity.

Conclusion: Laser-assisted therapy proves a highly-effective therapeutic method. Laser therapy for biostimulation is characterized by an analgesic and anti-inflammatory effect, can prevent swelling, accelerates regeneration of wounded tissues and significantly reduces the risk of infection. Due to all these features laser irradiation can be widely used to treat various medical conditions of the oral cavity and also can be found useful to prevent such conditions.

Key words: lasers in dentistry, laser biostimulation, Diagnodent

WPROWADZENIE

Na podstawie wieloletnich obserwacji można stwierdzić, że wykorzystanie laserów we współczesnej stomatologii staje się standardem praktyki lekarza dentysty. Jak się wydaje, dzieje się tak dlatego, że efekty jakie są możliwe do osiągnięcia dzięki tym urządzeniom nie mogą być uzyskane w równie zadawalającym stopniu przy zastosowaniu innych metod. Obecnie w bardzo wielu gabinetach stomatologicznych wykorzystuje się przynajmniej jeden z kilku typów laserów dentystycznych. To wykorzystanie dotyczy przede wszystkim laserów terapeutycznych o małej i średniej mocy, które są wyjątkowo pomocne w działaniach przeciwbólowych oraz przeciwzapalnych. Szczególnie interesująca jest zatem problematyka zastosowania lasera w leczeniu schorzeń jamy ustnej, w tym możliwości wykorzystania biostymulacji laserowej (laseroterapia). Właśnie ten aspekt jest przedmiotem omówień zaprezentowanych w niniejszym artykule. Dla porządku należy jednak zauważyć, że w stomatologii coraz częściej wykorzystuje się również lasery o dużej mocy, które znajdują zastosowanie przede wszystkim w zakresie specjalistycznych zabiegów chirurgicznych. Do najbardziej rozpowszechnionych laserów dużej mocy należą trzy najważniejsze: laser chirurgiczno-zabiegowy na dwutlenku węgla, tzw. laser CO₂, laser do zabiegów endodontycznych i mikrochirurgii

kontaktowej, tzw. laser jagowo-neodymowy (YAG:Nd) oraz laser do opracowywania twardych tkanek zęba, między innymi ubytków próchnicowych, tzw. laser jagowo-erbowy (YAG:Er) (1-3). Do laseroterapii stosowane są zaś lasery zaliczane do pierwszej grupy, tj. niskoenergetyczne. Biorąc pod uwagę materiał laserujący, wśród laserów biostymulacyjnych można wyróżnić dwa rodzaje: półprzewodnikowe – diodowe oraz gazowe, tj. helowo-neonowe (He:Ne). Lasery półprzewodnikowe generują promieniowanie o długości fali 630-980 nm, a helowo-neonowe o długości 632,8 nm.

LASEROTERAPIA – CHARAKTERYSTYKA PROCESU

Laseroterapia, a dokładniej biostymulacja laserowa, to reakcja tkanek na naświetlanie słabą wiązką laserową o długości fali świetlnej od 630 do 1100 nm, co odpowiada barwom od jaskrawej czerwieni, do niewidzialnej podczerwieni. W tym właśnie przedziale absorpcja wody i barwników zawartych w tkankach jest najmniejsza, co umożliwia głębokie (nawet do 6 cm) wnikanie światła do wnętrza organizmu i tym samym pozwala uzyskać pożądany efekt terapeutyczny. Biostymulację prowadzi się wyłącznie laserami o małej i średniej mocy, zwykle od 2 do 200 mW. Terapia laserowa może być stosowana jako monoterapia lub terapia uzupełniająca przy leczeniu farmakologicznym, fizjoterapii i innych metodach leczenia (4).

Działanie światła laserowego wywołuje efekt przeciwbólowy, co jest następstwem przemian zachodzących w komórkach, włóknach nerwowych, jak również na poziomie centralnym. Podniesienie progu bólowego tkanek jest efektem procesów takich jak: pobudzenie mechanizmu mitochondriów, zwiększenie potencjału energetycznego i wyrównanie potencjału spoczynkowego oraz stabilizacji błon komórkowych (5).

Promieniowanie światła laserowego wywołuje szereg zmian zachodzących wewnątrz komórki. Energia laserowa pochłaniana przez enzymy mitochondrialne wywołuje miejscowy wzrost temperatury, który powoduje zwiększenie przepuszczalności i przewodności błony mitochondrium. Prowadzi to do ułatwionego napływu do mitochondriów składników cyklu Krebsa i zwiększenia produkcji wysokoenergetycznych cząsteczek ATP. Poza tym opisuje się, iż w przypadku działania tych laserów stwierdzono wzrost syntezy DNA, RNA i liczby mitochondriów prowadzących do proliferacji komórek. Wykazano także, że pod wpływem niskoenergetycznej wiązki wzrasta populacja limfocytów T, które poprzez miejscowe uwalnianie czynników wzrostu oraz limfokin i interleukin, odgrywają istotną rolę w regeneracji tkanki zapalnej. W czasie oddziaływania laserów małej mocy wzrasta także aktywność monocytów, makrofagów i neutrofilów, co prowadzi do zwiększenia miejscowej odporności komórek organizmu. Jak wynika z przeprowadzonych doświadczeń, lasery biostymulacyjne zwiększają okresowo poziom przeciwciał, co przyspiesza proces gojenia i wydłuża okres remisji tych schorzeń.

Efekt przeciwzapalny, uzyskany po zastosowaniu lasera biostymulacyjnego jest wywołany także dzięki miejscowemu wzrostowi serotoniny uwalnianej z płytek krwi, która powoduje obkurczenie naczyń krwionośnych. Zaobserwowano także zmianę stężenia histaminy i heparyny, która umożliwia poprawę mikrokrążenia, dzięki czemu obrzęki pourazowe mogą ulegać wydajnemu i szybkiemu wchłonięciu. Światło lasera wpływa także na hamowanie wzrostu przepuszczalności naczyń krwionośnych, jak również narastania obrzęku w ostrej fazie zapalenia oraz formowania się ziarniny.

Mechanizm działania przeciwzapalnego laserów biostymulacyjnych polega głównie na pobudzaniu do zwiększonego wytwarzania cytokin, a szczególnie prostaglandyn (PGE i PGF), które powodują poszerzenie naczyń i stabilizację ciśnienia osmotycznego, co zwiększa metabolizm tkanek. W efekcie tych procesów dochodzi do szybszego powstania krążenia obocznego i drenażu ognisk zapalnych drogą naczyń limfatycznych. Wynikiem powyższego staje się przyspieszenie ich uprzątnięcia, wchłanianie wysięku i zanikanie obrzęków.

Z kolei rola niskoenergetycznych laserów w przyspieszaniu procesu regeneracji kości polega m.in. na pobudzaniu w ogniskach zapalnych rozplemu fibroblastów oraz na stymulacji tych komórek do wzmożonej produkcji prekolagenu, który wydzielany jest do substancji podstawowej. Jest on budulcem nowo tworzących się włókien kolagenowych, stanowiących podstawę zrębu,

na którym odkładają się sole mineralne w procesie regeneracji tkanki kostnej. Laseroterapia zapewnia również stymulację procesów metabolicznych w makrofagach i osteoblastach, które odgrywają podstawową rolę w regeneracji tkanki kostnej (6).

ZASTOSOWANIE LASERÓW BIOSTYMULACYJNYCH W STOMATOLOGII

Obecnie używa się głównie laserów biostymulacyjnych półprzewodnikowych o mocy maksymalnej 50 mW (najczęściej zaś 20-30 mW). W stomatologii znajdują one zastosowanie głównie w nieinwazyjnym leczeniu chorób błony śluzowej, znieczulaniu i zatrzymywaniu krwawienia. Promieniowanie laserowe poprzez swoje właściwości sterylizujące działa przeciwzapalnie i przeciwochrzątkowo. Wiązka laserowa skutecznie aktywizuje regenerację komórek, a poprzez zwiększenie produkcji przeciwciał prowadzi do pobudzenia systemu immunologicznego do działania. Zastosowanie lasera biostymulacyjnego poprawia terapeutyczne efekty zabiegów, zmniejsza ryzyko infekcji oraz istotnie przyspiesza regenerację uszkodzonych tkanek (7, 8).

Przed podjęciem terapii laserem biostymulacyjnym należy wyeliminować mechaniczne czynniki drażniące. Stosując odpowiednio dobrane dawki, osiąga się maksymalny stopień skuteczności (MSS) – jest to współzależność między ilością mocy światła lasera, jaką należy stosować w leczeniu, a ilością mocy spożytkowanej przez tkanki. Właściwe dawkowanie promieniowania laserowego stosowanego w stomatologii zależne jest od rodzaju schorzenia podlegającego leczeniu. Stany ostre naświetla się małymi dawkami energii (0,5-5 J). W stanach przewlekłych są zaś wymagane dawki dwukrotnie większe (1-10 J). Również czas stosowania laseroterapii zależy od rodzaju schorzenia. Stany ostre wymagają krótkiego czasu naświetlania i częstszych zabiegów, stany przewlekłe zaś dłuższego czasu naświetlania i odstępów czasowych (2-3 dni pomiędzy nimi) (9).

Zastosowanie lasera biostymulacyjnego przed rozpoczęciem opracowywania ubytku próchnicowego podnosi u pacjenta próg bólu i przez to czyni zabieg znacznie mniej bolesnym. Lasery te są bardzo użyteczne w zabiegach przeciwbólowych przy stomatopatiach protekcyjnych, ropniach przyzębia, paradontopatiach, obrzękach, opryszczce wargowej, zapaleniach miazgi. Działanie lasera powoduje przyspieszenie gojenia się ran po zabiegach ekstrakcji, przecinania wędzidełka i resekcji, a ponadto przy przewlekłych zapaleniach tkanki okołozębowej. Użycie lasera zapobiega stanom zapalnym i jest bardzo przydatne w leczeniu nerwobólów. Dzięki użyciu lasera biostymulacyjnego zmniejszyć można krwawienie i przyspieszyć gojenie po zabiegu, a także możliwe jest likwidowanie ognisk zapalnych (10, 11).

Interesującą metodą jest dezynfekcja kanałów aktywowana światłem (*Photo-Activated Oral Disinfection* – P.A.D.). Metoda ta polega na połączeniu roztworu sensybilizatora (substancja ta jest najczęściej barwnikiem) ze światłem lasera niskoenergetycznego. Sensybiliza-

tor jest absorbowany przez komórki mikroorganizmów. Światło lasera powoduje jego pobudzenie, rozpoczynając kaskadę reakcji chemicznych. W końcowej fazie następuje implozja komórki, degradacja białek, organeli oraz DNA. Dla wywołania skutecznego efektu, przy zastosowaniu metody P.A.D., wystarcza 150 sekund. Metoda ta umożliwi bezbolesną, nieinwazyjną i skuteczną głęboką dezynfekcję tkanek twardych zęba (eliminacja do 99,9% bakterii) (12). Działanie tej metody ogranicza się do miejscowej dezynfekcji w kanale korzeniowym, a mikroorganizmy praktycznie nie są w stanie wytworzyć na nią odporności. W metodzie leczenia P.A.D. stosuje się lasery diodowe o długości fali dostosowanej do odpowiedniego sensybilizatora (punkt szczytowy absorpcji). Rolą lasera przy stosowaniu tej metody jest aktywacja sensybilizatora, nie zaś bezpośrednie uśmiercanie bakterii. Przy zastosowaniu metody P.A.D. możliwe jest oddziaływanie praktycznie na wszystkie rodzaje bakterii występujące w jamie ustnej (również *E. faecalis*). Skuteczność metody P.A.D. zależy od efektywnego usunięcia warstwy mazistej z kanałów oraz otwarcia kanalików zębinowych, w których znajdują się bakterie, tak aby sensybilizator mógł wnikać w ich głąb (13).

Lasery biostymulacyjne mogą być wykorzystywane w bardzo szerokim zakresie, a z uwagi na dużą różnorodność obszarów zastosowania należałoby je uszeregować głównie według różnych rodzajów schorzeń, przy których leczeniu lub zapobieganiu mogą być pomocne. Mając powyższe na uwadze, należy wymienić następujące obszary wskazań do zastosowania laserów biostymulacyjnych:

1) Schorzenia błony śluzowej

Naświetlanie laserem musi być poprzedzone podstawowymi zabiegami higienicznymi, usunięciem złogów nazębnych i skojarzone z ewentualnym leczeniem farmakologicznym, właściwym dla danego schorzenia. Stosowanie biostymulacji laserowej w leczeniu schorzeń przyzębia i błony śluzowej skraca czas gojenia oraz zmniejsza dolegliwości bólowe już po pierwszym naświetlaniu.

Dla poszczególnych rodzajów schorzeń zalecane są następujące dawki:

- opryszczka warg – dawka 2-6 J na punkt, 2-3 krotnie w odstępach jednodniowych,
- afty nawrotowe – dawka 2-4 J na punkt, 1-4 zabiegów na aftę codziennie,
- opryszczkowe zapalenie dziąseł – dawka 2-6 J na punkt,
- stomatopatie protetyczne (odleżyny, owrzodzenia) – dawka 2-10 J na punkt,
- w zapaleniu dziąseł – dawka 2-4 J na brodawkę dziąsłową, codziennie lub co drugi dzień,
- w zapaleniu przyzębia (po zabiegach skalingu i wygładzania korzeni) – dawka 2-3 J na brodawki dziąsłowe,
- po zabiegach na przyzębiu (kieretaże, operacje płatowe) – dawka 2-3 J w dniu zabiegu i potem codziennie przez 3-6 dni.

2) Zabiegi chirurgiczne

Biostymulacja laserowa stosowana w okresie pozabiegowym daje efekty w postaci zniesienia dolegliwości bólowych, zaburzeń połykania i rozwierania szczęk oraz ograniczenia takich powikłań, jak: krwiak pozabiegowy, obrzmienie czy podwyższenie ciepłoty ciała. Następuje przyspieszony proces ziarninowania. Można przypuszczać, że pozytywne wyniki leczenia są związane z bezpośrednim oddziaływaniem światła laserowego na włókna nerwowe (podwyższenie potencjałów czynnościowych włókien nerwowych, przyspiesza ich wzrost i mineralizację, hamując procesy degeneracyjne w ich obrębie). Zabiegi biostymulacyjne powodują odprowadzanie mediatorów i produktów fazy zapalnej poprzez czynnościowe rozszerzenie naczyń krwionośnych, limfatycznych, regulację procesów metabolicznych, co korzystnie wpływa na zaopatrzenie tkanek w tlen.

Zalecane dawki:

- w szczękoscisku – dawka 5 J na punkt,
- przed usunięciem i po usunięciu zęba – dawka 4 J na punkt,
- utrudnione wyrzynanie dolnych zębów mądrości – dawka 4 J na punkt,
- neuralgia nerwu trójdzielnego – dawka 4 J na punkt, codziennie, 20 cykli dziesięciodniowych,
- zapalenie ślinianek przyusznych – dawka 5 J na punkt,
- leczenie suchego zębodołu – dawka 5 J na punkt,
- parestezje – dawka 2-6 J dwa razy w tygodniu, 10 zabiegów,
- w połączeniach ustno-zatokowych – dawka 4-8 J na punkt,
- bóle poekstrakcyjne – dawka 2-6 J na punkt, codziennie, 4-5 zabiegów,
- zapalenie kości żuchwy – dawka 4 J, dwa razy w tygodniu, 6 zabiegów,
- gojenie po zabiegach z zakresu chirurgii stomatologicznej (np. po plastyce wędzidełek, resekcji, sterowanej regeneracji kości, zabiegach płatowych, gingiwektomiach, przeszczepach i implantach) – dawka 2-4 J bezpośrednio po i w pierwszej dobie po zabiegu.

3) Choroby miazgi

Zalecane dawki:

- bóle po założeniu wkładki dewitalizującej – dawka 2 J na punkt, 1-4 zabiegów w odstępach dwudniowych,
- analgezia przed iniekcją – dawka 2 J w miejscu wkłucia igły,
- podrażnienie miazgi – dawka 2 J na punkt, 1-4 zabiegów co drugi dzień,
- nadwrażliwość szyjek zębowych – dawka 2-5 J na punkt, 3-4 naświetlenia szyjki zęba, które powtarza się co 4-6 miesięcy,
- próchnica głęboka – dawka 2 J na punkt, naświetla się ścianę dokomorową przed założeniem podkładu i okolicę wierzchołka korzenia,

- przypadkowe obnażenie miazgi – 2 J na punkt, naświetla się miejsce obnażenia oraz okolicę wierzchołka,
- zapalenia nieodwracalne – dawka 2-4 J na punkt, naświetlenia 3-6 razy okolicy wierzchołka (lub szyjki zęba), codziennie lub co drugi dzień,
- zgorzel i ostre zapalenie tkanek okołowierzchołkowych – dawka 2 J na punkt, codziennie przez 3 dni naświetla się rzuty wierzchołków korzeni od przedsionka i jamy ustnej właściwej,
- przewlekłe zapalenie tkanek okołowierzchołkowych – dawka 2 J na punkt; biostymulacja jest wskazana w trakcie leczenia kanałowego oraz po wypełnieniu kanału. Zabieg wykonuje się jeden raz w tygodniu w rzucie wierzchołka od przedsionka i od jamy ustnej właściwej. Po wypełnieniu kanału należy przeprowadzić tyle zabiegów, by ich łączna liczba wynosiła 8-10.

BIOLOGICZNE LECZENIE MIAZGI BIOSTYMULACJĄ LASEROWĄ

Biostymulacja laserowa traktowana jest jako terapia wspomagająca konwencjonalne metody leczenia pulpopatii odwracalnych, takich jak przykrycie pośrednie, bezpośrednie i amputacja przyżyciowa.

W laseroterapii biostymulacyjnej pulpopatii odwracalnych stosuje się dwie techniki aplikacji: punktową – kontaktową oraz punktową – bezkontaktową. Techniki kontaktowej nie należy stosować na obnażoną lub amputowaną miazgę. Przy stosowaniu techniki bezkontaktowej należy pamiętać, że straty energii są tym większe, im końcówka sondy znajduje się dalej od miejsca aplikacji. Miejscem aplikacji może być dno ubytku, szyjka zęba, wierzchołek korzenia, obnażona miazga lub kikut miazgi korzeniowej.

W leczeniu pulpopatii odwracalnych stosuje się dawkę punktową 2-3 J na dno ubytku. Ponadto, nad każdym wierzchołkiem korzenia aplikuje się dodatkowo dawkę dwóch J. Dawka dzienna wynosi od 4-12 J. Naświetlanie powtarza się przez okres kilku dni. W przypadku leczenia metodą przykrycia pośredniego pierwszą dawkę punktową stosuje się po gruntownym oczyszczeniu ubytku, przed założeniem opatrunku biologicznego. Naświetlanie dodatkowe dokonuje się po wypełnieniu ubytku. Zabieg wykonuje się 2-4-krotnie w odstępach 24-godzinnych.

W przypadku leczenia metodą przykrycia bezpośredniego i przyżyciowej amputacji postępowanie jest podobne jak powyżej, ale na obnażoną miazgę lub kikut miazgi korzeniowej stosuje się technikę punktową bezkontaktową. W laseroterapii biostymulacyjnej pulpopatii stosuje się laser He-Ne, ponieważ m.in. wykazuje on działanie wyjąłwiające.

BIOSTYMULACJA LASEROWA W LECZENIU ZAPALEŃ OKOŁOWIERZCHOŁKOWYCH

Wskazaniem do terapii laserowej są zarówno zapalenia przewlekłe, jak i zapalenia przewlekłe zaostrome tkanek okołowierzchołkowych (okw.). Celem stosowa-

nia biostymulacji laserowej jest w tych przypadkach wykorzystanie działania przeciwzapalnego oraz przyspieszającego regenerację kości w ogniskach zapalnych.

W leczeniu zapaleń tkanek okw. zaleca się naświetlanie metodą kontaktową (punktową) przy zastosowaniu jednorazowej całkowitej dawki energii przypadającej na jeden korzeń 3-7 J na cm². Miejscem aplikacji jest zaś okolica wierzchołka korzenia od strony jamy ustnej oraz od strony przedsionka. W każdym z wymienionych miejsc najczęściej aplikuje się dawkę 2 J na cm². Naświetlanie to powtarza się w odstępach dwu do trzech dni oraz stosuje się je pięć do ośmiu razy.

LASER W DIAGNOSTYCE PRÓCHNICY – DIAGNODENT

Obecnie, mimo ogólnego postępu w medycynie, nadal wykrywa się ogniska próchnicze tradycyjnymi metodami (lusterko i zgłębnik), a to oznacza, że dokonuje się tego najczęściej, gdy są one już w stanie dość zaawansowanym. Owszem wykorzystuje się tu także diagnostykę radiologiczną, jednak metoda ta ma tę wadę, iż nie może być zbyt często stosowana ze względu na jonizacyjny charakter stosowanego promieniowania. Z tego powodu wykorzystanie diagnostyki radiologicznej nie może w zadowalający sposób zwiększyć dostępności technik diagnozowania. Jednocześnie brak jest wyraźnego postępu w rozwoju innych klinicznych metod diagnozowania próchnicy. Stanowi to utrudnienie w pracy lekarza, tym bardziej, że w innych obszarach pracy lekarza dentystry rozwój nowych (nowoczesnych) metod jest często bardzo dynamiczny. Tym samym rozwój metod diagnostyki próchnicy nie nadąża za ogólnym postępowaniem w medycynie. Przykładowo w stomatologii terapeutycznej obserwuje się stały postęp, bowiem pojawiają się ciągle nowe materiały do wypełnień oraz nowe narzędzia. Tymczasem diagnostyka zmian próchnicznych nadal oparta jest na mechanicznym działaniu próbniaka dentystrycznego i wzrokowej ocenie dokonywanej przez lekarza. Wobec tej sytuacji duże nadzieje na poszerzenie możliwości diagnozowania należy upatrywać właśnie w technikach laserowych, które są obecnie w fazie rozwoju (14).

Rozwijająca się nowa laserowa metoda diagnostyki próchnicy zęba wykorzystuje fizyczne zjawisko fluorescencji indukowanej promieniowaniem oświetlającym tkankę zmienioną patologicznie. Zwykle źródłem promieniowania jest dioda laserowa generująca długość fali od 550-670 nm (w spektrum barwy czerwonej), zaś świecenie fluorescencyjne od zdeminiaralizowanej tkanki jest promieniowaniem podczerwonym emitowanym przy pomocy fotodiody.

Jak podają producenci urządzenia laserowego Diagnostodent – działanie aparatu jest proste, szybkie, nieinwazyjne i bardzo czułe. Aparat Diagnostodent pozwala odróżnić silniejszy sygnał światła fluorescencyjnego tkanek chorych od słabszej fluorescencji tkanek zdrowych, jednocześnie natężenie fluorescencji wzrasta wraz ze wzrostem stopnia demineralizacji tkanki (15). W informacjach udostępnionych przez producentów urządzenia Diagnostodent wskazuje się, że elektroniczna analiza natężenia i

widma promieniowania fluorescencyjnego pozwala określić zasięg i rozmiary toczącego się w zębie procesu patologicznego. Jednocześnie wyniki pomiaru podawane są na pulpicie sterowniczym zarówno w formie sygnału ilościowego, jak i w formie sygnału świetlnego oraz akustycznego. Konstrukcja aparatu umożliwia wyświetlanie wskazań chwilowych w czasie badania, np. prowadzenia końcówki wzdłuż bruzdy oraz rejestracji wartości maksymalnej. Zmiana wartości pomiaru podczas kolejnych badań w ramach monitorowania pacjenta pozwala na ocenę, czy dana zmiana ulega cofnięciu, progresji, czy też zatrzymaniu. Ma to istotne znaczenie w ocenie skuteczności przeprowadzonej terapii oraz wpływ na dalsze postępowanie (16). Urządzenie jest wyposażone w dwie wymienne końcówki: typu A z diodą o stożkowym zakończeniu do badania bruzd oraz typu B, z diodą o płaskim zakończeniu do badania powierzchni policzkowych i językowych. Diodę przesuwamy wzdłuż bruzd, prostopadłe do długiej osi zęba, aby zarejestrować wartość maksymalnego pomiaru („peak”) w zakresie od 0-99. Przyjęto następującą interpretację wskazań: pomiary w zakresie 0-14 oznaczają brak próchnicy, wyniki w zakresie 15-20 oznaczają próchnicę w obrębie szkliwa, wyniki w zakresie 21-99 oznaczają próchnicę zębiny (17).

Wymieniając korzyści, jakie odnosi się ze stosowania laserowej diagnostyki zmian próchnicznych, należy w szczególności zauważyć, że pozwala ona na precyzyjne określenie zasięgu próchnicy, w tym głębokości zmiany związanej z demineralizacją szkliwa. Pozwala to zatem także na zlokalizowanie nawet dość wczesnych zmian próchnicznych. Metoda laserowa pozwala także na zbadanie stopnia występowania procesu patologicznego w trudno dostępnych miejscach, takich jak np. bruzdy oraz ściany dodziąsłowe. Technika ta jest nieinwazyjna, bezbolesna, bezpieczna dla pacjenta oraz dostępna „przy fotelu”. Dzięki tej technice jest też możliwe uniknięcie wielokrotnego powtarzania zdjęć rtg. Wreszcie metoda laserowa pozwala także rozwinąć diagnostykę wczesnych i niewidocznych gołym okiem zmian próchnicznych, co ma szczególne znaczenie przy badaniach stanu uzębienia dzieci w wieku szkolnym.

Czułość urządzenia Diagnodent jest zależna od warunków, w których dokonywany jest pomiar. W szczególności istotny wpływ na wyniki badania urządzeniem Diagnodent ma obecność płytki bakteryjnej na powierzchni zębów. Badania wykonane przed oczyszczeniem zębów dają wskazania wyższe od tych, które zostały przeprowadzone po ich oczyszczeniu. Stosując urządzenie diagnostyczne, można uzyskać dużą powtarzalność. Korelacja pomiarów aparatami Diagnodent po oczyszczeniu zębów z płytki bakteryjnej wykazuje silną dodatnią zależność liniową pomiarów ($r = 0,986$; współczynnik korelacji rang Spearmana) (18). W diagnostyce z zastosowaniem urządzenia Diagnodent ważne jest zatem odpowiednie oczyszczenie bruzd i powierzchni zębów przed dokonaniem badania. Brak oczyszczenia zębów może doprowadzić do poważnego zafałszowania wyników badania. Przed badaniem urządzenie Diagnodent powinno być poddane kalibracji poprzez przyłoże-

nie do ceramicznego wzorca. Zaniechanie tej procedury skutkuje zaniżaniem wartości kolejnych odczytów.

Wprowadzenie urządzenia Diagnodent do praktyki stomatologicznej stanowi postępowanie w dziedzinie wykrywania i oceny procesu próchnicowego. Przeprowadzono szereg badań służących ocenie przydatności urządzenia Diagnodent. Shi i wsp. badali przydatność aparatu Diagnodent do oceny powierzchni żujących zębów w warunkach *in vitro*. Wyniki tych badań świadczą, że wskazania aparatu są zależne od objętości tkanki zmienionej próchnicowo, a nie głębokości penetracji zmiany. Porównania badania klinicznego z badaniem aparatem Diagnodent dokonali Lussi i Francescut. Wykazali oni, że w przypadku bruzd przebarwionych wskazania Diagnodentu mogą być wyższe niż bruzd nieprzebarwionych lub wykazujących zmatowienie. Wynik ten dotyczył zarówno zębów mlecznych, jak i stałych, niezależnie od stopnia zaawansowania procesu próchnicowego. W przypadku zębów mlecznych autorzy ci stwierdzili związek między przebarwieniem bruzd a występowaniem zmian osiagających zębinę. Natomiast obecność brunatnych lub czarnych przebarwień w bruzdach zębów stałych nie korelowała z występowaniem zmian w obszarze zębiny. W badaniach Heinrich-Weltzien i wsp. wskazano przydatność Diagnodentu do wykrywania zmian w zębinie (przy wskazaniach 20 lub wyższych). Natomiast metoda ta miała mniejszą wartość przy ocenie zmian występujących w szkliwie (19).

Wprowadzenie wysoce czułych metod diagnozowania pozwala na zwiększenie skuteczności stosowanych metod profilaktycznych. Jednocześnie wydaje się właściwym, aby współczesna profilaktyka, w tym polegająca na lakowaniu bruzd, była prowadzona pod kontrolą aparatu Diagnodent.

LASEROWA DIAGNOSTYKA NIESWOISTYCH STANÓW ZAPALNYCH MIAZGI

Częstym problemem w stomatologii jest ustalenie właściwego sposobu działania w przypadku, gdy z jednej strony aparat laserowy nie wykazuje zmian próchnicowych, ale pacjent jednak wyraźnie uskarża się na wyraźny ból zęba. Jest to zatem przypadek trudnego diagnozowania przyczyn powstającego bólu. Jednocześnie wiadomo, że jedną z najczęstszych, a jednocześnie najtrudniejszych w identyfikacji przyczyn bólu jest zapalenie miazgi. Zapalenie jest procesem chorobowym tkanki miazgowej oraz przylegających do niej tkanek przyzębia, a szczególnie okolic otworu wierzchołkowego korzenia zębowego. Z uwagi na fakt, iż miazga jest mocno unerwiona i unaczyniona, jej stan zapalny może dawać efekt odczuwalnego bólu. Można zatem poddać tkankę działaniu światła laserowego w celu sprawdzenia, czy wywoła to efekt zwiększonej odczuwalności bólu. W tym zakresie istnieją możliwości wykorzystania stosunkowo prostej metody laserodiagnostyki bólu miazgowego.

Metoda ta polega na czasowym zwiększeniu odczuwanego bólu przez podniesienie ciśnienia krwi w chorej, a tym samym bardziej niż zwykle przekrwionej miazdze. Efekt ten wywołuje się przez naświetlanie podejrzanego

zęba niskointensywnym promieniowaniem podczerwonym. Dla uzyskania efektu diagnostycznego wystarczające jest kilkusekundowe naświetlanie za pomocą promieniowania o mocy 20-30 mW i długości 820-830 nm. Wiązką emitowaną przez aplikator światłowodowy należy naświetlać każdy wierzchołek zęba przedtrzonowego oraz trzonowego. Jeżeli miazga jest w stanie zapalnym, pacjent niemal natychmiast powinien odczuć intensywny ból w postaci klucia, a w przypadku bardziej zaawansowanego procesu zapalnego, nawet ostry ból. W przypadku zlokalizowania źródła nieswoistego stanu zapalnego miazgi należy natychmiast przerwać naświetlanie i podjąć właściwe leczenie.

Istnieje również możliwość badania żywotności miazgi za pomocą laserowego przepływowierza Dopplera LDF (*Laser Doppler Flowmeter*) (20). W przeciwieństwie do stosowanych obecnie testów do oceny żywotności miazgi, np. testów termicznych i elektrycznych, których dodatni wynik badania wskazuje jedynie na zdolność włókien nerwowych miazgi do odbioru i przewodzenia bodźców, LDF pozwala na stwierdzenie obecności lub braku krążenia krwi w miazdze. Źródłem promieniowania jest najczęściej laser gazowy He-Ne. Wynik badania uzyskuje się w postaci wykresu. Szczególnym wskazaniem do zastosowania tej metody są przypadki, których nie udaje się zdiagnozować dotychczas stosowanymi testami termicznymi i elektrycznymi. Należą do nich: pacjenci z wszczepionym rozrusznikiem serca, zęby niedojrzałe z niecałkowicie uformowanymi korzeniami, pourazowe uszkodzenia zębów, których miazga znajduje się w stanie szoku. Możliwa jest również ocena żywotności miazgi zębów po zastosowaniu leczenia biologicznego metodą przykrycia bezpośredniego lub przyżyciowej amputacji. Jednocześnie zapis wyników w postaci wykresów umożliwia ich porównanie w kolejnych badaniach kontrolnych.

PODSUMOWANIE

Należy stwierdzić, że laseroterapia jest wysoce skuteczną metodą terapeutyczną. Terapię laserową cechuje działanie przeciwbólowe, przeciwzapalne i przeciwobrzękowe, przyspiesza ono regenerację tkanek uszkodzonych oraz istotnie zmniejsza ryzyko powstania infekcji. Ze względu na te właściwości promieniowanie laserowe może znajdować szerokie zastosowanie w leczeniu różnych schorzeń jamy ustnej oraz jest pomocne w ich zapobieganiu. Wykorzystanie światła lasera w praktyce stomatologicznej pozwala także skrócić czas leczenia, a w niektórych wypadkach pozwala ograniczyć lub wyeliminować leczenie farmakologiczne. Należy jednak podkreślić, iż lasery biostymulacyjne na-

leży stosować z umiarem i ścisłą precyzją. Nie można aplikować światła w przypadku procesu nowotworowego. Nie jest również zbadane działanie lasera na płód, a zatem nie powinno się go stosować u kobiet w ciąży. Przeciwwskazaniami są również świeży zawał serca oraz cukrzyca.

Piśmiennictwo

1. Kantor R, Jeleń M, Szkudlarek T: Możliwości dokonywania oceny anatomopatologicznej tkanek jamy ustnej pobieranych za pomocą lasera diodowego dużej mocy. *Magazyn Stomat* 2007; 12: 28-32.
2. Liu JF, Lai YL, Shu WY, Lee SY: Acceptance and efficiency of Er:YAG laser for cavity preparation in children. *Photomed Laser Surg* 2006 Aug; 24 (4): 489-93.
3. Matsumoto K, Wang X, Zhang C, Kinoshita J: Effect of a novel Er:YAG laser in caries removal and cavity preparation: a clinical observation. *Photomed Laser Surg* 2007 Feb; 25 (1): 8-13.
4. Polanowski K: Praktyczne zastosowanie laserów w stomatologii. *As Stomat* 2006; 4: 46-48.
5. Barańska-Gachowska M: Endodoncja wieku rozwojowego i dojrzałego. Wydawnictwo Czelej, Lublin 2004; 4.2.2: 93-94.
6. Barańska-Gachowska M: Endodoncja wieku rozwojowego i dojrzałego. Wydawnictwo Czelej, Lublin 2004; 9.8: 271-272.
7. Grzesiak-Janias G, Janas A: Zastosowanie lasera biostymulacyjnego. *Magazyn Stomat* 2002; 7-8: 52-55.
8. Stankiewicz J, Iwanicka-Frankowska E, Żmuda S, Kamut T: Nowoczesna laseroterapia i laserodiagnostyka w procedurach stomatologicznych. *Nowa Stomat* 2002; 3: 20-21.
9. Pokora L: Lasery w stomatologii. *Laser Instruments – Centrum Techniki Laserowej Warszawa* 1992.
10. Grzesiak-Janias G, Janas A: Wspomagające leczenie przewlekłego, nawrotowego zapalenia ślinianek przyusznych biostymulacją laserową. *Magazyn Stomat* 2003; 9: 64-65.
11. Tanboga I, Eren F, Altinok B et al.: The effect of low level laser therapy on pain during dental tooth-cavity preparation in children. *Eur Arch Paediatr Dent* 2011 Apr; 12 (2): 93-5.
12. Samulak-Zielińska R, Dembowska E: Zastosowanie terapii fotodynamicznej w leczeniu zapaleń przyzębia. *Dent Med Probl* 2010; 2: 221-229.
13. Zanio A, Aleksieński M, Jodkowska E: Metody dezynfekcji systemu kanałowego z wykorzystaniem nowoczesnych urządzeń i technik. *Magazyn Stomat* 2008; 4: 62-64.
14. Tanasiewicz M, Węglarz W, Gruwel M, Trzcionka A: Lokalizacja ubytków próchnicowych z wykorzystaniem technik obrazowania magnetyczno-rezonansowego. *Magazyn Stomat* 2008; 4: 32-36.
15. Kühnisch J, Oehme T, Heinrich-Weltzien R: Rozpoznawanie i diagnostyka pierwotnych zmian próchnicowych. *Quintessence dla lekarzy stomatologów* 2009; 2: 110-112.
16. Dethloff J: Rola laserodiagnostyki w monitorowaniu wczesnych zmian próchnicowych. *Magazyn Stomat* 2000; 11: 26-29.
17. Tomasiak M, Mirska-Miętek M, Lipski M: Zastosowanie urządzenia DIAGNOdent w stomatologii – możliwości i ograniczenia. *Magazyn Stomat* 2008; 5: 27-29.
18. Skomro P, Socha A, Gałęska M, Opalko K: Ocena zaawansowania choroby próchnicowej zębów stałych za pomocą urządzeń Diagnodent i Diagnodent Pen 2190. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica* 2009; 3: 235-237.
19. Tomasiak M, Mirska-Miętek M, Lipski M: Zastosowanie urządzenia DIAGNOdent w stomatologii – możliwości i ograniczenia. *Magazyn Stomat* 2008; 5: 27-29.
20. Olszewska-Czyż I, Chomyszyn-Gajewska M, Sabat A et al.: Ocena przepływu krwi w zdrowych tkankach przyzębia z użyciem dopplerowskiego przepływowierza laserowego. *Magazyn Stomat* 2008; 4: 18-21.

nadesłano: 18.04.2011

zaakceptowano do druku: 26.08.2011

Adres do korespondencji:

*Ewa Iwanicka-Grzegorek

Zakład Stomatologii Zachowawczej IS WUM

Miodowa 18, 02-647 Warszawa

tel.: (22) 502 20 32

e-mail: egrzegorek@gmail.com