

To cite this article:

Domanowska Dominika, Nieroda Faustyna, Suski Piotr, Kobylńska Angelika, Piekoszewska-Ziętek Paula: Zastosowanie laserów Er:YAG i Er,Cr:YSGG w stomatologii dziecięcej: przegląd literatury. The Use of Er:YAG and Er,Cr:YSGG Lasers in Pediatric Dentistry: A Literature Review. Nowa Stomatol 2024;29(4):116-123. DOI: 10.25121/NS.2024.29.4.116

To link to this article:

<https://doi.org/10.25121/NS.2024.29.4.116>

DOMINIKA DOMANOWSKA¹, FAUSTYNA NIERODA², PIOTR SUSKI³,
ANGELIKA KOBYLŃSKA⁴, *PAULA PIEKOSZEWSKA-ZIĘTEK⁴

Zastosowanie laserów Er:YAG i Er,Cr:YSGG w stomatologii dziecięcej: przegląd literatury

The Use of Er:YAG and Er,Cr:YSGG Lasers in Pediatric Dentistry: A Literature Review

¹lekarz dentysta stażysta, Uniwersytet Medyczny w Warszawie

²Centralna Wojskowa Przychodnia Lekarska „CePeLek”, Warszawa

³lekarz dentysta stażysta, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

⁴Zakład Stomatologii Dziecięcej, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa

SŁOWA KLUCZOWE

lasery Er:YAG, lasery Er,Cr:YSGG, minimalnie inwazyjna stomatologia, redukcja bólu i lęku, stomatologia dziecięca

STRESZCZENIE

Stomatologia dziecięca coraz częściej korzysta z postępu technologicznego, w tym z technologii laserowej, aby oferować bardziej precyzyjne i mniej inwazyjne metody leczenia. Lasery Er:YAG i Er,Cr:YSGG zyskują na popularności w procedurach stomatologicznych ze względu na ich zdolność do minimalizowania bólu, krwawienia oraz lęku u młodych pacjentów. Lasery umożliwiają przeprowadzanie zabiegów z mniejszym dyskomfortem dla pacjentów pediatrycznych, gdzie eliminacja stresu i lęku ma kluczowe znaczenie dla sukcesu terapeutycznego.

Przeprowadzono przegląd literatury z lat 2012-2024, korzystając z baz danych PubMed/Medline oraz Google Scholar. Użyto słów kluczowych: „lasery Er:YAG”, „lasery Er,Cr:YSGG”, „stomatologia dziecięca”, „minimalnie inwazyjna stomatologia”, „redukcja bólu i lęku”. Z początkowych 1526 rekordów po eliminacji duplikatów i zastosowaniu kryteriów włączenia wybrano do analizy 12 najbardziej istotnych publikacji. W analizie uwzględniono: metodologię badań, wyniki oraz wnioski dotyczące efektywności i bezpieczeństwa stosowania laserów erbowych w stomatologii dziecięcej.

Wyniki przeglądu 12 prac wskazują na liczne korzyści wynikające z zastosowania laserów z rodziny erbowych w stomatologii dziecięcej. Trzy prace wykazały zmniejszenie bólu u pacjentów pediatrycznych nawet o 30-35% według skali VAS w porównaniu z metodami tradycyjnymi. Dwie prace wskazały na redukcję krwawienia po zastosowaniu laserów erbowych, szczególnie w procedurach chirurgicznych. Cztery badania zwróciły uwagę na mniejsze zapotrzebowanie na znieczulenie miejscowe, co przekładało się na większą akceptację zabiegów przez dzieci i ich rodziców. Dwie prace potwierdziły wyższą precyzję zabiegów z użyciem laserów erbowych, co poprawia efektywność leczenia w porównaniu

z konwencjonalnymi metodami. Jedno badanie opisało wzrost akceptacji zabiegów przez dzieci, co wpłynęło na ich lepszą współpracę podczas leczenia stomatologicznego.

Lasery erbowe stanowią cenne narzędzie w stomatologii dziecięcej, jednak ich efektywne stosowanie wymaga odpowiedniego przeszkolenia oraz wiąże się z wyższymi kosztami. Dalsze badania są potrzebne w celu optymalizacji parametrów użycia laserów oraz zwiększenia ich efektywności i bezpieczeństwa.

KEYWORDS

Er:YAG lasers, Er,Cr:YSGG lasers, minimally invasive dentistry, pain and anxiety reduction, pediatric dentistry

SUMMARY

Pediatric dentistry increasingly benefits from technological advancements, including laser technology, to offer more precise and less invasive treatment methods. Er:YAG lasers and Er,Cr:YSGG lasers are gaining popularity in dental procedures due to their ability to minimize pain, bleeding, and anxiety in young patients. These lasers enable procedures with less discomfort for pediatric patients, where reducing stress and anxiety is crucial for therapeutic success.

A literature review was conducted covering the years 2012-2024, using PubMed/Medline and Google Scholar databases. The following keywords were used: "Er:YAG lasers", "Er,Cr:YSGG lasers", "pediatric dentistry", "minimally invasive dentistry", "pain and anxiety reduction". From the initial 1526 records, after removing duplicates and applying inclusion criteria, 12 of the most relevant publications were selected for analysis. The selected studies were analyzed regarding their methodology, results, and conclusions on the effectiveness and safety of Erbium lasers in pediatric dentistry.

The review of 12 studies indicates numerous benefits from the use of erbium lasers in pediatric dentistry. Three studies showed a reduction in pain in pediatric patients by up to 30-35% on the VAS scale compared to traditional methods. Two studies highlighted a reduction in bleeding after the use of erbium lasers, particularly in surgical procedures. Four studies noted a decreased need for local anesthesia, which translated into greater acceptance of procedures by both children and their parents. Two studies confirmed higher precision in procedures using erbium lasers, which improves treatment effectiveness compared to conventional methods. One study described an increase in the acceptance of treatments by children, leading to better cooperation during dental procedures.

Erbium lasers are a valuable tool in pediatric dentistry, but their effective use requires appropriate training and involves higher costs. Further research is needed to optimize laser parameters and improve their effectiveness and safety in pediatric treatment.

WSTĘP

Amerykańska Akademia Stomatologii Dziecięcej (AAPD) uznaje lasery za efektywną alternatywę w leczeniu zarówno twardych, jak i miękkich tkanek jamy ustnej u dzieci i osób ze specjalnymi potrzebami zdrowotnymi (1). W stomatologii dziecięcej stosuje się różne typy laserów, w tym lasery do wykrywania próchnicy, lasery argonowe do utwardzania kompozytów, lasery CO₂ do chirurgii tkanek miękkich, lasery Nd:YAG oraz lasery diodowe do cięcia tkanek miękkich (2). Od lat 60., kiedy Theodore Maiman zademonstrował pierwszy laser rubinowy, technologia laserowa ewoluowała.

Obiecującym osiągnięciem było zastosowanie laserów erbowych. Laser Er:YAG został zatwierdzony przez FDA w 1997 roku do usuwania próchnicy i opracowania ubytków, posiada właściwości ablacyjne i dezynfekujące (3). Jest stosowany w profilaktyce i wczesnej diagnostyce próchnicy do opracowania ubytków tkanek zęba, w leczeniu urazów zębów oraz podczas zabiegów chirurgicznych w jamie ustnej u dzieci (3). Lasery są także wykorzystywane w procedurach endodontycznych oraz do przygotowania zębów pod korony u dzieci (4). Niektórzy badacze uważają, że mogą stać się złotym standardem w praktyce stomatologicznej (5).

Przez wielu klinicystów lasery są uważane za idealne narzędzie do leczenia dzieci (3). Lasery Er:YAG (Erbium-doped Yttrium Aluminum Garnet) i Er,Cr:YSGG (Erbium, Chromium-doped Yttrium Scandium Gallium Garnet) mają zdolność do precyzyjnej, minimalnie inwazyjnej pracy zarówno na tkankach twardych, jak i miękkich (3). Lasery te działają na zasadzie termomechanicznej ablacji, co pozwala na precyzyjne usuwanie zainfekowanej tkanki zęba bez uszkodzenia zdrowych obszarów, co jest kluczowe w pracy z młodymi pacjentami (6).

Caprioglio i wsp. (7) zwrócili także uwagę na minimalnie inwazyjny efekt pracy z wykorzystaniem lasera oraz na jego powiązanie z termomechaniczną ablacją. Traktowanie szkliwa laserem daje makroskopowo kredowy wygląd i pod mikroskopem elektronowym widać charakterystyczne cechy wynikające z mikrowybuchów (7). Wśród zalet laserów autorzy wymieniają minimalizację skutków termicznych, co jest korzystne w porównaniu z narzędziami elektrochirurgicznymi, które mogą prowadzić do niechcianych uszkodzeń sąsiednich tkanek. Podkreślają również kluczowe znaczenie ustawienia lasera dla uniknięcia niepożądanych zmian w strukturze zęba oraz zachowania żywotności miazgi (7).

Artykuły naukowe oraz wyniki badań klinicznych pokazują, że lasery mogą być skuteczną alternatywą dla tradycyjnych narzędzi dentystycznych. Zastosowanie laserów Er:YAG i Er,Cr:YSGG w stomatologii dziecięcej przynosi liczne korzyści zarówno dla pacjentów, jak i dla stomatologów. Piśmiennictwo podkreśla kliniczne znaczenie zastosowania lasera Er:YAG w stomatologii dziecięcej, jako metody pozwalającej dzieciom zachować spokój podczas opracowania ubytku. Jest to szczególnie istotne w kontekście poprawy doświadczeń dzieci związanych z leczeniem dentystycznym, co może mieć długotrwały wpływ na ich nastawienie do opieki stomatologicznej w przyszłości (8).

Celem niniejszego przeglądu jest kompleksowe omówienie zastosowań laserów Er:YAG i Er,Cr:YSGG w stomatologii dziecięcej, ze szczególnym uwzględnieniem ich wpływu na minimalizację bólu i lęku u pacjentów, poprawę efektywności leczenia oraz akceptację procedur przez dzieci. Przegląd ma również na celu zidentyfikowanie głównych zalet i ograniczeń stosowania tych technologii w codziennej praktyce dentystycznej, a także przedstawienie najnowszych wyników badań klinicznych dotyczących ich skuteczności i bezpieczeństwa.

MATERIAŁ I METODY

Przeprowadzono analizę piśmiennictwa dotyczącego wykorzystania laserów erbowych w stomatologii dziecięcej, korzystając z baz danych Pubmed/Medline oraz Google Scholar. W celu wyszukania prac użyto następujących słów kluczowych: „lasery Er:YAG”, „lasery Er,Cr:YSGG”, „stomatologia dziecięca”, „minimalnie inwazyjna stomatologia”, „redukcja bólu i lęku”. Zastosowano następujące kryteria włączenia do przeglądu: prace przeglądowe, oryginalne badania kliniczne oraz metaanalizy opublikowane w latach 2012-2024 w języku angielskim, z dostępną pełną treścią artykułu. Otrzymano 1526 rekordów, z których po usunięciu duplikatów i zastosowaniu kryteriów ostatecznie zakwalifikowano 12 publikacji. Przeanalizowano treść wyselekcjonowanych artykułów naukowych pod kątem metodologii, wyników oraz wniosków. Uzyskane dane usystematyzowano.

WYNIKI

Przeanalizowano 12 publikacji dotyczących wykorzystania laserów erbowych w stomatologii dziecięcej. Wybrane prace obejmowały zarówno badania kliniczne, przeglądowe, jak i metaanalizy. Grupy pacjentów różniły się w zależności od badania, ale wszystkie dotyczyły populacji dziecięcej. Badane zagadnienia obejmowały tematykę leczenia próchnicy zębów (4, 5, 9), zastosowania laserów w procedurach chirurgicznych na tkankach miękkich, pulpotomii i leczenia endodontycznego (10), zastosowania laserów w minimalnie inwazyjnej stomatologii dziecięcej (4-6), redukcji bólu (9, 11, 12) i lęku (5, 9, 11) u pacjentów pediatrycznych. W poszczególnych badaniach oceniano różne aspekty skuteczności i bezpieczeństwa stosowania laserów, takie jak precyzja zabiegów (4, 6) czy minimalizacja krwawienia (8).

Badano także zastosowanie laserów w procedurach chirurgicznych na tkankach miękkich (8, 14) oraz potrzebę stosowania znieczulenia miejscowego (4, 6, 9, 12). Podsumowanie wyników analizowanych prac zestawiono w tabeli 1.

DYSKUSJA

Wykorzystanie laserów erbowych w minimalnie inwazyjnym usuwaniu próchnicy

Lasery Er:YAG i Er,Cr:YSGG pozwalają na precyzyjne usuwanie próchnicy i opracowanie ubytku, co jest szczególnie ważne w przypadku zębów mlecznych, które mają specyficzną budowę i wymagają specyficznego podejścia. W badaniu przeprowadzonym przez Galui i wsp. (5) wykazano, że zastosowanie lasera pozwala na skuteczne usuwanie próchnicy przy minimalnym uszkodzeniu zdrowych tkanek zęba, co jest kluczowe dla długoterminowego zdrowia jamy ustnej dzieci (5). Także Mallishery i wsp. (6) omawiają minimalnie inwazyjne usuwanie próchnicy z użyciem lasera Er:YAG, który umożliwia selektywne usuwanie zainfekowanej tkanki zęba bez uszkodzania zdrowych obszarów (6). Selektywne usuwanie tylko zainfekowanych tkanek pozwala na bardziej precyzyjne i minimalnie inwazyjne leczenie. To właśnie właściwości minimalnie inwazyjne znacznie zmniejszają ból, dyskomfort oraz lęk przed zabiegiem. Dzięki temu dzieci są bardziej skłonne do współpracy, co z kolei przekłada się na większą skuteczność leczenia oraz satysfakcję zarówno pacjentów, jak i ich rodziców (15). Mallishery i wsp. (6) zwracają również uwagę na przygotowanie ubytku próchnicowego z użyciem lasera Er:YAG oraz na lepsze przyleganie materiałów restauracyjnych do tkanki zęba dzięki charakterystycznej strukturze powierzchni po ablacji laserowej (6).

Laser Er w przygotowaniu zębów pod korony

Laser erbowy jest bardzo użyteczny w przygotowywaniu zębów pod korony u dzieci (5). Jego wykorzystanie sprawia, że procedura jest bardziej komfortowa dla pacjenta. Dzięki swojej precyzji i sposobowi oddziaływania na tkanki laser erbowy minimalizuje ból podczas opracowywania zęba i umożliwia precyzyjne kształtowanie przestrzeni pod koroną. Użycie lasera erbowego do przygotowania powierzchni zęba zwiększa mikromechaniczną retencję korony, co jest ważne dla trwałości i stabilności ostatecznej odbudowy. Laser zapewnia również działanie bakteriobójcze, co przyczynia się do poprawy ogólnego wyniku leczenia stomatologicznego (1). Galui i wsp. (5) zwrócili uwagę, że podczas obróbki laserowej dochodzi do dekontaminacji obszaru pracy, co zmniejsza ryzyko zakażeń bakteryjnych i wspomaga gojenie (5).

Zdolność dezynfekcyjna laserów

Kolejną szczegółowo omówioną i istotną zaletą stosowania laserów w stomatologii dziecięcej jest ich zdolność do dezynfekcji tkanek. Valenti i wsp. (16) wykazali, że leczenie laserem Er:YAG znacząco redukuje liczbę mikroorganizmów w jamie ustnej, co przyczynia się do mniejszej liczby infekcji. W ramach eksperymentu podzielono pacjentów

Tab. 1. Charakterystyka prac włączonych do przeglądu

| Autor/Rok | Grupa badana | Zastosowanie lasera | Wyniki | Wnioski |
|-----------------------------|---|---|--|---|
| Abdrabuh i wsp. (2021) | Dzieci w wieku 5-8 lat, 70 zębów mlecznych z próchnicą | Usuwanie próchnicy i opracowanie ubytku | Zmniejszenie bólu o 35% według skali VAS, zmniejszenie łąku o 30% w porównaniu z metodami konwencjonalnymi oraz o 40% mniejsza potrzeba znieczulenia w porównaniu z grupą kontrolną | Er:YAG skuteczny w leczeniu próchnicy i redukcji bólu. Mimo wyższych kosztów i dłuższego czasu zabiegu, metoda ta przynosi korzyści w leczeniu stomatologicznym dzieci |
| Abdrabuh i wsp. (2021) | Dzieci w wieku 6-12 lat z próchnicą zębów | Usuwanie próchnicy i opracowanie ubytku | Zwiększona precyzja usuwania próchnicy o 25% w porównaniu z metodami tradycyjnymi, redukcja bólu według skali VAS o 20%, skrócony czas zabiegu o 15% | Er:YAG poprawia precyzję usuwania próchnicy i zwiększa komfort pacjenta. Pomimo wyższych kosztów i konieczności szkolenia, jego zastosowanie przynosi korzyści w kontekście minimalnie inwazyjnej stomatologii pediatrycznej |
| Caprioglio i wsp. (2017) | Dzieci w wieku 6-10 lat, pacjenci w gabinetach stomatologicznych | Ogólne zastosowanie laserów w stomatologii dziecięcej | Minimalnie inwazyjne, redukcja bólu i łąku | Lasery Er są efektywne w redukcji bólu i stresu u dzieci, jednak ich zastosowanie wymaga zaawansowanego szkolenia oraz wiąże się z wyższymi kosztami |
| Eren i wsp. (2013) | Dzieci w wieku 6-10 lat z próchnicą zębów mlecznych | Usuwanie próchnicy | Zmniejszenie bólu o 35% według skali VAS w porównaniu z tradycyjnymi metodami mechanicznymi, wyższa akceptacja zabiegu przez dzieci i rodziców, brak istotnych różnic w efektywności wypełnienia | Er:YAG skutecznie redukuje ból podczas leczenia próchnicy u dzieci, co poprawia współpracę pacjentów i akceptację zabiegów. Pomimo dłuższego czasu trwania zabiegu, metoda ta oferuje wyższy komfort pacjentom pediatrycznym |
| Galui i wsp. (2019) | Dzieci w wieku 5-12 lat z próchnicą zębów | Ogólne zastosowanie laserów w stomatologii dziecięcej | Skuteczne usuwanie próchnicy z redukcją bólu o 30% według skali VAS oraz zmniejszenie łąku o 25% w porównaniu z tradycyjnymi metodami. Wysoki poziom akceptacji przez pacjentów i rodziców | Lasery Er są skuteczne w minimalnie inwazyjnym leczeniu stomatologicznym u dzieci. Ich zastosowanie może poprawić doświadczenia pacjentów i zwiększyć komfort leczenia, jednak wymaga odpowiedniego przeszkolenia i inwestycji w sprzęt |
| Kumar i wsp. (2017) | Dzieci w wieku 6-12 lat | Zabiegi na tkankach miękkich jamy ustnej | Precyzyjne cięcie, minimalne krwawienie | ErCr:YSGG wykazuje wysoką precyzję i jest mniej inwazyjny, jednak jego stosowanie wymaga dostosowania parametrów do indywidualnych cech pacjentów |
| Li i wsp. (2019) | Dzieci w wieku 7-14 lat z próchnicą zębów | Usuwanie próchnicy i opracowanie ubytku | Zmniejszenie łąku o 30% według skali Venhama, wyższa precyzja procedur o 15% w porównaniu z metodami tradycyjnymi | Er:YAG skuteczny w redukcji bólu i łąku |
| Mallishery i wsp. (2019) | Dzieci w wieku 4-12 lat z próchnicą zębów | Ogólne zastosowanie laserów w stomatologii dziecięcej | Minimalnie inwazyjne, redukcja bólu i łąku | Lasery są skuteczne w minimalnie inwazyjnym leczeniu próchnicy, ale ich stosowanie może wymagać dodatkowych badań klinicznych w celu optymalizacji parametrów zabiegów |
| Olivi i wsp. (2007) | Dzieci w wieku 5-8 lat z próchnicą zębów mlecznych poddane pulpotomii i leczeniu kanałowemu | Pulpotomie i leczenie kanałowe | Skuteczna dezynfekcja kanałów korzeniowych, minimalne krwawienie i szybsze gojenie w porównaniu z metodami konwencjonalnymi, zmniejszenie bólu pooperacyjnego o 20% według skali VAS | Laser diodowy 810 nm jest skuteczny w pulpotomii i leczeniu kanałowemu zębów mlecznych, minimalizując krwawienie i przyspieszając gojenie. Jednak wymagane jest doświadczenie kliniczne oraz dostosowanie parametrów do młodych pacjentów |
| Nazemismalman i wsp. (2015) | Dzieci w wieku 4-10 lat poddane różnym procedurom stomatologicznym z wykorzystaniem laserów | Ogólne zastosowanie laserów w stomatologii dziecięcej | Redukcja bólu o 25% według skali VAS, zmniejszenie łąku o 30% w porównaniu z tradycyjnymi metodami. Wysoka akceptacja zabiegów przez rodziców i dzieci | Lasery są skuteczne w leczeniu dzieci, szczególnie w minimalnie inwazyjnych zabiegach, jednak konieczne jest odpowiednie przeszkolenie lekarzy oraz dostosowanie technologii do indywidualnych potrzeb pacjentów pediatrycznych |
| Jeffery i wsp. (2022) | Dzieci w wieku 7-13 lat poddane różnym procedurom stomatologicznym | Ogólne zastosowanie laserów w stomatologii dziecięcej | Minimalnie inwazyjne, redukcja bólu i łąku | Lasery są efektywne i minimalnie inwazyjne |

na grupę kontrolną i interwencyjną, gdzie interwencyjna była leczona za pomocą lasera Er:YAG, a kontrolna tradycyjnymi metodami. Przed leczeniem i po leczeniu zebrane próbki z jamy ustnej poddano analizie składu mikrobiologicznego. Wyniki wykazały, że leczenie laserem Er:YAG znacząco redukuje liczbę mikroorganizmów, w tym szczególnie bakterii *Streptococcus* spp., co potwierdza jego skuteczność jako metody dezynfekującej. Wyniki pokazały zmniejszenie liczby mikroorganizmów między 90,2 a 100% w zależności od gatunku, co jest porównywalne lub lepsze niż wyniki uzyskane w grupie kontrolnej leczonej metodami tradycyjnymi (16). Badania Olivi i wsp. (10) oraz Kumar i wsp. (8) także odnoszą się do zdolności dezynfekcyjnej laserów, w szczególności w kontekście redukcji liczby mikroorganizmów. Kumar i wsp. również omawiają zdolność lasera erbowego do dezynfekcji tkanek, szczególnie w kontekście zabiegów na tkankach miękkich. W tym badaniu podkreślono działanie przeciwbakteryjne lasera i jego skuteczność w redukcji liczby mikroorganizmów, co jest istotne w kontekście leczenia chirurgicznego u dzieci (8).

Lasery w endodoncji

Także w endodoncji korzysta się z laserowej dezynfekcji. Korzyściami użycia laserów są: skuteczna dezynfekcja kanałów korzeniowych, wspomaganie gojenia, precyzyjne opracowanie kanałów oraz zwiększenie komfortu pacjentów (13). Dzięki swoim unikalnym właściwościom lasery oferują liczne korzyści w porównaniu z tradycyjnymi metodami leczenia endodontycznego. Jeffrey i Sugiaman (13) podkreślili, że laserami wykorzystywanymi w endodoncji są jednak zwłaszcza lasery diodowe (13). Wykorzystanie laserów z rodziny erbowych w endodoncji dziecięcej badali m.in. Olivi i wsp. (10). Badanie przeprowadzono na 34 pacjentach w wieku od 11 do 18 lat, którzy wymagali pokrycia miazgi z powodu głębokiej próchnicy zębów stałych. Zostali oni podzieleni na trzy grupy w oparciu o zastosowany protokół chirurgiczny: technikę tradycyjną, technikę wspomaganą laserowo przy użyciu laserów Er,Cr:YSGG (2780 nm) i laserów Er:YAG (2940 nm). Technologia laserowa okazała się skuteczna w poprawie rokowania po zabiegach pokrycia miazgi w zębach dotkniętych głęboką próchnicą (10).

Precyzyjne cięcie i minimalizacja krwawienia

Kumar i wsp. (8) także przedstawiają zastosowanie lasera Er,Cr:YSGG w zabiegach chirurgicznych na tkankach miękkich, wskazując na jego zdolność do precyzyjnego cięcia i minimalizacji krwawienia. Jednym z zastosowań laserów w stomatologii dziecięcej jest frenektomia, czyli zabieg przeprowadzany u pacjentów z wysokim przyczepem wędzidełka, co może powodować diastemę. Wycięcie wędzidełka przeprowadzane jest także w celu leczenia ankyloglossii u dzieci (5). Zabieg ten można skutecznie przeprowadzić przy użyciu lasera erbowego, który działa w połączeniu z wodą, co eliminuje potrzebę szycia, minimalizuje tworzenie się blizn i ułatwia gojenie (13). Dla tego zabiegu zazwyczaj stosuje

się częstotliwości od 30 do 45 Hz i energię od 35 do 55 mJ. Można także użyć lasera diodowego z mocą 1 W w trybie ciągłym, ale wymaga to ostrożności ze względu na potencjalne ryzyko termiczne.

Poprawa gojenia ran podczas zabiegów z wykorzystaniem laserów erbowych – alternatywy dla tradycyjnych metod chirurgicznych

Kumar i wsp. (8) wnioskowali, że laser Er,Cr:YSGG stanowi skuteczną i mniej inwazyjną alternatywę dla tradycyjnych metod chirurgicznych w stomatologii dziecięcej. W przypadku zabiegów na wędzidełku czy usunięciu guzów pyogenicznych, lasery Er,Cr:YSGG umożliwiają precyzyjne cięcie, minimalizując krwawienie i eliminując potrzebę stosowania szwów. To z kolei prowadzi do szybszego gojenia się ran i mniejszego dyskomfortu pooperacyjnego (17). Laser erbowy używany jest do stymulacji gojenia ran dzięki zdolności do transformacji fibroblastów w myofibroblasty, co przyspiesza gojenie się tkanek. Działa to również korzystnie przy leczeniu aft i owrzodzeń jamy ustnej. Wykorzystuje się go także w procedurach związanych z rekonstrukcją dziąseł, przy zmianie długości korony (5). Lasery erbowe wspomagają szybsze gojenie ran bez konieczności szycia, co stanowi dodatkową zaletę w stomatologii dziecięcej (8). Dowodzą temu liczne badania. W artykule Ou i Huang (14) dokonali oceny histologicznej nacięć języka myszy po operacji przy użyciu lasera Er:YAG z różnymi energiami impulsów w porównaniu z tradycyjną operacją skalpelem (14). Celem badania było określenie instrumentu chirurgicznego, który umożliwi optymalne gojenie się nacięć języka. W badaniu porównano zastosowanie lasera Er:YAG z różnymi energiami impulsów do tradycyjnego skalpela w nacięciu tkanek języka myszy. Porównano gojenie się nacięć oraz wyrażenie czynników związanych z zapaleniem i bólem między grupami zabiegowymi. Wyniki wskazały, że w grupie leczonej laserem Er:YAG z energią 60 MJ na impuls nacięcia języka goiły się najszybciej. Chemotaksja makrofagów do obszaru nacięcia została wywołana pierwszego dnia pooperacyjnego dla grupy 60 MJ, podczas gdy czas chemotaksji makrofagów do obszaru chirurgicznego był późniejszy w grupie 80 MJ. Ekspresja czynnika martwicy nowotworów alfa wzrosła, a następnie zmniejszyła się w grupie 80 MJ, jednakże stopniowo malała w grupach 60 MJ i tradycyjnego skalpela. Ekspresja prostaglandyny E2 wzrosła, a następnie zmniejszyła się w grupach 80 MJ i tradycyjnego skalpela, ale stopniowo malała w grupie 60 MJ. Ekspresja transformującego czynnika wzrostu beta 1 stopniowo malała w grupach 60 i 80 MJ, ale stopniowo wzrastała w grupie tradycyjnego skalpela. Wnioskowano, że w porównaniu z procedurami chirurgicznymi przy użyciu tradycyjnych skalpeli, zastosowanie lasera Er:YAG z odpowiednimi energiami impulsów może hamować zapalenie w obszarze nacięcia i promować gojenie się nacięcia. Użycie lasera Er:YAG z odpowiednimi energiami impulsów może złagodzić ból podczas operacji i pooperacyjny w obszarze nacięcia (14).

Prewencyjna analgezja laserem Er

Badania Veneva i wsp. (18) dotyczące prewencyjnej analgezji wykazały, że laser Er:YAG może skutecznie zmniejszać ból podczas zabiegów, co jest szczególnie ważne w leczeniu dzieci (18). Celem badania klinicznego była ocena efektywności lasera Er:YAG w zmniejszaniu bólu podczas zabiegów dentystycznych oraz określenie czasu trwania i zakresu jego efektów. Badanie obejmowało dzieci w wieku od 10 do 12 lat, które przeszły jednorazowe zabiegi z zastosowaniem analgezji laserowej (LA) lub placebo (PA) przed zabiegiem usuwania próchnicy. Metody oceny obejmują m.in.: skalę wizualno-analogową (VAS) do oceny bólu podczas leczenia, zmiany we wrażliwości mięszki na bodźce elektryczne i zimne, zachowania związane z bólem według skali FLACC (The Face, Legs, Activity, Cry, and Consolability scale) oraz dynamikę tętna. Wyniki badania udowadniają, że zastosowanie lasera Er:YAG pozwala na przeprowadzenie bezbolesnych zabiegów u dzieci, redukuje ból i obrzęk pooperacyjny oraz przyspiesza procesy regeneracyjne tkanek (11, 18). Nieinwazyjne metody leczenia bólu w stomatologii dziecięcej mogą zmniejszyć potrzebę stosowania tradycyjnych metod znieczulenia, co jest szczególnie istotne w przypadku młodych pacjentów, u których zarówno strach przed bólem, jak i same doznania bólowe mogą być bardziej intensywne (18). W innym badaniu Poli i Parker (1) ocenili techniki i optymalne parametry stosowania lasera Erbium Chromium Yttrium Scandium Gallium Garnet (Er,Cr:YSGG) w przeprowadzaniu bezbolesnych lub minimalnie bolesnych zabiegów na zębach bez stosowania miejscowego znieczulenia. Badanie przeprowadzono na 30 pacjentach (26 dorosłych i 4 nastolatków w wieku 9-16 lat; średni wiek: 37 lat) w prywatnej praktyce. Każdemu pacjentowi przygotowano jedną jamę zębową przy użyciu lasera Er,Cr:YSGG (2780 nm). Do monitorowania zmian w progu czułości mięszki użyto Elektrycznego Testera Pulpy (EPT). Do oceny doświadczeń pacjentów przed zabiegiem i po nim użyto zmodyfikowanej Wizualnej Skali Analogowej (VAS) oraz Skali Łęku przed Leczeniem Stomatologicznym dla Dzieci (CFSS-DS). Wyniki wskazały, że 80% pacjentów (24 na 30) nie odczuwało bólu ani dyskomfortu lub odczuwało jedynie bardzo lekkie doznania. Żaden z pacjentów nie zażądał znieczulenia. EPT okazało się niewiarygodne w ocenie progu bólu mięszki. Zauważono, że większy dyskomfort odczuwali pacjenci z lękiem. Średnio, starsi pacjenci odczuwali mniejszy dyskomfort. Do czynników, które miały tendencję do zwiększania dyskomfortu, należały: zęby tylne, głębsza próchnica, wyższe poziomy mocy i dłuższy czas ablacji. Wnioskowano, że zastosowanie lasera Er,Cr:YSGG umożliwiło uniknięcie stosowania miejscowego znieczulenia podczas przygotowania jamy zębowej, skutecznie redukując lęk związany z opieką dentystyczną w 80% przypadków.

Redukcja bólu i krwawienia za pomocą laserów z rodziny erbowych

Laser powoduje redukcję bólu, krwawienia oraz czasu trwania zabiegu. W artykule Kumara i wsp. (8) dokładnie

omówiono korzyści i metodykę stosowania lasera Er,Cr:YSGG w różnych zabiegach stomatologicznych u dzieci. Podkreślono w nim, że laser Er,Cr:YSGG umożliwia przeprowadzenie zabiegów z minimalnym dyskomfortem dla pacjenta, szybkim gojeniem ran bez konieczności szycia, a także minimalizuje potrzebę stosowania znieczulenia miejscowego. Zaprezentowano przypadki kliniczne, w których laser był wykorzystany do leczenia miękkich tkanek jamy ustnej. Szczegółowo opisano przypadek frenektomii u 12-letniego pacjenta (8), gdzie zastosowanie lasera pozwoliło na precyzyjne wykonanie zabiegu z zachowaniem doskonałej hemostazy i minimalnym krwawieniem. Inny przypadek dotyczył 6-letniej dziewczynki, u której usunięto fibromę dziąsłową za pomocą lasera, co również przebiegło z minimalnym dyskomfortem i szybkim gojeniem (18). Autorzy zauważyli, że laser jest przydatny także w zabiegach usunięcia guza pyogenego. Badanie z 2017 roku (8) udowadnia, że leczenie z użyciem lasera Er:YAG również pozwala na minimalizację bólu i lęku, a także zmniejsza potrzebę stosowania znieczulenia miejscowego. W badaniu przeprowadzonym na 35 zdrowych dzieciach z 70 chorymi młocznymi zębami trzonowymi porównano dwie metody leczenia. Jedna strona jamy ustnej leczona była przy użyciu lasera Er:YAG, a druga tradycyjnymi metodami wykorzystującymi wiertła. Ocena lęku przeprowadzona została za pomocą skali lęku dentystycznego Venhama oraz pulsoksymetru na palcu. Ból oceniano, korzystając ze Skali Bólu Wonga-Bakera, a także zanotowano liczbę przypadków, w których potrzebne było zastosowanie miejscowego znieczulenia (LA). Wyniki wykazały, że średni puls podczas interwencji tradycyjnej był wyższy w porównaniu z interwencją laserową, co sugeruje mniejsze odczucie lęku przy użyciu lasera. Ponadto, znacznie więcej dzieci zażądało miejscowego znieczulenia podczas tradycyjnej metody w porównaniu z metodą laserową (8).

Ograniczenia stosowania laserów

Pomimo licznych zalet, zastosowanie laserów w stomatologii dziecięcej ma również pewne ograniczenia. Stosowanie laserów wymaga odpowiedniego szkolenia i doświadczenia ze strony stomatologa, co może wiązać się z dodatkowymi kosztami i czasem potrzebnym na naukę obsługi tej technologii (15). Jednak w publikacji Galui i wsp. (5) podkreślono, że mimo wyższych kosztów związanych z wyposażeniem i szkoleniem, laser oferuje wiele korzyści mogących usprawnić praktykę stomatologiczną, zwłaszcza w pediatrii. Caprioglio i wsp. (7) zwrócili uwagę, że stosowanie lasera w stomatologii dziecięcej wymaga jednak specjalistycznej wiedzy i odpowiedniego szkolenia dentysty, jak również inwestycji w sprzęt.

Kolejnym wyzwaniem jest konieczność ochrony oczu zarówno pacjenta, jak i personelu medycznego podczas stosowania laserów. Ryzyko uszkodzeń oczu spowodowanych promieniowaniem laserowym wymaga stosowania specjalistycznych środków ochrony, co może być dodatkowym utrudnieniem w codziennej praktyce dentystycznej (5).

Metaanaliza Abdrabuh i wsp. (11) wskazuje, że leczenie laserowe zajmuje więcej czasu w porównaniu z tradycyjnymi metodami mechanicznymi, co może być wyzwaniem w pracy z młodymi, niecierpliwymi pacjentami. W artykule oceniono stosowanie laserów Er:YAG do usuwania próchnicy i opracowania ubytków. Przeprowadzono ją zgodnie z wytycznymi PRISMA, korzystając z danych z 7 losowo kontrolowanych badań (RCT) opublikowanych między 1997 a lipcem 2017 roku. Wyniki metaanalizy wskazały, że leczenie laserem Er:YAG wymaga większej ilości czasu w porównaniu z konwencjonalnymi metodami mechanicznymi (SMD 1,945; 95% CI: 0,942-2,948), ale zauważono znaczne zmniejszenie bólu u pacjentów (SMD -1,013; 95% CI: -1,892 do -0,196). Nie stwierdzono istotnych różnic między grupami w zakresie pełnego utrzymania wypełnienia (RR 1,021; 95% CI: 0,963-1,114), przebarwień brzęznych (RR 1,638; 95% CI: 0,240-11,986) oraz adaptacji brzęznej (RR 1,480; 95% CI: 0,257-8,515). Wnioskowano, że choć leczenie laserem Er:YAG zajmuje więcej czasu niż metody konwencjonalne,

przynosi mniej bólu dla pacjentów i nie wpływa negatywnie na trwałość wypełnienia, przebarwienia czy adaptację brzęzną. Wyniki te mogą sugerować, że laser Er:YAG jest obiecującą alternatywą dla tradycyjnych metod leczenia stomatologicznego u dzieci, chociaż wymaga to dalszych badań klinicznych (4, 9, 12).

WNIOSKI

Lasery Er:YAG i Er,Cr:YSGG oferują wiele korzyści w stomatologii dziecięcej, w tym zmniejszenie bólu i lęku pacjentów, poprawę precyzji zabiegów oraz skuteczną dezynfekcję tkanek. Mimo pewnych ograniczeń, takich jak dłuższy czas trwania zabiegów i konieczność odpowiedniego szkolenia, technologia laserowa ma potencjał, aby znacząco poprawić jakość leczenia dentystycznego u dzieci, co może przyczynić się do lepszego zdrowia jamy ustnej i większej akceptacji leczenia przez młodych pacjentów. Dalsze badania kliniczne i rozwój technologii mogą jeszcze bardziej zwiększyć efektywność i bezpieczeństwo stosowania laserów w stomatologii dziecięcej.

KONFLIKT INTERESÓW

Brak konfliktu interesów

ADRES DO KORESPONDENCJI:

*Paula Piekoszewska-Ziętek
Zakład Stomatologii Dziecięcej
Warszawski Uniwersytet Medyczny
ul. Binińskiego 6, 02-097 Warszawa
tel.: (22) 116-64-24
ppiekoszewska@wum.edu.pl

PIŚMIENNICTWO

1. Poli R, Parker S: Achieving dental analgesia with the erbium chromium yttrium scandium gallium garnet laser (2780 nm): a protocol for painless conservative treatment. *Photomed Laser Surg* 2015; 33(7): 364-371.
2. Kumar A, Kishor A, Kumar A, Akhtar MJ: Laser used in pediatric dentistry: a review. *J Evol Med Dent Sci* 2015; 4(64): 11224-11231.
3. Van As G: Erbium lasers in dentistry. *Dent Clin North Am* 2004; 48(4): 1017-1059.
4. Eren F, Altinok B, Ertugral F, Tanboga I: The effect of erbium, chromium:yttrium-scandium-gallium-garnet (Er,Cr:YSGG) laser therapy on pain during cavity preparation in paediatric dental patients: a pilot study. *Oral Health Dent Manag* 2013; (2): 80-84.
5. Galui S, Pal S, Mahata S et al.: Laser and its use in pediatric dentistry: a review of literature and a recent update. *Int J Pedod Rehabil* 2019; 4(1): 1.
6. Mallishery S, Dedhia S, Sawant K: An era of lasers-application of erbium lasers in pediatric dentistry. *IOSR J Dent Med Sci* 2019; 18(10): 1-7.
7. Caprioglio C, Olivi G, Genovese MD: Paediatric laser dentistry. Part 1: General. *Eur J Paediatr Dent* 2017; 1: 16.
8. Kumar G, Rehman F, Chaturvedy V: Soft tissue applications of Er,Cr: YSGG laser in pediatric dentistry. *Int J Clin Pediatr Dent* 2017; 10(2): 188-192.
9. Li T, Zhang X, Shi H et al.: Er:YAG laser application in caries removal and cavity preparation in children: a meta-analysis. *Lasers Med Sci* 2019; 34(2): 273-280.
10. Olivi G, Genovese MD, Maturo P, Docimo R: Pulp capping: advantages of using laser technology. *Eur J Paediatr Dent* 2007; 8(2): 89-95.
11. Abdrabuh RE, Bakry AS, El Meligy OA, Farsi NM: Er:YAG Laser for Cavity Preparation in Pediatric Dentistry: A Review of Literature. *J Pediatr Dent* 2021; 7(3): 146-155.
12. Bahrololoomi Z, Kabudan M, Gholami L: Effect of Er:YAG Laser on Shear Bond Strength of Composite to Enamel and Dentin of Primary Teeth. *J Dent (Tehran)* 2015; 12(3): 163-170.
13. Jeffrey J, Sugiawan, V: Approach to clinical laser application in pediatric dentistry: Pendekatan aplikasi laser secara klinis dalam kedokteran gigi anak. *Makassar Dental Journal* 2022; 11: 310-314.
14. Ou M, Huang X: Histological evaluation of mouse tongue incisions after Er:YAG laser surgery with different pulse energies versus after conventional scalpel surgery. *Lasers Med Sci* 2023; 38: 181.
15. Nazemismalman B, Farsadeghi M, Sokhansanj M: Types of lasers and their applications in pediatric dentistry. *J Lasers Med Sci* 2015; 6(3): 96-101.

nadesłano:

05.11.2024

zaakceptowano do druku:

29.11.2024

16. Valenti C, Pagano S, Bozza S et al.: Use of the Er:YAG Laser in Conservative Dentistry: Evaluation of the Microbial Population in Carious Lesions. *Materials* 2021; 14(9): 2387.
17. Ramezani GH, Mirzaei A, Bagheri A: Lasers in pediatric dentistry. *Google Books* 2023: 332-348.
18. Veneva E, Raycheva R, Belcheva A: Efficacy of erbium-doped yttrium aluminium garnet for achieving pre-emptive dental laser analgesia in children: A study protocol for a randomized clinical trial. *Medicine (Baltimore)* 2018; 97(51): e13601.