



## Zastosowanie lasera Nd:YAG w Endodoncji



**Prof. dr. Norbert Gutknecht**

*Instytut Badawczy Laserów w Stomatologii w Aachen (Aachen Research Institute for Lasers in Dentistry (AALZ)), Klinika Stomatologii Zachowawczej, Periodontologii i Stomatologii Zapobiegawczej, Szpital Uniwersytecki RWTH, Aachen, Niemcy*

**STRESZCZENIE:**

Niniejszy artykuł opisuje i omawia zastosowanie laserów Nd:YAG i diodowych w endodoncji. Badania kliniczne wyraźnie wykazują przewagę leczenia laserowego nad obecnie stosowanymi konwencjonalnymi metodami i technikami. Najważniejszymi zaletami są poprawiona skuteczność w zakresie dezynfekcji, skuteczniejsze czyszczenie kanałowe, zmniejszenie przepuszczalności, zmniejszenie mikrowycieków i eliminacja potrzeby używania toksycznych rozpuszczalników.

Słowa kluczowe: Nd:YAG, dioda, endodoncja, miazga, dezynfekcja, kanał zębony

**WSTĘP**

Leczenie endodontyczne jest ciągiem procedur mających na celu wyeliminowanie zakażenia miazgi i ochronę zębów przed inwazją drobnoustrojów w przyszłości.

Składa się ono z poniższych procedur: powiększenie kanału, usunięcie zainfekowanej tkanki, dezynfekcji kanału, gęstym wypełnieniu końcowym.

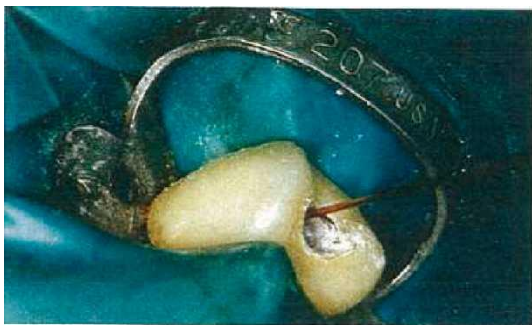
Konwencjonalne procedury wykorzystują narzędzia mechaniczne i toksyczne środki dezynfekujące a ich wady są następujące:

- Zazwyczaj ciężko się przeprowadza usuwanie resztek tkanek i dezynfekcję z powodu złożoności systemu kanałowego zęba.
- Zazwyczaj ponad 30% powierzchni kanału pozostaje pokryte warstwą mazistą, która chroni bakterie w kanalikach zębinowych przed wewnątrzkanalowymi środkami dezynfekującymi.
- Leki wewnątrzkanalowe mają ograniczone spektrum antybakteryjne i ograniczoną zdolność przenikania do kanalików zębinowych.
- Konwencjonalne, mechaniczne usuwanie materiałów wypełniających jest czasochłonne.

Zastosowanie laserów w leczeniu endodontycznym było intensywnie badane przez ostatnie 15 lat. Leczenie laserowe okazało się mieć wiele zalet w stosunku do konwencjonalnych metod. Wyniki sugerują, że laser jest skutecznym narzędziem do usuwania resztek tkanek, warstwy mazistej i materiałów wypełniających, a także, że jest skutecznym narzędziem do dezynfekcji.

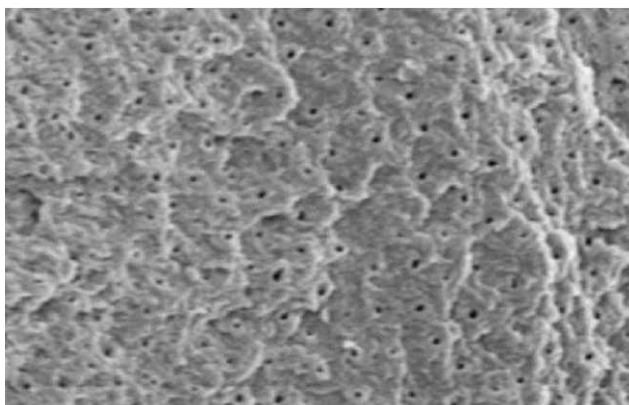
**ROZWAŻANIA NT. DŁUGOŚCI FALI LASERA**

Pierwotne zastosowanie laserów w endodoncji skupia się głównie na zwalczaniu mikroorganizmów w kanale zęba, zwłaszcza w bocznych kanalikach zębiny. Wymaga to długości fali charakteryzującej się wysoką przepuszczalnością przez hydroksyapatyt i wodę. Krzywe absorpcji pokazują, że lasery Nd:YAG, a w szczególności lasery impulsowe Nd:YAG są najlepsze dla tych zastosowań. Lasery Nd:YAG charakteryzują się najlepszymi wynikami jeśli chodzi o pomiary penetracji i redukcji mikroorganizmów. Nawet przy głębokościach penetracji przekraczających 1.000  $\mu\text{m}$ , osiągnięta jest 85% redukcja. Laser diodowy 810 nm to źródło lasera kolejnego wyboru. Badania mikrobiologiczne wykazały, że źródło to zapewnia drugą z najwyższych redukcję mikroorganizmów, około 63%. Jest ona niemniej jednak znacznie mniejsza niż w przypadku lasera Nd:YAG. Lasery diodowe 980 nm również mogą zostać zastosowane, chociaż wysokiej transmisji towarzyszy także duża absorpcja na wodzie. Wyjaśnia to, dlaczego to źródło lasera, na głębokości 1.000  $\mu\text{m}$ , jest w stanie osiągnąć jedynie 30-40% redukcję mikroorganizmów.



Rys. 1: Światłowód Nd:YAG włożony w kanał zęba 24

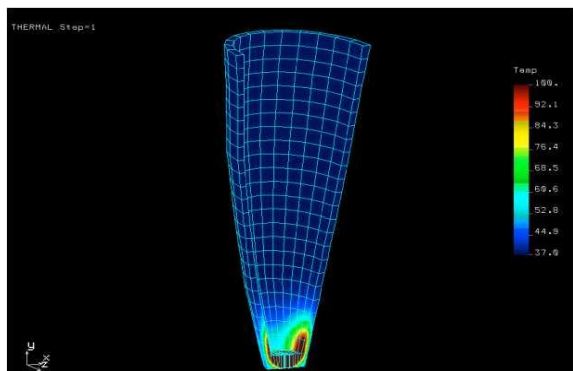
Wszystkie inne długości fal, takie jak w laserach Er:YAG, Er,Cr:YSGG i CO<sub>2</sub>, są mniej skuteczne w przypadku głębokiej dezynfekcji kanałków zębowych. Ich absorpcja w hydroksyapatycie i wodzie jest tak wysoka, że redukcja mikroorganizmów następowałaby jedynie w kanale głównym, chociaż wciąż można wykryć redukcję poprzez efekty termiczne w bocznych kanałkach zębowych do głębokości od 300 do 400 μm. Niemniej jednak, lasery Er:YAG mogą być skutecznie używane do usuwania tkanki organicznej i warstw mazistych. Zdjęcie SEM (patrz Rys. 2) ścianek kanału leczonego laserowo uwidacznia czyste powierzchnie, wolne od warstwy mazistej i resztek tkanek.



Rys 2.: Zdjęcie zębiny oczyszczone laserem Er:YAG zrobione powierzchniowym mikroskopem elektronowym (*Surface Electron Microscope - SEM*).

## ROZWAŻANIA TERMICZNE

BEHRENS i GUTKNECHT, 1993 przeprowadzili badania *in vitro* na plasterkach zębiny stosując takie ustawienia mocy lasera, które biorą pod uwagę nawet najbardziej ekstremalne sytuacje, w celu ustalenia, czy nie występują żadne uszkodzenia termiczne w przypadku zabiegów laserem impulsowym Nd:YAG lub laserem diodowym. Mierząc powierzchnię kanału, uzyskano temperaturę 38°C po 45 sekundowym czasie trwania zabiegu przy 15Hz/1.5W. Wartość ta mieści się w zakresie fizjologicznym. Należy wziąć pod uwagę, że w sytuacji *in-vivo*, tkanka zębowa jest o wiele skuteczniej schładzana przez przepływ krwi wokół powierzchni kanału. Wyższe temperatury w obszarze wierzchołkowej kanału, jak to zostało zwiualizowane za pomocą modelu Elementów Skończonych GUTKNECHTA i in., 1995 i JUTTENA i in., 1995, wskazują, że mikroorganizmy w odgałęzieniach kanału są zniszczone.



Rys. 3. Detal z modelu Elementów Skończonych. Przedstawienie przebiegu temperatur w 1/3 wierzchołkowej.

Temperatura na ścianie kanału szybko zmniejsza się w miarę, jak leczenie za pomocą falowodu z włókna optycznego jest kontynuowane w kierunku korony. Gwarantuje to, że wpływ na sąsiadującą tkankę jest jedynie marginalny i w związku z tym nie należy spodziewać się uszkodzenia.

## ZMIANY MORFOLOGICZNE

Warstwa mazista jest całkowicie usunięta a kanaliki zębowe są, przez większość czasu, zamknięte przez topnienie nieorganiczne jeśli zastosowany jest laser Nd:YAG z ustawieniami 5Hz/1.5W, (GUTKNECHT, 1991). Podobnych rezultatów można spodziewać się w przypadku użycia lasera diodowego 810 nm.

Jeśli użyty jest laser Er:YAG, warstwa mazista zostanie usunięta całkowicie, a kanaliki zębowe pozostaną otwarte.

## EFEKT DEZYNFEKЦИИ

Udowodniony został efekt bakteriobójczy konwencjonalnego przemiennego płukania za pomocą H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/NaOCl (BYSTROM i in., 1985; ORSTAVIK i in., 1990; SHIH i in., 1970; SMITH i in., 1986; SPANBERG i in., 1973). Niemniej jednak, zakres efektu redukcji mikroorganizmów jest różny w zależności od badania. BYSTROM i in., 1983, zaobserwowali jedynie 80% redukcję mikroorganizmów po pięciu sesjach leczenia. Jednocześnie, co więcej, efekty te można osiągnąć jedynie w przypadku kanałów do ISO 30, ale nie w przypadku zakrzywionych kanałów.

GUTKNECHT i in., 1996, osiągnęli średnią 99.92% redukcję bakterii w kanale używając lasera Nd:YAG ze standardowymi ustawieniami 15Hz przy 100 mJ = 1.5 W, powtarzanych cztery razy przez 5 do 8 sek. W 1994r., ROONEY i in., oraz HARDEE i in., opisali 99% redukcję przy użyciu lasera Nd:YAG w różnych wzorach eksperymentalnych i przy różnych kombinacjach bakterii.

Dalsze badania zbadaly głębokość działania lasera w zębnie kanału. W 1997 r., KLINKE i in. zdołali udowodnić efekt bakteriobójczy lasera Nd:YAG na głębokości 1,000µm. Dla porównania, roztwór do przemywania taki jak NaOCl osiąga efektywną redukcję bakterii jedynie do głębokości 100 µm (ORSTAVIK i in., 1990).

## PROCEDURA KLINICZNA

Wszystkie badania przedkliniczne leczenia endodontycznego wspieranego laserowo łącznie były bazą do przygotowania planu leczenia endodontycznego wspieranego laserowo. Opierając się na ich szczególnym efekcie bakteriobójczym, procedury z wykorzystaniem lasera zostały włączone do konwencjonalnej endodontycznej koncepcji leczenia, aby niewątpliwie poprawić skuteczność leczenia konwencjonalnego. Badania kliniczne doprowadziły do dalszego ustalenia planu leczenia wspomaganego laserem i pozwoliły na weryfikację wyników przez zdefiniowane okresy czasu w celu umożliwienia stworzenia sprawozdań co do perspektyw powodzenia leczenia endodontycznego wspomaganego laserem.

W 1996 r., GUTKNECHT i in., zgłosili jako istotny fakt, że tylko 21% problematycznych przypadków można było skutecznie wyleczyć bez zastosowania lasera, podczas gdy 82% przypadków skutecznie rozwiązano przy pomocy lasera Nd:YAG po tym, jak wcześniej były one bez powodzenia leczone przy użyciu tradycyjnych metod (wkłady lecznicze, kortykosteroidy, CHKM, różne roztwory i preparaty do przemywania itp.). Bazując na swoim doświadczeniu klinicznym i wynikach pacjentów przy kontrolach, autorzy następnie zaobserwowali, że redukcja mikroorganizmów, która ma kluczowe znaczenie dla sukcesu leczenia, musi być wyraźnie związana z laserem. Wyżej podane statystyki muszą być ocenione jako ważny wynik kiedy są rozpatrywane w odniesieniu do złożonej początkowej sytuacji patologicznej i ścisłej selektywności mającej zastosowanie do przypadków.



Rys. 4: Wstępne ustalenia w sprawie pacjentki, która była nieskutecznie leczona przez ponad pół roku. Sytuacja po leczeniu laserowym - zdjęcie Masterpoint.



Rys. 5: Kontrola pół roku po leczeniu laserowym. U pacjentki nie występują już żadne symptomy.

Co więcej, podano, że uszkodzenie światłowodów następowało niezwykle rzadko ( $< 0.5\%$ ), oraz, że w żadnym z przypadków nie doprowadziło to do niepowodzenia leczenia.

Prawdopodobieństwo pęknięcia instrumentu do opracowania ubytku jest znacznie wyższe (3 do 4%). Innym pozytywnym aspektem leczenia laserowego jest to, iż możliwym jest leczenie nawet mocno zakrzywionych kanałów a także tych, których opracowanie możliwe było jedynie do ISO 30. Uwalniana energia lasera wciąż ma pozytywny efekt redukujący mikroorganizmy w warstwach zębiny sąsiadujących ze światłem kanału i w rejonie około wierzchołkowym. Przeciwnie do powyższego, roztwory do przemywania używane w przypadku konwencjonalnej dezynfekcji działają słabo lub nie działają w ogóle w takich małych światłach ze względu na ich ograniczenia fizyczne. Dzieje się tak w szczególności w endodocynie problematycznych rejonach 1/3 wierzchołkowej.

W praktyce, leczenie laserowe wymaga niewielkiej ilości dodatkowego czasu. Niemniej jednak jest ono wysoce akceptowalne przez pacjentów ze względu na możliwość uratowania zęba. 40% przypadków testowych przeprowadzono w latach 1991-1992; możemy więc założyć, że te pozytywne sprawozdania mają także zastosowanie do średniodługich i długich okresów po leczeniu.

### **Zastosowania**

Uzyskane rozpoznania, po przeprowadzeniu wywiadu i badania klinicznego i radiologicznego, stanowią podstawę naszej procedury klinicznej. Tkanka uszkodzona przez zapalenie może zostać usunięta przy żywym zębie, jeśli infekcja bakteryjna koron lub miazgi kanału, włączając w to wszelkie związane z tym konsekwencje, nie nastąpiła jeszcze. Niemniej jednak, sytuacja wygląda nieco inaczej w przypadku zdiagnozowania silnego zakażenia bakteryjnego układu endodontycznego po przeprowadzeniu wywiadu i badania radiologicznego. Mówimy wtedy o zgorzelinowych zmianach w układzie endodontycznym w którym, z powodu szczególnych, mających zastosowanie, warunków ekologicznych, obecne są specyficzne gatunki, które wzbudzają obraz paradontozy około wierzchołkowej (SUNDQIST, 1993; PEREZ i in., 1993). Pożądany sposób leczenia polega na wyeliminowaniu patogennych organizmów w największym możliwym stopniu a w wyniku tego całkowitym wyleczeniu zapalenia, unikając ponownego zakażenia i stymulowaniu regeneracji tkanki kostnej (SUNDQIST, 1993; PEREZ i in., 1993; BYTROM i in., 1989; OGUNTELEI, 1994). Według LEHNERTA, 1993, konwencjonalnemu leczeniu zgorzeli zęba można przypisać jedynie bardzo niepewne lub zerowe perspektywy sukcesu. Poza kolonizacją bakterii z kanału ze spektrum gatunków, uwarunkowania anatomiczne takie jak mocno zakrzywione, częściowo zniszczone kanały i silne rozwidlenia w 1/3 wierzchołkowej kanału mogą znacznie ograniczyć sukces leczenia. Wynikiem tego wyzwania dla lekarzy zajmujących się endodoncją jest to, że przede wszystkim nieinwazyjne, a tym samym przyjemniejsze dla pacjentów metody, powinny zostać wypróbowane przed zabiegiem chirurgicznym (LEHNERT, 1993, SMITH i in., 1993, TETSCH, 1986, WASSMUND, 1935, MAALOUF i in., 1994, ALLEN i in., 1989).

W tych okolicznościach istnieje zapotrzebowanie na urządzenie lecznicze, które jest w stanie efektywnie zwalczyć przyczynę choroby, tj. kolonizację bakterii.

## **Wskazania i przeciwwskazania dla leczenia endodontycznego wspomaganego laserem**

Leczenie wspomagane laserem powinno być wybierane przy leczeniu pacjentów wykazujących jeden lub więcej z poniższych symptomów:

Zęby z ropnym zapaleniem miazgi lub martwicą miazgi

Zęby, których korona lub miazga korzenia wykazuje zmiany zgorzelinowe

Zęby ze zmianami okołowierzchołkowymi (ubytek okołowierzchołkowy o wielkości od 1mm po ziarniniaki o średnicy 5mm i większej) (Smith i in., 1993, Kovacs i in., 1993, Schroeder, 1983)

Zęby z ropniem okołowierzchołkowym

Zęby z bocznymi kanałami, które prowadzą do przyzębia

Absorpcja wierzchołka spowodowana zapaleniem lub urazem

Zęby, które były bez powodzenia leczone przez przynajmniej trzy miesiące (za pomocą przemywania naprzemiennego i wkładów leczniczych)

Przed rozpoczęciem leczenia należy ustalić, czy przedmiotowy ząb wart jest zachowania ze względów funkcjonalnych, protetycznych lub estetycznych, czy ząb ze zniszczoną koroną i próchnicą korzenia może zostać zrekonstruowany, czy pacjent jest zainteresowany jego zachowaniem i czy stan zdrowia pacjenta pozwala na wykonanie leczenia endodontycznego (wykluczenie procesu ogniskowego).

Wyraźne przeciwwskazania dla przeprowadzania leczenia endodontycznego wspomaganego laserem to bardzo zaawansowana paradontoza (3 stopień poluzowania), głębokie złamanie korony lub korzenia zęba, który ma być leczony, oraz wtedy, gdy zostaną zdiagnozowane w zębie zniszczone kanały korzeniowe.

## **Procedura**

Pacjenci powinni być rejestrowani w sposób ujednolicony za pomocą arkusza z pytaniami przed, w trakcie i po leczeniu. Po przeprowadzeniu wywiadu i badania klinicznego należy wykonać zdjęcie rentgenowskie zęba, który ma być leczony w celu dokładnego uchwycenia początkowej sytuacji. Opierając się o zdjęcie rentgenowskie należy opracować kanały zębów trzonowych do rozmiaru przynajmniej ISO 30, a kanały wszystkich pozostałych grup zębów tak, jak jest to potrzebne z medycznego punktu widzenia (drobne odłamki zębiny) i możliwe z anatomicznego punktu widzenia. Jako środek do przemywania używany jest standardowy roztwór soli fizjologicznej. Kanały są osuszane sterylnymi końcówkami papierowymi.

Długość kanału uzyskana z pomiarowego zdjęcia rentgenowskiego jest dokładnie przenoszona do światłowodowego falowodu w celu zapewnienia, że giętki światłowód 200µm sięga do fizjologicznego wierzchołka. Światłowód jest wprowadzany do kanału aż do wierzchołka bez aktywowania lasera. Dopiero po jego wprowadzeniu laser jest aktywowany, a światłowód prowadzony przez część wierzchołkową w kierunku korony za pomocą ruchów obrotowych i cały czas w kontakcie ze ścianą kanału. Kanały są wypełniane zgodnie z zasadami sztuki najpóźniej po trzeciej sesji (AH 26 i gutaperka, zagęszczenie boczne) (KEREKES i in., 1979).

Dokumentacji radiologicznej dokonuje się zarówno przed (początkowe ustalenia - pomiar rentgenowski) i po zakończeniu leczenia endodontycznego (wypełniony kanał korzenia). Pacjenci powinni przychodzić na wizyty kontrolne co najmniej raz do roku, a także należy kontynuować wykonywanie ich dokumentacji radiologicznej.

Kryteria skutecznego leczenia są zdefiniowane jako następujące:

Brak objawów po zakończeniu leczenia do ostatniego badania kontrolnego (brak reakcji na opukiwanie, brak problemów ze zwracaniem zgrzyzowym).

Brak potrzeby interwencji chirurgicznej (wyrwania lub resekcji wierzchołka korzenia zęba). Obiektywne zmniejszenie przezierności wierzchołkowej po trzech do dwunastu miesięcy (porównanie zdjęć rentgenowskich)

## **WNIOSKI**

Z przeglądu badań w zakresie wykorzystania laserów w endodoncji wyraźnie widać, że leczenie laserem Nd:YAG może skutecznie zastąpić konwencjonalne techniki. Zwłaszcza jego poprawiona skuteczność w zakresie dezynfekcji, skuteczniejsze czyszczenie kanałowe, zmniejszenie przepuszczalności, zmniejszenie mikrowycieków i eliminacja potrzeby używania toksycznych rozpuszczalników stanowią najważniejsze zalety dla pacjentów i dentystów.

## BIBLIOGRAFIA

1. Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Workshop of Evidence Based Dentistry on Lasers in Dentistry, Quintessence Publishing, 2007, ISBN 978-1-85097-167-2



**Prof. Dr. Norbert Gutknecht**

Od 1992 r., Prof. Dr. Norbert Gutknecht jest dyrektorem Instytutu Badawczego Laserów w Stomatologii w Aachen (Aachen Research Institute for Lasers in Dentistry (AALZ)), Klinika Stomatologii Zachowawczej, Periodontologii i Stomatologii Zapobiegawczej, Szpital Uniwersytecki RWTH, Akwizgran, Niemcy. Jest on także współzałożycielem i prezesem Niemieckiego Towarzystwa Stomatologii Laserowej (DGL) i Organizacyjnym Przewodniczącym Międzynarodowego Towarzystwa na rzecz Laserów w Stomatologii (*International Society for Lasers in Dentistry - ISLD*). Jako redaktor *Medical Science Journal (Dziennik Nauk Medycznych)* i Profesor Wizytujący Uniwersytetu w Nicei i Sao Paulo, jest on uznanym ekspertem w dziedzinie Stomatologii Dentystycznej. Jego krajowe i międzynarodowe warsztaty dotyczące wskazań i oczekiwań leczniczych w leczeniu laserowym cieszą się dużym powodzeniem.

## WYŁĄCZENIE ODPOWIEDZIALNOŚCI

Celem niniejszej publikacji Laser and Health Academy jest ułatwienie wymiany informacji na temat poglądów, wyników badań i doświadczeń klinicznych w społeczeństwie związanym z laserami medycznymi. Za zawartość niniejszej publikacji odpowiedzialni są wyłącznie autorzy, a także publikacja nie może w żadnym wypadku być traktowana jako oficjalne informacje o produkcie. W przypadku wątpliwości prosimy zwrócić się do producentów z zapytaniem, czy dany produkt lub zastosowanie zostało zatwierdzone lub dopuszczone do obrotu i sprzedaży w Twoim kraju.