



Ocena bezpieczeństwa trybu wysokiej prędkości MAX do opracowywania ubytków Laserem Er:YAG

Norbert Gutknecht,¹ Sevil Gurgan,² A Kiremitci,² F Cakir,² E Yazici,² J Gorucu,² Ferda Tasar,²
I Bayramov,² A Usubutun²

¹Uniwersytet RWTH w Akwizgranie, Wydział Stomatologii Zachowawczej, Akwizgran, Niemcy

²Uniwersytet Hacettepe, Szkoła Stomatologiczna, Wydział Stomatologii Zachowawczej, Sıhhiye - Ankara, Turcja

STRESZCZENIE

Pierwsze lasery erbowe nie zostały szeroko zaakceptowane przez społeczność dentystów, ponieważ ich prędkość borowania była mniejsza w porównaniu do wiertła mechanicznego. Jednakże zmieniło się to w ostatnich latach; możliwym jest teraz uzyskanie o wiele większych prędkości ablacji a lasery dentystyczne z technologią zmiennych impulsów laserowych osiągają nawet większe prędkości borowania od wiertel konwencjonalnych. W niniejszym artykule podano sprawozdanie z badania klinicznego nad bezpieczeństwem najnowszych laserów Er:YAG, które pracują w trybie wysokich prędkości MAX. Analizie poddano reakcję zapalną miazgi na opracowanie ubytku na trzecich trzonowcach bez próchnicy i odbudowy, które trzeba było wyrwać. Zęby poddano obróbce biologicznej i sprawdzono pod kątem obecności reakcji zapalnej. Wrażliwość pacjentów po opracowaniu ubytku również została oceniona i porównana z grupą kontrolną. Wyniki wskazują, że lasery Er:YAG z impulsem kwadratowym działające w trybie MAX nie powodują stałego uszkodzenia miazgi i mogą być bezpiecznie używane do szybkiego opracowania ubytku.

Słowa kluczowe: Er:YAG, technologia VSP, tryb MAX, prędkość ablacji; opracowanie ubytków.

Artykuł: J LAHA, Tom 2011, Nr 1, str. 11-14. Otrzymano: 19 lutego 2011r. Zaakceptowano: 01 marca 2011r.

© Laser and Health Academy. Wszelkie prawa zastrzeżone. Wydrukowano w Europie. www.laserandhealth.com

I. WSTĘP

Laser erbowy Er:YAG jest uznany za optymalny sposób efektywnej, precyzyjnej i minimalnie inwazyjnej ablacji tkanek twardych [1,2]. Laser Er:YAG cechuje się największą absorpcją w wodzie i hydroksyapatycie ze wszystkich laserów. Z tego względu idealnie nadają się do zimnego „borowania optycznego” w szkliwie, zębinie i wypełnieniach kompozytowych.

W ostatnich latach nastąpił bardzo szybki rozwój laserów dentystycznych.[3,4]. Prędkości ablacji optycznej najnowszych laserów Er:YAG z technologią zmiennych impulsów laserowych (VSP) są nawet większe od prędkości borowania wiertłami konwencjonalnymi [5, 10]. W ostatnim badaniu odkryto, że ablacja laserowa przeprowadzana w trybie MAX [11] lasera Er:YAG jest bardziej efektywna niż w przypadku szybkiego borowania w szkliwie i borowania wiertłem stalowym w zębinie. [10] Objętość ubytku w szkliwie opracowanego za pomocą lasera Er:YAG była 3,3 raza większa niż objętość szkliwa opracowanego za pomocą kątownicy o wysokiej prędkości. W zębinie, laser Er:YAG usunął objętość od 8 do 18 razy większą niż stalowe wiertło. Pomiary maksymalnych dostępnych prędkości borowania optycznego zostały dokonane w warunkach realistycznych, identycznych do ręcznie wykonywanego leczenia laserowego przez lekarza dentystę. Wyniki te były podobne do tych z [7,9], gdzie dokonano porównania prędkości ablacji dwóch głównych długości fali lasera erbowego obecnie stosowanych w stomatologii, Er:YAG (2940 nm) i Er,Cr:YSGG (2780 nm). W porównaniu z laserem Er,Cr:YSGG, laser Er:YAG działający w trybie MAX okazał się być cztery razy szybszy w szkliwie i 3 razy szybszy w zębinie.

Analiza SEM szkliva i zębiny po opracowaniu z użyciem Er:YAG w trybie MAX pokazuje ubytki z dobrze zaznaczonymi brzegami. Nie zaobserwowano żadnych istotnych zmian powierzchni takich jak topnienie lub zwęglenie. Warstwa mazista została całkowicie usunięta, pozostawiając otwarte kanaliki zębinowe i oferując wzór o bardzo niskim stopniu retencji dla materiałów odtworzeniowych. [7,9,10]

W niniejszym artykule podano sprawozdanie z badania klinicznego [12] nad bezpieczeństwem opracowania ubytków za pomocą impulsów o wysokiej fluencji lasera Er:YAG działającego w trybie MAX.

II. MATERIAŁY I METODY

Laser Er:YAG użyty w niniejszym badaniu to laser dentystyczny Fotona (model AT) wyposażony w bezkońcówkową (bezkontaktową) kątnicę (rozmiar plamki wiązki w ognisku: 0,6mm), działający w trybie MAX (1000 mJ, czas trwania impulsu: SP (krótki impuls), 20Hz, 20W). Najnowszy model z rodziny laserów Fotona Er:YAG został pokazany na Rys. 1.



Rys. 1: Stomatologiczny system laserowy Er:YAG (Fotona LightWalker AT)

Protokół z badań i formularze zgody zostały zatwierdzone przez odpowiedni komitet ds. etyki przed rozpoczęciem badań. Wiek pacjentów wynosił od 18 do 40 lat. Badaniem objęto pacjentów z trzecimi wyróżnionymi trzonowcami wymagającymi wyrwania. Przed leczeniem wykonano zdjęcie rentgenowskie każdego wybranego zęba, aby upewnić się, że nie występują patologie okołowierzchołkowe i próchnica na powierzchniach stycznych. Sprawdzone także, czy zęby nie noszą oznak stanu zapalnego. Zęby zostały odizolowane za pomocą bawełnianych rolek, osuszone i zbadane, czy miazga jest żywa poprzez zbadanie reakcji na ciepło, zimno oraz poprzez badanie elektrycznością.

Losowo wybrano trzy grupy pacjentów (patrz Tabela 1)

Tabela 1: Grupy użyte w badaniu

Grupy	Pozytywna Grupa Kontrolna	Negatywna Grupa Kontrolna	Grupa Lasera
Czas Ekstrakcji	(ubytki opracowane wiertłem)	(brak ubytków)	(ubytki opracowane laserem) Tryb MAX 1000mJ- 20 Hz Er :YAG
Natychmiastowa			6
1 tydzień	6	6	6
1 miesiąc	6	6	6

W badaniu użyto sześćdziesiąt wyróżnionych trzecich trzonowców bez próchnicy lub bez odbudowy wymagających wyrwania użyto w badaniu. Sześć zębów bez opracowania ubytku użyto jako negatywnej grupy kontrolnej (NGK). Pięćdziesiąt cztery zęby poddano następującym zabiegom:

- Pozytywna Grupa Kontrolna (PGK): Zęby zostały opracowane przy użyciu wiertła diamentowego o wysokiej prędkości (Standardowy 837R, Diatech, Szwajcaria), przy 200 000 obr./min. z chłodzeniem powietrzem/wodą.
- Grupa Lasera (MAX): Zęby zostały przygotowane za pomocą lasera Fotona AT Er:YAG w trybie MAX (2,94µm, 1000mj, 20 Hz, 20W).

Ubytki w grupach PGK i MAX zostały opracowane bez poszerzenia w kierunku policzkowo-językowym przy standardowym czasie naświetlania 15 s. Wymiary policzkowo-językowe były zawsze odpowiednie do średnicy lasera lub plamki lasera. Do kontroli głębokości użyto sondy przyzębnej. Zęby zostały opracowane poprzez ciągłe przesuwanie kątnicy od części przyśrodkowej do części dystalnej, a następnie z powrotem tak, aby obszar docelowy był naświetlany łącznie przez 15 s. Przed opracowaniem ubytku wszystkim pacjentom podano znieczulenie. Pacjenci, u których trzeba było dokonać natychmiastowej ekstrakcji byli kierowani bezpośrednio na zabieg. Pacjentom, u których ekstrakcja miała się odbyć w późniejszym czasie (po tygodniu lub miesiącu) zamykano ubytki glijonomerowym cementem modyfikowanym żywicą (Vitremere/3M ESPE, St. Paul, MN, USA). Pacjentów tych poproszono o podanie odpowiedzi na pytania na temat wystąpienia bólu 1 dzień, 3 dni, 1 tydzień i 1 miesiąc (jeśli dotyczyło) po opracowaniu ubytku poprzez wypełnienie kwestionariusza pokazanego na Rys. 2 poniżej.

Patient number:	
Date of treatment:	
Date of surgery:	
Day after	
<input type="checkbox"/>	No pain at all
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with cold liquids, which disappears after stimulus removal
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with cold liquids, which persists more than 15 minutes after stimulus removal
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with hot liquids
Three Days after	
<input type="checkbox"/>	No pain at all
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with cold liquids, which disappears after stimulus removal
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with cold liquids, which persists more than 15 minutes after stimulus removal
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with hot liquids
1 Week after	
<input type="checkbox"/>	No pain at all
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with cold liquids, which disappears after stimulus removal
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with cold liquids, which persists more than 15 minutes after stimulus removal
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with hot liquids
1 Month after	
<input type="checkbox"/>	No pain at all
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with cold liquids, which disappears after stimulus removal
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with cold liquids, which persists more than 15 minutes after stimulus removal
<input type="checkbox"/>	Pain after ingestion of with hot liquids

Rys. 2: Kwestionariusz dyskomfortu pacjenta i oceny bólu

Legenda: Patient number - numer pacjenta; Date of treatment - data zabiegu; Date of surgery - Data zabiegu chirurgicznego; Day after - dzień po; no pain at all - brak bólu; Pain after ingestion of with cold liquids, which disappears after stimulus removal - ból po spożyciu zimnych płynów, który ustępuje przy usunięciu bodźca; Pain after ingestion of with cold liquids, which persists more than 15 minutes after stimulus removal - ból po spożyciu zimnych płynów, który trwa ponad 15 minut po usunięciu bodźca; Pain after ingestion of with hot liquids - ból po spożyciu gorących płynów; 1 week after - tydzień po; 1 month after - miesiąc po

Po wyrwaniu chirurgicznym zęby zostały zebrane, a ich końce korzeni usunięta tak, aby umożliwić przenikanie utrwalacza do pozostającej tkanki miazgi. Następnie zęby umieszczano w 10% roztworze formaliny na 48 godzin. Następnie próbki były odwapniane, cięte na skrawki i montowane na klamrach. Zostały one zabarwione hematoksyliną i eozyną. Dokonano oceny wizualnej za pomocą mikroskopu (Olympus BX-SO, Olympus Co., Ltd., Tokyo, Japan) przy 25x. Dwóch badaczy, którzy nie widzieli sposobu leczenia, i których wcześniej przygotowano na ocenę zdarzeń, które mają miejsce w badaniach zajmujących się reakcją miazgi na procedury kliniczne, obejrżeli wycinki histologiczne.

Tabele z wynikami dla reakcji miazgi i reakcji zapalnej komórek pokazano w Tabelach 2 i 3.

Tabela 2: Tabela z wynikami dla dezorganizacji tkanki

Wynik	Opis
0	Normalna tkanka

1	Warstwa odontoblastu zdeorganizowana, ale miazga centralna normalna
2	Całkowita dezintegracja morfologii tkanki miazgi
3	Martwica miazgi

Tabela 3: Tabela z wynikami dla zapalnej reakcji komórki

Wynik	Opis
0	Brak lub niewiele rozproszonych komórek ze stanem zapalnym w obszarze miazgi właściwym dla ściany osiowej, charakterystyczne dla normalnej tkanki
1	Niewielka infiltracja komórek zapalnych z leukocytami wielojądrzastymi lub jednojądrzastymi
2	Umiarkowana infiltracja komórek zapalnych obejmująca miazgę korony
3	Silna infiltracja komórek zapalnych obejmująca miazgę korony lub charakteryzująca ropień

Wrażliwość pacjentów po opracowaniu ubytku również została oceniona i porównana pomiędzy grupami. Dane zostały zanalizowane z użyciem dokładnego testu Fishera.

III. WYNIKI

Badanie histologiczne nie wykazało żadnych oznak reakcji zapalnej w tkance miazgi w żadnym punkcie czasu ($p < 0.005$). Wszystkie wycinki wydawały się być normalne, bez widocznych zmian w normalnej morfologii miazgi ($p < 0.05$).

Z zębów wyrwanych w grupie, w której dokonywano natychmiastowej ekstrakcji, tylko w 1 zębie w grupie lasera (MAX) i 1 zębie w PGK (wiertło) wystąpił lekki stan zapalny. Tylko jeden pacjent w grupie lasera (MAX) i 1 pacjent w PGK (wiertło) stwierdził, że czuł niewielką nadwrażliwość 3 dni po opracowaniu ubytku.

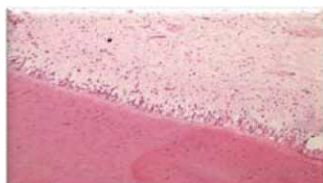
Wyniki końcowe dla trzech grup zaraz po, 1 tydzień i 1 miesiąc po opracowaniu ubytku pokazano w Tabeli 4.

Tabela 4: Wyniki końcowe dla grup NK, PK i MAX zaraz po, 1 tydzień i 1 miesiąc po opracowaniu ubytku.

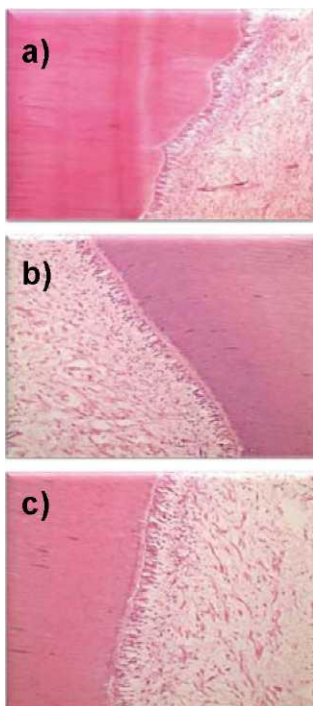
Pat. No	NC			PC (Bur)						MAX mode					
	Inf	Tis	Org	0 days		1 week		1 month		0 days		1 week		1 month	
	Inf	Tis	Org	Inf	Tis	Org	Inf	Tis	Org	Inf	Tis	Org	Inf	Tis	Org
1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

Legenda: NC - NGK; PC (Bur) - PGK (Wiertło); MAX mode - tryb MAX; days - dni; week - tydzień; month - miesiąc; Pat. No - Nr pacjenta; Inf - stan zapalny; Tis Org - Organizacja tkanki

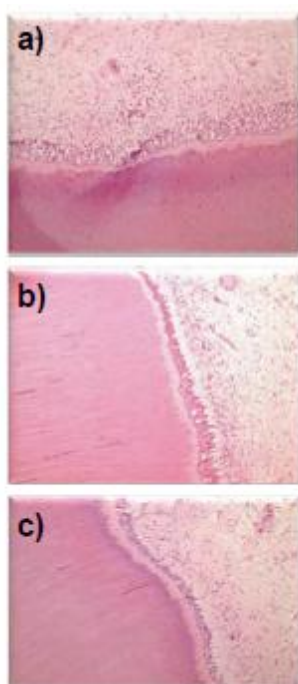
Typowe wyniki histologiczne są pokazane na Rys. 3 dla NGK, Rys. 4 dla PGK i Rys. 5 dla grupy MAX (laser)



Rys. 3: Typowe wyniki histologiczne dla NGK.



Rys. 4: Typowe wyniki histologiczne dla PGK (wiertło): a) sytuacja zaraz po; b) sytuacja 1 tydzień po i c) sytuacja 1 miesiąc po.



Rys. 5: Typowe wyniki histologiczne dla grupy MAX (laser): a) sytuacja zaraz po; b) sytuacja 1 tydzień po i c) sytuacja 1 miesiąc po.

IV. OMÓWIENIE I WNIOSKI

Lasery dentystyczne działające w trybie MAX nie powodują stałego uszkodzenia miazgi i mogą być bezpiecznie używane do szybkiego opracowania ubytku. Nie zaobserwowano żadnego trwałego uszkodzenia miazgi. Maksymalny wynik końcowy dla stanu zapalnego i dezorganizacji tkanki wynosił 1 w przypadkach izolowanych w skali 0-4.

BIBLIOGRAFIA

1. Hibst R. Lasers for Caries Removal and Cavity Preparation: State of the Art and Future Directions. *J Oral Laser Applic*, 2002; 2:203-11.
2. Gutknecht N. State of the Art in Lasers for Dentistry, *J Laser Health Academy*, 2008; 3/2, www.laserandhealth.com.
3. Technologia Zmiennego Kwadratowego Impulsu (Variable Square Pulse Technology (VSP)) jest technologią zastrzeżoną przez Fotona d. d.; (www.fotona.com).
4. Nemes K, Nahtigal J, Nendl J. patent DE 19840751, 2003.
5. Lukac M, Marincek M, Grad L. Super VSP Er:YAG Pulses for Fast and Precise Cavity Preparation. *J Oral Laser Applic*, 2004; 4:171-73.
6. Lukac M, Marincek M, Grad L. Dental Laser Drilling: achieving optimum ablation with the latest generation Fidelis laser systems. *J Laser Health Academy*, 2007; 7/3, www.laserandhealth.com.
7. Perhavec T, Diaci J. Comparison of Er:YAG and Er,Cr:YSGG dental lasers. *J Oral Laser Applic*, 2008; 8:87-94.
8. Perhavec T, Gorkic A, Bracun D, Diaci J. A method for rapid measurement of laser ablation rate of hard dental tissue. *Optics and Laser Technology*, 2009; 41(4):397-402
9. Diaci J. Laser Profilometry for the Characterization of Craters Produced in Hard Dental Tissues by Er:YAG and Er,Cr:YSGG Lasers. *J Laser Health Academy*, 2008; 2/2, www.laserandhealth.com.
10. Baraba A, Miletic I, Jukic Krmek S, Perhavec T, Bozic Z, Anic I. Ablative Potential of the Erbium-Doped Yttrium Aluminium Garnet Laser and Conventional Handpieces: A Comparative Study. *Photomed Laser Surg.*, 2009; 27(6): 921-7.
11. Tryb MAX to tryb ablacji o szybkiej prędkości laserów dentystycznych Er:YAG wyprodukowanych przez Fotona d. d., www.fotona.com.
12. Gurkan S, Gutknecht N, Kiremitci A, Cakir F, Yazici E, Gorucu J, Tasar F, Bayramov I, Usubatun. A Pulpal Inflammatory Response to Er:YAG and Er,Cr:YSGG Laser Cavity Preparation. *Lasers Med Sci.*, 2009; 24:492.

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.