

# Srovnání preparačního účinku laserového záření s ultrazvukovou mikropreparací a klasickou zubní vrtačkou

Dostálová T.<sup>1</sup>, Jelínková H.<sup>2</sup>, Němec M.<sup>2</sup>, Koranda P.<sup>2</sup>, Miyagi M.<sup>3</sup>,  
Shi Y.<sup>3</sup>, Matsuura Y.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Stomatologická klinika 1. LF UK a VFN,  
přednosta prof. MUDr. J. Mazánek, DrSc.

<sup>2</sup>FJFI ČVUT, Praha,

děkan prof. ing. M. Havlíček, DrSc.

<sup>3</sup>Tohoku University, Graduate School of Engineering Department of  
Electrical Communications, Sendai, Japonsko,  
děkan prof. Y. Iguchi

## Souhrn

Cílem studie je zhodnotit účinky dlouhých a krátkých pulzů záření Er:YAG laseru na tvrdé zubní tkáně a porovnat je s účinkem ultrazvukové mikropreparační techniky a klasického vrtání kuličkou.

**Klíčová slova:** stomatologie – preparace tvrdé zubní tkáně – Er:YAG laser

**Dostálová T., Jelínková H., Němec M., Koranda P., Miyagi M., Shi Y., Matsuura Y.:**  
**Comparison of Preoperative Effect of Laser Radiation with Ultrasound Micropreparation  
and Classical Drilling Machine**

**Summary:** The aim of this study is to evaluate the interaction effect of Q-switched, and free running Er:YAG laser radiations, sonic, and classical drilling machine preparation on the hard dental tissues.

**Key words:** dentistry – hard tooth tissue preparation – Er:YAG laser

*Prakt. zub. Lék., 53, 2005, č. 4, s. 73–76.*

## ÚVOD

Od doby sestrojení prvního rubínového laseru (1960) se laserové záření prakticky uplatňuje v mnoha lékařských aplikacích [1]. Svoje pevné místo získalo v oftalmologii, chirurgii, dermatologii a v posledních letech nabývá uplatnění také ve stomatologii, mimo jiné při preparaci tvrdých zubních tkání [2]. Odstranění kazivé léze pomocí prvního rubínového laseru v 60. letech 20. století bylo zcela neúspěšné. Hlavním důvodem byla vlnová délka ležící v červené oblasti spektra. Záření nebylo absorbováno v tvrdé zubní tkáni a nemohlo tak kazivou tkáň odstranit.

Na základě znalosti absorpce laserového záření v tkáni obsahující vodu a hydroxyapatit se prokázalo, že účinná je vlnová délka ve střední nebo vzdálené infračervené oblasti (kolem 3 nebo 10  $\mu\text{m}$ ), nebo naopak krátká vlnová délka z oblasti ultrafialové [2, 3, 4].

V klinické praxi se dnes používají 3 druhy lase-

rů s přímou aplikací na preparaci zubů s vlnovými délkami ležícími ve středním infračerveném pásmu elektromagnetického spektra. Jsou to lasery Er:YAG (2940 nm), Er:YSGG (2790 nm) a Er:CTE:YAG (2690 nm) [2]. Odstranění tkáně při preparaci se liší jejím objemem daným absorpcí – Er:YAG laser ( $13,000\text{ cm}^{-1}$ ) Er:YSGG ( $7000\text{ cm}^{-1}$ ) a Er:Cr:YSGG ( $4000\text{ cm}^{-1}$ ) [2]. Nejvýkonnější je tedy Er:YAG. Na základě dlouholetých klinických zkušeností se prokázalo, že tyto lasery pracují efektivně, bez přítomnosti termického přehřátí a nepříjemných pocitů pacienta, jsou však relativně pomalé [5, 6, 7, 8]. Přestože sklovina obsahuje dostatečné množství vody (v průměru 12 %), je třeba chlazení při preparaci (ablaci – snesení), aby bylo zajištěno plynulé odpařování tkáně bez jejího poškození termickou reakcí [2, 9]. Laserový pulz způsobí mikroexplozi, která eliminuje uvolněný materiál [10]. Stejně lze odstranit i kompozitní materiály, skioionomer- ní cementy či kompomery [6]. Mikroretenční

povrch po laserové ablaci může nahradit i leptání skloviny či dentinu [11]. Povrch neobsahuje „smear layer“ [6, 12].

Cílem studie bylo zhodnotit účinky krátkých a dlouhých pulzů záření Er:YAG laseru na tvrdé zubní tkáň a porovnat je s účinkem ultrazvukové mikropreparační techniky a klasického vrtání kuličkou.

## MATERIÁL A METODY

### *Příprava zubů*

Pro experiment jsme použili intaktní čerstvě extrahované horní střední řezáky, které jsme uložili do fyziologického roztoku. Důvodem extrakcí byly parodontopatie. Zuby před pokusem jsme vyjmuli z roztoku, osušili a přilepili jsme je lepícím voskem na podložku. Do každého řezáku jsme vyvrtali celkem 12 kavit pomocí čtyř odlišných metod:

- ablace laserovým zářením pomocí Er:YAG laseru
  - Q-spínané krátké pulzy
  - volně běžící dlouhé pulzy
- odstranění tkáň pomocí ultrazvukové preparační koncovky (preparační kulička) (Sonicys micro KAVO)
- odstranění tkáň klasickou zubní vrtačkou s kuličkou (ISO 014, Maillefer)

### *Popis laserového systému*

Er:YAG laserový systém použitý pro daný experiment byl navržen a realizován v laboratoři pevnolátkových laserů na ČVUT FJFI. Aktivní Er:YAG, krystal o průměru 4 mm a délce 89 mm, byl umístěn spolu s xenonovou výbojkou v keramické odrazné dutině protékané chladicí tekutinou. Optimalizovaný planparalelní rezonátor byl tvořen totálně odrazným zrcadlem a dielektrickým zrcadlem s reflexí 83 %. Pro ovládání činitele jakosti rezonátoru (Q) byla do rezonátoru umístěna Pockelsova cela tvořená krystalem  $\text{LiNbO}_3$  speciálně vybroušeným tak, že splňoval úlohu jak nelineárního krystalu stáječícího rovinu polarizace procházejícího záření, tak úlohu polarizátoru vybírajícího záření s preferovanou polarizací. Laser pracoval buď ve volně běžícím režimu (generace dlouhých impulzů v oblasti stovek mikrosekund – vypnuté vysoké napětí na Pockelsově cele), nebo v Q-spínaném režimu (generace krátkých impulzů v oblasti desítek nanosekund – na Pockelsovu celu bylo přiloženo spínací napětí).

Maximální energie dosažená ve volně běžícím režimu byla 318 mJ a délka impulzu 250  $\mu\text{s}$ . V Q-spínaném režimu byla maximální dosažená energie 60 mJ při délce impulzu 60 ns.

Laserové záření bylo na místo interakce vede-

no pomocí speciálního COP/Ag (cyclin olefin polymer silver coated) vlnovodu, který byl vyvinut zvláště pro toto infračervené pásmo. Základem vlnovodu je skleněná trubice s vnitřní stěnou pokrytou nejprve vrstvou stříbra a následně vrstvou polymeru. V našem případě byl vnitřní průměr trubice 700  $\mu\text{m}$  a délka vlnovodu byla 10 cm. Záření bylo do vlnovodu navedeno pomocí  $\text{CaF}_2$  čočky ( $f = 55 \text{ mm}$ ). Vlnovod byl dále zakončen speciální válcovou křemennou koncovkou, aby se zabránilo jeho porušení.

Pro možnost srovnání interakce dlouhého (200  $\mu\text{s}$ ) a krátkého pulzu (80 ns) byla vybrána interakční intenzita  $97 \times 10^3 \text{ W.cm}^{-2}$  pro volně běžící režim (energie pulzu 30 mJ) a  $97 \times 10^6 \text{ W.cm}^{-2}$  pro Q-spínaný režim (energie pulzu 75 mJ). Pro jednu kavitu byl celkový počet použitých pulzů 30. Při vlastní interakci byla zubní tkáň chlazená vodou.

### *Analýza*

Po preparaci jsme zuby fotografovali pomocí stereomikroskopu (Nikon SMZ 2T, Japan) a povrch tkáň jsme hodnotili v elektronovém mikroskopu (JSM 5500 LV Jeol, Japan). Zuby byly zpracovány v režimu „low vacuum“ bez vysušení a povrchového pokrytí tvrdých tkání.

## VÝSLEDKY

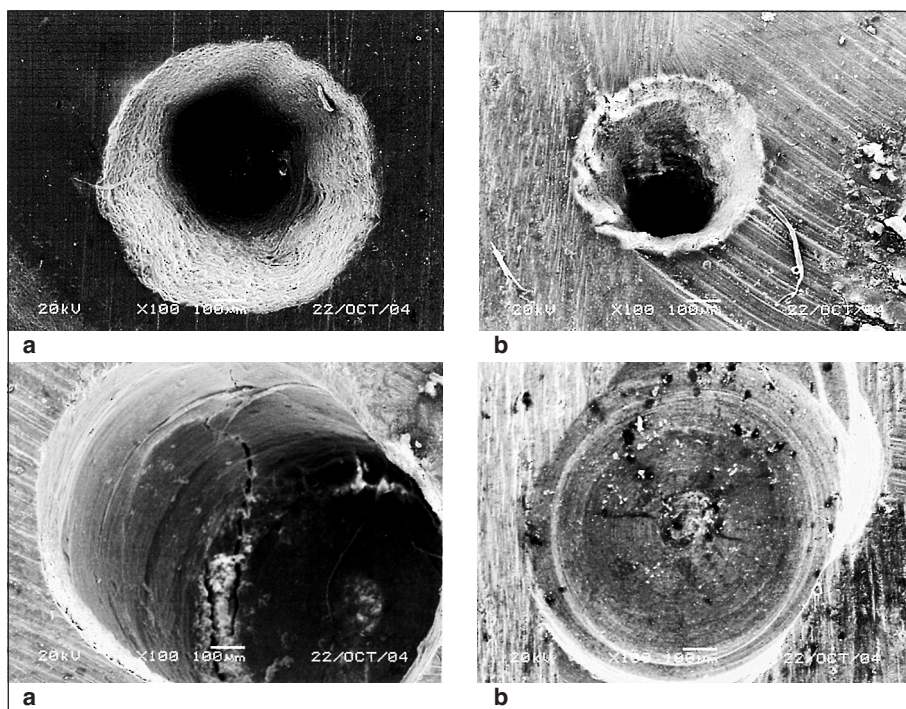
Z výsledků v elektronovém rastrovacím mikroskopu i fotodokumentace je zřejmé, že kavity připravené různými technikami (vrtání, ultrazvuk, laser) tvoří v tvrdých zubních tkáních zcela odlišné tvary a povrchy (obr. 1, obr. 2).

Vrtání kuličkou odebere blok tkáň (obr. 1c), kavita je oblá a hladká, povrch je pokryt vrstvou smear layer (obr. 2c). Ultrazvuková preparační koncovka ve tvaru kuličky vytvořila plochou miskovou kavitu (obr. 1d) s čistě ohraničenými okraji, stejně jako při odstraňování zubního kamene i zde v detailu vidíme tahy touto koncovkou (obr. 2d).

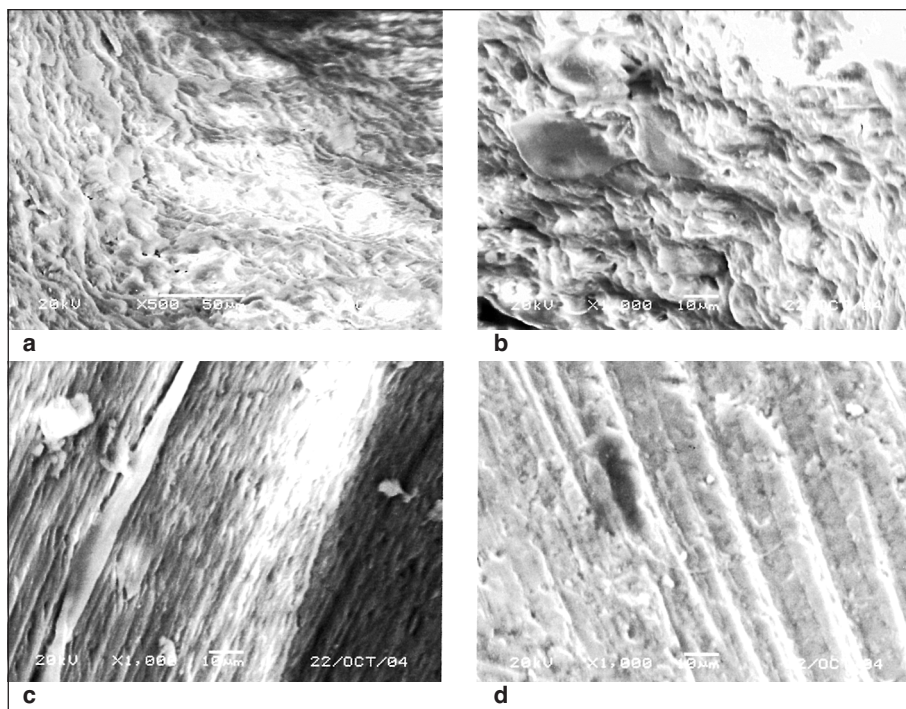
Při preparaci laserem vzniká kavita ve formě kráteru s dobře vyznačenými kraji (obr. 1a, 1b). Volně běžící režim laseru s dlouhými pulzy je účinnější, otvor je širší (obr. 1a), kraje jsou hladké, dentinové tubuly jsou otevřené, vstupy zatavené bez známek přítomnosti smear layer (obr. 2a). Q-spínaný režim krátkých pulzů působí spíše do hloubky (obr. 1b), tkáň je zatavená, povrch dentinu je hladký, opět bez známek smear layer (obr. 2b).

## DISKUSE

Včasná detekce kazivé léze, mikropreparační techniky a moderní výplňové materiály s chemi-



**Obr. 1. Srovnání kavit v dentinu pomocí laserového záření s pulzem: a) v mikrosekundové oblasti; b) v nanosekundové oblasti; c) klasickou vrtačkou; d) ultrazvukovou preparační koncovkou. Zvětšení 100x.**  
**Fig. 1. Comparison of cavities in dentine by means of laser radiation and pulse: a) in microsecond region; b) in nanosecond region; c) with classical drilling machine; d) ultrasound preparation terminal. Magnification, 100x.**



**Obr. 2. Srovnání povrchu dentinu vytvořeného pomocí laserového záření s pulzem: a) v mikrosekundové oblasti; b) nanosekundové oblasti; c) klasickou vrtačkou; d) ultrazvukovou preparační koncovkou. Zvětšeno 100x.**  
**Fig. 2. Comparison of dentine surface formed by means of laser radiation with a pulse: a) in microsecond region; b) in nanosecond region; c) with classical drilling machine; d) ultrasound preparation. Magnification, 100x.**

kou vazbou k tvrdým zubním tkáním jsou bez sporu budoucností stomatologie [13]. Cílené odstranění malé kazivé léze technikou, která je málo invazivní a nebolestivá, představuje závažnou změnu při preparaci poškozené tvrdé zubní tkáně [10]. Laserová technika vytváří dobře formované kavity ve sklovině i dentinu [14, 15, 16] kde, jak je zřejmé z našich experimentů, je povrch zatavený, dentinové tubuly jsou otevřené bez známek mechanicky rozdrčené tkáně. Proto je retence budoucí výplně větší a mikroretenční povrch nahradí i leptální sklovinu [11, 13].

Odpaření tkáně je provázáno mikroexplozí, která s vodním sprejem odstraní zbytky tvrdých tkání, tkáň se současně dezinfikuje [10, 17]. Ve studii jsme prokázali, že této skutečnosti odpovídá i tvar dutiny, který se rozbíhá směrem k povrchu skloviny. Dlouhý nebo krátký pulz má zásadní vliv na hloubku a šířku vzniklého otvoru. Dlouhé pulzy (volně běžící režim) tvoří ploché široké otvory, série Q-spínaných krátkých pulzů působí do hloubky a formuje úzkou hlubokou dutinu.

Použití ultrazvuku je zatím podle literatury i našich experimentů spíše doplňková technika, která plošně preparuje a případně ohladí kraje kavity [18].

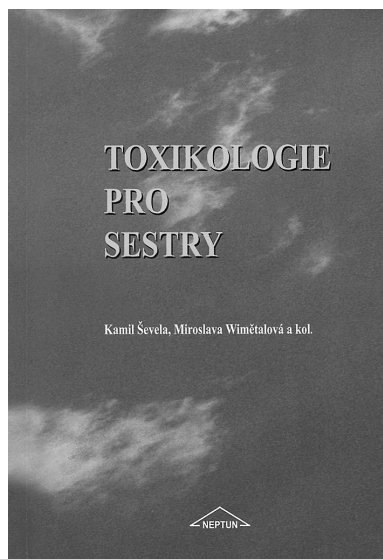
Závěrem lze říci, že laserové techniky preparují hladkou, oblou, rozbíhavou kavitou, jejíž velikost a tvar závisí na parametrech aplikovaného Er:YAG záření.

*Studie vznikla na základě projektu Grantové agentury Ministerstva zdravotnictví České republiky č. 7716-3.*

## LITERATURA

1. **Stern, R. H., Sognaes, R. F.:** Laser beam effect on dental hard tissues. *J. Dent. Res.*, 43, 1964, (Spec. Issue), 873 (abst. 307).
2. **Wals, L. J.:** The current status of laser applications in dentistry. *Australian Dental Journal*, 48, 2003, s. 148–155.
3. **Hibst, R., Keller, U.:** Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances. I. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg. Med.*, 9, 1989, s. 338–344.
4. **Belikov, A. V., Erofeev, A. V., Shumilin, V. V., Thachuk, A. M.:** Comparative study of the 3 micron laser action on different hard tissue samples using free running pulsed Er-doped YAG, YSGG, YAP and YLF lasers. *SPIE* 1993, s. 60–67.
5. **Dostálová, T., Jelínková, H., Krejsa, O., Hamal, K., Kubelka, J., Procházka, S., Himmlová, L.:** Dentin and pulp response to erbium: YAG laser ablation – a preliminary evaluation of human teeth. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery* 15, 1997, s. 117–121.
6. **Dostálová, T., Jelínková, H., Kučerová, H., Krejsa, O., Hamal, K., Kubelka, J., Procházka, S.:** Noncontact Er:YAG laser ablation: Clinical evaluation. *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery*, 16, 1998, s. 273–282.
7. **Keller, U., Hibst, R.:** Effects of Er:YAG laser in caries treatment: a clinical pilot study. *Lasers in Surgery and Medicine*, 20, 1997, S. 32–38.
8. **Matsumoto, K., Nakamura, Y., Mazeki, K., Kimura, Y.:** “Clinical dental application of Er:YAG laser for Class V cavity preparation.” *Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery*, 14, 1996, s. 123–127.
9. **Freiberg, R. J., Cozean, C.:** Pulse erbium laser ablation of hard dental tissue: the effects of atomized water spray vs water. *SPIE*, 2002, 4610, 74–84 r.
10. **Hibst, R., Keller, U.:** “Er:YAG laser for dentistry: Basics, actual questions, and perspectives.” *Medical Applications of Lasers II. SPIE* 2327, 1994, pp. 76–86.
11. **Roubalíková, L.:** Adhezivní úprava skoviny a dentinu Er:YAG laserem. *Prakt. zub. Lék.*, 52, 2004, s. 101–106.
12. **Zapletalová, Z., Kubínek, R., Vůjtek, M.:** AFM vyšetření dentinového povrchu. *Čes. Stomat.*, 104, 2004, s. 180–185.
13. **Cehreli, Z. C., Yazici, A. R., Akca, T., Ozgunaltay, G.:** A morphological and micro-tensile bond strength evaluation of a single-bottle adhesive to caries-affected human dentine after four different caries removal techniques. *Journal of Dentistry*, 31, 2003, s. 429–435.
14. **Dostálová, T., Jelínková, H., Krejsa, O., Hamal, K.:** Evaluation of the surface changes in enamel and dentin due to possibility of thermal overheating induced by erbium:YAG laser radiation. *Scanning Microscopy*, 10, 1996, s. 285–291.
15. **Hoke, J. A., Burkes, E. J., Gomes, E. D., Wolbarsht, M. L.:** Erbium:YAG (2.94 mm) laser effects on dental tissues. *J. Laser. Appl.*, 2, 1990, s. 61–65.
16. **Paghdiwala, A. F., Vaidyanathan, T. K., Paghdiwala, M. F.:** Evaluation of Erbium:YAG laser radiation of hard dental tissues: analysis of temperature changes, depth of cuts and structural effects. *Scanning Microscopy*, 7, 1993, s. 989–997.
17. **Hibst, R., Stock, K., Gall, R., Keller, U.:** Controlled tooth surface heating and sterilization by ER:YAG laser radiation. *Laser applications in medicine and dentistry. SPIE*, 1996, 2922, s. 119–126.
18. **Liebenberg, W. H.:** Sonysis approx: An innovative addition to the restorative continuum. *Pract. Periodont. Aesthet. Dent.* 10, 1998, s. 913–922.

*Prof. MUDr. Tatjana Dostálová, DrSc.  
Stomatologická klinika  
1. LF UK a VFN  
Kateřinská 32  
121 08 Praha 2*



## TOXIKOLOGIE PRO SESTRY

*Kamil Ševela, Miroslava Wimětalová a kol.*

Prakticky se jedná o formu „minimum do kapsy z toxikologie“. Příručka obsahuje definici otrav, příčiny a rozdělení otrav, krevní jedy, lokální a celkový účinek jedů atd. V další části jsou popsány klinické příznaky otrav, předlékařské ošetření otrav, postup při péči o pacienta, popis otrav jednotlivými látkami (např. benzínem, benzenem, toulénem apod.). V poslední kapitole jsou uvedeny obecně platné zásady léčení otrav.

*Vydalo Nakladatelství Neptun v roce 2002, ISBN 80-902896-3-0, 99 str., cena 150,- Kč.*

**Publikaci můžete objednat na adrese:**

**Nakladatelské a tiskové středisko ČLS JEP, Sokolská 31,  
120 26 Praha 2, fax: 224 266 226, e-mail: nts@cls.cz**