proLékaře.cz | 20.1.2026

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

Dostálová T.[1], Jelínková H.[2], Němec M.[2], Koranda P.[2], Miyagi M.[3], Shi Y.[3], Matsuura Y.[3]

[1]Stomatologická klinika 1. LF UK a VFN,
přednosta prof. MUDr. J. Mazánek, DrSc.
[2]FJFI ČVUT, Praha,
děkan prof. ing. M. Havlíček, DrSc.
[3]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 interation 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 μm), nebo naopak krátká vlnová délka z oblasti ultrafialové [2, 3, 4].

V klinické praxi se dnes používají 3 druhy laserů 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 cm^{-1}) Er:YSGG (7000 cm^{-1}) a Er:Cr:YSGG (4000 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, skoionomerní cementy či kompomery [6]. Mikroretenční

proLékaře.cz | 20.1.2026

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 tkáně 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 tkáně pomocí ultrazvukové preparační koncovky (preparační kulička) (Sonicsys micro KAVO)
- odstranění tkáně 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 $LiNbO_3$ speciálně vybroušeným tak, že splňoval úlohu jak nelineárního krystalu stáčejícího 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 μs. V Q-spínaném režimu byla maximální dosažená energie 60 mJ při délce impulzu 60 ns.

Laserové záření bylo na místo interakce vedeno pomocí speciálního COP/Ag (cyclin olefin polymer silver coated) vlnovodu, který byl vyvinut zvlášť 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 μm a délka vlnovodu byla 10 cm. Záření bylo do vlnovodu navedeno pomocí CaF_2 čočky (f = 55 mm). Vlnovod byl dále zakončen speciální válcovou křemennou koncovkou, aby se zabránilo jeho porušení.

Pro možnost srovnání interakce dlouhého (200 μs) a krátkého pulzu (80 ns) byla vybrána interakční intenzita 97×10^3 W.cm^{-2} pro volně běžící režim (energie pulzu 30 mJ) a 97×10^6 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 chlazena vodou.

Analýza

Po preparaci jsme zuby fotografovali pomocí stereomikroskopu (Nikon SMZ 2T, Japan) a povrch tkáně 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).

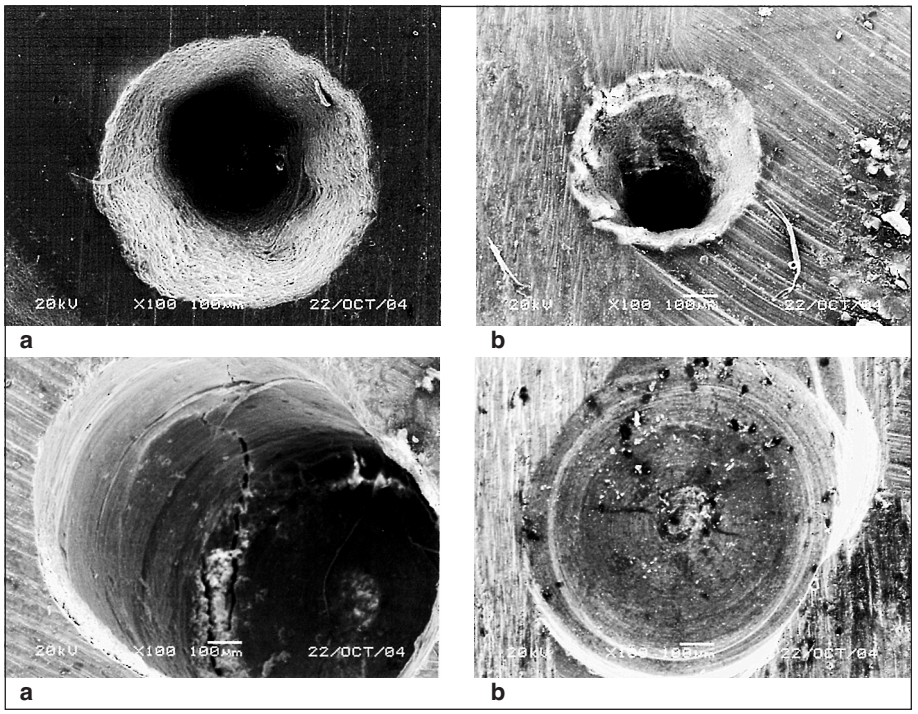
Vrtání kuličkou odebere blok tkáně (obr. 1c), kavita je oblá a hladká, povrch je pokryt vrstou smear layer (obr. 2c). Ultrazvuková preparační koncovka ve tvaru kuličky vytvořila plochou miskovou kavitu (obr. 1d) s čistě ohraničenými okraji, stejně jako při odstraňování zubního kamene i zde v detailu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

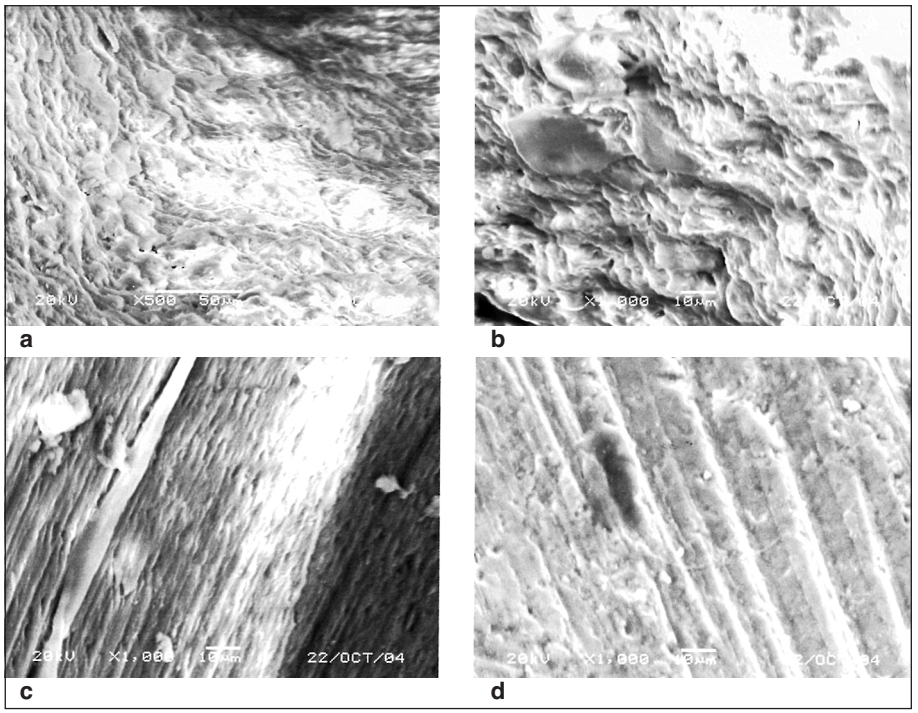
DISKUSE

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

proLékaře.cz | 20.1.2026



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 beze 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 rozdrcené tkáně. Proto je retence budoucí výplně větší a mikroretenční povrch nahradí i leptální skloviny [11, 13].

Odpaření tkáně je provázeno 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 kavitu, jejíž velikost a tvar závisí na parametrech aplikovaného Er:YAG záření.

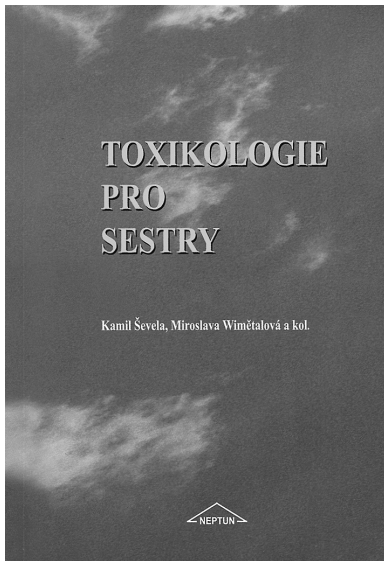
proLékaře.cz | 20.1.2026

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

LITERATURA

1. **Stern, R. H., Sognnaes, 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. Australien 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 morfological 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 additional to the restorative continuum. Pract. Periodont. Aesthec. Dent. 10, 1998, s. 913–922.

Prof. MUDr. Taťjana 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, toulenem 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