stomatologie 3_06 7.6.2006 9:03 Str. 48
proLékaře.cz | 24.11.2026

Selektivní preparace tvrdých zubních tkání ve spojení s kompozitními výplňovými materiály

Dostálová T.[1], Jelínková H.[2], Němec M.[2], Koranda P.[2], Miyagi M.[3], Iwai K.[3], Shi Y.[4], Matsuura Y.[5]

[1]Stomatologická klinika 1. LF UK a VFN, Praha,
přednosta prof. MUDr. J. Mazánek, DrSc.
[2]FJFI ČVUT, Praha,
děkan doc. Ing. M. Čech, CSc.
[3]Sendai National College of Technology, Sendai, Japonsko
[4]School of Information Science and Engineering, Fudan University, Shanghai, Čína
[5]Graduate School of Engineering, Tohoku University, Sendai, Japonsko

Souhrn

Ve studii jsou porovnány čtyři různé pracovní postupy selektivní preparace tvrdých zubních tkání: ablace Er:YAG laserovým zářením (s dlouhými a krátkými pulzy), preparace ultrazvukovým násadcem s kuličkou a klasická preparace zubní vrtačkou. U dlouhých pulzů byla použita interakční energie 40 mJ, délka pulzu 200 μs a interakční intenzita 62 kW/cm^2; u krátkých pulzů byla energie 20 mJ, délka pulzu 100 ns a interakční energie 62 MW/cm^2. Laserové metody byly porovnávány s preparací ultrazvukem (Sonixflex cariex TC, D - Sonicsys micro) a s klasickou preparací. Podélné řezy zubním dentinem a vzorky slonoviny byly hodnoceny po vytvoření kavity a aplikaci výplně pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu.
Klíčová slova: dentin – slonovina – Er:YAG laser – ultrazvuk – preparace

Dostálová T., Jelínková H., Němec M., Koranda P., Miyagi M., Iwai K., Shi Y., Matsuura Y.: Selective Preparation of Hard Dental Tissues in Connection with Composite Materials

Summary: The study compares four different procedures of selective preparation of hard dental tissues: ablation by Er:YAG laser radiation (with long and short pulses), preparation by an ultrasound extension with a ball and a classical dental drill. In the long pulses the authors employed interaction energy of 40mJ, duration of the pulse 200 μs and interaction intensity 62kW/cm^2; in short pulses the energy was 20mJ, pulse duration 100ns and interaction energy 62kW/cm^2. The laser methods were compared with the ultrasound preparation (Sonixflex cariex TV, D – Sonicsys micro) and with the classical preparation. The longitudinal sections through the dentin and the samples of ivory were evaluated after the creation of cavity and administration of the filling by means of electron scanning microscope.
Key words: dentin – ivory – Er:YAG laser – ultrasound –preparation

Prakt. zub. Lék., roč. 54, 2006, č. 3, s. 48–53.

ÚVOD

Preparace kavit laserovým zářením se ve stomatologii objevila na počátku šedesátých let minulého století [1]. Pro zmiňovanou aplikaci je velmi vhodný Er:YAG laser s generovanou vlnovou délkou 2,94 μm, neboť toto záření má velkou absorpci nejen ve vodě, ale i v hydroxyapatitu, a proto odstraňuje tvrdé zubní tkáně mnohem efektivněji, než ostatní laserové systémy [2, 3]. Při aplikaci se objevuje možnost přehřátí okolních tkání [4], a tak je nezbytně nutné používat chlazení vodním sprejem [5, 6]. Klinické používání Er:YAG laserového záření pro preparaci menších přehledných kavit je známé již více než 10 let [7–10].

Některé ultrazvukové násadce se speciálními koncovkami také umožňují odstranění kazivé zubní léze [11]. Prozatím tvoří pouze doplňující techniku klasických preparačních postupů [12].

Laserová ablace má ve spojení s kompozitními výplňovými materiály několik zásadních výhod oproti klasickému vrtání. Kavita má nerovný povrch bez zóny demineralizace, laserové záření

proLékaře.cz | 24.11.2026

tkáň dezinfikuje a nechává otevřené dentinové tubuly bez smear layer [5, 13].

Smear layer je směsí částic dentinu, organických reziduí, mikroorganismů atd. Nepřítomnost této vrstvy a laserem demineralizovaná zóna intertubulárního a peritubulárního dentinu vytváří síť kolagenní matrix, která se optimálně infiltruje kompozitním materiálem. Formování hybridní vrstvy s možností kompozitu vniknout do otevřených dentinových tubulů tvoří pevné spojení mezi výplňovou hmotou a dentinem [14]. Mechanická pevnost spoje je větší, než u klasického leptání kyselinou [14].

Cílem studie bylo specifikovat možnosti selektivní preparace čtyřmi technikami, včetně aplikace kompozitního materiálu. V experimentu byly použity dvě tkáně – dentin a slonovina (homogenní materiál složením velmi podobný dentinu).

MATERIÁL A METODY

Popis preparačních systémů

Er:YAG laserový systém (vlnová délka 2,94 μm) 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 difúzní dutině. Optimalizovaný planparalelní resonátor byl tvořen totálně odrazným zrcadlem a dielektrickým zrcadlem s reflexí 83 %. Pro modulaci 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 selektujícího 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 napětí).

Laserové záření bylo na místo preparace vedeno pomocí přenosového systému (obr.1) tvořeného vstupní čočkou (CaF_2), speciálním COP/Ag (cyclin olefin polymer silver coated) dutým skleněným vlnovodem s průměrem 320/450 μm a výstupní čočkou (CaF_2). Během interakce byla tkáň chlazena vodou (0,5 cm^3 na 30 pulzů). Laserové interakční parametry jsou uvedeny v tabulce 1.

Další kavity jsme vytvořili ultrazvukovým násadcem s kuličkovou koncovkou (Sonixflex cariex TC, D - Sonicsys micro (KaVo)).

Kontrolní technikou preparace byla klasická vrtačka (KaVo) s kuličkou (ISO 014, Maillefer) upevněnou ve standardním násadci (KaVo).

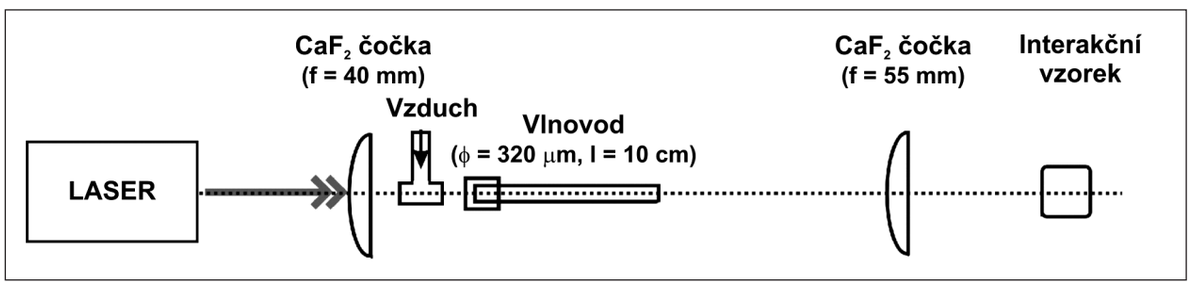
Příprava zubů a slonoviny

Pro experiment jsme použili intaktní čerstvě extrahované zuby, které jsme uložili do fyziologického roztoku. Důvodem extrakcí byly parodontopatie. Zuby jsme před pokusem vyjmuli z roztoku, osušili a vytvořili jsme na nich hladké plochy v dentinu. Stejné hladké řezy o síle 5–7 mm jsme připravili i ze slonoviny.

Čtyřmi výše uvedenými technikami jsme vytvořili kavity o průměru 1–2 mm (obr. 2). Potom jsme je podle návodu výrobce zaplnili mikrofilním hybridním kompozitním materiálem Gradia® Direct (GC) LoFlo Light-Cured, High Viscosity Flowable HDR Microfilled Hybrid Composite. Polymeraci jsme provedli LED lampou (G-Light - GS). Vzorky jsme potom příčně rozřízli a provedli jsme následující analýzy (obr. 3).

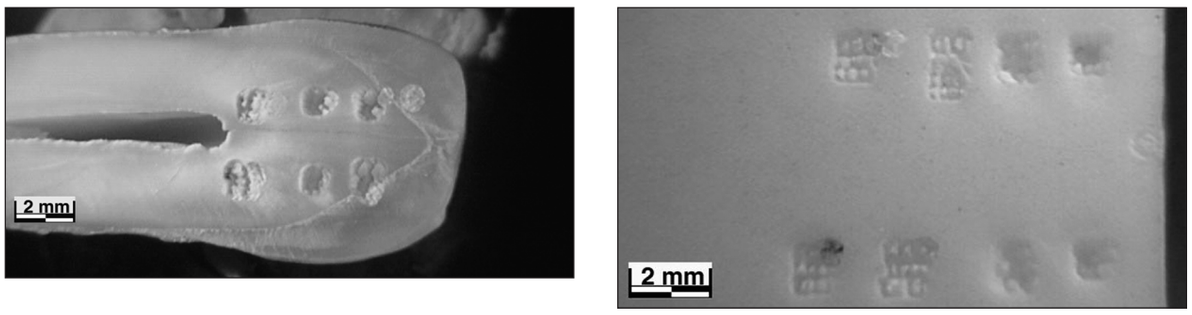
Tab. l. Interakční parametry Er: YAG laserového záření

Režim laseru	Délka pulzu	Interakční energie	Počet pulzů	Opakovací frekvence	Intenzita záření
Volně běžící	2001μs	40 mJ	180 slonovina 120 dentin	1,5 Hz	62 kW/cm^2
Q - spínavý	100 ns	20 mJ	270 slonovina 200 dentin	1,5 Hz	62 MW/cm^2

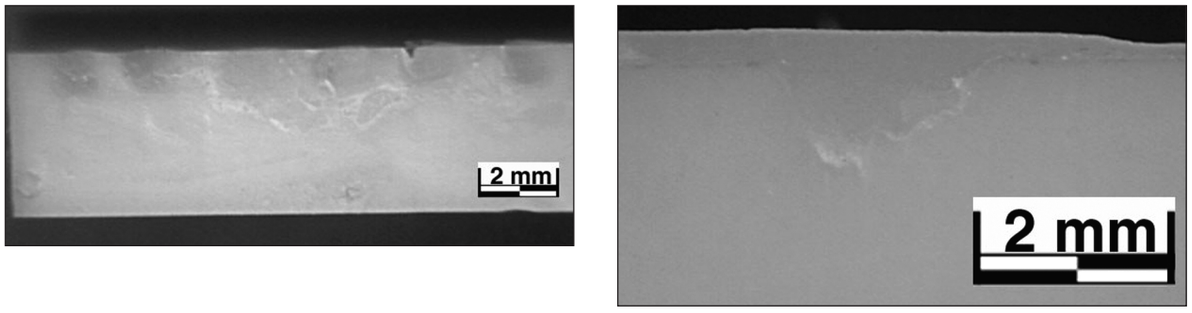


Obr. 1. Schéma přenosu laserového záření.

stomatologie 3_06 7.6.2006 9:03 Str. 50
proLékaře.cz | 24.11.2026



Obr. 2. Podélný řez zubem a slonovinou s kavitami připravenými Er:YAG laserovým zářením.



Obr. 3. Příčný řez slonovinou s kavitami zaplněnými kompozitním materiálem.

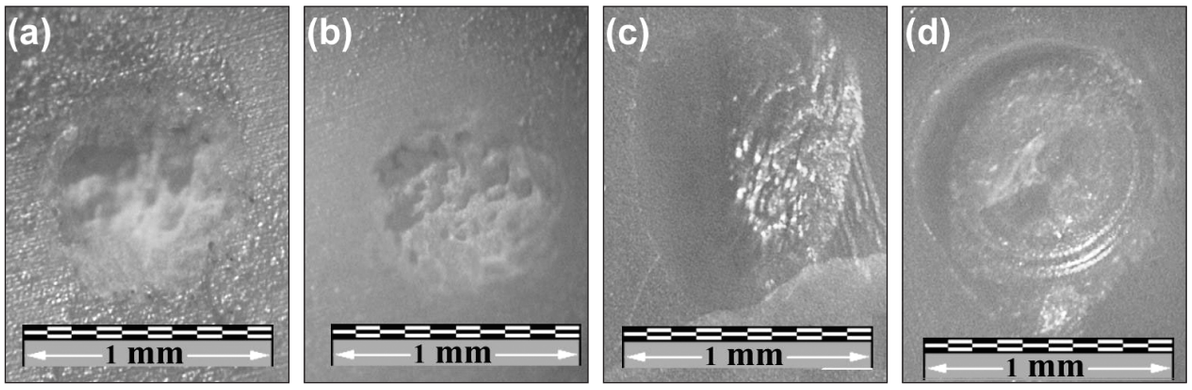
Analýza

Zuby jsme fotografovali pomocí stereomikroskopu (Nikon SMZ 2T, Japan) a povrch tkáně jsme hodnotili pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu (JSM 5510 LV Jeol, Japan). Zuby byly zpracovány v režimu „low vakuum“ bez vysušení a napaření vodivé vrstvy.

VÝSLEDKY

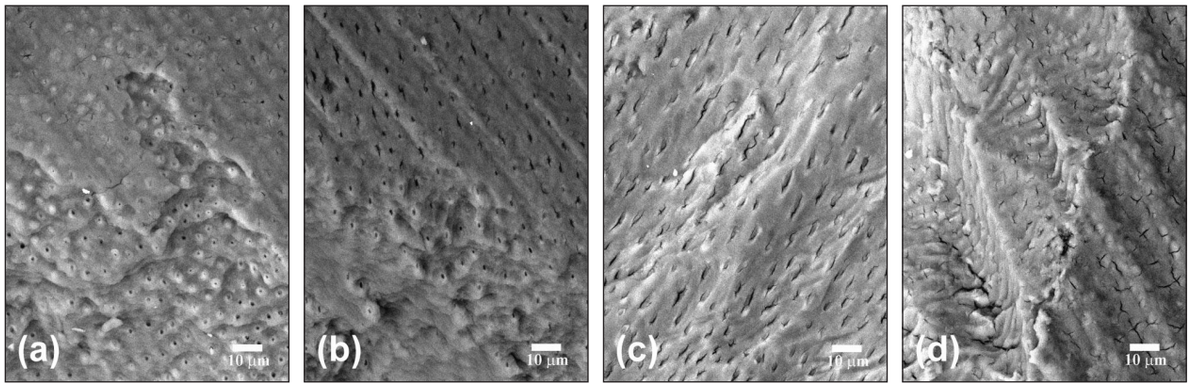
Z výsledků pozorovaných pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu i fotodokumentace je zřejmé, že kavity připravené různými technikami (klasické vrtání, ultrazvuk, laserové záření) tvoří v tvrdých zubních tkáních zcela odlišné tvary a povrchy.

Všemi technikami jsme vytvořili oválný nebo téměř kruhový tvar kavity (obr. 4). Při preparaci zářením Er:YAG laseru vzniká kavita ve formě kráteru s dobře vyznačenými kraji (obr. 4a). Dlouhé pulzy laserového záření způsobí svou absorpcí ve vodě i hydroxyapatitu odpaření tkáně ve formě termických mikroexplozí. Kavita je nerovná, dentinové tubuly jsou otevřené, vstupy zatavené bez známek přítomnosti smear layer (obr. 5a). Krátké pulzy záření působí jiným mechanismem – procesem fotoablace. Krátké pulzy ohřívají v tkáni přítomnou vodu a vytvořená pára potom formou mikroexplozí odstraňuje



Obr. 4. Snímky kavit v dentinu ze stereomikroskopu Nikon, preparace: a) Er:YAG laserovým zářením – dlouhé pulzy; b) Er:YAG laserovým zářením – krátké pulzy; c) ultrazvukem; d) klasickou vrtačkou s kuličkou.

stomatologie 3_06 7.6.2006 9:03 Str. 51
proLékaře.cz | 24.11.2026



Obr. 5. Detail kavit v dentinu z elektronového rastrovacího mikroskopu, preparace: a) Er:YAG laserovým zářením – dlouhé pulzy; b) Er: YAG laserovým zářením – krátké pulzy; c) ultrazvukem; d) klasickou vrtačkou s kuličkou.

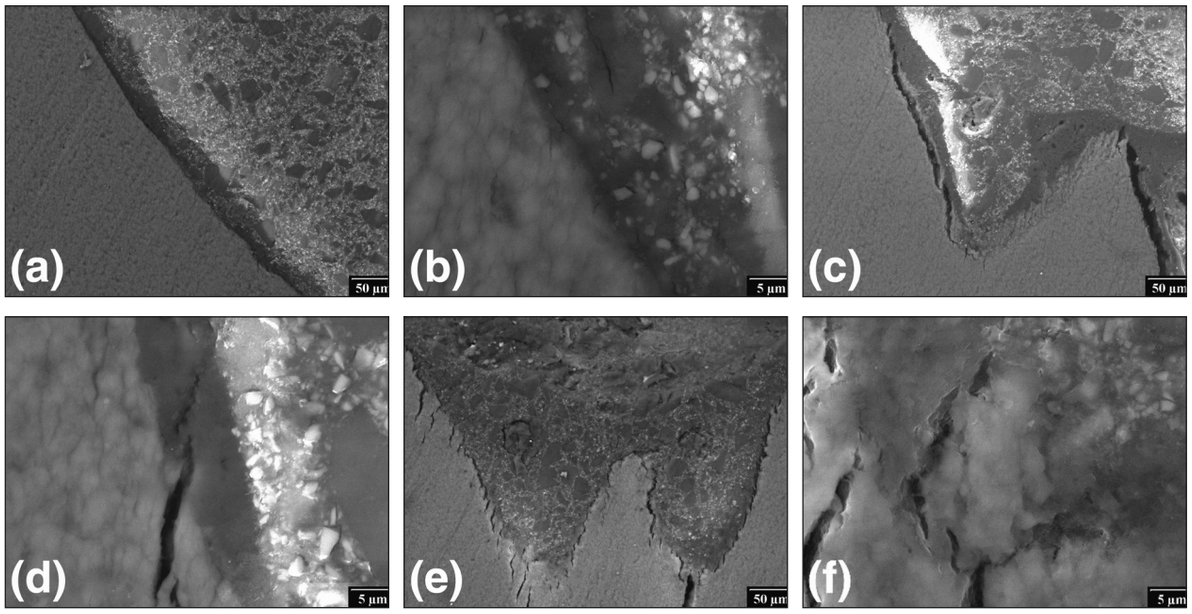
přítomnou tvrdou tkáň bez zatavení dentinových tubulů (obr. 4b). Povrch je hladký, opět bez známek smear layer (obr. 5b)

Ultrazvukovou preparační koncovkou ve tvaru kuličky vznikla plochá misková kavita (obr. 4c) s čistě ohraničenými okraji opět bez smear layer, v detailu vidíme tahy koncovkou (obr. 5c). Klasické vrtání kuličkou odebere blok tkáně (obr.4d), kavita je oblá a hladká, povrch je pokryt vrstvou smear layer (obr. 5d).

Povrchy připravené laserovou preparací vykazují při pozorování pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu pevné spojení s kompozitním materiálem Gradia Direct (obr. 6 d, 6f). U klasické preparace vidíme hladký oblý povrch dentinu i slonoviny (obr. 6a, obr. 7a). Přítomnost smear layer zmenšuje povrch pro vazbu s kompozitním materiálem (obr. 6d, obr. 7a, obr. 7b). Ultrazvukové kavity vykazují přítomnost mikroprasklin (obr. 7 c, obr 7 d) a zhoršují tak zřejmě mechanickou vazbu s kompozitem.

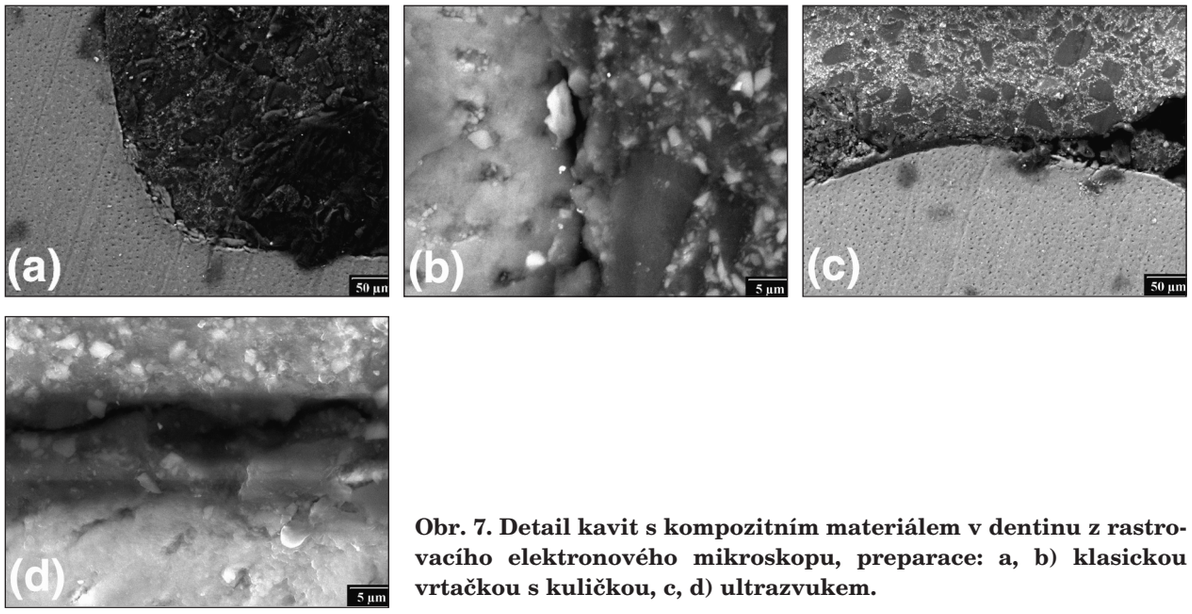
DISKUSE

V literatuře byly shrnuty některé výhody úpravy dentinu po laserové preparaci při aplikaci kompozitních výplní. Plocha vytvořená pro vazbu s kompozitním materiálem je zvětšená vzhledem k mikroretenčnímu reliéfu vzniklému po laserové ablaci [2, 16]. Prokázali jsme, že povrch kavity vzniklý interakcí dlouhých a krát-



Obr.6. Detail kavit s kompozitním materiálem ve slonovině z rastrovacího elektronového mikroskopu, preparace: a, b) klasickou vrtačkou s kuličkou; c, d) Er:YAG laserovým zářením – dlouhé pulzy; e, f) Er: YAG laserovým zářením – krátké pulzy.

stomatologie 3_06 7.6.2006 9:03 Str. 52
proLékaře.cz | 24.11.2026



Obr. 7. Detail kavit s kompozitním materiálem v dentinu z rastrovacího elektronového mikroskopu, preparace: a, b) klasickou vrtačkou s kuličkou, c, d) ultrazvukem.

kých pulzů je rozdílný. To je způsobeno procesem tepelné ablace (dlouhé pulzy) a fotoablace (krátké pulzy), kdy při tepelné ablaci je mikroexploze při odpaření tkáně tvořená vodou i hydroxyapatiem, zatímco při fotoablaci laser ohřívá pouze vodu a tkáň je odstraněna mikroexplozí v důsledku vytvořené páry, nikoli minerálních částic.

Protože intertubulární dentin obsahuje více vody a méně minerálních částic než dentin peritubulární, vzniká při laserové preparaci nerovný zvrásněný povrch [16], který zlepšuje retenci kompozitního materiálu. Nepřítomnost smear layer dále zlepšuje adhezi kompozitních materiálů [16]. Při obou laserových technikách vidíme otevřené dentinové tubuly, ale pouze záření ve formě dlouhých pulzů je zatavuje [17]. Ultrazvuková selektivní preparační technika je také jedním ze slibných preparačních postupů [11, 12]. Také takto vzniklý povrch je nerovný bez smear layer [17]. Naše výsledky získané pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu ukázaly, že mechanická retence na bázi infiltrace kompozitu do dentinových tubulů je u tkáně upravené laserového zářením výborná. Potvrdili jsme dále, že při těchto selektivních preparačních technikách nevzniká přehřátí nebo dokonce karbonizace tkáně.

Studie vznikla na základě projektu MŠMT č. MSM6840770022 "Laserové systémy, záření a moderní laserové aplikace".

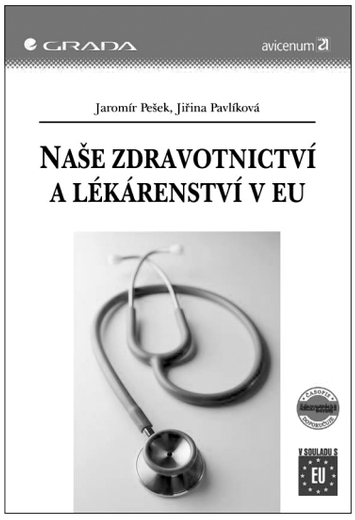
LITERATURA

1. **Wals, L. J.:** The current status of laser applications in dentistry. Australien Dental Journal., 48, 2003, s 148–155.
2. **Hibst, R, Keller, U.:** Er:YAG laser for dentistry: Basics, actual questions, and perspectives. Medical Applications of Lasers II. Bown S. G., Escourrou, J., Frank, F., Geschwind, H. J., Godlewski, G., Laffite, F., Scherer, H. H., Katzir, A. (eds.). Proc. SPIE 2327, 1994, s. 76-86.
3. **Keller, U., Hibst, R.:** Experimental studies of the application of the Er YAG laser on dental hard substances II. Light microscopic and SEM investigations. Laser Surg. Med., 9, 1989, s. 345–351.
4. **Li, Z. Z., Code, J. E., Van de Merwe, W. P.:** ErYAG laser ablation of enamel and dentin of human teeth determination of ablation rates at various fluences and pulse repetition rates. Lasers Surg. Med. 12, 1992, s. 625–630.
5. **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.
6. **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.
7. **Dostálová, T., Jelínková, H., Kučerová, H., Krejsa, O., Hamal, K., Kubelka, J., Procházka, S.:** Noncontact Er:YAG laser ablation: Clinical evaluation. J. Clin. Las. Med. and Surg. 16, 1998, s. 273-282.
8. **Matsumoto, K., Nakamura, Y., Mazeki, K., Kimura, Y.:** Clinical dental application of Er:YAG laser for Class V cavity preparation. Joumal of Clinical Laser Medicine and Surgery. 14, 1996, s.123-127.
9. **Pelagalli, J., Gimbel, C. B, Hansen, R. T., Swett, A., Winn, D. W.:** Investigational study of the use of Er:YAG laser versus dental drill for caries removal and cavity preparation-phase I. Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery. I5, 1997, s. 109-115.
10. **Zanin, F., Brugnera, A., Pecora, J. D., Pinheiro, A.:** Souza-campos: Er:YAG laser: clinical experience based upon scientific evidence. Clinical cases. Lasers in Dentistry VII., Proc. SPIE Editors: P. Rechman, D. Fried, T. Henig., 4249, 2001, s. 121–124.
11. **Gondim, E. Jr., Figueiredo Almeida de Gomes, B. P., Ferraz, C. C., Teixeira, F. B., de Souza-Filho, F. J.:** Effect of sonic and ultrasonic retrograde cavity preparation on the integrity of root apices of freshly extracted

stomatologie 3_06 7.6.2006 9:03 Str. 53
proLékaře.cz | 24.11.2026

human teeth: scanning electron microscopy analysis. J. Endod., 28, 2002, s. 646-650.
12. **Liebenberg, W. H.:** Sonysis approx: An innovative additional to the restorative continuum. Pract. Periodont. Aesthec. Dent, 10, 1998, s. 913-922.
13. **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.
14. **Ceballos, L., Toledana, M., Osario, F. R., Tay, F. R., Marschall, G. W.:** Bonding to Er:YAG laser-treatid dentin. J. Dent. Res., 81, 2002, s. 119-122.
15. **Ceballos, L., Osorio, R., Toledano, M., Marshall, G. W.:** Microleakage of composite restorations after acid or Er-YAG laser cavity treatments. Dent. Mater., 17, 2001, s. 340–346.
16. **Aoki, A., Ishikawa, I., Yamada, T., Otsuki, M., Watanabe, H., Tagami, J.:** Comparison between Er:YAG laser and conventional technique for root caries treatment in vitro. J. Dent. Res., 77, 1998, s. 1404-1414.
17. **Jelínková, H.., Dostálová, T., Němec, M., Koranda, P., Šimůnek, P., Miyagi, M. Shi, Y., Matssura Y.:** Laser and ultrasound selective preparation of hard dental tissues. Laser Phys Lett., 3, 2006, 1, s. 43-48.

Prof. MUDr. Taťjana Dostálová, DrSc., MBA
Stomatologická klinika l. LF UK a VFN
Kateřinská 32
121 08 Praha 2



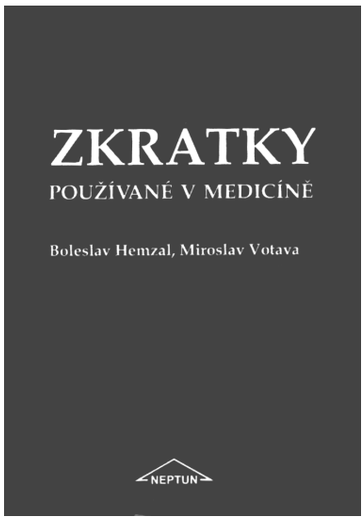
NAŠE ZDRAVOTNICTVÍ A LÉKÁRENSTVÍ V EU

Jaromír Pešek, Jiřina Pavlíková

Příručka je určena pro subjekty působící v oblasti zdravotnictví v období po vstupu ČR do EU. Najdete zde základní informace o EU, přehled vybraných právních předpisů, informace výrobcům, dovozcům, distributorům, a prodejcům zdravotnických prostředků.

Vydala Grada Publishing v roce 2005. ISBN 80-247-1392-6, kat. číslo 3000, A5, brož. vazba, 152 stran, cena 195 Kč.

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



ZKRATKY POUŽÍVANÉ V MEDICÍNĚ

Boleslav Hemzal, Miroslav Votava

Příručka obsahuje thesaurus zkratek používaných v medicíně společně s vysvětlujícími texty, co tyto zkratky znamenají. Tam, kde to bylo zapotřebí uvedli autoři i cizojazyčný originál.

Vydal NEPTUN v roce 2005, ISBN 80-902896-9-X, A5, váz., 120 str., cena 195 Kč.

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