proLékaře.cz | 23.7.2025

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 3,
s. 67–71

Er: YAG kontaktní a nekontaktní laserová preparace kavity s ultrazvukovou aktivací kompozitního materiálu při zhotovení výplně

(Původní práce – experimentální studie)

Er: YAG Laser Contact and Non-Contact Delivery Systems Cavity Preparation and Sonic-Activated Bulk Composite Restoration

(Original Article – Experimental Study)

Jelínková H.[1], Bučková M.[2], Dostálová T.[2], Kašparová M.[2], Šulc J.[1], Němec M.[1], Bradna P.[3]

[1]Stomatologická klinika dětí a dospělých 2. LF UK a FN Motol, Praha
[2]Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT, Praha
[3]UKES 1. LF UK a VFN, Praha

SOUHRN

Úvod a cíl: Cílem studie bylo srovnat účinek laserové ablace v kontaktním a nekontaktním módu a zjistit, jaký vliv mají oba typy preparace na vazbu s ultrazvukově vrstveným materiálem, tedy především jaká je jeho modelovatelnost a jaká vzniká chemická i mechanická vazba u takovéto výplně.
Metody: Parametry erbiového laseru pro kontaktní preparaci byly 250 mJ/pulz, opakovací frekvence 15 Hz, výkon 3,75 W. Pro bezkontaktní laserovou ablaci byly použity následující hodnoty: 600 mJ/pulz, 6 Hz, 3,6 W. Struktura skloviny a dentinu po laserové preparaci byla analyzována v rastrovacím elektronovém mikroskopu. Kavity byly vyplněny ultrazvukem aktivovaným kompozitním materiálem. Chemická a mechanická vazba byla pozorována rastrovacím elektronovým mikroskopem. Penetrační spára byla hodnocena kvantitativně stupněm penetrace barviva metylenové modři. Fischerův exaktní test ($p < 0,05$) byl použit pro statistické vyhodnocení výsledků.
Výsledky: Kontaktní i nekontaktní mód vytváří dobře ohraničené kavity s jasně určeným rozhraním mezi sklovinou, dentinem a kompozitem v rozsahu 5167,31 μm versus 5356,31 μm. V řezech nejsou vidět defekty, ultrazvuková koncovka dobře navrství výplň do kavity. Penetrační spáry viditelné po průniku metylenové modři se pohybují v rozsahu 481,19 μm versus 611,94 μm. Rozdíl mezi oběma technikami není statisticky významný.
Závěr: Kavity preparované laserem v kontaktním módu vyplněné ultrazvukem aktivovaným kompozitním materiálem chrání výplň před vznikem penetrační spáry.

Klíčová slova: ***stomatologie – Er: YAG laser – ultrazvukem aktivovaný kompozitní materiál***

SUMMARY

Introduction: The comparison of tissue quality and its restoration after contact, and non-contact Er: YAG (2940 nm) laser radiation ablation was evaluated.
Methods: Laser setting for contact ablation was 250 mJ/pulse, pulse repetition rate 15 Hz, average power 3.75 W. For non-contact ablation these values were: 600 mJ/pulse, 6 Hz, 3.6 W. Structure of enamel and dentin after laser ablation was analyzed in scanning electron microscope. All cavities were filled by sonic-activated composite resin. Chemical and mechanical bond was observed in scanning electron microscope.

proLékaře.cz | 23.7.2025

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 3,
s. 67–71

Microleakage was assessed quantitatively by the degree of methylene blue dye penetration. Fischer exact test ($p < 0.05$) was used for statistical evaluation.
Results: Contact and non-contact laser treatments prepared similar cavities (5167.31 μm versus 5356.31 μm). Defocusing of non-contact therapy has direct influence on the dye penetration microleakage presence (481.19 μm versus 611.94 μm) but this increase was not statistical significant.
Conclusion: Cavity prepared by contact mode with sonic-activated composite filling protects microleakage formation.

Key words: ***dentistry – Er: YAG laser – sonic activated composite material***

Čes. Stomat., roč. 114, 2014, č. 3, s. 67–71

ÚVOD

Erbiové laserové systémy se dlouhodobě úspěšně používají ve stomatologické praxi. V současnosti se klinicky nejvíce využívají dvě vlnové délky Er: YAG – 2940 nm a Er,Cr: YSGG – 2790 nm. Záření s těmito vlnovými délkami mají vysokou absorpci ve vodě i hydroxyapatitu, a proto ideálně slouží pro tzv. optické vrtání skloviny, dentinu i nekovových výplňových materiálů [1].

Fyzikální podstatou účinku erbiových laserů je přenos laserové energie do tkání, kde dochází k termálnímu a termomechanickému efektu. Energie, která je absorbována ve vodě obsažené v tvrdých zubních tkáních, je přeměněna v teplo, které způsobí odpaření tkáně po dosažení bodu varu vody. Vzniklý tlak působí na okolní tkáně a formou mikroexploze jsou odpařeny okolní tvrdé zubní tkáně – termomechanický efekt, druhý mechanismus erbiového laseru odstraní explozí vody uvolněnou sklovinu i dentin. K této situaci dochází pod bodem tavení skloviny (1620 °C). Vzniklá akustická šoková vlna vymrští velké množství minerální tkáně z kavity [3]. Během laserové ablace je zub ochlazován vodním sprejem, který čistí jeho povrch, tak aby nebylo poškozeno nepreparované okolí. Zároveň sprej odstraňuje zbytky uvolněné tkáně z kavity [4].

Laserové záření je navedeno k budoucí kavitě pomocí artikulačního ramene, speciálního vlákna nebo vlnovodu. Koncovka tohoto zařízení (safírový hrot nebo čočka s ochrannou deskou) pracuje v kontaktním nebo nekontaktním módu. Safírový hrot se v kontaktu se zubní tkání pohybuje velmi podobně jako zubní vrtačka. Nekontaktní způsob vede koncovku několik milimetrů od povrchu zubu a naváděcí paprsek (obvykle helium-neonový laser s vlnovou délkou 633 nm) ukazuje přesné místo preparace. Výhodou je, že ošetřující lékař může velikost hustoty dopadající energie na tkáň zvětšovat nebo zmenšovat změnou vzdálenosti koncovky od místa preparace (dochází tím ke změně průměru stopy laserového záření) [5].

Při srovnání povrchu kavity vzniklé klasickým vrtáním a laserovou ablací se často diskutuje o nižší vazbě kompozitních materiálů ke stěnám kavity [6, 7]. Prokázalo se však, že možná penetrační spára je v případě laserové ablace menší než při klasické přípravě výplně [8]. Je obecně známo, že celý proces přípravy kompozitní výplně záleží na adhezivní vrstvě i na nanášení vlastního kompozitu. Celý proces je časově i technicky náročný. Z tohoto důvodu se v posledních letech objevily nové typy materiálů, které za podpory ultrazvukového násadce umožňují zjednodušení a urychlení pracovního postupu. Měla by se zlepšit zatékavost materiálu, snížit množství aplikovaných vrstev a zesílit chemická vazba k tvrdým zubním tkáním v postranním úseku chrupu.

Představitelem této výplně nového typu je ultrazvukem aktivovaný kompozitní materiál SonicFill (Kerr–Spofa Dental a. s., ČR), který je vhodný pro použití u výplní v postranním úseku chrupu. Má vysokou viskozitu a opacitu, vyrábí se však pouze ve třech odstínech (A1, A2 a A3), hloubka polymerace je až 5 mm, ultrazvuková podpora brání kontrakci materiálu. Materiál je nanášen speciální špičkou z kapsle, kavita se plní ode dna, materiál ultrazvukem zkapalní na 87 % obvyklé viskozity. Po nanesení materiálu se jeho viskozita zvýší a lze ho modelovat před vlastní polymerací polymerační lampou [9].

Cílem naší studie bylo srovnat účinek laserové ablace v kontaktním a nekontaktním módu a zjistit, jaký vliv mají oba typy preparace na vazbu s ultrazvukově vrstveným materiálem, tedy především jaká je jeho modelovatelnost a jaká vzniká chemická vazba u takovéto výplně.

MATERIÁL A METODY

Popis laserového přístroje

Ve studii jsme používali Key III laserový systém (KaVo Dental GmbH, SRN) s vlnovou délkou 2940 nm,

proLékaře.cz | 23.7.2025

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 3,
s. 67–71

Tab. 1 Parametry Er: YAG laseru

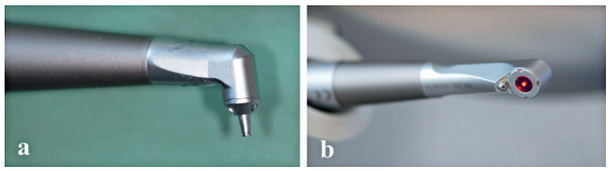
Laser	Er: YAG kontaktně	Er: YAG nekontaktně
Vlnová délka	2940 nm	2940 nm
Interakční energie pulzu	250 mJ	600 mJ
Střední výkon	3,75 W	3,6 W
Délka pulzu	250 µs	250 µs
Opakovací frekvence	15 Hz	6 Hz
Průměr laserového svazku	0,63 mm	0,63 mm
Hustota energie	80 J/cm²	192 J/cm²

průměrem laserového svazku 0,63 mm. Laserové parametry pro kontaktní preparaci byly: energie 250 mJ/pulz; opakovací frekvence 15 Hz; střední výkon 3,75 W; pro nekontaktní mód byly tyto hodnoty: 600 mJ/pulz, 6 Hz a 3,6 W (tab. 1). Laserové záření bylo vedeno nekontaktní koncovkou 2060 a kontaktní koncovkou 2063 se safírovým hrotem 1,1 mm (obr. 1). Sestava byla chlazena vodním sprejem (1 ml/min).

Příprava kavit a výplní

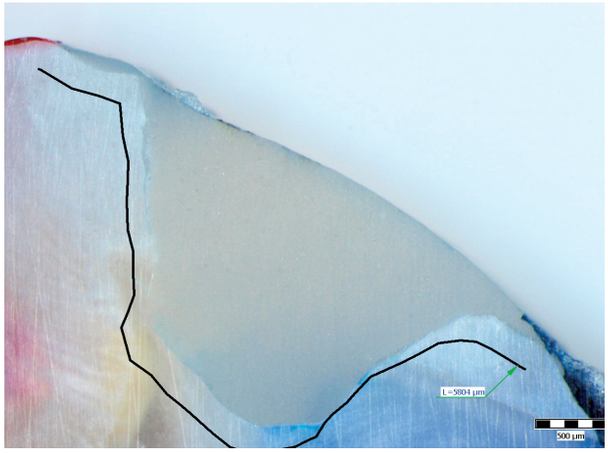
Do pokusu jsme zařadili 30 třetích molárů extrahovaných mladým pacientům z ortodontických důvodů. Po vytržení jsme je ponořili do 0,9% fyziologického roztoku při teplotě 37 °C. Do bukálních ploch jsme vypreparovali erbiovým zářením s kontaktní nebo nekontaktní koncovkou kavity o průměru 5 × 5 mm (obr. 2). Vzniklé dutiny jsme vypláchli vodou a zhotovili jsme jejich fotografie ve stereomikroskopu Nikon SMZ-2T (Nikon Instruments, Japonsko). Nanesli jsme jednosložkový adhezivní systém (OptiBond® All-In-One, Kerr, USA) a po 20 sekundách jsme ho ozářili polymerační lampou po dobu 10 sekund. Koncovku SonicFill tip (1,5 mm) jsme vložili na dno kavity a postupně jsme ji vyplnili kompozitním materiálem SonicFill, Kerr, který jsme také polymerovali polymerační lampou Elipar Freelight 2 (3M ESPE, SRN) podle návodu výrobce.

Zuby s hotovými výplněmi jsme ponořili na 48 hodin do roztoku chloraminu a rozdělili jsme je do dvou skupin. U první jsme posuzovali vazbu skloviny a kompozitu v elektronovém rastrovacím mikroskopu JSM 5510 LV Jeol Ltd., (Japonsko). Dvacet zubů bylo kromě okének s výplněmi poryto lakem a byly ponořeny do roztoku metylenové modři na 24 hodin při 37 °C. Každá výplň byla rozřezána čtyřmi řezy (pila Isomet, Buehler, GmbH, SRN). Ve stereomikroskopu Nikon jsme potom analyzovali průběh spojení skloviny, dentinu a kompozitního materiálu a sledovali jsme přítomnost a rozsah penetrační spáry (obr. 3, 4). Pro statistické vyhodnocení jsme použili Fisherův exaktní test ($p < 0,05$).

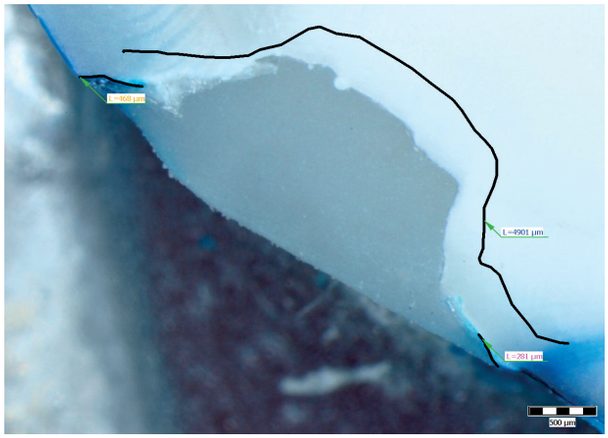


Obr. 1 Er: YAG-laser – koncovka 2063 a 2060 pro kontaktní a nekontaktní preparaci

Obr. 2 Preparace kavity u moláru



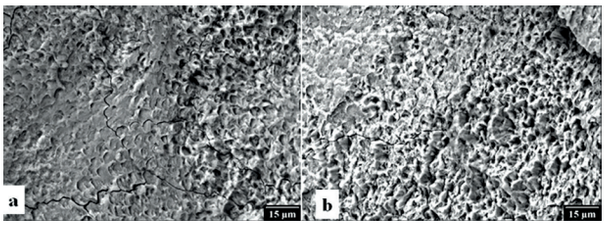
Obr. 3 Řez výplní bez preparační štěrbiny



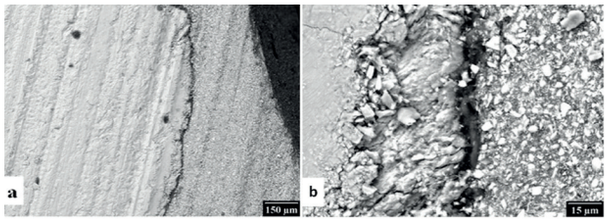
Obr. 4 Řez výplní s penetrační spárou ve sklovině

proLékaře.cz | 23.7.2025

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 3,
s. 67–71



Obr. 5 Povrch skloviny po kontaktní (a) a nekontaktní (b) laserové preparaci v elektronovém rastrovacím mikroskopu



Obr. 6 Vazba mezi sklovinou a kompozitní výplní při kontaktní preparaci (a) v elektronovém rastrovacím mikroskopu; (b) – detail z (a)

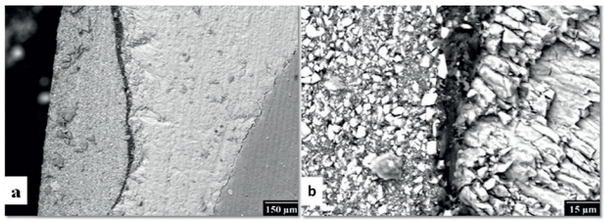
VÝSLEDKY

Kontaktní preparace je rychlá a přesná, dno kavity je v elektronovém rastrovacím mikroskopu hladké bez smear layer. Ve sklovině vidíme nepoškozená sklovinná prizmata (obr. 5a). Mírná defokusace svazku laserového záření při vedení nekontaktní koncovky vytváří nerovnou plochu kavity s mírnými podsekřivinami (obr. 5b). V elektronovém rastrovacím mikroskopu vidíme dále v řezu pevné spojení mezi sklovinou a kompozitním materiálem (obr. 6, 7).

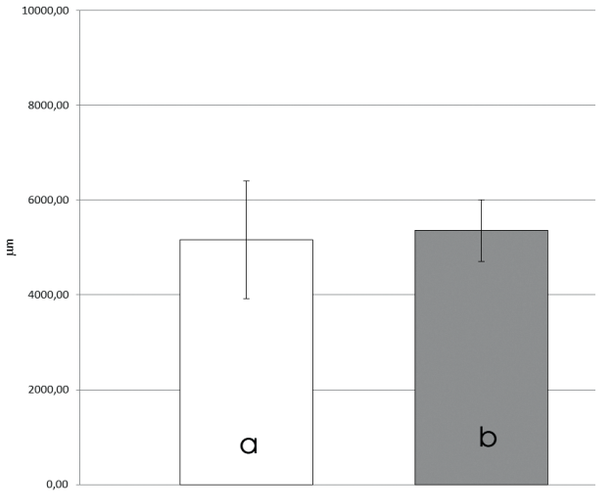
Kontaktní i nekontaktní mód vytváří dobře ohraničené kavity s jasně určeným rozhraním mezi sklovinou, dentinem a kompozitem v rozsahu 5167,31 µm versus 5356,31 µm (obr. 8). V řezech nejsou vidět defekty, ultrazvuková koncovka dobře navrství výplň do kavity. Penetrační spáry viditelné po průniku metylenové modři se pohybují v rozsahu 481,19 µm versus 611,94 µm (obr. 9). Rozdíl mezi oběma technikami není statisticky významný.

DISKUSE A ZÁVĚRY

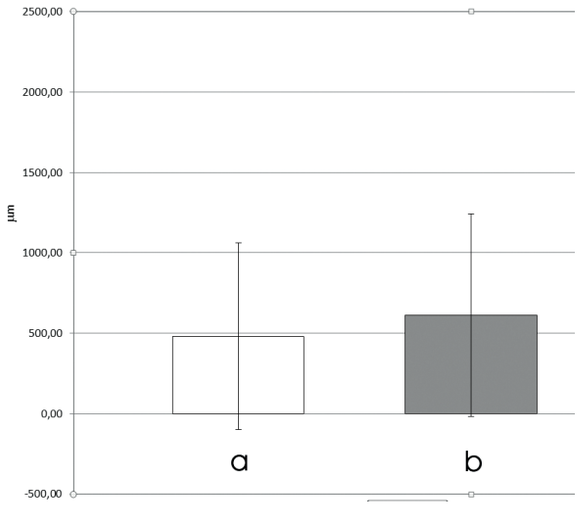
Laserová preparace skloviny a dentinu má jiné vlastnosti než preparace s klasickou zubní koncovkou s vrtáčkem [7]. Prokázali jsme, že kavity jsou hladké, dobře ohraničené, kontaktní preparace podobná klasickému zubnímu vrtání je přesnější bez přítomnosti smear layer. Dobře formovaná sklovinná prizmata zajišťují dobrou chemickou vazbu s kompozitem.



Obr. 7 Vazba mezi sklovinou a kompozitní výplní při nekontaktní preparaci (a) v elektronovém rastrovacím mikroskopu; (b) – detail z (a)



Obr. 8 Rozhraní mezi sklovinou, dentinem a kompozitním materiálem; preparace kontaktní (a), nekontaktní (b)



Obr. 9 Délka penetrační spáry v µm; preparace kontaktní (a), nekontaktní (b)

Důležitá je volba optimálního nastavení laserového systému [10] a jeho chlazení [14].

proLékaře.cz | 23.7.2025

ČESKÁ STOMATOLOGIE
ročník 114,
2014, 3,
s. 67–71

Z literatury [6] je známo, že adhezivní systémy „all in one“ mají statisticky lepší vazbu s laserově preparovanou kavitou oproti konvenčnímu postupu. Dále jsme prokázali, že tento postup se ještě zlepší použitím ultrazvukové aplikace kompozitního materiálu. Bohužel ani tento postup nás nechrání před vznikem malých penetračních spár ve sklovině, které jsou nebezpečím pro každou zhotovenou kompozitní výplň.

Naše studie prokázala, že za podpory ultrazvukového násadce lze zjednodušit aplikaci, a snížit tak množství nanesených vrstev kompozitního materiálu. Je zřejmé, že tímto postupem se zlepšila i chemická vazba ke sklovině i dentinu v postranním úseku chrupu.

LITERATURA

1. **Diaci, J., Gaspirc, B.:** Comparison of Er:YAG and Er,Cr:YSGG lasers used in dentistry. J. Laser Health Academy, roč. 1, 2012, č. 1, s. 1–13, www.laserandhealth.com.
2. **De Moor, R. J., Delmé, K. I.:** Laser-assisted cavity preparation and adhesion to erbium-lased tooth structure: part 1. Laser-assisted cavity preparation. J. Adhes. Dent., roč. 11, 2009, č. 6, s. 427–438.
3. **Dostalova, T., Jelinkova, H.:** Lasers in dentistry: overview and perspectives. Photomedicine and Laser Surgery, roč. 31, 2013, č. 4, s. 147–149.
4. **Kim, M. E., Jeoung, D. J., Kim, K. S.:** Effects of water flow on dental hard tissue ablation using Er:YAG laser. J. Clin. Laser Med. Surg., roč. 21, 2003, č. 3, s. 139–144,.
5. **Buckova, M., Kasparova, M., Dostalova, T., Jelinkova, H., Sulc, J., Nemec, M., Fibrich, M., Bradna, P., Miyagi, M.:** Er:YAG and CTH:YAG laser radiation: contact versus non-contact enamel ablation and sonic-activated bulk composite placement. Laser Physics., roč. 23, 2013, č. 5, Article Number: 055605.
6. **Ferreira, L. S., Apel, C., Francci, C., Simoes, A., Eduardo, C. P., Gutknecht, N.:** Influence of etching time on bond strength in dentin irradiated with erbium lasers. Lasers Med. Sci., roč. 25, 2010, č. 6, s. 849–854.
7. **Baghalian, A., Nakhjavani, Y. B., Hooshmand, T., Motahhary, P., Bahramian, H.:** Microleakage of Er:YAG laser and dental bur prepared cavities in primary teeth. Lasers Med. Sci., roč. 28, 2013, č. 6, s. 1453–1460.
8. **Obeidi, M. S., McCracken, P. R., Liu, M. S., Litaker, P., Beck, P., Rahemtulla, F.** Enhancement of bonding to enamel and dentin prepared by Er,Cr:YSGG laser. Lasers Surg. Med., roč. 41, 2009, č. 6, s. 454–462.
9. **DENTSPLY Caulk.** SureFil SDR Flow Technical Product Profile. Clinician Information CD, October 2010.
10. **De Moor, R. J., Delme, K. I.:** Laser-assisted cavity preparation and adhesion to erbium lased tooth structure: part 2. present--day adhesion to erbium-lased tooth structure in permanent teeth. J. Adhes. Dent., roč. 12, 2010, č. 2, s. 91–102.

Studie vznikla za podpory projektu IGA MZČR NT13351-4, Prvouk 28, RVO 68407700 a 00064203 (FN Motol).

Korespondující autorka
Prof. MUDr. Tatjana Dostálová, DrSc., MBA
Stomatologická klinika dětí a dospělých
2. LF UK a FN Motol
V Úvalu 84
150 00 Praha 5
e-mail: tatjana.dostalova@fnmotol.cz