

1/2025

ročník 125

ČESKÁ STOMATOLOGIE

A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ

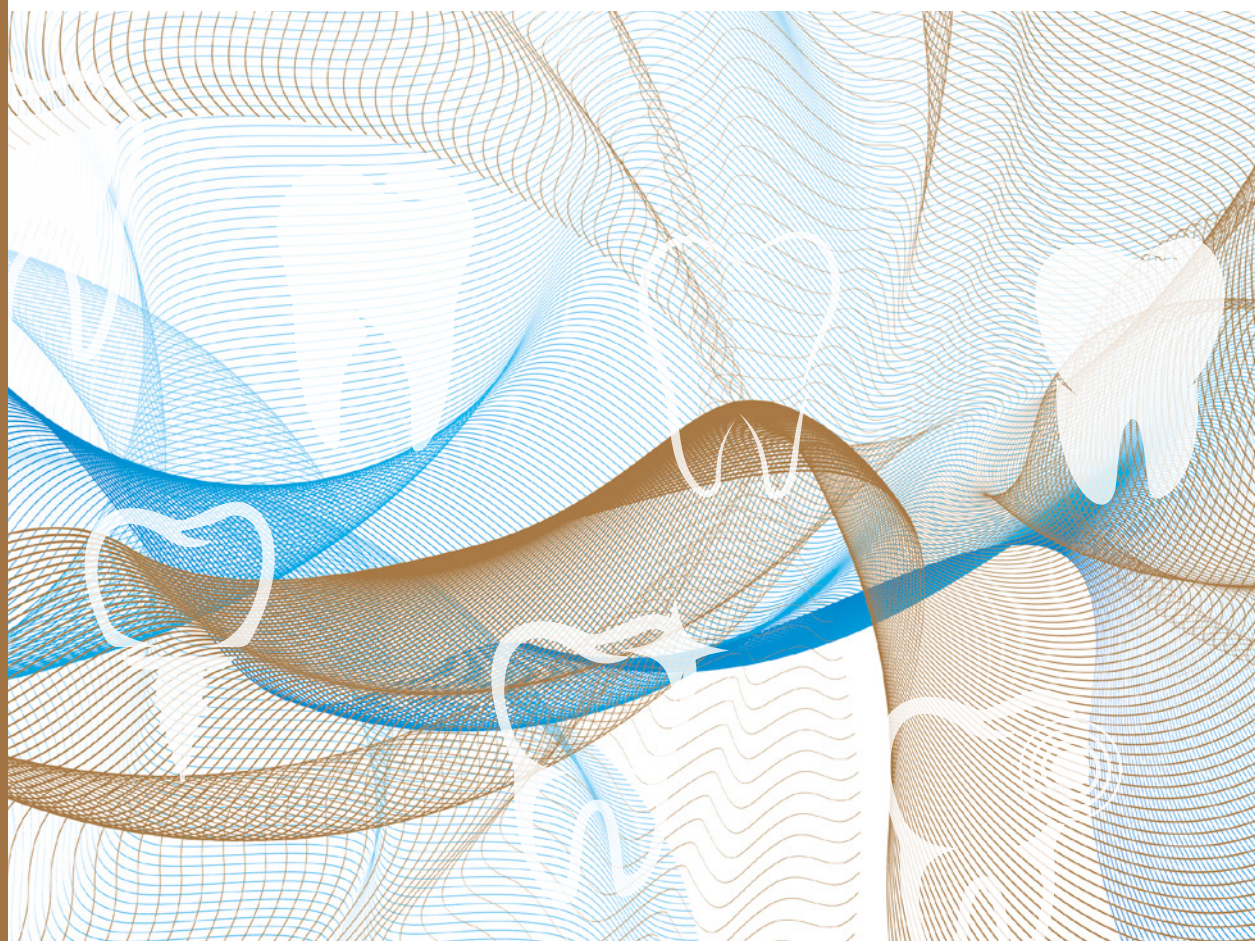
CZECH DENTAL JOURNAL



RECENZOVANÝ ČASOPIS / PEER-REVIEWED JOURNAL

Indexováno: Bibliographia medica Českoslovacca, EBSCO Academic Search Complete,
Seznam recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR, DOAJ, Bibliovigilance

ISSN 1213-0613 (Print), ISSN 1805-4471 (Online)



Endogenně produkovaná chemiluminiscence vnitřních a povrchových
struktur zubu: pilotní studie
*Endogenously produced chemiluminiscence of inner and outer tooth
structures: a pilot study*

Principy intraorálních skenerů a měření jejich přesnosti
Principles of intraoral scanners and measurement of their accuracy

Orální medicína – nový vzdělávací obor ve stomatologii



PRAŽSKÉ DENTÁLNÍ DNY

28. ročník mezinárodního kongresu Pražské dentální dny

10. – 11. 10. 2025

PVA Expo Praha, Praha–Letňany

Kongres PDD se koná společně s veletrhem Pragodent 2025.

Česká stomatologická komora v současnosti připravuje podrobný program přednášek, které opět budou probíhat v jednotlivých tematických blocích.

Konkrétní informace budou průběžně zveřejňovány na www.dent.cz, na Facebooku a v časopisu LKS.

PRAGUE DENTAL DAYS

ČASOPIS ČESKÁ STOMATOLOGIE A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ CZECH DENTAL JOURNAL

Web cspzl.dent.cz

Online verzi časopisu ČSPZL můžete sledovat na nové webové stránce **cspzl.dent.cz**, která je volně přístupná všem uživatelům v režimu open access. Vedle článků z aktuálně vydaných čísel jsou zde zveřejněny informace o časopisu a archiv článků od roku 1998. Webová stránka je v českém a anglickém jazyce.

Redakční systém

Součástí webu **cspzl.dent.cz** je redakční systém, který umožňuje kompletní vedení recenzního řízení rukopisů od vložení autory až po přijetí článku a přípravu k sazbě. Veškerá tato agenda je zaznamenávána a archivována pro případné budoucí potřeby.

Články pro časopis ČSPZL je tedy nyní možné nabídnout redakci výhradně formou vložení rukopisu do redakčního systému na webu cspzl.dent.cz (na horní modré liště složka „Vložit rukopis“).

Podmínky pro publikaci

Nové Podmínky pro publikaci v časopisu Česká stomatologie a praktické zubní lékařství (ČSPZL) / Czech Dental Journal **platné od 1. 1. 2024** byly zveřejněny v ČSPZL č. 4/2023 a jsou ve formátu PDF k dispozici na **cspzl.dent.cz** (**Pro autory a recenzenty**). Obsahují licenční ujednání mezi autorem a vydavatelem, pravidla a pokyny pro autory, kterými je nezbytné se řídit.

ČESKÁ STOMATOLOGIE A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ CZECH DENTAL JOURNAL

ročník 125, březen 2025, č. 1

První číslo vyšlo v roce 1900

ŠÉFREDAKTOR

MUDr. Martin Kapitán, Ph.D.

ZÁSTUPKYNĚ ŠÉFREDAKTORA

PhDr. Iva Žáková

ČLENOVÉ REDAKČNÍ RADY

doc. MUDr. Pavlína Černochová, Ph.D.

MUDr. Simona Dianišková, Ph.D., MPH (SR)

prof. MUDr. Tatjana Dostálová, DrSc., MBA

prof. MUDr. Jana Dušková, DrSc., MBA

prof. dr. Steven P. Engebretson (USA)

dr. Hans-Rainer Fischer (SRN)

doc. MUDr. et MUDr. Lukáš Hauer, Ph.D.

MUDr. Robert Houba, Ph.D.

MUDr. Ladislav Korábek, CSc., MBA

doc. RNDr. Petra Bořilová Linhartová, Ph.D.

prof. MUDr. Vlasta Merglová, CSc.

stomatolog Yuliya Morozova, Ph.D.

doc. MUDr. Luděk Peřinka, CSc.

prof. dr. sc. Ivana Brekalo Pršo, dr. med. dent. (Chorvatsko)

prof. MUDr. Antonín Šimůnek, CSc.

doc. MUDr. Roman Šmucler, CSc.

doc. MUDr. Jan Veverka, CSc.

doc. MUDr. Antonín Zicha, CSc.

EDITOR WEBU

MDDr. Antonín Tichý, Ph.D. et Ph.D.

OBSAH

Zpráva ze zasedání redakční rady ČSPZL a informace o činnosti časopisu v roce 2024	2
Kapitán M.	
In memoriam MUDr. Jiří Pekárek	3
Redakce	
Stomatologická společnost ČLS JEP v roce 2024 – výroční zpráva o činnosti	4
Slezák R.	
Endogenně produkovaná chemiluminiscence vnitřních a povrchových struktur zubu: pilotní studie	5
<i>Endogenously produced chemiluminescence of inner and outer tooth structures: a pilot study</i>	
Beneš P., Poplová M., Jirásek P., Havelka D., Cífra M., Vacek J.	
Březen patří akcím projektu SDUZ 2025	12
Redakce	
Principy intraorálních skenerů a měření jejich přesnosti	13
<i>Principles of intraoral scanners and measurement of their accuracy</i>	
Hyšpler P., Dostálová T.	
FDI Young Dentists Forum 2025	22
Kancelář ČSK	
Orální medicína – nový vzdělávací obor ve stomatologii	23
Slezák R.	



Vážené čtenářky,
vážení čtenáři,

vstup do nového roku bývá obdobím nových začátků, výzev i příležitostí. Mnozí z nás si s prvním lednovým dnem kladou novoroční předsevzetí – ať už profesní, či osobní. Vědecká práce i klinická praxe zubních lékařů se ne-

ustále vyvíjejí a s tím přichází i potřeba neustálého vzdělávání, inovací a kritického přístupu k novým poznatkům. Věřím, že i v roce 2025 vám bude časopis Česká stomatologie a praktické zubní lékařství cenným průvodcem na této cestě.

V aktuálním čísle vám přinášíme dva významné odborné příspěvky, které reflektují jak základní výzkum s perspektivou budoucího využití, tak kritické hodnocení moderních technologií již zavedených do praxe. První článek se věnuje tématu endogenně produkované chemiluminiscence vnitřních a povrchových struktur zubu, která potenciálně otevírá nové možnosti pro diagnostiku i další výzkum v oblasti biochemie zubních tkání. Druhý článek analyzuje principy intraorálních skenerů a metody měření jejich přesnosti, čímž poskytuje komplexní pohled na současný stav této oblasti digitální stomatologie a jejího vývoje.

Přeji vám inspirativní a obohacující počtení.

MUDr. Martin Kapitán, Ph.D.

šéfredaktor

Uzávěrka čísla: 26. 2. 2025. **Datum vydání:** 10. 3. 2025.

Místo vydání: Praha. **Vydavatel:** Česká stomatologická komora, Slavojská 22, Praha 2, PSČ 128 00, IČO: 00224286.

Náklad: 500 výtisků. **Vychází jako recenzovaný odborný časopis 4x ročně.** ISSN 1213-0613 (Print); ISSN 1805-4471 (Online). Evidenční číslo Ministerstva kultury ČR: MK ČR E 102. **Indexováno:** Bibliographia medica Československa; EBSCO Academic Search Complete; Seznam recenzovaných neimpaktovaných periodik Rady pro výzkum, vývoj a inovace Úřadu vlády ČR; DOAJ, Bibliovigilance.

Adresa redakce: ČSK, Slavojská 22, 128 00 Praha 2, +420 234 709 625, csk@dent.cz, www.dent.cz.

Redaktorka: Mgr. Stanislava Beranová.

Sekretariát redakce a předplatné: Ing. Jolana Kunrtová, tel.: +420 234 709 630, kunrtova@dent.cz.

Inzerce: Ing. Renáta Ildžová, tel.: +420 603 825 154, ildzova@dent.cz.

Grafický design a sazba: RoonSwenson, s. r. o.

Výroba: Helma Beta, spol. s r. o. **Distribuce:** Česká pošta, s. p.

Fotografie: Archiv autorů odborných sdělení (s. 5–11, s. 13–22); Archiv ČSK (s. 12); Ladislav Šolc (s. 1, 2, 3).

Elektronická verze ČSPZL, včetně podmínek pro publikaci: <https://cspzl.dent.cz> a www.prolekare.cz

ZPRÁVA ZE ZASEDÁNÍ REDAKČNÍ RADY ČSPZL A INFORMACE O ČINNOSTI ČASOPISU V ROCE 2024

Dne 21. 2. 2025 proběhlo pravidelné zasedání redakční rady časopisu Česká stomatologie a praktické zubní lékařství (ČSPZL) / Czech Dental Journal. Členové redakční rady uctili minutou ticha památku nedávno zesnulého zakladatele a dlouhodobého prezidenta České stomatologické komory MUDr. Jiřího Pekárka. Následovalo blahopřání členovi redakční rady dr. Hansi-Rainerovi Fischerovi k blížícímu se životnímu jubileu.



Zasedání dne 21. 2. 2025 se zúčastnila většina členů redakční rady a redakce ČSPZL osobně nebo online.

Šéfredaktor v úvodním slovu poděkoval všem členům redakční rady za jejich práci v uplynulém roce, zejména za přípravu na přihlášení časopisu do Directory of Open Access Journals (DOAJ), vedení recenzního řízení, posuzování rukopisů a aktivní zapojení do procesu oslovování recenzentů. Zvláštní poděkování bylo věnováno autorům a recenzentům, kteří přispěli k odborné úrovni časopisu.

V roce 2024 došlo ke stabilizaci redakčního workflow. Mgr. Věra Tautová, DiS., se plně začlenila do procesu zpracování rukopisů, při kterém dohlíží zejména na anglicky psané části, Mgr. Stanislava Beranová zajišťuje jazykovou korekturu a technickou přípravu rukopisů před sazbou, PhDr. Iva Žáková se věnuje uspořádání jednotlivých čísel, připravuje ostatní informativní texty a komunikuje s tiskárnou a MDDr. Antonín Tichý, Ph.D. et Ph.D., je odpovědný za zveřejňování článků na webových stránkách časopisu. Šéfredaktor MUDr. Martin Kapitán, Ph.D., přebírá došlé rukopisy, posuzuje je, oslovuje recenzenty, vede recenzní řízení a na základě posudků recenzentů rozhoduje o přijetí či zamítnutí rukopisu. Dále připravuje

rukopisy k jazykové korektuře a kontroluje finální verze rukopisů před sazbou. Členové redakčního týmu provádějí korektury zkompletovaných čísel před publikací a tiskem.

Do posuzování rukopisů a recenzního řízení již byly plně integrovány nové podmínky pro publikaci platné od 1. 1. 2024, které zpřísnily obsahové i formální požadavky na články – zahrnují např. problematiku užití umělé inteligence, podílu autorů na publikaci a uvádění zdrojů převzatých obrázků.

Časopis byl úspěšně přijat do databáze DOAJ, což zvyšuje jeho mezinárodní viditelnost. Zároveň byla navázána spolupráce s databází Bibliovigilance. Pokračují snahy o další internacionalizaci časopisu. V roce 2024 byl publikován jeden článek zahraničních autorů v angličtině a redakční rada byla rozšířena o novou členku ze zahraničí.

Celková situace ohledně počtu obdržených rukopisů se oproti předchozímu roku mírně zlepšila, přesto zůstává otázka stabilního přísunu kvalitních příspěvků klíčová. Redakční rada proto diskutovala návrhy na zvýšení počtu rukopisů, včetně možnosti každoročního příspěvku alespoň jednoho rukopisu z každé kliniky.

Redakční rada se bude nadále soustředit na běžnou agendu recenzního řízení a zajištění kontinuity vedení redakce. Diskutovány byly kroky vedoucí k podání žádosti o zařazení časopisu do databáze Scopus, přičemž je třeba pečlivě zhodnotit splnění všech podmínek. Závěrem byla zdůrazněna nutnost pokračování aktivní spolupráce v rámci redakční rady a součinnosti členů při získávání nových kvalitních rukopisů.

MUDr. Martin Kapitán, Ph.D.
šéfredaktor



Blahopřání k významnému životnímu jubileu patřilo dr. Hansi-Rainerovi Fischerovi (SRN), který je spolehlivým a aktivním členem redakční rady ČSPZL od roku 2019.

IN MEMORIAM MUDR. JIŘÍ PEKÁREK

Zakladatel České stomatologické komory MUDr. Jiří Pekárek zemřel po dlouhé nemoci dne 15. 2. 2025 ve věku 72 let. V čele Komory jako její prezident stál v letech 1991–2009, tedy plných osmnáct let.



MUDr. Jiří Pekárek
(19. 7. 1952 – 15. 2. 2025)

MUDr. Jiří Pekárek se narodil v Praze. Vystudoval lékařskou fakultu v Olomouci, promoval v roce 1976. Čtrnáct let pracoval na pražské Dětské stomatologické klinice 2. LF UK a FN Motol. V letech 1990–1995 vedl Stomatologickou kliniku 3. LF UK a FNKV Praha. V roce 2008 založil jedno z největších stomatologických zařízení pro dětskou stomatologii v ČR, které registruje kolem 15 000 dětských pacientů. Pedostomatologii a prevenci věnoval většinu své profesní dráhy.

V roce 1989 byl jedním ze zakladatelů Občanského fóra pracovníků ve stomatologii a vedoucí osobností nově vznikající stavovské organizace zubních lékařů. V letech 1990–1991 stál v čele Lékařské komory stomatologů (LKS), poté od září 1991 až do září roku 2009, tedy plných osmnáct let, byl prezidentem České stomatologické komory (ČSK). Zasloužil se o vybudování Komory jako uznávané profesní organizace na domácí i zahraniční půdě, jako organizačního, vzdělávacího a společenského centra zubních lékařů. Jako člen redakční rady komorového stavovského a odborného měsíčníku LKS v letech 1992–2009 významně přispěl k rozvoji časopisu, který byl v roce 2009 oficiálně uznán recenzovaným periodikem.

Je nositelem čestného titulu **Osobnost české stomatologie**, který mu ČSK udělila v roce 2021. Vždy bude patřit k těm, na které se nezapomíná – nejen v historii české stomatologie, ale především v našich srdcích.

Životní pouť prezidenta-zakladatele se uzavřela.

Čest jeho památce!

Česká stomatologická komora

25.–29. 3. 2025
KOLÍN NAD RÝNEM

Česká stomatologická komora bude na veletrhu IDS 2025 prezentovat **Světový kongres FDI 2026, který se uskuteční v Praze ve dnech 5.–9. 9. 2026.**

Prezentace ČSK bude součástí stánku vystavovatele **BDIZ EDI** – Bundesverband der implantologisch tätigen Zahnärzte in Europa e.V. (Hall 11.2).

Kancelář ČSK



STOMATOLOGICKÁ SPOLEČNOST ČLS JEP V ROCE 2024 – VÝROČNÍ ZPRÁVA O ČINNOSTI

**Výbor Stomatologické společnosti ČLS JEP pracoval v roce 2024 v nezměněném složení
(R. Slezák – předseda, J. Dušková – místopředsedkyně, L. Izakovičová Hollá, V. Radochová, J. Borovec).**

Stav členské základy:

- Databáze členů společnosti uvádí ke dni 13. 1. 2025 celkem 120 aktivních záznamů/platících členů.
- Noví členové v roce 2023 – MUDr. J. Myšák, MDDr. J. Schmidt, Ph.D.
- Noví členové v roce 2024 – Mgr. M. Česneková, MDDr. I. Gor, MUDr. J. Liška, Ph.D., MDDr. D. Sojka.

Výbor společnosti byl dotazován či jinak kontaktován cestou sekretariátu ČLS JEP celkem ve 27 různých záležitostech, z nichž uvádíme v této zprávě pouze některé, významnější aktivity:

- Žádost o Čestné členství ČLS JEP pro prof. MUDr. J. Kiliana, DrSc., emeritního přednostu Stomatologické kliniky LFP a FN Plzeň, a její zdůvodnění; žádosti bylo vyhověno.
- Přijímací agenda nových členů společnosti.
- Návrh vyhlášky, kterou se mění vyhláška č. 236/2015 Sb., o stanovení podmínek pro předepisování, přípravu, distribuci, výdej a používání individuálně připravovaných léčivých přípravků s obsahem konopí pro léčebné použití.
- Účast zástupce Společnosti při jednání na MZ ČR týkajícího se dětské stomatologie 17. 4. 2024, s účastí zástupců MZ ČR, VZP, ČSK, ČSDS.
- Návrh novelizace vyhlášky č. 277/2004 Sb., o stanovení zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel.
- Potvrzení odborné záštity světového kongresu rozštěpové nadace *International Cleft Lip and Palate Foundation* v Praze roku 2026 (www.cleft2026.org).
- Odpověď pro rekrutační dotazník týkající se současného stavu paliativní péče v ČR 21. 11. a přípravy projektu Standardizace paliativní péče do roku 2035.
- Připomínky k návrhu vyhlášky o telemedicínských zdravotních službách MZ ČR.
- Informace o hospodaření společnosti v roce 2023 (pozn. – trvá záporný zůstatek).
- Rámcový ekonomický plán na rok 2025, včetně změny výše členských příspěvků pro Stomatologickou společnost ČLS JEP (pozn. – příspěvek pro ČLS JEP zůstává nezměněn).

Odborné aktivity realizované se spoluúčastí společnosti:

- Konference Rozštěpy 2024, Praha 23. 2. 2024 (společně s 3. LF UK a ČOS).
- Den výzkumných prací 2024, Praha 7. 6. 2024 (společně s 1. LF UK).
- XXVIII. Sazamův den, Hradec Králové 13. 11. 2024 (společně s LF HK UK).
- Večer profesora Jiřího Mazánka, Praha 21. 11. 2024 (společně s 1. LF UK).

Odborné aktivity plánované v roce 2025:

- Stomatologická konference 1. LF UK – 13. 5. 2025, Praha, společně s 1. LF UK.
- Den výzkumných prací 2025 – červen 2025, Praha, společně s 1. LF UK.
- XXIX. Sazamův den – 5. 11. 2025, Hradec Králové, společně s LF HK UK.
- Stomatologická konference – podzim 2025, Praha, společně s ČSPS.

Nesplněné aktivity:

- Valná hromada členské základny.
- Webové stránky společnosti.

Za výbor Stomatologické společnosti ČLS JEP
doc. MUDr. Radovan Slezák, CSc.
předseda



ENDOGENNĚ PRODUKOVANÁ CHEMILUMINISCENCE VNITŘNÍCH A POVRCHOVÝCH STRUKTUR ZUBU: PILOTNÍ STUDIE

Původní práce

ENDOGENOUSLY PRODUCED CHEMILUMINESCENCE OF INNER AND OUTER TOOTH STRUCTURES: A PILOT STUDY

Original article

Beneš P.^{1,2,*}, Poplová M.³, Jirásek P.^{1,2}, Havelka D.³, Cifra M.³, Vacek J.⁴

¹Klinika zubního lékařství, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

²Klinika zubního lékařství, Fakultní nemocnice Olomouc

³Výzkumný tým Bioelektrodynamika, Ústav fotoniky a elektroniky, Akademie věd ČR, v. v. i., Praha

⁴Ústav lékařské chemie a biochemie, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

*Korespondující autor

SOUHRN

Úvod: V důsledku metabolických dějů dochází v živých strukturách k endogenní produkci chemiluminiscence, kterou také označujeme jako biologickou autochemiluminiscenci (BAL). Generování BAL je úzce spojeno s oxidačními procesy, tvorbou volných radikálů a obecně oxidačně-redukční homeostázou zkoumaného biologického materiálu. BAL byla již dříve studována v savčích buněčných modelech a tkáních. Doposud ovšem nebyl tento jev popsán v případě struktur zubní tkáně. Kromě endogenně generované BAL lze BAL indukovat i exogenně, a to jak fyzikálními (UV záření, mechanické poškození, teplo), tak i chemickými (oxidační činidla, např. H_2O_2) a biotickými (patogeny) faktory.

Metodika: V předložené práci byla zkoumána endogenně produkovaná i exogenně indukovaná BAL v povrchových a vnitřních strukturách semiretinovaných a retinovaných třetích molárů, které byly indikovány k extrakci zubním lékařem pro jejich nevhodné uložení v čelisti u dvou pacientů (žena, 21 let, muž, 22 let). Detekce BAL byla provedena po mechanickém odstranění zubního plaku rotačním kartáčkem. Pomocí piezoelektrické pily byly připraveny podélné řezy vedené tak, aby došlo k odhalení všech vnitřních částí zubu. Takto připravené vzorky – celého vnitřního řezu a vnější části celého zubu – byly podrobeny detekci BAL ve světlotěsné komoře za použití fotonásobičového modulu. Následně byly vzorky ošetřeny roztokem oxidačního činidla 3% H_2O_2 a redukčního činidla 10 mM TCEP (tris(karboxyethyl)fosfin).

Výsledek: U obou vzorků zubu bylo prokázáno, že produkuje BAL. Produkce endogenní chemiluminiscence byla pozorována ve vnitřních strukturách zubu (18 600 pulzů/600 s), která byla přibližně 2,7krát vyšší než BAL detekovaná na povrchových strukturách zubu (6 900 pulzů/600 s).

Po ošetření H_2O_2 došlo k významnému (až 14násobnému) nárůstu BAL pro vnitřní struktury zubu ve srovnání s bazální intenzitou endogenně produkované BAL. Aplikace TCEP (negativní kontrola) vedla k mírnému potlačení produkce BAL.

Závěr: Výsledky této pilotní studie ukazují, že BAL může být produkována nejenom měkkými tkáněmi, ale i tvrdou zubní tkání. Získané výsledky by mohly být využity k výzkumu metabolické aktivity a reaktivity vnitřních i vnějších částí zubu, a to především v kontextu výzkumu oxidačně-redukční homeostázy. Detekce BAL by také mohla být aplikována pro vývoj nových zobrazovacích technik.

Klíčová slova: biologická autochemiluminiscence, struktury zubu, oxidační stres

SUMMARY

Introduction: As a result of metabolic processes, the endogenous production of chemiluminescence occurs in living biological structures, which we also refer to as biological autochemiluminescence (BAL). The generation of BAL is closely connected with oxidation processes, the formation of free radicals, and in general the redox homeostasis of the investigated biological material. BAL has previously been studied in mammalian cells and tissues. So far, however, this phenomenon has not been described in dental tissue structures. In addition to endogenously generated BAL, BAL can be exogenously induced by physical (UV radiation, mechanical damage, heat), chemical (oxidizing agents, e.g. H_2O_2) or biotic (pathogens) factors.

Methods: Endogenously and exogenously induced BAL were investigated on the surface and internal structures of semi-impacted and impacted third molars, which

were indicated for extraction by a dentist due to their inappropriate placement in the jaw in two patients (a 21-year-old woman and a 22-year-old man). BAL detection was performed with samples after dental plaque was mechanically removed with a rotating brush. Using a piezosurgery unit with a saw headpiece, longitudinal sections were made to reveal all internal parts of the tooth. The samples prepared in this way – the entire internal section and the external part of the entire tooth – were subjected to BAL detection in a dark chamber using H7360-01 PMT photomultiplier. Subsequently, the samples were treated with a solution of the oxidizing agent 3% H₂O₂ or the reducing agent 10 mM TCEP (tris(carboxyethyl)phosphine).

Results: Both tooth samples were shown to produce BAL. Endogenous chemiluminescence production was observed in the internal structures of the tooth (18,600

counts/600 s), which was 2.7-fold higher than the BAL detected on the tooth outer surfaces (6,900 counts/600 s). After H₂O₂ treatment, there was a significant (up to 14-fold) increase in BAL for internal tooth structures compared to the basal intensity of endogenously produced BAL. The application of TCEP (negative control) resulted in a residual suppression of BAL production.

Conclusion: The results of this pilot study show that BAL can be produced not only by soft tissues but also by hard dental tissue. The obtained results could be used for further research of the metabolic activity and reactivity of the inner and outer parts of the tooth, especially in the context of redox biology research. BAL detection could also be applied in the development of new imaging techniques.

Key words: biological autochemiluminescence, tooth structures, oxidative stress

Beneš P, Poplová M, Jirásek P, Havelka D, Cifra M, Vacek J.

Endogenně produkovaná chemiluminiscence vnitřních a povrchových struktur zubu: pilotní studie.

Čes. stomatol. Prakt. zub. lék. (Czech Dental Journal). 2025; 125(1): 5–11. doi: 10.51479/cspzl.2025.001

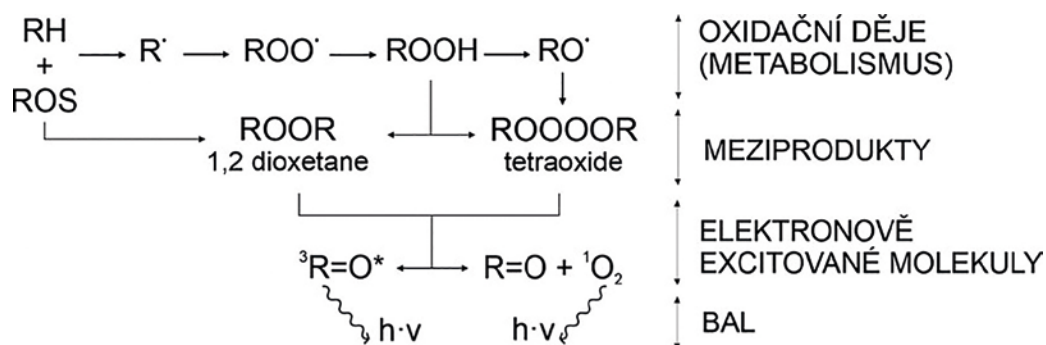
ÚVOD

V biologických systémech, kde dochází k oxidačním procesům, vzniká takzvaná biologická autochemiluminiscence (BAL) [1]. Je také běžně používán pojem ultra slabá emise fotonů [2]. Oxidační děje probíhající v biologických vzorcích navozují tvorbu elektronově excitovaných stavů molekul, které poté mohou vést k emisi fotonů (**obr. 1**). Jev probíhá endogenně bez nutnosti vnějších vstupů či zásahů. Jedná se o proces, který byl pozorován u mikroorganismů, rostlin i živočichů a dá se pozorovat na různých strukturálních úrovních – buňkách, orgánech i jednotlivých organismech [4].

Elektronově excitované stavy molekul vznikají v průběhu oxidačních metabolických procesů a při podmínkách, které jsou spojeny s produkcí reaktivních forem kyslíku (ROS), viz **obr. 1** [3, 5]. BAL tedy vzniká endogenně v důsledku metabolických dějů, které představují základní biochemické reakce, jako je buněčné dýchání nebo oxidační vzplanutí buňky. Exogenně indukovaná BAL může být podmíněna biotickými faktory, jako jsou viry, houby a bakterie, nebo faktory abiotickými. Abiotické faktory můžeme rozdělit na chemické a fyzikální. Mezi fyzikální řadíme UV záření, mechanické poškození a teplo. Mezi chemické činidla řadíme např. toxiny, cigaretový kouř a oxidační činidla, především H₂O₂ [6]. Tyto faktory mohou vést k nadměrné produkci ROS, navození oxidačního stresu a ovlivnění oxidačně-redukční homeostázy [7].

Přestože má peroxid vodíku poměrně nízký redoxní potenciál, aby mohl přímo oxidovat biomolekuly, může se účastnit Fentonovy reakce nebo Haber-Weissovy reakce vedoucí ke vzniku hydroxylového radikálu (HO•) [8], což je vysoce reaktivní a biologicky relevantní radikál schopný oxidovat biomolekulární struktury [9]. Hydroxylové radikály (nebo jiné sekundárně produkované radikály) mohou poté iniciovat řetězovou reakci, která se projevuje jako autooxidace [10]. Tento komplexní proces může vést k emisi BAL jak u živých, tak i neživých vzorků biologického původu. U živých organismů je udržována oxidačně-redukční homeostáza, a tím i stabilní úroveň BAL. Nezbytnou součástí této homeostázy jsou antioxidanty, které pomáhají udržovat dynamickou rovnováhu v produkci reaktivních forem kyslíku (ROS) [7]. ROS vznikají v organismu přirozeně během metabolických procesů, ale jejich nadměrná produkce může vést k oxidačnímu stresu a způsobit nevratné poškození buněk a tkání. Mezi enzymové antioxidanty patří např. superoxid-dismutáza, kataláza či glutathionperoxidáza, zatímco mezi nízkomolekulárními antioxidanty řadíme vitamíny C a E, karotenoidy, koenzym Q10 a další. Přítomnost těchto antioxidantů typicky snižuje intenzitu BAL.

BAL u lidských subjektů byla detekována pouze z povrchově přístupných částí těla, přičemž nejvíce studií bylo zaměřeno na výzkum kůže. Intenzita BAL u člověka závisí na různých faktorech [11], např. na teplotě (související s lokálním prokrvením a in-



Obr. 1
Generování BAL v důsledku buněčných oxidačních procesů: Biomolekula (RH) reaguje s hydroxylovým radikálem ($\text{HO}^\bullet$) nebo singletovým kyslíkem ($^1\text{O}_2$), což spouští řetězec oxidačních reakcí vedoucí k produkci různých radikálů ($\text{R}^\bullet$, $\text{RO}^\bullet$, $\text{ROO}^\bullet$) či hydroperoxidu (ROOH). Jejich další interakce může vést ke vzniku meziproduktů, jako jsou dioxetany (ROOR) nebo tetraoxidy (ROOOOR). Jejich dekompozicí pak mohou následně vznikat elektronově excitované molekuly, tripletně excitovaný karbonyl ($^3\text{R}=\text{O}^*$) nebo singletový kyslík. Tyto excitované molekuly mohou při návratu do základního stavu vyžádit přebytečnou energii ve formě fotonu ($h\cdot\nu$) [3].

Fig. 1
Generation of BAL due to cellular oxidative processes. A biomolecule (RH) reacts with hydroxyl radical ($\text{HO}^\bullet$) or singlet oxygen ($^1\text{O}_2$), which initiates the oxidative cascade resulting in the production of free radicals ($\text{R}^\bullet$, $\text{RO}^\bullet$, $\text{ROO}^\bullet$) or hydroperoxide (ROOH). This leads to the formation of dioxetane (ROOR) or tetraoxide (ROOOOR). Their decay can lead to the formation of triplet excited carbonyls ($^3\text{R}=\text{O}^*$) or singlet oxygen. These excited molecules can emit excess energy in the form of a photon ($h\cdot\nu$) when returning to the ground state [3].

tenzitou metabolismu), kdy s poklesem teploty subjektu klesá i intenzita BAL [12]. Dále BAL vykazuje anatomickou asymetrii [13] a závislost na konkrétním místě měření [14]. Nejnížší intenzita byla naměřena na hrudníku, zatímco nejvyšší byla detekována na končetinách a hlavě. BAL také podléhá dennímu cyklu, kde nejnížší intenzita bývá ráno a postupně se zvyšuje během odpoledne [15, 16]. Kromě toho je BAL závislá na ročním období, kdy nejvyšší hodnoty byly naměřeny v létě a nejnížší na podzim [17]. Spontánní úroveň BAL přirozeně stoupá s věkem [18] nebo může krátkodobě vzrůst během fyzické aktivity [19]. Na intenzitu BAL má vliv i zdravotní stav, například u pacientů s hemiparézou dochází k nárůstu asymetrie BAL u horních končetin [20], zatímco při nachlazení dochází ke spektrální změně BAL [21]. Nedávná studie také naznačila, že BAL by mohla být využita při diagnóze diabetu [22]. Z toho plyne, že systémové nebo vnitřní stavy lidského těla mohou výrazně ovlivňovat procesy probíhající v kůži vedoucí ke změně v produkci BAL. Zobrazení BAL pomocí ultra senzitivních zařízení by tak mohlo potenciálně umožnit sledování oxidačního stresu v opticky přístupných oblastech lidského těla, jak bylo nedávno popsáno právě pro kůži [6].

Cílem této pilotní studie bylo zjistit, zda lidské zuby vykazují BAL a zda jsou rozdíly mezi endogenní produkcí BAL a indukovanou BAL produkcí pomocí peroxidu vodíku (H_2O_2).

MATERIÁL A METODIKA

Pilotní studie byla prováděna se souhlasem Etické komise FN a LF UP Olomouc (č. j. 26/24) a podle stanov Helsinské deklarace z roku 1975, revidované v roce 2013. Pro účely studie byly extrahovány semiretinované a retinované třetí moláry, které byly indikovány k extrakci zubním lékařem pro jejich nevhodné uložení v čelisti u dvou pacientů (pacient A: žena, 21 let, zub 18; pacient B: muž, 22 let, zub 48, fotodokumentace uvedena na

obrázku 2). Zuby byly chirurgicky extrahovány v lokální svodné a infiltrační anestezii s použitím 4 ml 4% artikainu s adrenalinem v koncentraci 1 : 200 000 (Supracain, Zentiva, Praha) a následně byly uloženy do 0,1 M fosfátového pufru (pH 7). V temném prostředí byly vzorky transportovány do laboratoře Ústavu fotoniky a elektroniky Akademie věd ČR (ÚFE AV ČR), kde probíhala příprava vzorku a samotné měření BAL. Od extrakce do provedení analýz BAL uběhlo šest hodin.

Fotodokumentace jednotlivých zubů a jejich řezů byla provedena před měřením BAL digitálním USB mikroskopem AM73915MZT (Dino-Lite, Taipei, Tchaj-wan). Nejprve byly mechanicky odstraněny periodontální ligamenta, zbytky gingivy, příměs krve, drobné kostní struktury a biofilm. Následoval oplach v ultračisté vodě (Merck, Darmstadt, Německo). Zuby byly očištěny pomocí jemných mechanických rotačních kartáčků (EVE Diacomp Plus Twist – Eve Ernst Vetter GmbH, Pforzheim, Německo) na chirurgickém motoru (Kavo MASTERSurg – KaVo, Biberach an der Riß, Německo), vždy za masivního chlazení (100 ml/min) fyziologickým roztokem (FR), aby nedocházelo k zahřívání povrchu zubu. Po měření BAL z povrchu zubu byl proveden vertikální řez zubem na dvě přibližně stejné poloviny piezoelektrickou pilou (Mectron Piezosurgery white – Caronno Pertusella, Itálie), opět za stálého chlazení FR. Mechanické očištění zubu bylo provedeno pouze na jeho povrchu, nikoli na povrchu vertikálních řezů.

Pro měření BAL byla použita světlotěsná komora (Bioelektrodynamika, ÚFE AV ČR, Praha) s fotonásobičovým modulem H7360-01 (Hamamatsu Photonics, Hamamatsu, Japonsko), viz **obr. 3**. Příprava vzorku probíhala v temné komoře, kde byl zub umístěn nejméně deset minut před měřením jako prevence před dosvitem. Zub byl měřen ve skleněné Petriho misce vzdálené 1 cm od detektoru při teplotě 23 °C. Kromě měření endogenně produkovaného BAL byl také

Obr. 2

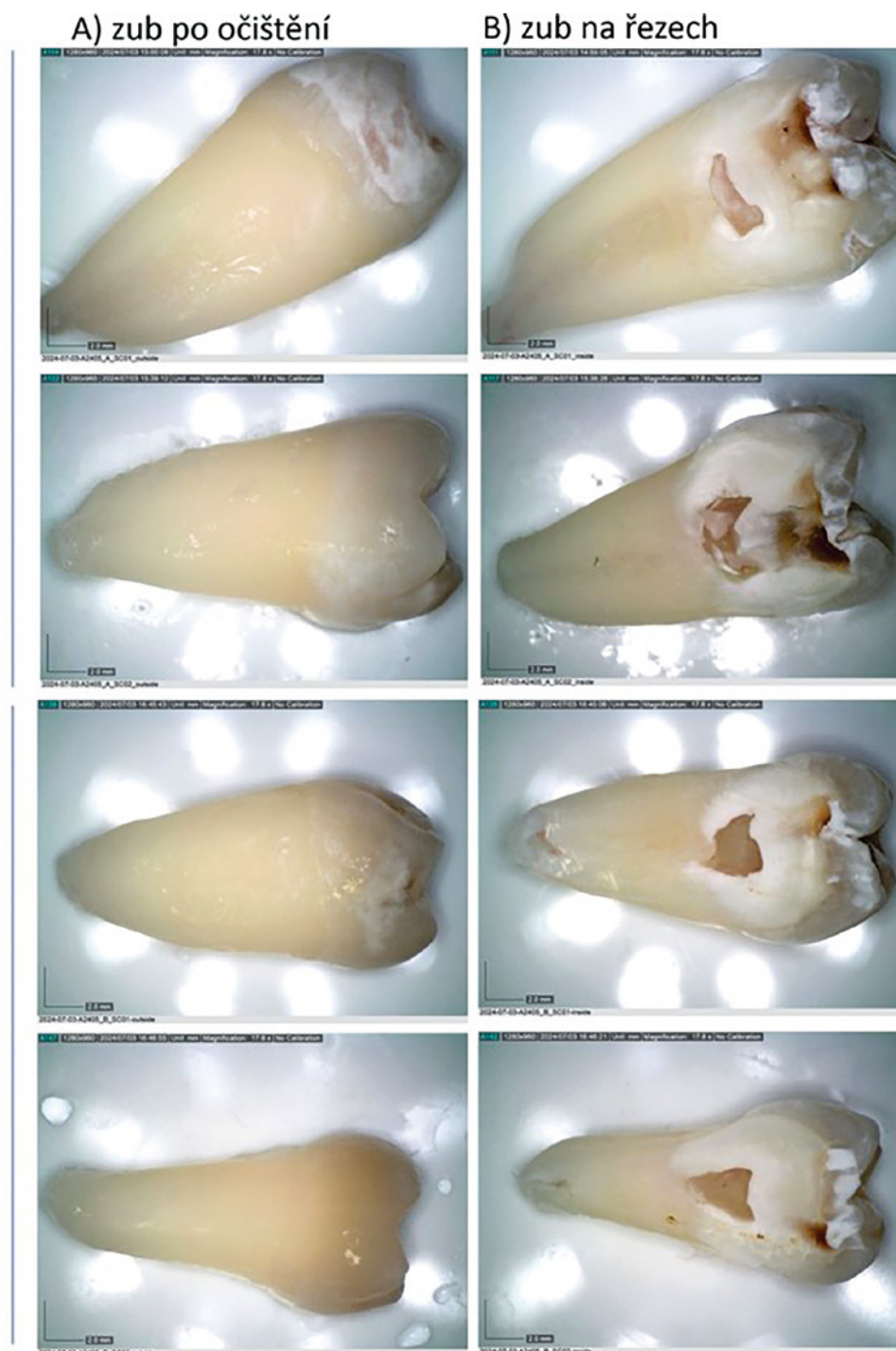
Fotografie (A) zubů po mechanickém očištění z obou stran, kde probíhalo měření BAL a (B) podélné řezy zubů 18 pacienta A a 48 pacienta B, na které bylo následovně aplikováno oxidační nebo redukční činidlo.

Fig. 2

Photodocumentation of (A) teeth after mechanical cleaning – both sides, and (B) longitudinal sections of tooth 18 from patient A and tooth 48 from patient B. The oxidation and reduction agents were applied subsequently to these surfaces.

patient A

patient B



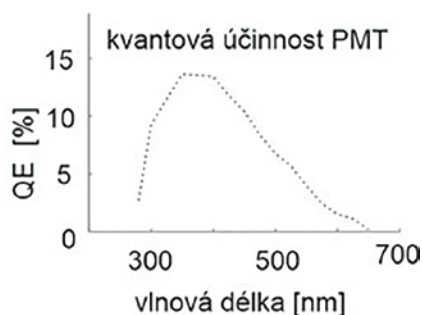
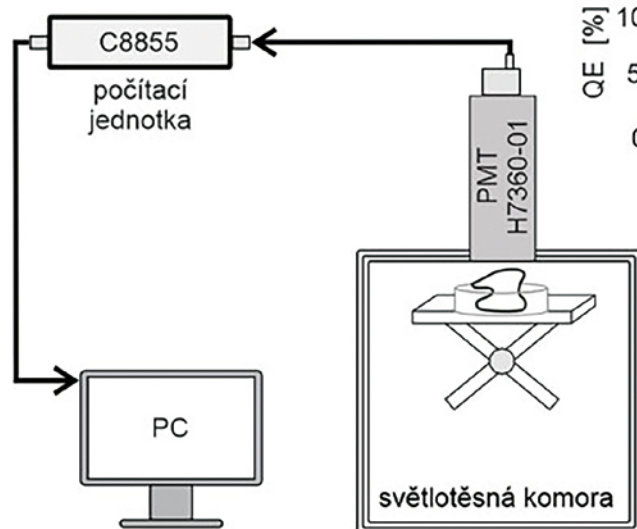
aplikován 3% peroxid vodíku (Merck, Darmstadt, Německo) nebo redukční činidlo 10 mM TCEP.HCl (Merck, Darmstadt, Německo) po dobu deseti minut pro účely exogenní indukce či potlačení BAL. Obě látky byly aplikovány ve tmě na vnitřní strukturu zubu, resp. na separátní řez. Naměřené signály byly odečteny pomocí jednotky C8855 (Hamamatsu Photonics, Shizuoka, Japonsko).

Data byla zpracována v programu Matlab verze 9.12 (MathWorks, Natick, Massachusetts, USA).

VÝSLEDKY

U obou vzorků zubů bylo prokázáno, že produkují BAL, a to jak na vnějším povrchu, tak i v případě vnitřních struktur. Měření bylo prováděno po dobu 600 s. Produkce BAL byla pozorována ve vnitřních strukturách zubu (18 600 pulzů/600 s), kde byla přibližně 2,7krát vyšší než BAL detekovaná na povrchových strukturách zubu (6900 pulzů/600 s) – hodnoty jsou uvažovány po odečtení úrovně šumu (**graf 1**). Spojnicové **grafy 1A a 1B** zobrazují naměřená data, z jejichž sumy byla

Schéma BAL měření



Obr. 3

Experimentální uspořádání měřicí aparatury BAL zubu s fotonásobičovým modulem H7360-01 a grafem jeho kvantové účinnosti. Pro vlnovou délku 300 nm je kvantová účinnost QE = 10 %, což znamená, že ze 100 fotonů dopadlých na detektor jich bylo zaznamenáno 10.

Fig. 3

Experimental setup for BAL monitoring of tooth samples with H7360-01 photomultiplier module. A graph of quantum efficiency (QE) is shown as an inset. For a wavelength of 300 nm, the quantum efficiency was 10%, which means that out of 100 photons that impacted the detector, 10 were recorded.

spočítána průměrná hodnota a směrodatná odchylka zobrazená ve výsledném sloupcovém grafu 1C. Po ošetření H_2O_2 došlo k významnému (až 14násobnému) nárůstu BAL pro vnitřní struktury zubu ve srovnání s bazální intenzitou endogenně produkovaného BAL.

DISKUSE

Výsledky této pilotní studie naznačují, že BAL není produkována pouze měkkými tkáněmi, ale i tvrdou tkání zubu. Zubní tkáň spontánně generuje BAL v podobných intenzitách, jaké pozorujeme například u lidské kůže [6]. Stejně jako u jiných biologických systémů jsme i u zubní tkáně zaznamenali efekt dosvitu po předchozí expozici běžnému laboratornímu (dennímu) osvětlení; data nejsou ukázána. U zkoumaných vzorků docházelo po expozici na denním světle k okamžitému zvýšení intenzity BAL. H_2O_2 je prekurzorem pro produkci ROS [23], což vede ke zvýšení BAL. Aplikace TCEP (negativní kontrola) vedla ke snížení produkce BAL. TCEP byl použit, protože vytváří redukující prostředí [24, 25], které potlačuje oxidační přeměny v tkáni zubu, jenž je během experimentu přirozeně exponován molekulárnímu kyslíku. Po umístění vzorku zpět do temné komory se BAL postupně snižovala na výchozí spontánní úroveň endogenně generovaného BAL. Intenzivnější produkce BAL na površích vnitřních řezů zubů koresponduje s přítomností živé tkáně a významně vyššího zastoupení organických sloučenin v dentinu a pulpě nežli ve sklo-

vině [26]. V rámci interpretace výsledků je třeba zohlednit rozdíl ve velikosti zubního kazu mezi vzorky A a B, kde vzorek A, na kterém byl přítomný okluzální kaz většího rozsahu, vykazoval vyšší aktivitu BAL ve srovnání se vzorkem B. V dalším výzkumu by bylo vhodné použít intaktní zuby (retinované třetí moláry nebo zuby určené k extrakci z ortodontické indikace).

Přidání peroxidu vodíku vedlo k nárůstu BAL, který interpretujeme jako důsledek zvýšené produkce hydroxylových radikálů v zubní tkáni, což iniciovalo reakce zvyšující množství elektronově excitovaných stavů. Protože byl peroxid vodíku přidán jednorázově a nedocházelo k jeho kontinuálnímu přísunu, pozorovali jsme v kinetice BAL postupný pokles intenzity, což odpovídá jeho spotřebování. Tento jev byl zaznamenán i u jiných systémů, například u lidské kůže [6], kde peroxid vodíku vykazoval podobný účinek na kinetiku BAL.

Z logistických důvodů byly výše popsány analýzy provedeny se vzorky zubů po šesti hodinách od extrakce. Pokud je zub uložen v prostředí podporujícím přežití buněk (například v transportním médiu, jako je Hank's Balanced Salt Solution (HBSS) nebo mléko), mohou buňky přežít až 24 hodin nebo déle, než začnou ztrácet schopnost regenerace [27]. V navazujících experimentech budeme cílit na kinetiku BAL, kterou budeme monitorovat ihned po extrakci, a sledovat tak odumírání zubní tkáně v reálném čase. Komplementární analýzy budou provedeny i se zuby s nedokončeným

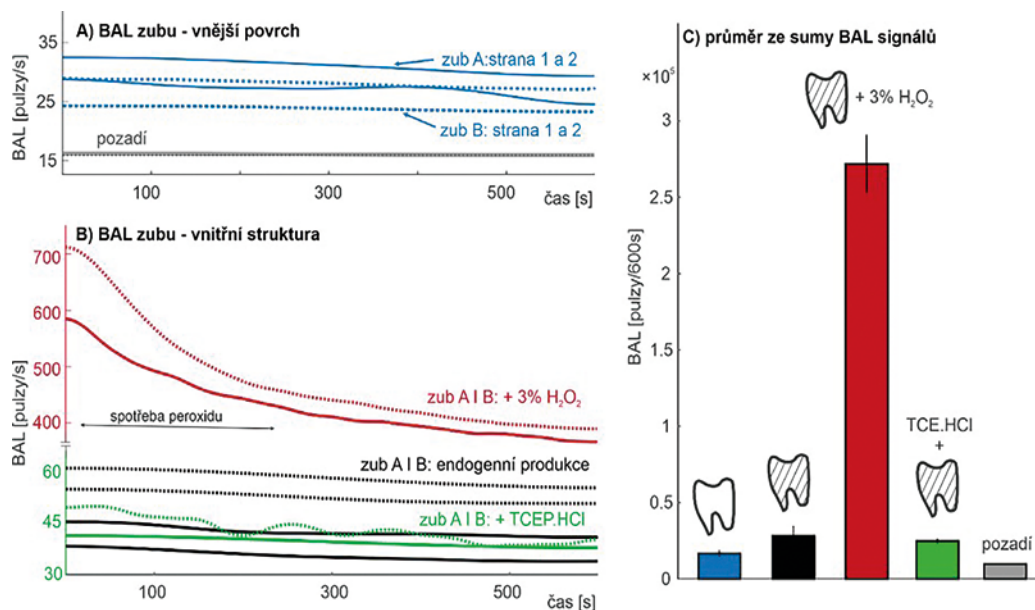
Graf 1

Produkce BAL z různých částí zkoumaných vzorků zubů.

(A) Kinetika endogenní produkce BAL z vnějšího povrchu mechanicky očištěného zubu pacienta A (plná modrá) a pacienta B (tečkovaná modrá), měřena ze dvou stran zubu. Zobrazen je také šum měřicího systému: pozadí fotonásobičového modulu H7360-01 (plná šedivá) s prázdnou skleněnou Petriho miskou (tečkovaná šedivá).
(B) Porovnání produkce BAL vnitřní struktury zubů měřena na dvou řezech pacienta A (plná černá) a pacienta B (tečkovaná černá). Dále je zobrazen efekt H_2O_2 způsobující zvýšení BAL na řezu zubu A (plná červená) a B (tečkovaná červená) a efekt TCEP na pokles BAL na řezu zubu A (plná zelená) a B (tečkovaná zelená).
(C) Sloupcový graf zobrazuje průměrnou BAL a směrodatnou odchylku ze sumy signálů BAL obou zubů z vnějšího povrchu očištěného zubu (modrá), řezu zubů (černá), řezu zubu po aplikaci H_2O_2 (červená) a TCEP (zelená) a měřicího pozadí (šedivá).

Graph 1

BAL kinetics for **(A)** the outer surfaces of mechanically cleaned teeth of both patient A (solid blue) and patient B (dotted blue) from two sides, and measurement of the background noise from the H7360-01 photomultiplier module (solid gray) and the same with a glass Petri dish (dotted gray).
(B) BAL production of the tooth internal structure in two sections of patient A (solid black) and patient B (dotted black); the effect of H_2O_2 on tooth section A (solid red) and B (dotted red) and TCEP on sections of tooth A (solid green) and B (dotted green).
(C) Bar graph representing the average BAL calculated from the sum of the signals of both teeth: the outer surface of the cleaned tooth (blue), the tooth section (black), the tooth section after the application of H_2O_2 (red) and TCEP (green), and the measurement of the background noise (grey).



vývojem, u kterých předpokládáme vyšší metabolickou aktivitu.

Získané výsledky by mohly být využity k výzkumu metabolické aktivity a reaktivity vnitřních i vnějších částí zubu, a to především v kontextu výzkumu oxidačně-redukční homeostázy a regulace. Detekce BAL by také mohla být aplikována pro vývoj nových (neinvasivních) zobrazovacích technik. Taková řešení by přinášela možnost zobrazování oxidoredukční dynamiky zcela bez použití chemického značení, což by bylo výhodou zejména v klinických aplikacích in situ. V případě, že by byla provedena srovnávací analýza detekce BAL na mechanicky očištěném zubu a zubu, který je pokryt zubním kamenem, plakem nebo pouze pelikulou, bylo by možné zkoumat metabolickou aktivitu těchto entit či povrchových struktur, případně sledovat metabolickou aktivitu adherentních bakterií či patogenů. Také by bylo možné touto cestou srovnávat aktivitu a reaktivitu oblastí nativní skloviny a kariózní léze.

ZÁVĚR

Výsledky této pilotní studie ukazují, že BAL může být produkována vnitřními i vnějšími strukturami zubní tkáně. Pomocí aplikace peroxidu vodíku nebo TCEP je možné regulovat intenzitu BAL u zkoumaných vzorků zubní tkáně. Získané výsledky by mohly být využity k výzkumu metabolické aktivity a reaktivity jednotlivých částí zubu a pro vývoj nových zobrazovacích technik.

Poděkování

Autoři děkují dr. Vlastimilu Dorčákovi (Ústav lékařské chemie a biochemie, Lékař-

ská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci) za kritické posouzení textu a diskusi. Za finanční podporu děkujeme Univerzitě Palackého v Olomouci, RVO 61989592. MP děkuje projektu L100672501 programu PPLZ AV ČR za podporu. MC a DH děkují projektu GAČR č. 25-16700S. Dále za jazykovou úpravu anglických textů patří poděkování B. J. Watson-Jonesovi, MEng.

Prohlášení o střetu zájmů

Autoři deklarují, že nemají žádný konflikt zájmů týkající se tématu diskutovaného v tomto článku.

Podíl autorů na publikaci

Pavel Beneš a Petr Jirásek provedli odběr klinického vzorku, Pavel Beneš a Michaela Poplová přípravu vzorků a měření BAL. Michaela Poplová provedla zpracování a analýzu dat. Daniel Havelka se podílel na měření BAL a zpracování dat. Pavel Beneš, Michal Cifra, Michaela Poplová a Jan Vacek se podíleli na designu experimentu, vyhodnocení získaných výsledků a přípravě první verze rukopisu. Všichni autoři přispěli k sepsání rukopisu.

Korespondující autor

MDDr. Pavel Beneš

Klinika zubního lékařství
Lékařská fakulta Univerzity Palackého
v Olomouci
Fakultní nemocnice Olomouc
Palackého 12
779 00 Olomouc
e-mail: pavel.benes@fnol.cz

LITERATURA

1. Vahalová P, Cifra M.

Biological autoluminescence as a perturbation-free method for monitoring oxidation in biosystems. *Prog Biophys Mol Biol.* 2023; 177: 80–108. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.pbiomolbio.2022.10.009>

2. Cifra M, Pospíšil P.

Ultra-weak photon emission from biological samples: Definition, mechanisms, properties, detection and applications. *J Photochem Photobiol B.* 2014; 139: 2–10. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2014.02.009>

3. Pospíšil P, Prasad A, Rác M.

Mechanism of the formation of electronically excited species by oxidative metabolic processes: role of reactive oxygen species. *Biomolecules.* 2019; 9(7): 258. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/biom9070258>

4. Volodyaev I, van Wijk E, Cifra M, Vladimirov YA.

Ultra-weak photon emission from biological systems: endogenous biophotonics and intrinsic bioluminescence. Springer International Publishing. 2023: 1–521. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-39078-4>

5. Tzani MA, Giotisidou DK, Kallitsakis MG, Pliatsios NV, Kalogiouri NP, Angaridis PA, et al.

Direct and indirect chemiluminescence: reactions, mechanisms and challenges. *Molecules.* 2021; 26(24): 7664. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules26247664>

6. Poplová M, Prasad A, Van Wijk E, Pospíšil P, Cifra M.

Biological auto(chemi)luminescence imaging of oxidative processes in human skin. *Anal Chem.* 2023; 95(40): 14853–14860. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.3c01566>

7. Vacek J, Beneš P, Jusku A, Dostál Z, Zatloukalová M, Jirásek P.

Elektrofilicita ve vztahu k homeostáze dutiny ústní a teorii hormone: biochemický pohled. *Čes. stomatol. Prakt. zub. lék.* 2024; 124(3): 69–74. Dostupné z: <https://doi.org/10.51479/cspzl.2024.002>

8. Meyerstein D.

What are the oxidizing intermediates in the Fenton and Fenton-like reactions? A perspective. *Antioxidants.* 2022; 11(7): 1368. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/antiox11071368>

9. Xu G, Chance MR.

Hydroxyl radical-mediated modification of proteins as probes for structural proteomics. *Chem Rev.* 2007; 107(8): 3514–3543. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/cr0682047>

10. Buettner GR, Jurkiewicz BA.

Catalytic metals, ascorbate and free radicals: combinations to avoid. *Radiat Res.* 1996; 145(5): 532–541.

Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/3579271>

11. Calcerrada M, García-Ruiz C.

Human ultraweak photon emission: key analytical aspects, results and future trends – A review. *Crit Rev Anal Chem.* 2019; 49(4): 368–381.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408347.2018.1534199>

12. Nakamura K, Hiramatsu M.

Ultra-weak photon emission from human hand: influence of temperature and oxygen concentration on emission. *J Photochem Photobiol B.* 2005; 80(2): 156–160.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2005.02.005>

13. Wijk EP, Wijk RV.

Multi-site recording and spectral analysis of spontaneous photon emission from human body. *Forsch Komplementarmed Klass Naturheilkd.* 2005; 12(2): 96–106.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1159/000083935>

14. Van Wijk R, Kobayashi M, Van Wijk EP.

Anatomic characterization of human ultra-weak photon emission with a moveable photomultiplier and CCD imaging. *J Photochem Photobiol B.* 2006; 83(1): 69–76. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2005.12.005>

15. Cifra M, Van Wijk E, Koch H, Bosman S, Van Wijk R.

Spontaneous ultra-weak photon emission from human hands is time dependent. *Radioengineering.* 2007; 16(2): 15–19.

16. Kobayashi M, Kikuchi D, Okamura H.

Imaging of ultraweak spontaneous photon emission from human body displaying diurnal rhythm.

PLoS One. 2009; 4(7): e6256.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006256>

17. Jung HH, Yang JM, Woo WM, Choi C, Yang JS, Soh KS.

Year-long biophoton measurements: normalized frequency count analysis and seasonal dependency. *J Photochem Photobiol B.* 2005; 78(2): 149–154.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2004.08.002>

18. Zhao X, van Wijk E, Yan Y, van Wijk R, Yang H, Zhang Y, et al.

Ultra-weak photon emission of hands in aging prediction. *J Photochem Photobiol B.* 2016; 162: 529–534.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.07.030>

19. Laager F, Park SH, Yang JM, Song W, Soh KS.

Effects of exercises on biophoton emission of the wrist. *Eur J Appl Physiol.* 2008; 102(4): 463–469.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00421-007-0607-4>

20. Jung HH, Woo WM, Yang JM, Choi C, Lee J, Yoon G, et al.

Left-right asymmetry of biophoton emission from hemiparesis patients. *Indian J Exp Biol.* 2003; 41(5): 452–456.

21. Yang M, Pang J, Liu J, Liu Y, Fan H, Han J.

Spectral discrimination between healthy people and cold patients using spontaneous photon emission. *Biomed Opt Express.* 2015; 6(4): 1331–1339.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1364/boe.6.001331>

22. Sun M, Van Wijk E, Koval S, Van Wijk R, He M, Wang M, et al.

Measuring ultra-weak photon emission as a non-invasive diagnostic tool for detecting early-stage type 2 diabetes: A step toward personalized medicine. *J Photochem Photobiol B.* 2017; 166: 86–93.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.11.013>

23. Vacek J, Zatloukalová M, Kabelac M.

Redox biology and electrochemistry. Towards evaluation of bioactive electron donors and acceptors. *Curr Opin Electrochem.* 2022; 36: 101142.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.coelec.2022.101142>

24. Burns JA, Butler JC, Moran J, Whitesides GM.

Selective reduction of disulfides by tris(2-carboxyethyl)phosphine. *J Org Chem.* 1991; 56(8): 2648–2650.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jo00008a014>

25. Kizek R, Vacek J, Trnková L, Jelen F.

Cyclic voltammetric study of the redox system of glutathione using the disulfide bond reductant tris(2-carboxyethyl)phosphine. *Bioelectrochemistry.* 2004; 63: 19–24.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2003.12.001>

26. Dolinská S, Tomečková V.

Biochemické zloženie zubov a vplyv rôznych chemických prvkov na ich štruktúru. *Čes. stomatol. Prakt. zub. lék.* 2017; 117 :13–23.

27. Kwack KH, Lee HW.

Clinical potential of dental pulp stem cells in pulp regeneration: Current endodontic progress and future perspectives. *Front Cell Dev Biol.* 2022; 10: 857066.

Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fcell.2022.857066>

BŘEZEN PATŘÍ AKCÍM PROJEKTU SDUZ 2025

Česká stomatologická komora společně se svými partnery připravila další ročník celosvětového projektu World Oral Health Day – Světový den ústního zdraví (SDUZ), který se koná každý rok v březnu.

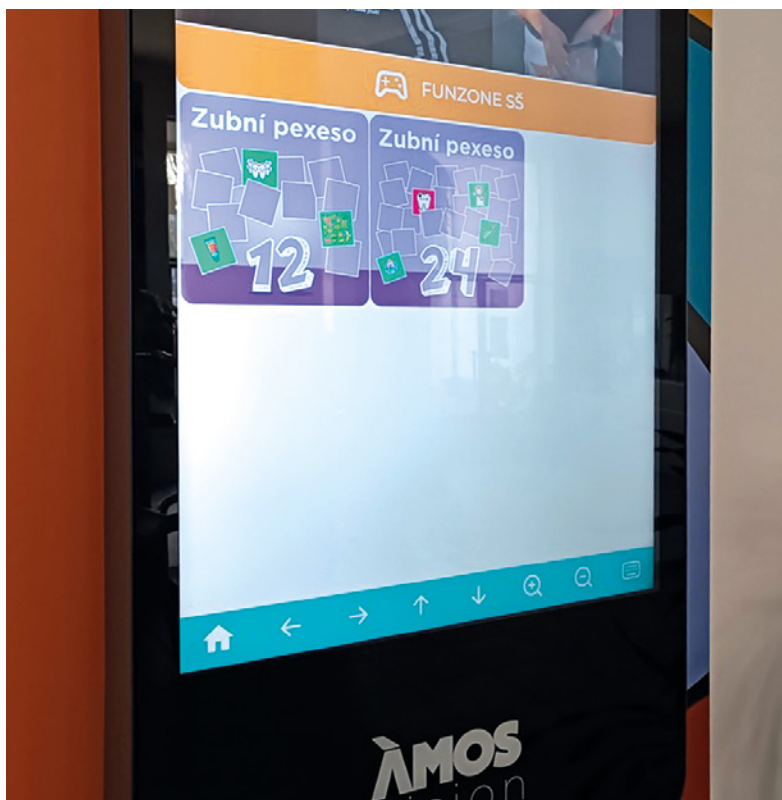
Hlavním mottem SDUZ 2025 je „**Šťastná ústa, šťastná mysl**“. V Praze se pro děti z mateřských a základních škol dne 20. 3. 2025 uskuteční velká akce ve spolupráci s Městskou částí Praha 3. Program bude probíhat celý den a jeho součástí budou soutěžní stanoviště s tematikou dentálního zdraví, videokoutek a divadelní představení. Další akce a návštěvy škol proběhnou v Plzni, Ostravě, Olomouci, Brně či Karlových Varech. Veřejnost budeme informovat na webových stránkách a sociálních sítích.

ČSK spolupracuje také s inpublic group, s. r. o., na projektu Amos Vision. Cílem tohoto programu je instalace dotkových tabulí na ZŠ a SŠ, přičemž prostor na nich mají také různé edukativní a osvětové projekty. V rámci SDUZ 2025 na nich je od 10. do 24. 3. umístěn spot o ústním zdraví a také řada kvízů, za které výherci z řad školáků obdrží ceny ve formě balíčků s ústní hygienou. Na dotkových tabulích je instalována také hra Zubní pexeso.

Redakce



**Světový den
ústního zdraví**
20. březen



Hra Zubní pexeso, která je instalována na dotkových tabulích ve školách v rámci projektu Amos Vision.



Světový den ústního zdraví 2025: připravovaný plakát pro děti (vlevo) a pro dospělé (vpravo).



PRINCIPY INTRAORÁLNÍCH SKENERŮ A MĚŘENÍ JEJICH PŘESNOSTI

Přehledový článek

PRINCIPLES OF INTRAORAL SCANNERS AND MEASUREMENT OF THEIR ACCURACY

Literature review

Hyšpler P.¹, Dostálová T.^{2,*}

¹Stomatologické oddělení, Ústřední vojenská nemocnice – Vojenská fakultní nemocnice Praha

²Stomatologická klinika dětí a dospělých, 2. lékařská fakulta, Univerzita Karlova,
a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

*Korespondující autorka

SOUHRN

Úvod a cíl: Plně digitální workflow začíná ovládat naše ordinace. Přesnost a správnost některých intraorálních skenerů je nejenom dostatečná, ale výrazně překonává klasickou technologii otiskování (sádrový model) pro účely malých protetických rekonstrukcí. U velkých rekonstrukcí je ale situace zcela jiná. Cílem tohoto přehledu bylo shrnout současné poznatky o používaných technologiích intraorálních skenerů a měření jejich přesnosti. Dalším cílem bylo zhodnocení pomůcek/přípravků a postupů zpřesňujících intraorální skenování u velkých fixních protetických rekonstrukcí.

Metodika: V databázích PubMed/Medline, Scopus a Embase bylo provedeno vyhledávání na základě klíčových slov: „Intraoral scanner“, „CAD/CAM“, „Trueness“, „Precision“, „Optical impression“, „Custom-made measuring device“, „Guided implant scanning“, „Continuous scan strategy“. Výsledky byly omezeny na články publikované v anglickém jazyce v letech 2010–2024.

Výsledky: Kritéria pro zařazení do našeho článku splňovalo 37 publikací. Článků popisujících technologie, se kterými pracují dostupné intraorální skenery, bylo velmi málo. Publikací, které se zaměřovaly na zpřesnění intraorálního skenování pomocí nových postupů nebo přípravků, bylo 21. Zbýlé zahrnuté články se zabývaly srovnáváním přesnosti intraorálních skenerů mezi různými výrobky nebo srovnáním s tradičními výrobními postupy. Většina studií porovnávajících přesnost intraorálních skenerů dříve využívala měření vzdálenosti a úhlové chyby. V novějších studiích převládá metoda překrývání povrchových dat získaných 3D skenery. Pouze jedna studie využívá pyramid replacement method s Prokrustovou analýzou.

Závěr: Článků zabývajících se principem intraorálních skenerů je velmi málo a ve stomatologických časopisech jde o raritu. Z analýzy dostupné literatury vyplývá, že možnost zpřesnění intraorálního skenu je více. Jedná se zejména o optimalizaci trasy skenování a zapojení jiných přístro-

jů bez skládací chyby do protetických postupů. Nadějně vypadají zejména extraorální skenery, a hlavně zapojení protetických laboratorních skenerů. Zmenšení deformace intraorálních skenů pomocí různých přípravků pravděpodobně nepřinese požadované zpřesnění.

Klíčová slova: intraorální skener, CAD/CAM, pravdivost, preciznost, přípravky pro optický otisk, navigované skenování implantátů, strategie nepřetržitého skenování

SUMMARY

Introduction and aim: A fully digital workflow is increasingly dominating our surgeries. For small prosthetic reconstructions on teeth or implants, the precision and trueness of certain intraoral scanners are not only sufficient, but significantly better than the conventional technology – dental impression/plaster model. A completely different situation arises with large reconstructions. The aim of this literature review was to summarize the current knowledge on intraoral scanner technologies and their accuracy measurements. Another aim was to evaluate devices and procedures for improving the accuracy of intraoral scans in large fixed prosthetic reconstructions.

Methods: The PubMed/Medline, Scopus, and Embase databases were searched using the following keywords: „Intraoral scanner“, „CAD/CAM“, „Trueness“, „Precision“, „Optical impression“, „Custom-made measuring device“, „Guided implant scanning“, „Continuous scan strategy“. The results were limited to articles published in the English language between 2010 and 2024.

Results: Thirty-seven publications met the inclusion criteria. There are very few articles describing the technology used by currently available intraoral scanners. Twenty-one publications focused on improving the accuracy of intraoral scanning using new procedures or devices. The remainder of the included articles compared

the accuracy of intraoral scanners across different products or compared to traditional prosthetic procedures. Most of the older studies comparing the accuracy of intraoral scanners used distance measurements and angular errors. In more recent studies, the method of superimposing surface data obtained by 3D scanners was predominant. Only one study employed the pyramid replacement method with Procrustean analysis.

Conclusion: Articles addressing the principles of intraoral scanners are scarce and rarely found in dental journals. An analysis of the available literature shows that there are multiple options to improve the accuracy of intraoral

scanning. These strategies primarily involve optimizing the scanning path and incorporating additional devices to avoid merging errors in the prosthetic workflow. Extraoral scanners and the use of prosthetic lab scanners are especially promising. Reducing the merging error of intraoral scans using different devices probably does not have the potential to ensure the required accuracy.

Key words: intraoral scanner, CAD/CAM, trueness, precision, optical impression, custom-made measuring device, guided implant scanning, continuous scan strategy

Hyšpler P, Dostálová T.

Principy intraorálních skenerů a měření jejich přesnosti.

Čes. stomatol. Prakt. zub. lék. (Czech Dental Journal). 2025; 125(1): 13–22. doi: 10.51479/cspzl.2025.002

ÚVOD

Cílem tohoto přehledu bylo shrnout současné poznatky o používaných technologiích intraorálních skenerů a měření jejich přesnosti. Dalším cílem bylo zhodnocení pomůcek/přípravků a postupů zpřesňujících intraorální skenování u velkých fixních protetických rekonstrukcí.

MATERIÁL A METODIKA

V databázích PubMed/Medline, Scopus a Embase bylo provedeno vyhledávání na základě klíčových slov: „Intraoral scanner“, „CAD/CAM“, „Trueness“, „Precision“, „Optical

impression“, „Custom-made measuring device“, „Guided implant scanning“, „Continuous scan strategy“. Výsledky byly omezeny na články publikované v anglickém jazyce v letech 2010–2024.

VÝSLEDKY

Kritéria pro zařazení splňovalo 37 publikací. Článků popisujících technologii, s níž pracují dostupné intraorální skenery, bylo velmi málo. Publikací, které se zaměřovaly na zpřesnění intraorálního skenování pomocí nových postupů nebo přípravků, bylo 21. Zbýlé zahrnuté články se zabývaly srovnáváním přesnosti intraorálních skenerů mezi různými výrobky nebo srovnáním s tradičními výrobními postupy.

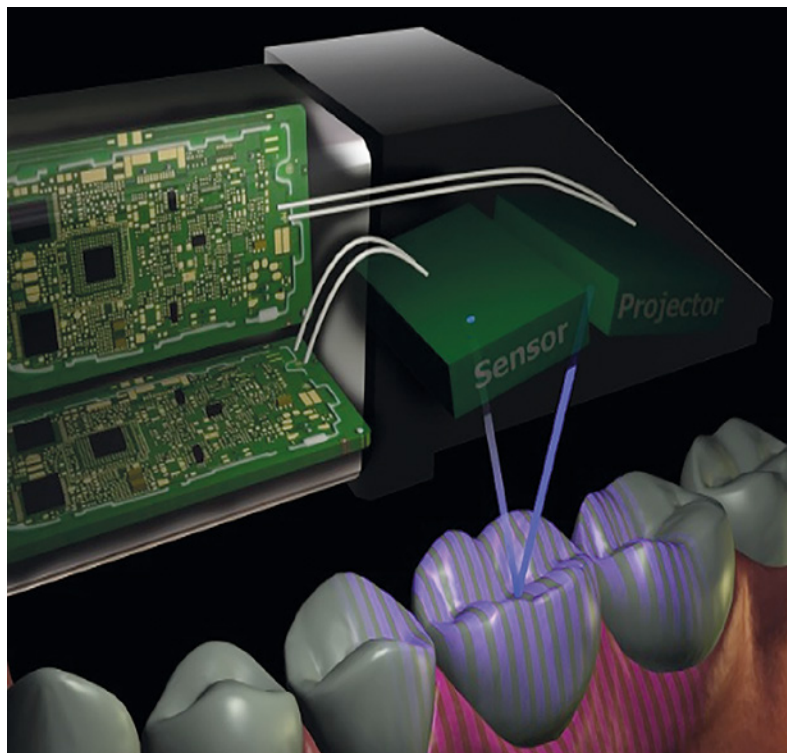
PRINCIPY INTRAORÁLNÍCH SKENERŮ

Intraorální skenery pracují s využitím několika principů [1]. Nejdéle používanou technologií je aktivní triangulace, která je v klinické praxi od druhé poloviny 80. let [2]. Její princip je založen na promítání obrazců pomocí projektoru na měřený objekt a podle deformace obrazců snímaných detektorem je počítána vzdálenost jednotlivých bodů na měřeném zubu. Protože známe vzdálenost detektoru a projektoru i jejich úhel, lze vzdálenost měřeného bodu spočítat pomocí jednoduchých matematických triangulačních metod (**obr. 1**).

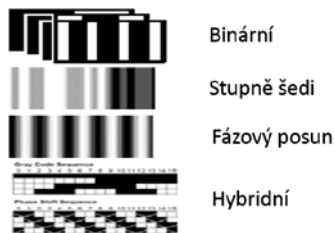
U prvních dostupných skenerů se na povrch promítaly proužky. Na tomto principu pracoval již skener CEREC 1 (Sirona Dental System GMBHDE, Bensheim, Německo) v roce 1987. U některých skenerů byly linie nahrazeny koncentrickými kružnicemi, např.

Obr. 1
Princip triangulačních skenerů. Převzato z [2], kde publikováno jako open access pod licencí CC-BY 4.0.

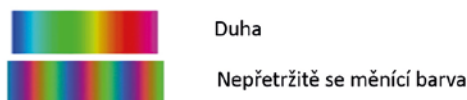
Fig. 1
Principle of triangulation scanners. Reproduced from [2], where published as open access under CC-BY 4.0 licence. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.



Sekvenční projekce (více záběrů)



Nepřetržitě proměnný vzor (jeden záběr)



Proužky (jeden záběr)



Mřížky (jeden záběr)



Obr. 2

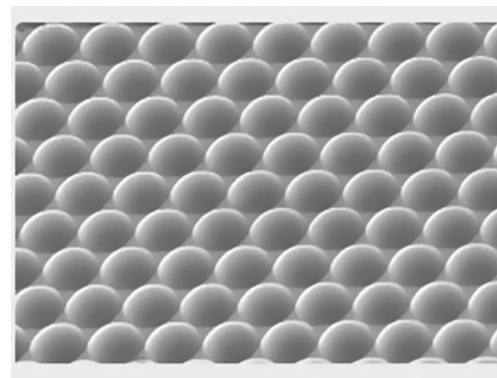
Nejčastěji používaná strukturovaná světla. Převzato z [3], kde publikováno jako open access pod licencí umožňující pouze nekomerční použití.

Fig. 2

The most frequently used structured lights. Reproduced from [3], where published as open access and may be used for noncommercial purposes only.

CS 3500 (Carestream Dental LLC, Atlanta, USA), nebo náhodnými čtverci, které mění svoji pozici, např. Virtuo Vivo (Dental Wings, Montréal, Kanada). Dnešní triangulační skenery často kombinují jeden projektor se dvěma detektory, např. Medit i500 (MEDIT corp., Soul, Korejská republika). U prvních typů skenerů byl problém se zahlcením kamery pomocí odlesků od lesklých ploch (sklovina, kovové korunky atd.). Tento problém se řešil zmatněním povrchu zubu nanášením speciálního prášku pomocí spreje. U moderních skenerů je tento problém potlačen použitím jinak strukturovaného světla, použitím více detektorů nebo detektorů s větším rozsahem. Pro zajímavost uvádíme nejčastější používané obrazce strukturovaného světla (**obr. 2**) [3]. Většina dostupných intraorálních skenerů využívá tento princip.

Druhým používaným principem je paralelní konfokální mikroskopie [4]. Princip je založen na konfokálním mikroskopu, který patentoval sice již v roce 1957 M. Minski, ale prvním použitelným byl „Tandem Scanning Confocal Microscope“, který patentovali o deset



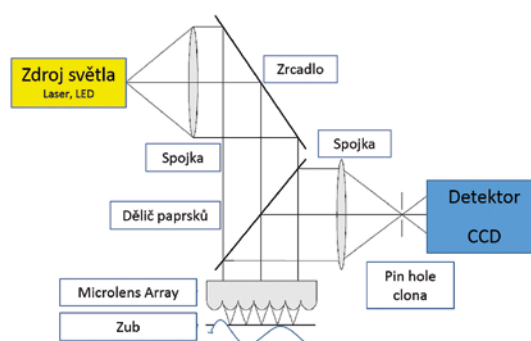
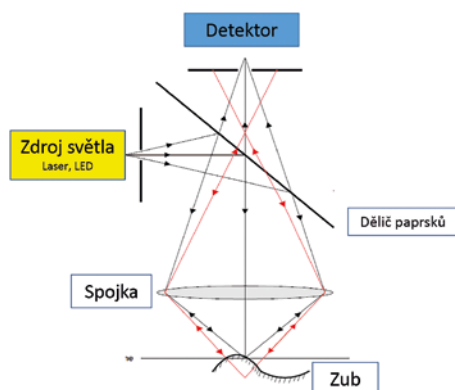
Obr. 3

Microlens array. Převzato z <https://www.acccscicn.com/en/nanofabrication/microlens-arrays/>.

Fig. 3

Microlens array. Reproduced from <https://www.acccscicn.com/en/nanofabrication/microlens-arrays/>.

let později M. Petrář a M. Hadravský z Lékařské fakulty UK v Plzni. Konfokální mikroskopy jsou založeny na „pin hole“ clonách umístěných v ohnisku spojky. Velmi zjednodušeně lze říci, že tak oko (detektor) vidí pouze objekty v ohnisku čočky. Tzv. rastrovací konfokální skenery jsou ale klinicky nepoužitelné, protože jsou velmi pomalé. Zrychlení umožnila paralelní konfokální technologie, která využívá „microlens array“ – destičku s několika stovkami malých čoček (**obr. 3**).



Obr. 4

Princip konfokálního a paralelně konfokálního skenování (autor P. Hyšpler).

Fig. 4

Principle of confocal and parallel confocal scanning (author P. Hyšpler).

Detektor tak vidí stejně vzdálené body nad jednou. Prostým pohybem optické soustavy lze proměřovat více vrstev. Do této skupiny patřily, v době psaní tohoto článku, pouze výrobky TRIOS 3-5 (3Shape A/S, København, Dánsko), iTero Element 2-5, (Align Technology, Inc., Tempe, AZ, USA) a PrimeScan (Sirona Dental System GmbH, Bensheim, Německo). Princip konfokálního a paralelně konfokálního skenování je na **obr. 4**.

Další velmi malou technologickou skupinou je „active wavefront sampling (WS)” [5]. Pokud za spojku umístíme clonu se dvěma otvory, na detektoru vzniknou dva obrazce a ze vzdálenosti obou obrazců lze vypočítat vzdálenost skenovaného bodu. Active WS používá rotační clonu nebo zrcátkový čip. Jediným zástupcem této skupiny na trhu je skener Lava™ Chairside Oral Scanner (COS), (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) (**obr. 5**).

Další technologickou skupinou je interferometrie bílého světla [6]. Tato technologie (Optical coherent tomography – OCT), která má potenciál být rekordně nej přesnější, využívá fyzikálního jevu interference neboli skládání vlnění světla. Detektor a software tedy analyzují tzv. interferenční obrazce. Tuto technologii je však nutné používat v kombinaci s některou ze tří výše uvede-

ných technologií, protože nedokáže sama zmapovat velký povrch. Firma D4D Technologies LLC, která se jako jediná pokoušela uvést na trh intraorální skener na tomto principu, pravděpodobně již neexistuje. Tento skener kombinoval konfokální technologii s OCT. Až budoucnost ukáže, zda tak vysoké rozlišení a přesnost jsou skutečně klinicky potřebné.

MĚŘENÍ PŘESNOSTI INTRAORÁLNÍCH SKENERŮ

Podle Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization) a jeho normy (ISO 5725-1:1994) je přesnost měření (accuracy) kombinací pravdivosti (trueness), dříve správnosti, a preciznosti (precision), dříve shodnosti.

Pravdivost (správnost) znamená, že průměr velkého počtu měření se blíží skutečné hodnotě měřené veličiny; jedná se o systematickou chybu, tedy o míru statistického zkreslení.

Preciznost (shodnost) se týká těsnosti shody mezi výsledky měření; jedná se o míru rozptylu (**obr. 6**).

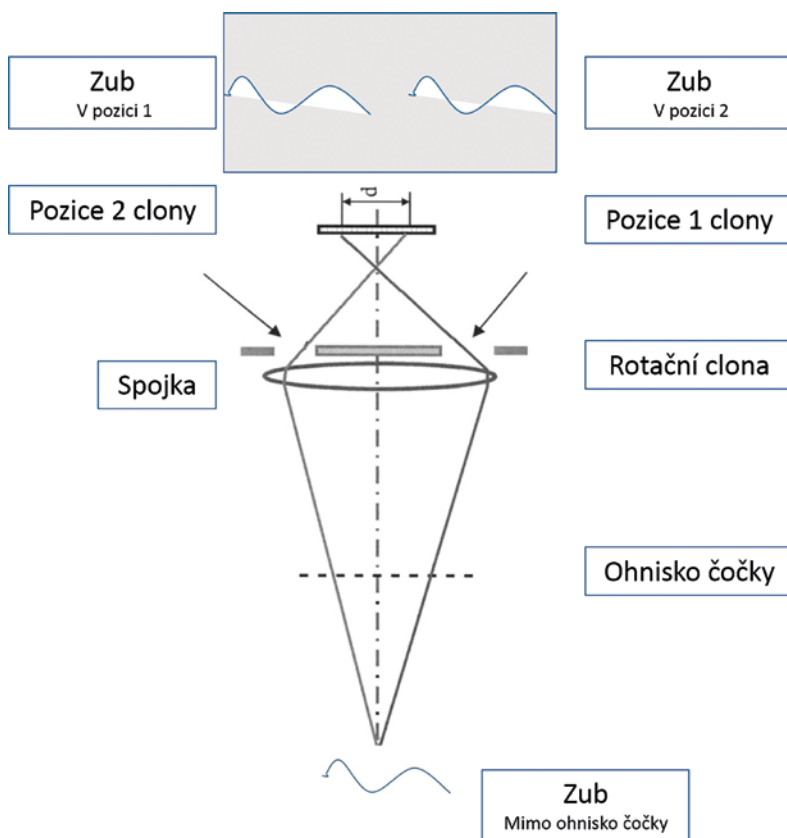
Ke stanovení přesnosti intraorálních skenerů existuje mnoho metod [7]. Společným jmenovatelem všech metod je nutnost získání standardního 3D modelu měřeného objektu, tzv. zlatého standardu. Pro jeho získání se v zásadě používají tři skupiny přístrojů: Coordinate measuring machine (CMM), průmyslové 3D skenery a stomatologické laboratorní skenery. Bohužel těmito přístroji nejsme schopni změřit reálného pacienta, a jsme proto odkázáni na měření in vitro.

Souřadnicový měřicí stroj

Souřadnicový měřicí stroj (CMM) je zařízení, které měří geometrii objektů snímáním diskretních bodů na povrchu objektu pomocí sondy [8]. Používají se různé typy sond, nejběžnější jsou mechanické a laserové senzory. Existují také optické senzory a senzory bílého světla. Nevýhodou souřadnicových měřicích strojů je zejména malý počet bodů získaných z povrchu modelu a pomalá rychlost. Velmi omezená je možnost měřit složité tvary [9]. Do přístroje je třeba zadat přibližné souřadnice povrchu, před měřením je proto nezbytná informace o tvaru měřeného objektu. CMM s mechanickou sondou nemůže detekovat malé morfologické struktury, jakými jsou fisury a okraje dásní, protože hrot taktilní sondy má daný průměr, který omezuje rozlišení měření. Pravdivost a preciznost používaných přístrojů jsou uvedeny v **tabulce 1**.

Obr. 5
Princip „active wavefront sampling” s rotační clonou (autor P. Hyšpler).

Fig. 5
The principle of "active wavefront sampling" with a rotating aperture (author P. Hyšpler).

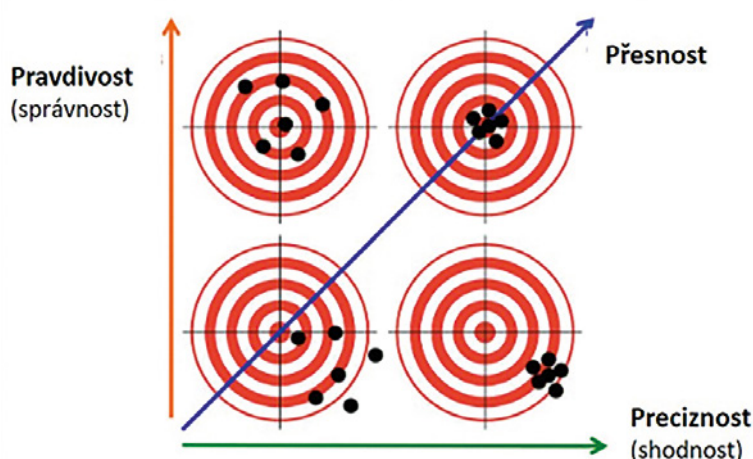


Průmyslové 3D skenery

Průmyslové 3D skenery využívají převážně triangulační metody. Používají různé typy strukturovaného světla. Na rozdíl od CMM mohou průmyslové 3D skenery zachytit miliony bodů na povrchu objektu současně, i když je tvar povrchu složitý. V současnosti dostupné průmyslové 3D skenery zobrazují maximální odchylky v řádu několika mikrometrů [10]. Přesnost průmyslových skenerů se pohybuje od 1 do 10 μm . Pravdivost a preciznost používaných přístrojů je uvedena v **tabulce 2**.

Stomatologické laboratorní skenery

Stomatologické laboratorní skenery jsou v principu průmyslové 3D skenery upravené pro použití ve stomatologických laboratořích k digitalizaci dentálních modelů, otisků a různých přípravků. Přesnost laboratorního skeneru se pohybuje od 2 do 10 μm . Přesnost digitálních otisků získaných zubními laboratorními skenery je podobná jako přesnost průmyslového 3D skeneru [11]. Poslední studie dokonce ukazují, že pro digitalizaci dentálních modelů jsou přesnější než průmyslové 3D skenery [12] (**tab. 3**).



Obr. 6
Vztah přesnosti, pravdivosti a preciznosti
(autor P. Hyšpler).

STANOVENÍ PŘESNOSTI INTRAORÁLNÍCH SKENERŮ

K popisu přesnosti intraorálních skenerů se nejčastěji používá měření vzdálenosti a úhlové chyby a metoda překrývání povrchových dat získaných 3D skeneru. Velmi novou metodou k porovnávání skenů je „Pyramid Replacement Method“ využívající Prokrustovu analýzu.

Fig. 6
The relationship between accuracy, trueness and precision (author P. Hyšpler).

Tab. 1 Souřadnicové měřicí stroje (CMM).

Tab. 1 Coordinate measuring machine (CMM).

Přístroj	Výrobce	Přesnost (accuracy)	Pravdivost (trueness) μm	Preciznost (precision) μm
CONTURA	Zeiss, Jena, Německo		0,7 (výrobce) $1,5 + L/350$ (Kim)	0,55
Crista-Apex	Mitutoyo, Teplice, ČR		$1,9 + 3L/1000$ μm	
DEA Mistral	Brown & Sharpe, Providence, USA		$3,5 + L/250$ μm	

Tab. 2 Průmyslové skenery.

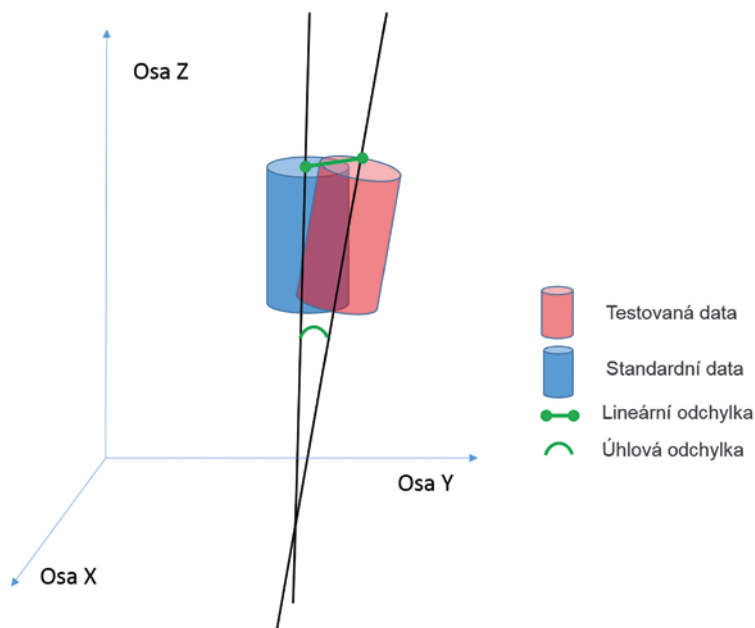
Tab. 2 Industrial scanners.

Skener	Výrobce	Přesnost (accuracy)	Pravdivost (trueness) μm	Preciznost (precision) μm
ATOS Core 80	GOM, Zeiss, Jena, Německo	4 (0,6)		
Infinite Focus Standard	Alicona Imaging, Raaba, Rakousko		$5,3 \pm 1,1$	$1,6 \pm 0,6$
ScanRider	ScanRider, Boloňa, Itálie		5–10	15–30

Tab. 3 Stomatologické laboratorní skenery.

Tab. 3 Dental laboratory scanners.

Skener	Výrobce	Přesnost (accuracy)	Pravdivost (trueness) μm	Preciznost (precision) μm
Activity 880 scanner	Smart Optics, Oslo, Norsko			10
D-250(3Shape)	3 Shape, 3Shape A/S København, Dánsko	2		
Freedom UHD®	DOF, Gardena, USA	5		
ISCAN D103I	Imetric, Dubai, Spojené Arabské Emiráty	6		
ISCAN D104I	Imetric, Dubai, Spojené Arabské Emiráty		<5	<10



Obr. 7
Lineární a úhlová odchylka
(autor P. Hyšpler).

Fig. 7
Linear and angular deviation
(author P. Hyšpler).

Měření vzdálenosti a úhlové chyby

Lineární chyba [13] se měří jako odchylka určeného bodu mezi referenčními a testovacími daty v souřadnicovém prostoru XYZ. Pokud známe XYZ souřadnice testovaného bodu a referenčního bodu, vzdálenost se vypočítá:

$$\sqrt{(X_{test} - X_{standard})^2 + (Y - Y_{standard})^2 + (Z_{test} - Z_{standard})^2}$$

Úhlová chyba se určuje porovnáním úhlu dlouhé osy snímaného tělesa mezi referenčními daty a testovacími daty (**obr. 7**).

Překrývání povrchových dat získaných 3D skenery

Data z testovaného a standardního skenu jsou přiřazena k sobě do jednoho prostoru pomocí best fit algoritmu [14, 15]. Vzdálenost skenů se počítá jako vzdálenost cloud-cloud, tj. vzdálenost bodu od nejbližšího bodu porovnávaného skenu. Nebo se počítá cloud-mash, tedy nejbližší vzdálenost bodu k ploše modelu (**obr. 8**).

U těchto metod se dobře vizualizují data jako barevné mapy a výsledky jsou dobře pochopitelné. Mezi hlavní nevýhody patří značný vliv best fit algoritmu na výsledek, tedy závislost na použitém softwaru [16]. Tento nedostatek nabývá na významu, zejména pokud porovnávané skeny s rozdílnou hustotou bodů. Například konfokální skeny mají různou hustotu bodů, protože v oblasti pre-

parovaného zubu je vzdálenost mezi body poloviční. Část skenu s hustší sítí je přiložena přesněji. Značná část softwarů neuvádí algoritmus výpočtu (cloud-cloud/cloud-mash), a porovnávané skeny proto mohou vykazovat jiné výsledky.

Pyramid replacement method

Tato nová metoda spočívá v přiřazení upraveného virtuálního abutmentu s definovanými body pomocí jehlanů do skenu. Takto získané body jsou podrobeny registraci a následně Prokrustově analýze [17].

SLUČOVACÍ CHYBA – MERGING ERROR

Všechny intraorální skenery mají omezenou použitelnost u velkých fixních prací, ať nesených zuby, nebo implantáty. Snížená přesnost IO skenerů u velkých prací je způsobena principem tvorby 3D modelů celé čelisti. Z důvodu velikosti skenovací hlavičky intraorální skenery vytvoří pouze malé 3D modely povrchu (velikost je závislá na typu skeneru) a ty jsou následně softwarově spojovány do většího modelu (**obr. 9**).

Přesnost tohoto spojení je závislá na velikosti překrývajících se nepohyblivých ploch [1]. Dnes můžeme považovat za prokázané, že velikost této odchylky se zvětšuje s prodloužením skenovací dráhy a s nedostatkem referenčních ploch [18]. Postupů, jak snížit tuto chybu, bylo publikováno již značné množství [19]. Jednou z možností je optimalizace trasy skenování. Passos a kol. [20] porovnávali tři strategie skenování na modelu horní čelisti skenované pomocí TRIOS® Pod scanner (3Shape A/S, København, Dánsko). Strategie A primárně skenovala vestibulární plochy a poté orální, strategie B skenovala nejdříve orální plochy a následně vestibulární, třetí strategie C skenovala cik-cak (vestibulo-orálně). Standard byl vytvořen pomocí průmyslového skeneru Infinite Focus Standard (Alicona Imaging, Raaba, Rakousko). Pravdivost byla A = 18 ± 16 μm; B = 17 ± 13 μm; C = 27 ± 15 μm a preciznost A = 35 ± 51 μm; B = 8 ± 6 μm; C = 9 ± 6 μm. Výsledky potvrzují klinickou zkušenost – kratší dráha skenování se projeví v menší chybě neboli merging error.

Další možností je usnadnění napojování jednotlivých malých skenů (matching) tvorbou různých pomocných pomůcek, které jsou vyráběny v ústech nebo mimo ústa. Klinicky je poměrně běžnou strategií spojování skenovacích tělísek různými materiály (vosk, modelovací pryskyřice, materiály na razidlové

provizorní mosty, zubní nit [21]). Tímto postupem se zvětšuje plocha, kterou software používají k napojování jednotlivých dílčích skenů. Známou a dobře dokumentovanou technikou je „Continuous Scan Strategy“ (CSS) [22].

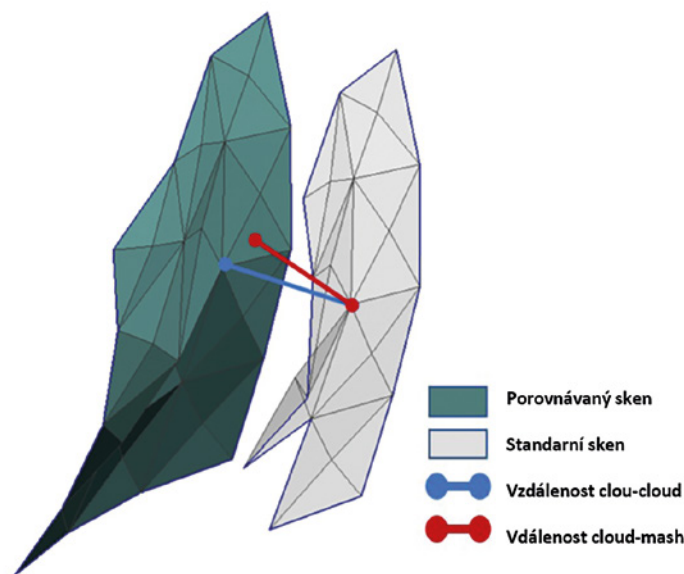
Imburgia spojoval skenovací tělíska termoplastickou pryskyřicí u 35 „full arch“ můstků a dalších deseti zirkoniových mostů velkého rozsahu. Bohužel přesnost výsledných prací byla hodnocena pouze vizuálně a rentgenologicky.

Na podobném principu pracují různé snímatelné přípravky zhotovené 3D tiskem, které se nasazují přes skenovací tělíska. Tyto přípravky jsou navrhovány jako snímání náhrada se zuby s otvory pro skenovací tělíska [23, 24] nebo s geometrickými útvary (kužel, krychle, koule) mezi tělísky [25]. Jsou známy i pokusy o univerzální přípravky ve formě jakési okluzní lžice s reliéfem zubů, které se přikládají ke skenovacím tělískům [26]. Benefity těchto metod ale nejsou nijak potvrzeny. Verifikována byla pouze metoda s přípravkem obsahujícím zuby [27]. M. Tallarico a kol. zkoušeli tuto metodu na tištěných modelech se čtyřmi a šesti skenovacími tělísky (skenovací tělíska byla součástí tištěného modelu). Hodnocení probíhalo pomocí superimpozice ploch skenovacích tělísek a pomocí úhlové odchylky tělísek. Zjistili, že nemuseli opakovat skeny s přípravkem, zatímco skeny bez přípravku museli opakovat ve 13 případech. Úhlová odchylka byla u modelu se čtyřmi tělísky statisticky významná, a to $0,134^\circ \pm 0,053^\circ$ s přípravkem a $0,252^\circ \pm 0,068^\circ$ bez přípravku. Pro model s šesti tělísky $0,100^\circ \pm 0,029^\circ$ s přípravkem a $0,373^\circ \pm 0,117^\circ$ bez přípravku. Tento rozdíl ale nebyl statisticky významný.

I poslední výzkumy obdobně naznačují, že u moderních skenerů metody zvětšující skenovaný povrch slučovací chybu nesnižují, pouze usnadňují a v některých složitých případech, zejména u dolní bezzubé čelisti, umožňují i skenování [28].

Podobně usnadní pořízení skenu změna strategie skenování, kdy skenujeme nejdříve skenovací tělíska, která vymažeme a doskenováváme profil gingivy [20]. V některých případech, například u bezzubé čelisti, je vhodné usnadnit skenování pomocí různých 3D značek [29] vytvořených například flow kompozitem, tekutým koferdamem nebo zinkoxideugenolovým cementem [30].

Další možností eliminace merging error je zapojení přístrojů, které skenují celou čelist najednou a nemají výše zmíněnou chybu

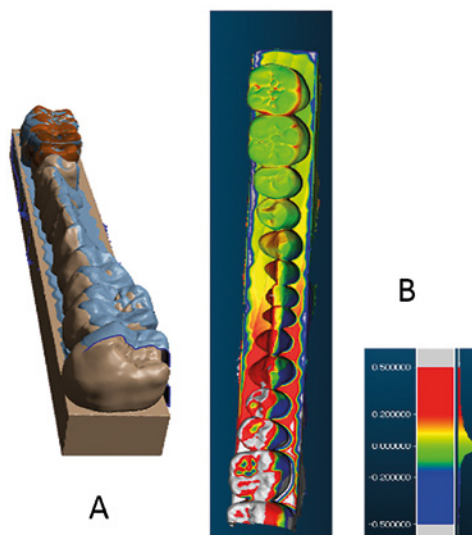


Obr. 8
Vzdálenost cloud-cloud a cloud-mash
(autor P. Hyšpler).

Fig. 8
Cloud-cloud and cloud-mash distance (author P. Hyšpler).

vzniklou spojováním dílčích 3D modelů. Je známo použití extraorálních skenerů, které jsou dnes dostupné i komerčně [31]. Tyto skenery využívají metodu pasivní triangulace, někdy nazývanou pasivní stereovize nebo fotogrammetrie. Tato technika je založena na zpracování dvou stereosnímků získaných ze dvou kamer, jejichž poloha a úhel jsou konstantní.

Revilla-León a kol. [32] porovnávali extraorální skener (PG system) s dvěma intraorálními skenery (iTero Element Align Technology, Inc., Tempe, AZ, USA, a TRIOS 3, 3Shape A/S, København, Dánsko) a konvenčním otiskem A-silikonem na modelu horní čelisti se šesti implantáty. Přesnost vyhodnocovali souřadnicovým měřicím strojem (CMM Contura G2



Obr. 9
Vizualizace slučovací chyby (merging error) na tištěném lineárním modelu zubů.
A Překrytí tištěného modelu a jeho skenu (oblast přiložení znázorněna žlutě).
B Barevná vizualizace vzdálenosti modelu a skenu (CloudCompare)
(autor P. Hyšpler).

Fig. 9
Visualization of a merging error on a 3D printed linear model of teeth.
A Superposition of the 3D printed model and its scan (the merge area is yellow).
B Color visualization of the distance between the model and the scan (CloudCompare)
(author P. Hyšpler).

10/16/06 RDS, Zeiss, Jena, Německo). Celková 3D diskrepance u konvenčního otisku byla 11,7 μm ; při použití iTero Element 18,4 μm , při použití TRIOS 3 21,1 μm a u extraorálního skeneru 77,6 μm . Sallorenzo a Gómez-Polo [33] porovnávali extraorální skener (PiC camera, Madrid, Španělsko) a intraorální skener (TRIOS3, 3Shape A/S, København, Dánsko) pomocí CMM na modelu horní čelisti se šesti implantáty. Celková chyba extraorálního skeneru byla 10 μm a 0,084° a 23 μm ($p = 0,179$) a 0,529° pro intraorální skener. Použití některých extraorálních skenerů je tedy pravděpodobně přínosné, ale klinicky komplikované zejména u velkých protetických prací kombinujících implantáty a zbývající chrup. V těchto případech je obtížná zejména kombinace dat z extraorálního a intraorálního skeneru.

Publikováno bylo použití CBCT k tvorbě virtuálního modelu implantátů [34, 35]. V poslední době byla zkoumána i možnost softwarové úpravy intraorálních skenů na základě dat z CBCT [36]. Tyto možnosti zatím ale naráží na nízké rozlišení většiny CBCT přístrojů. Nezanedbatelná je i další expozice pacienta RTG záření.

Klinicky zajímavou možností je zapojení laboratorního protetického skeneru do digitálního workflow, protože většina dentálních CAD/CAM laboratoří je jím již vybavena, a nepředstavuje to tedy další finanční náklady. Mandelli a kol. [37] publikovali postup, kdy tiskli speciální „Solid index“, kam vlepovali otiskovací piny pomocí modelační pryskyřice. Z tohoto Solid indexu s vlepenými otiskovacími čepy vyrobili zjednodušený sádrový model, který skenovali pomocí laboratorního skeneru. Přesnost tohoto postupu verifikovali na modelu horní čelisti s osmi implantáty [38]. Porovnávali Solid index s dvěma intraorálními skenery (CS 3700®, Carestream Dental LLC, Atlanta, GA, USA, a Emerald™ S, Planmeca Oy, Helsinky Finsko). Standard získávali pomocí laboratorního skeneru. Hodnocení prováděli superimpozicí zkoušeného a standardního skenu. Průměrná pravdivost byla 29 $\pm$ 26 μm pro model odvozený od SI, oproti 42,4 $\pm$ 14,7 μm pro CS 3700® a 52,2 $\pm$ 4,6 μm pro Emerald™ S.

Hyšpler a kol. [39] navrhli „Reverse scan (RS) technique“, kde používají tištěný provizorní most, který je rozdělen na fragmenty obsahující po jednom abutmentu. Poté jsou fragmenty znovu slepeny v ústech. Na abutmenty provizorního mostu jsou našroubovány speciální skenovatelné pracovní čepy a následně je most skenován laboratorním

skenerem. Není tedy potřeba žádný model. V další práci Hyšpler a kol. [17] srovnávali tuto metodu s otiskem a intraorálním skenerem (TRIOS3, 3Shape A/S, København, Dánsko). K získání standardu používali laboratorní skener. Vyhodnocovali data pomocí Pyramid Replacement metody a Prokrustovy analýzy. Prokrustova vzdálenost byla u RS techniky 5,6–6,9 μm (medián 6,2 μm), u otisku 5,4–7,1 μm (medián 6,5 μm) a u intraorálního skeneru 4,5–41,2 μm (medián 5,8 μm).

ZÁVĚR

Během posledních let byly mnohokrát publikovány benefity plně digitálního workflow, mezi které patří přesnost, rychlost, komfort pacienta, strmější křivka učení u mladých lékařů, menší vliv lidské chyby atd. Mezi hlavní nedostatky zatím patří pořizovací náklady a malá použitelnost u velkých protetických prací. Z analýzy dostupné literatury vyplývá, že možností zpřesnění intraorálního skenu je více. Jedná se zejména o optimalizaci trasy skenování a zapojení jiných přístrojů bez „merging error“ do protetických postupů. Z dostupné literatury a následného vlastního ověření je nejlépe hodnoceno použití extraorálních skenerů a zapojení protetických laboratorních skenerů. Naopak snížení deformace intraorálních skenů pomocí různých přípravků pravděpodobně nepřinese požadované zpřesnění.

Poděkování

Studie vznikla za podpory Výzkumného záměru 00064203 Fakultní nemocnice v Motole, Praha, Česká republika.

Prohlášení o střetu zájmů

Autoři nemají žádný střet zájmů, který by mohl ovlivnit obsah nebo zpracování tohoto rukopisu.

Prohlášení o použití umělé inteligence

K tvorbě nebyla použita umělá inteligence (AI).

Podíl autorů na publikaci

Oba autoři mají stejný podíl na publikaci.

Korespondující autorka
prof. MUDr. Tatjana Dostálová, DrSc., MBA

Stomatologická klinika dětí a dospělých
2. lékařská fakulta, Univerzita Karlova
Fakultní nemocnice v Motole
V úvalu 84
150 06 Praha 5
e-mail: tatjana.dostalova@fnmotol.cz

LITERATURA

1. Logozzo S, Zanetti EM, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkinen A.

Recent advances in dental optics – Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Opt Lasers Eng.* 2014; 54: 203–221. doi: 10.1016/j.optlaseng.2013.07.017

2. van der Meer WJ, Andriessen FS, Wismeijer D, Ren Y.

Application of intra-oral dental scanners in the digital workflow of implantology. *PLoS One.* 2012; 7(8): e43312. doi: 10.1371/journal.pone.0043312

3. Geng J.

Structured-light 3D surface imaging: a tutorial. *Adv Opt Photonics.* 2011; 3(2): 128. doi: 10.1364/AOP.3.000128

4. Handbook of biological confocal microscopy, revised edition. James B. ed. New York and London: Pawley Plenum Press; 1990, 1989.

5. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al.

Intraoral scanner technologies: a review to make a successful impression. *J Healthc Eng.* 2017; 2017: 1–9. doi: 10.1155/2017/8427595

6. Schmitt JM.

Optical coherence tomography (OCT): a review. *IEEE J Sel Top Quantum Electron.* 1999; 5(4): 1205–1215. doi: 10.1109/2944.796348

7. Sanda M, Miyoshi K, Baba K.

Trueness and precision of digital implant impressions by intraoral scanners: a literature review. *Int J Implant Dent.* 2021; 7(1): 97. doi: 10.1186/s40729-021-00352-9

8. Alsharbaty MHM, Alikhasi M, Zarrati S, Shamshiri AR.

A clinical comparative study of 3-dimensional accuracy between digital and conventional implant impression techniques. *J Prosthodont.* 2019; 28(4): e902–e908. doi: 10.1111/jopr.12764

9. Fukazawa S, Odaira C, Kondo H.

Investigation of accuracy and reproducibility of abutment position by intraoral scanners. *J Prosthodont Res.* 2017; 61(4): 450–459. doi: 10.1016/j.jpor.2017.01.005

10. Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Rydén J, Thor A.

Accuracy and precision of 3 intraoral scanners and accuracy of conventional impressions: A novel in vivo analysis method. *J Dent.* 2018; 69: 110–118. doi: 10.1016/j.jdent.2017.12.006

11. Ajioka H, Kihara H, Odaira C, Kobayashi T, Kondo H.

Examination of the position accuracy of implant abutments reproduced by intra-oral optical impression. *Benchmarit S, editor. PLoS One.* 2016; 11(10): e0164048. doi: 10.1371/journal.pone.0164048

12. Piedra-Cascón W, Methani MM, Quesada-Olmo N, Jiménez-Martínez MJ, Revilla-León M.

Scanning accuracy of nondental structured light extraoral scanners compared with that of a dental-specific scanner. *J Prosthet Dent.* 2021; 126(1): 110–114. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.04.009

13. Pozzi A, Agliardi E, Lio F, Nagy K, Nardi A, Arcuri L.

Accuracy of intraoral optical scan versus stereophotogrammetry for complete-arch digital implant impression: An in vitro study. *J Prosthodont Res.* 2023; 68(1): 172–180. doi: 10.2186/jpr.JPR_D_22_00251

14. Lee SJ, Betensky RA, Gianneschi GE, Gallucci GO.

Accuracy of digital versus conventional implant impressions. *Clin Oral Implants Res.* 2015; 26(6): 715–719. doi: 10.1111/clr.12375

15. Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O.

Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2019; 19(1): 101. doi: 10.1186/s12903-019-0792-7

16. Son K, Lee WS, Lee KB.

Effect of different software programs on the accuracy of dental scanner using three-dimensional analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021; 18(16): 8449. doi: 10.3390/ijerph18168449

17. Hyspler P, Urbanová P, Dostalova T.

Comparison of the reverse scan technique with an intraoral scanner and the traditional impression technique. *J Prosthet Dent.* 2024; S0022-3913(24)00583-3. doi: 10.1016/j.prosdent.2024.08.012. Epub ahead of print.

18. Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O.

Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2019; 19(1): 101. doi: 10.1186/s12903-019-0792-7

19. Paratelli A, Vania S, Gómez-Polo C, Ortega R, Revilla-León M, Gómez-Polo M.

Techniques to improve the accuracy of complete-arch implant intraoral digital scans: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2021; 129(6): 844–854. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.08.018

20. Passos L, Meiga S, Brigagão V, Street A.

Impact of different scanning strategies on the accuracy of two current intraoral scanning systems in complete-arch impressions: an in vitro study. *Int J Comput Dent.* 2019; 22(4): 307–319.

21. Mizumoto RM, Yilmaz B, McGlumphy EA, Seidt J, Johnston WM.

Accuracy of different digital scanning techniques and scan bodies for complete-arch implant-supported prostheses. *J Prosthet Dent.* 2020; 123(1): 96–104. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.01.003

22. Imburgia M.

Continuous Scan Strategy (CSS): A novel technique to improve the accuracy of intraoral digital impressions. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2020; 28(3): 128. doi: 10.1922/EJPRD_2105Imburgia14

23. Iturrate M, Minguez R, Pradies G, Solaberrieta E.

Obtaining reliable intraoral digital scans for an implant-supported complete-arch prosthesis: A dental technique. *J Prosthet Dent.* 2019; 121(2): 237–241. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.03.008

24. Ahmed WM, Verhaeghe TV, McCullagh APG.

Maxillary complete-arch implant-supported restoration: A digital scanning and maxillomandibular relationship workflow. *J Prosthet Dent.* 2021; 125(2): 216–220. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.010

25. Beretta M, Poli PP, Tansella S, Aguzzi M, Meoli A, Maiorana C.

Cast-free digital workflow for implant-supported rehabilitation in a completely edentulous patient: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2021; 125(2): 197–203. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.12.009

26. Espona J, Roig E, Ali A, Roig M.

Immediately loaded interim complete-arch implant-supported fixed dental prostheses fabricated with a completely digital workflow: A clinical technique. *J Prosthet Dent.* 2020; 124(4): 423–427. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.08.008

27. Tallarico M, Lumbau A, Scarscia R, Demelas G, Sanseverino F, Amarena R, et al.

Feasibility of using a prosthetic-based impression template to improve the trueness and precision of a complete arch digital impression on four and six implants: an in vitro study. *Materials.* 2020; 13(16): 3543. doi: 10.3390/ma13163543

28. Effect of splinting scan bodies on trueness of complete-arch implant impression using different intraoral scanners: an in vitro study.

Int J Comput Dent. 2023; 26(1): 19–28. doi: 10.3290/j.ijcd.b2599297

29. Negreiros WM, Jamjoom FZ, Gallucci G, Hamilton A.

Designing a complete-arch digital trial tooth arrangement for completely edentulous patients by using an open-source CAD software program: A dental technique. *J Prosthet Dent.* 2021; 125(3): 387–391. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.036

30. Fang JH, An X, Jeong SM, Choi BH.

Digital intraoral scanning technique for edentulous jaws. *J Prosthet Dent.* 2018; 119(5): 733–735. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.05.008

31. Peñarrocha-Diogo M, Balaguer-Martí JC, Peñarrocha-Oltra D, Balaguer-Martínez JF, Peñarrocha-Diogo M, Agustín-Panadero R.

A combined digital and stereophotogrammetric technique for rehabilitation with immediate loading of complete-arch, implant-supported prostheses: A randomized controlled pilot clinical trial. *J Prosthet Dent.* 2017; 118(5): 596. doi:10.1016/j.prosdent.2016.12.015

32. Revilla-León M, Att W, Özcan M, Rubenstein J.

Comparison of conventional, photogrammetry, and intraoral scanning accuracy of complete-arch implant impression procedures evaluated with a coordinate measuring machine. *J Prosthet Dent.* 2021; 125(3): 470–478. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.03.005

33. Sallorenzo A, Gómez-Polo M.

Comparative study of the accuracy of an implant intraoral scanner and that of a conventional intraoral scanner for complete-arch fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent.* 2021; 128 (5): 1009–1016. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.01.032

34. Kim YH, Jung BY, Han SS, Woo CW.

Accuracy evaluation of 3D printed interim prosthesis fabrication using a CBCT scanning based digital model. *PLoS One.* 2020; 15(10): e0240508. doi: 10.1371/journal.pone.0240508

35. Corominas-Delgado C, Espona J, Lorente-Gascón M, Real-Voltas F, Roig M, Costa-Palau S.

Digital implant impressions by cone-beam computerized tomography: a pilot study. *Clin Oral Implants Res.* 2016; 27(11): 1407–1413. doi: 10.1111/clr.12754

36. Gómez-Polo M, Ballesteros J, Padilla PP, Pulido PP, Revilla-León M, Ortega R.

Merging intraoral scans and CBCT: a novel technique for improving the accuracy of 3D digital models for implant-supported complete-arch fixed dental prostheses. *Int J Comput Dent.* 2021; 24(2): 117–123.

37. Mandelli F, Zaetta A, Cucchi A, Mangano FG.

Solid index impression protocol: a hybrid workflow for high accuracy and passive fit of full-arch implant-supported restorations. *Int J Comput Dent.* 2020; 23(2): 161–181.

38. Mangano FG, Bonacina M, Mandelli F, Marchiori F.

Solid index versus intraoral scanners in the full-arch implant impression: in vitro trueness evaluation. *BMC Res Notes.* 2020; 13(1): 504. doi: 10.1186/s13104-020-05353-2

39. Hyspler P, Strnad J, Sala R, Dostalova T.

Reverse scan technique: A verification method for the implant position in intraoral scans. *J Prosthet Dent.* 2023; S0022-3913(23)00406-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.06.008. Epub ahead of print.

FDI YOUNG DENTISTS FORUM 2025



Mladí stomatologové opět dostali jedinečnou příležitost zúčastnit se mezinárodního fóra FDI Young Dentists Forum, které je součástí světového kongresu FDI World Dental Congresss 2025 (9.–12. 9. 2025, Šanghaj).

Každá členská organizace FDI mohla delegovat jednoho kandidáta. ČSK na základě výzvy zveřejněné v newsletteru ČSK nominovala za Českou republiku **MDDr. Filipa Hromčíka, Ph.D.**, s přednáškou **Peri-implantitis Non-Surgically? A Step-Wise Concept.**

Výběr vítěze z navržených kandidátů provede Výbor pro vzdělávání FDI. Vítěz bude mít možnost přednést 45minutovou přednášku v rámci FDI Young Dentists Forum.

Připomeňme, že na loňském kongresu FDI v Istanbulu nás úspěšně reprezentoval MDDr. Jan Stibal.

Více informací o FDI Young Dentists Forum:

<https://www.fdiworlddental.org/young-dentists-forum>

Informace a registrace na FDI World Dental Congresss 2025:

<https://2025.world-dental-congress.org>
Kancelář ČSK

ORÁLNÍ MEDICÍNA – NOVÝ VZDĚLÁVACÍ OBOR VE STOMATOLOGII

Postgraduální vzdělávání je nezbytnou součástí profesního života každého lékaře. Je na něm založen jeho profesní odborný růst, mnohdy i funkční a mzdové zařazení. Nezaměnitelný význam však má také pro přípravu na akademickou dráhu, neboť si nelze představit uchazeče o habilitační či jmenovací řízení v jakémkoli medicínském oboru včetně stomatology, který by nesplňoval – mimo jiné – podmínku dosažení nejvyššího možného odborného vzdělání v daném medicínském oboru. Otázkou je, jak současný vzdělávací systém je, či není „přívětivý“ k lékařům, kteří do něj musí vstoupit. Je trvale kritizován, pozměňován a je značně komplikovaný. Snahy o jeho vylepšování a z nich plynoucí změny jsou dlouhodobé, nikoli však uspokojivé.

Současná stomatologie se z tohoto systému do jisté míry vymyká. Vzdělávací programy neboli atestace 1. a 2. stupně, atestace specializační a z nich plynoucí odbornosti ve stomatologii pozbyly v roce 2004 platnosti, administrativně byly tehdy zrušeny. Přetrvala pouze ortodoncie a ústní, čelistní a obličejová chirurgie, díky prozíravosti jejich tehdejších čelných představitelů. Částečnou úpravu v možnosti získání oficiálního, státem garantovaného postgraduálního vzdělání ve stomatologii, přineslo v roce 2014 zřízení třetího základního vzdělávacího programu s názvem **Klinická stomatologie**, určeného pro lékaře pracující na klinických nemocničních pracovištích. Zaručuje jim nejen profesní funkční a mzdový postup, jako je tomu v ostatních lékařských oborech, ale i přístup k výše zmíněným řízením a titulům potřebným pro získání a udržení příslušných akreditací, nezbytných pro výuku studentů, doktorandů a stážistů na jejich pracovištích, i pro klinický provoz.

Současná náplň vzdělávacího oboru Klinická stomatologie respektuje většinu požadavků, jež jsou na klinické stomatology při jejich práci na nemocničních pracovištích kladeny. Nemůže však obsáhnout veškeré odborné aktivity, které na nich mohou být vyžadovány, podobně jako je tomu v mnoha dalších, vnitřně diferencovaných, někdy až atomizovaných medicínských oborech. Jednou takovou velkou oblastí jsou choroby ústní sliznice, dále též choroby slinných žláz a poruchy salivace, nemoci če-

listního kloubu, mizních uzlin, projevy značného množství celkových chorob v dutině ústní a jiné patologické stavy. Připočteme k nim jedince trpící chorobami, které neumožňují provést ani vcelku banální léčebné výkony jinak a jinde než v nemocničním prostředí a za speciálních podmínek. Další rizika a limity ošetření jsou spojeny s užíváním nejrůznějších léků (antikoagulanty, imunosupresiva a cytostatika, antiresorpční léky, biologika a biosimilars, tzv. orphan drugs, nově vyvíjená léčiva používaná v rámci klinických studií apod.) Mnohé z výše uvedených situací vyžadují nejrůznější pomocná vyšetření, konzultace s lékaři jiných odborností, specifickou přípravu pacienta na výkon, hospitalizaci, celkovou anestezii, speciální terapeutické postupy. Tyto situace řeší v obecné rovině existence *nástavbových oborů* – specializačních atestací.

Osvědčeným řešením ve stomatologii je v řadě vyspělých zemí existence odbornosti zvané obvykle *orální medicína*. Doba, kdy afekce v tomto sdělení jen letmo zmíněné řešili naši předchůdci v rámci tehdy existujících specializací typu parodontologie, dentoalveolární chirurgie, dětské stomatologie, již pominula. Nevzpomenout při tom nelze jmen M. Škacha, I. Dřížhala, J. Mazánka, L. Sazamy, B. Mejchara a mnoha dalších, kteří byli schopni pojmout ve své době stomatologii komplexně. Současná doba však vyžaduje specializované vzdělání typu *nástavbového oboru*, realizovaného na akreditovaném školicím pracovišti pod vedením erudovaného

školitele při plném pracovním úvazku školence, zakončeného *atestační zkouškou*.

V roce 2019 se po dlouhé době jednalo o možnostech vzniku nástavbových oborů i ve stomatologii. Ze tří návrhů uspěl jediný, kterým byl návrh na zřízení nástavbového vzdělávacího oboru s názvem **Orální medicína**, určeného pro nositele odbornosti Klinická stomatologie, s dobou přípravy v délce alespoň jednoho roku, stejně jako je tomu u ostatních existujících nástavbových oborů. Návrh uspěl díky porozumění zúčastněných institucí a příznivé konstelaci společensko-odborných vztahů mezi účastníky těchto jednání. Následně vznikla koncepce a náplň oboru, na níž se podíleli kromě stomatologů (L. Izakovičová Hollá, V. Radochová, R. Slezák, V. Ščigel, R. Šmulcer) také odborníci z řady spolupracujících oborů (maxilofaciální chirurgie – G. Pavlíková, onkologie – S. Vokurka, patologie – J. Laco, mikrobiologie, lékařská imunologie a alergologie – O. Kopecký, hematologie – J. Radocha). Náleží jim za to velké poděkování. Nástavbový obor byl poté diskutován, projednán a schválen Vzdělávací radou zubních lékařů MZ ČR. V roce 2021 byl vypracován a schválen návrh kompetencí zubních lékařů s touto kvalifikací. V roce 2022 byla ustanovena akreditační komise, složená jako obvykle ze zástupců odborných společností, České stomatologické komory a lékařských fakult (v abecedním pořadí R. Foltán, L. Izakovičová Hollá, M. Janovská, L. Korábek, G. Pavlíková, H. Poskerová, V. Radochová, R. Slezák, R. Šmulcer).

V plném znění byla náplň nástavbového oboru **Orální medicína** uveřejněna ve Věstníku MZ ČR, částka 13/2023. Ve témže roce byly formulovány podmínky na pracoviště žádající o získání příslušné akreditační. Odbornou záštitu nad nástavbovým oborem převzala Stomatologická společnost České lékařské společnosti J. E. Purkyně. V listopadu 2024 úspěšně proběhly pod patro-

nací Institutu postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, který je v ČR pověřenou institucí pro organizaci a realizaci tohoto typu vzdělávání, úvodní atestační zkoušky v tomto nástavbovém oboru. Prvními nositeli tohoto vzdělávání se tak stali někteří členové příslušné akreditační komise, kteří splnili všechny podmínky pro přistoupení ke zkoušce (M. Janovská, L. Izakovičová Hollá, V. Radochová, R. Slezák). V současné době žádají první klinická pracoviště o příslušnou akreditaci, na vyjádření IPVZ však dosud čekají. Až po jejím získání budou moci oficiálně začít školit další zájemce o tuto kvalifikaci. Absolvování tohoto vzdělávacího programu by mělo být zákonitě následováno příznáním

nové odbornosti. Pracoviště poskytující tento typ vysoce specializované péče by měla být příslušně bonifikována zdravotními pojišťovnami. Nástavbový obor **Orální medicína** nemá žádný vztah k ostatním vzdělávacím aktivitám, tzn. jakékoli jiné než náplní oboru požadované aktivity, včetně povinných čtyř oborově specifických kurzů, nejsou pro tento typ vzdělání uplatnitelné.

Závěrem lze konstatovat, že zřízení jakéhokoli nového vzdělávacího oboru je procesem nečekaně zdoluhavým a že v tomto případě je jeho výsledek dosti odlišný od prvotních záměrů. Požadována byla původně „standardní“ doba trvání nástavbového oboru podle zahraničních vzorů, tzn. tři ro-

ky. Přístup k tomuto vzdělávacímu oboru byl navrhován i pro lékaře jiných odborností včetně maxilofaciálních chirurgů, zamýšleno bylo též mezioborové složení akreditační komise. Vyjádření úředníků a znění příslušných předpisů však byla striktní a nemilosrdná, a tak původní, výrazně mezioborové zacílení **Orální medicíny** nebylo možné plně obhájit. Lze jen doufat, že záměr tvůrců nástavbového vzdělávacího oboru **Orální medicína**, pomáhat zejména jedincům se závažnými zdravotními problémy, se podaří v brzké době dovršit.

doc. MUDr. Radovan Slezák, CSc.
předseda akreditační komise
Orální medicína



NÁŠ VĚDECKÝ ČASOPIS

Vaše nové možnosti pro inzerci



Informace o inzerci v časopisu

ČESKÁ STOMATOLOGIE
A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ:
Česká stomatologická komora

Ing. Renáta Ildžová
e-mail: ildzova@dent.cz, tel.: +420 603 825 154

Ceník inzerce:
www.dent.cz/komerční-spolupráce
www.cspzl.dent.cz (složka Redakce)

ČESKÁ STOMATOLOGIE A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ

CZECH DENTAL JOURNAL

odborný recenzovaný časopis

PŘEDPLATNÉ ČSPZL NA ROK 2025 PRO ČESKO

Celoroční předplatné (vychází 4× ročně):

- Pro členy ČSK a studenty zubního lékařství: **350 Kč**
- Pro firmy, instituce, soukromé osoby: **700 Kč**

Online objednávka na: www.dent.cz/vzdelavani/casopis

Informace:

ČSK, Ing. Jolana Kunrtová
e-mail: kunrtova@dent.cz
tel.: +420 234 709 630



PŘEDPLATNÉ ČSPZL NA ROK 2025 PRO SLOVENSKO

Celoroční předplatné: 32 € s DPH (cena 8 € / 1 vydání)

Distribuci formou předplatného na Slovensku zajišťuje:

Mediaprint-Kapa Pressegross, a. s., oddelenie inej formy predaja
Stará Vajnorská 9, P. O. BOX 183, 830 00 Bratislava 6

Infolinka:

+421 800 188 826, e-mail: predplatne@abompkapa.sk, www.ipredplatne.sk

Upozornění pro předplatitele časopisu ČSPZL (Česko)

Vážení a milí čtenáři,
upřímně vám děkujeme za váš zájem o vědecký recenzovaný čtvrtletník Česká stomatologie a praktické zubní lékařství a za přízeň, kterou časopisu věnujete.

Všem dosavadním předplatitelům zaslala ČSK e-mailem výzvu k obnovení předplatného na rok 2025. Objednávku předplatného na rok 2025, kterou najdete na www.dent.cz (Vzdělávání / Časopisy), prosím nově vyplňte a tlačítkem „Odeslat“ zašlete přímo redakci. Na e-mailovou adresu vám poté bude zaslán **předpis k úhradě a po zaplacení daňový doklad.**

Redakce



World Dental Congress



 Register Here

SHAPING THE FUTURE OF ORAL HEALTH



9-12 September, 2025
Shanghai China

National Exhibition and Convention Center

ABSTRACT SUBMISSION DEADLINE
31 March 2025

EARLY-BIRD REGISTRATION DEADLINE
2 June 2025