

3/2023

ročník 123

ČESKÁ STOMATOLOGIE

A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ

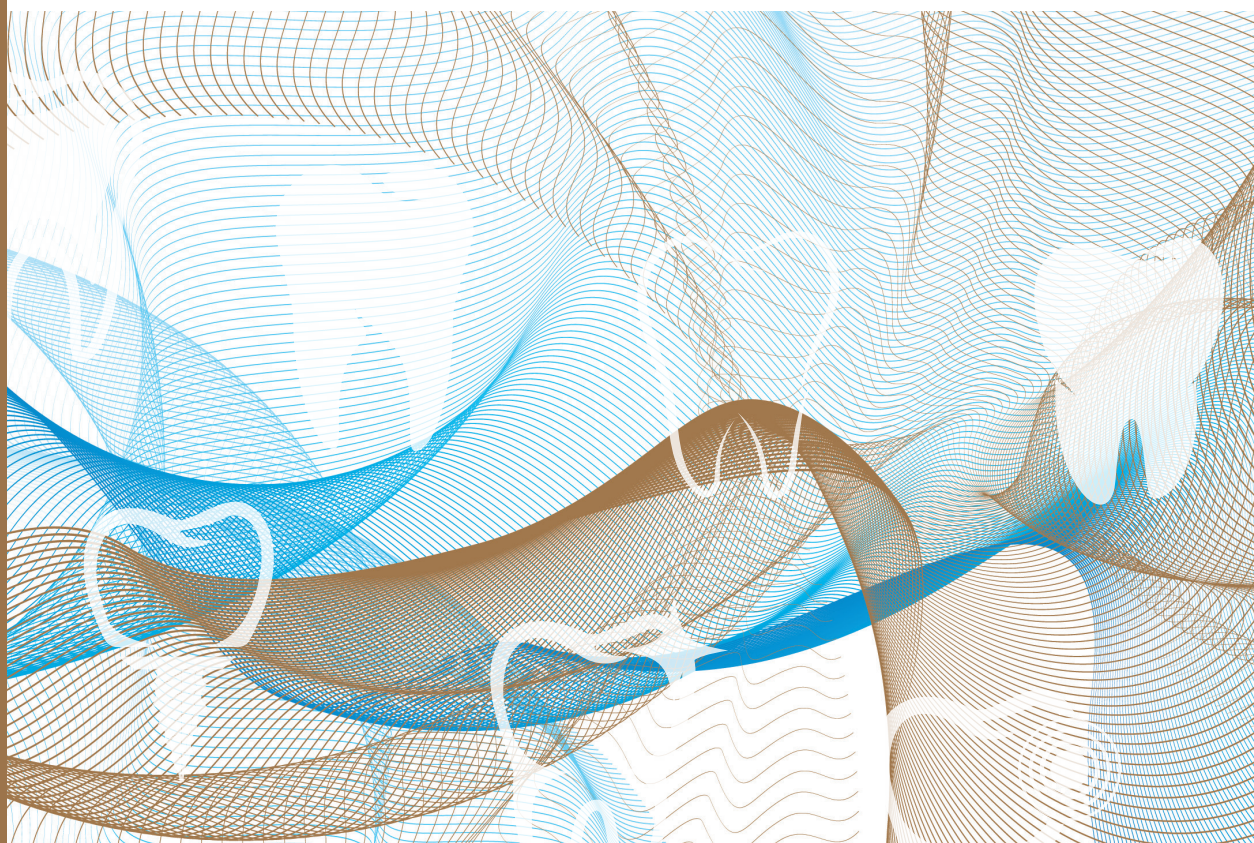
CZECH DENTAL JOURNAL



RECENZOVANÝ ČASOPIS / PEER-REVIEWED JOURNAL

Indexováno: Bibliographia Medica Československa, EBSCO Academic Search Complete,
Seznam recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR

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



Gingivální recesy a ortodontická léčba
Gingival recession and orthodontic treatment

Modely chrupu vytvořené pomocí intraorálního skenování a 3D tisku
Dental models created by intraoral scanning and 3D printing

Peri-implantitída: nechirurgická terapie
Peri-implantitis: non-surgical treatment

Sborník abstraktů konference Den výzkumných prací 2023





DENTIST+

— Špičkový software od dodavatele, kterému důvěřuje
49 % stomatologů v ČR

Novinka

CLICKDOC

online KALENDÁŘ



Obchodní oddělení

tel: 246 007 820

e-mail: obchod.cz@cgmm.com

www.dentist.cz

www.clickdoc.cz

Synchronizing Healthcare



CompuGroup
Medical

Česká stomatologická komora Vás srdečně zve na

PRAŽSKÉ DENTÁLNÍ DNY

13. – 14. 10. 2023 | PVA EXPO PRAHA, Praha 9 - Letňany



26. ročník mezinárodního kongresu

HLAVNÍ TÉMA:

JEDNO TĚLO – JEDNA MEDICÍNA

Stomatologická témata • Dentální tým •
Mezioborová témata: fokální infekce,
osteologie, onkologie, antikoagulační
a antiagregační léčba, antiresorpční
terapie, diabetologie, anesteziologie



Více informací
na www.dent.cz
(Vzdělávání)



ČESKÁ STOMATOLOGIE A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ CZECH DENTAL JOURNAL

ročník 123, září 2023, č. 3
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. 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.

OBSAH

ČSK vás zve na kongres Pražské dentální dny a veletrh Pragodont 2023 Vzdělávací středisko ČSK	58
Časopis ČSPZL: Nový web a redakční systém Kapitán M.	58
Gingivální recesy a ortodontická léčba <i>Gingival recession and orthodontic treatment</i> Janková A., Marek I., Vyhlídalová P.	59
Modely chrupu vytvořené pomocí intraorálního skenování a 3D tisku <i>Dental models created by intraoral scanning and 3D printing</i> Šimek M.	68
Peri-implantitída: nechirurgická terapie <i>Peri-implantitis: non-surgical treatment</i> Štefanatný M., Starosta M., Žižka R., Štefanatná J.	77
Sborník abstraktů konference Den výzkumných prací 2023 Tichý A., Vrbová R.	86



Vážené čtenářky,
vážení čtenáři,

letní prázdniny opět utekly jako voda. Po velmi horkém začátku následovalo chladnější deštivé období a nakonec opět vlna veder. V počasí se častěji objevují extrémy, méně často zažíváme delší období normálnosti či průměru. Podobný dojem mám ze stavu chrupu naší populace. Na jedné straně lidé s intaktním či kvalitně sanovaným chrupem a perfektní hygienou, které vídáme jen jednou ročně na preventivní prohlídce (ideální stav pro všechny zúčastněné), na straně druhé pak pacienti s chronicky špatnou hygienou, tristním stavem chrupu, nefungujícími výsledky pokusů o ošetření a strašidelnými názory na zubní péči (zdroj dlouhodobých problémů pro všechny strany). Naším úkolem je udržet ty první a pokusit se strhnout ty druhé na správnou stranu. Je to sisyfovská práce, ale snažme se drobnými krůčky posunout naši populaci k lepšímu ústnímu zdraví.

Otevřeli jste třetí číslo letošního ročníku našeho časopisu, které vám přináší tři odborné články. Jedná se o shrnutí vztahů mezi gingiválními recesy a ortodontickou léčbou, o velmi komplexní přehled metod používaných při intraorálním skenování a 3D tisku a o přehled nechirurgických metod využívaných při léčbě periimplantitidy. Tato aktuální a důležitá témata jsou doplněna sborníkem abstraktů z nejvýznamnější tuzemské vědecké stomatologické konference, Dne výzkumných prací. Přeji hezký a inspirativní čtenářský zážitek.

MUDr. Martin Kapitán, Ph.D.
šéfredaktor

Uzávěrka čísla: 30. 8. 2023. **Datum vydání:** 11. 9. 2023.

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

Náklad: 500 výtisků. **Vychází jako recenzovaný**

odborný časopis 4× ročně. ISSN 1213-0613 (Print);

ISSN 1805-4471 (Online). Evidenční číslo Ministerstva kultury

ČR: MK ČR E 102. **Indexováno:** Bibliographia medica

Čechoslovaca; EBSCO Academic Search Complete;

Seznam recenzovaných neimpaktovaných periodik Rady

pro výzkum, vývoj a inovace Úřadu vlády ČR.

Adresa redakce: ČSK, Slavojova 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. 59–67, s. 68–76, s. 77–85); Ladislav Šolc (s. 57);

Iva Žáková (s. 92).

Elektronická verze ČSPZL, včetně podmínek

pro publikaci: <https://cspzl.dent.cz> a www.prolekare.cz

ČSK VÁS ZVE NA KONGRES PRAŽSKÉ DENTÁLNÍ DNY A VELETRH PRAGODENT 2023

Letos se koná kongres Pražské dentální dny (PDD) opět společně s veletrhem Pragodent 2023 v PVA EXPO PRAHA v pražských Letňanech, jak vyplývá z dohody mezi ČSK a PVA o pořádání společné akce vždy jednou za dva roky. PDD, 26. ročník mezinárodního kongresu České stomatologické komory, se uskuteční v termínu 13. – 14. října 2023. Veletrh Pragodent začíná o den dříve, tj. 12. – 14. října 2023. Srdečně vás zveme na mezinárodní kongres PDD a na program ČSK v rámci Pragodentu, který bude probíhat po celou dobu veletrhu v hale 2D.

ČSK na Pragodentu: V hale 2D bude umístěn stánek ČSK s inovovaným informačním servisem. Novinkou bude ČSK Aréna. Ta letos nahradí dřívější ČSKavárnu. Celý tento prostor Komory v hale 2D mohou navštívit jak účastníci Pragodentu, tak Pražských dentálních dnů.

V prostoru nové ČSK Arény si návštěvníci budou moci poslechnout přednášky pro odborníky i laickou veřejnost, a seznámit se tak s novinkami v zubním lékařství, například formou prezentací dentálních firem.

Stánek ČSK nabídne informační a poradenský servis

v zajímavé formě. Pásmo digitálních prezentací bude přinášet po celý den zajímavosti z komorového vzdělávání, preventivních projektů Světový den ústního zdraví a Republika bez kazu a bude uveden také tutoriál práce s webovým rozhraním pro členy ČSK. Ani letos nebude chybět burza pracovních nabídek.

Informace o kongresu PDD a o programu ČSK v rámci veletrhu Pragodent sledujte na komorovém webu www.dent.cz.

Vzdělávací středisko ČSK

ČASOPIS ČSPZL: NOVÝ WEB A REDAKČNÍ SYSTÉM

Připomínáme informace důležité jak pro čtenáře, tak pro autory a recenzenty časopisu Česká stomatologie a praktické zubní lékařství.

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.

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“).

MUDr. Martin Kapitán, Ph.D.
šéfredaktor, kapitan@dent.cz

GINGIVÁLNÍ RECESY A ORTODONTICKÁ LÉČBA

Přehledový článek

GINGIVAL RECESSION AND ORTHODONTIC TREATMENT

Review

Janková A.^{1,2}, Marek I.^{1,2}, Vyhlídalová P.¹

¹Klinika zubního lékařství, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci,
a Fakultní nemocnice Olomouc

²Stomatologická klinika STOMMA, Břeclav

SOUHRN

Úvod a cíl: Cílem sdělení je vytvořit přehled poznatků týkajících se vztahu ortodontické léčby ke vzniku gingiválních recesů. Jsou shrnuty výsledky dostupných studií publikovaných od roku 1973. Názory mnohých autorů se liší a lze říci, že vznik gingiválních recesů je multifaktoriální; jako rizikové faktory vzniku jsou uváděny dehiscence alveolární kosti, fenotyp gingivy, tenký biotyp kosti alveolárního výběžku, tvar symfýzy, malpozice zubů, artikulace chrupu, nevhodná technika provádění ústní hygieny, tah slizničních řas a mnohé další.

Metodika: Pro zpracování tohoto článku byly využity vědecké databáze PubMed, Science Direct, Google Scholar, Embase a Web of Science, do vyhledávání byla zadána klíčová slova gingivální recesus, ortodontická léčba, protruze řezáků, symfýza, biotyp gingivy. Shrnuta byla důležitá fakta a výsledky jednotlivých studií.

Závěr: Problematika recesů je komplexní a multifaktoriální. Důležité je správné sestavení léčebného plánu s ohledem na stav parodontu, fenotyp gingivy, biotyp kosti alveolárního výběžku, obličejového skeletu (tvar symfýzy), provádění adekvátní dentální hygieny i pravidelné kontroly v retenční fázi léčby, aby se předešlo případným komplikacím při používání fixních retainerů.

Klíčová slova: gingivální recesus, ortodontická léčba, protruze řezáků, symfýza, biotyp gingivy

SUMMARY

Introduction, aim: This article provides an overview of current knowledge on the relationship between orthodontic treatment and the emergence of gingival recession. It summarises the results of available studies published since 1973. The views of various authors are different. Gingival recession is multifactorial in origin, with the following cited as risk factors: dehiscence of the alveolar bone, gingival phenotype, thin biotype of the bone of the alveolar process, the shape of symphysis, dental malposition, the articulation of the dentition, inappropriate oral hygiene technique, tension of the mucosal folds and many others.

Methodology: The scientific databases PubMed, Science Direct, Google Scholar, Embase, and Web of Science were used for the research. Key words (gingival recession, orthodontic treatment, incisor protrusion, symphysis, gingival biotype) were entered into the search and articles were studied. Important facts and results of individual studies were written down.

Conclusion: The issue of recessions is complex and multifactorial. It is important to correctly assemble a treatment plan with regard to the condition of the periodontium, gingival phenotype, bone biotype of the alveolar process, facial skeleton (shape of the symphysis), level of dental hygiene as well as regular check-ups in the retention phase of treatment in order to avoid possible complications of fixed retainers.

Key words: gingival recession, orthodontic treatment, incisor protrusion, symphysis, gingival biotype

Janková A., Marek I., Vyhlídalová P.
Gingivální recesy a ortodontická léčba.

Čes stomatol Prakt zubní lék. 2023; 123(3): 59–67. doi: 10.51479/cspzl.2023.003

ÚVOD

Pojem gingivální recesus charakterizuje stav, kdy dochází k ústupu gingiválního okraje směrem apikálně od cementosklovinové hranice [1, 2] (**obr. 1**). Gingivální recesus

často vede k dentinové hypersenzitivitě zubu, zvýšení náchylnosti zubu ke vzniku kazu na povrchu kořene, exponované zubní kořeny jsou náchylné k abrazi a erozi. Gingivální recesy taktéž vyvolávají u pacientů strach



Obr. 1
Gingivální recesy u zubů 14, 34, 32, 44 a 45.

Fig. 1
Gingival recession on teeth 14, 34, 32, 44, and 45.

ze ztráty zubu, a především zhoršují estetiku dentice, obzvláště pokud je recesus lokalizován v tzv. zóně úsměvu [3–7].

Cílem sdělení je vytvořit souhrn dosavadních poznatků týkajících se vztahu mezi ortodontickou léčbou a vznikem gingiválních recesů.

METODIKA

Pro zpracování tohoto článku byly využity vědecké databáze PubMed, Science Direct, Google Scholar, Embase a Web of Science. Do vyhledávání byla zadána klíčová slova gingivální recesus, ortodontická léčba, protruze řezáků, symfýza, biotyp gingivy. Vyhledané články byly prostudovány, byla sepsána důležitá fakta a výsledky jednotlivých studií.

OBECNÉ POZNATKY

Gingivální recesy lze dělit podle etiologie a stupně závažnosti na generalizované a lokální. Generalizovaná forma vzniká jako důsledek ústupu kosti alveolárního výběžku, postiženo je zpravidla více zubů. Podkladem jejich vzniku mohou být zánětlivá i nezánnětlivá onemocnění v oblasti závěsného aparátu zubu. Druhou skupinou jsou recesy vznikající na podkladě lokálního ústupu alveolární kosti, kdy primární příčinou jejich vzniku není zánět. Právě tento typ recesů je většinou spojen s ortodontickou léčbou [8, 9].

Gingivální recesy se podle výzkumů manifestují ve většině populace [10], mohou být pozorovány ve všech věkových kategoriích [11]. Několik studií udává větší prevalenci u mužů než u žen [12–14]. Lze také sledovat názor některých autorů, že recesus je způsoben fyziologickou změnou danou přirozeným stárnutím, jelikož se incidence s věkem prokazatelně zvyšuje [15], jiní autoři zastávají názor o manifestaci zánětlivých onemocnění [16]. Vznik gingiválních recesů je multifaktoriální, základní predisponující faktory

lze dělit na vrozené a získané. Mezi faktory vrozené řadíme přítomné dehiscence alveolární kosti [17–19], malpozice zubů, artikulační zátěž [10], tah slizničních řas [3] a biotyp gingivy [20–22]. Mezi faktory získané lze řadit nevhodnou techniku provádění dentální hygieny [23–25], kouření [12, 26, 27], zánětlivá onemocnění parodontu [28] a taktéž iatrogenní poškození včetně potenciálních vedlejších následků ortodontické léčby.

Alveolární dehiscence je stav, kdy dochází k ústupu lamina kortikalis a k následné expozici kořene zubu. Může být také definována jako ústup kosti více než 2 mm od cementosklovinové hranice. **Fenestrace** jsou izolované oblasti kostního defektu, kdy je kořen zubu kryt pouze periostem a přilehlou gingivou. Gingivální recesy mohou vzniknout pouze tam, kde již existuje kostní dehiscence, naopak to ovšem neplatí. Kostní dehiscence se mohou vyskytovat i bez současné klinické manifestace gingiválních recesů [17, 31]. Bylo prokázáno, že stavy, jako je dehiscence a fenestrace, pozitivně korelují s tenkou alveolární kostí [32].

U gingiválních recesů se hodnotí jejich lokalizace, hloubka (vertikální vzdálenost mezi cementosklovinovou hranicí nebo jiným referenčním bodem k okraji gingivy) a šířka (maximální horizontální rozměr) [33].

Pro klinické účely bylo navrženo mnoho klasifikačních schémat, nepoužívanější však je **Millerova klasifikace** (1985) [34] (**tab. 1**). Tato klasifikace dělí gingivální recesy do čtyř kategorií, hodnotí měkké i tvrdé tkáně a udává, jakou plochu kořene lze překrýt. Kromě funkce diagnostické má tato klasifikace také funkci prognostickou [35].

GINGIVÁLNÍ RECESY A ORTODONTICKÁ LÉČBA

Zuby v malpozici nemusí být podpořeny dostatkem měkkých a tvrdých tkání, ortodontická léčba často napravuje tyto rizikové faktory a snaží se předcházet jejich další progresi (**obr. 2**). Je však rovněž spojena s některými potenciálními riziky pro parodontální tkáň. Jedním z nich je náročnější udržitelnost ústní hygieny ve spojení s fixním aparátem, což může vést k akumulaci plaku a následně ke vzniku zánětu. Další rizika jsou spojena především se špatným léčebným plánem a nevhodným ortodontickým pohybem [36].

Ortodontická léčba s sebou nese rovněž určitý podíl negativních změn, které je třeba brát na vědomí při sestavování léčebného plánu, během samotné aktivní léčby i během retenční fáze. Studie dokazují malé zhoršení

Tab. 1 Millerova klasifikace, převzato z [34].

Tab. 1 Miller's classification, taken from [34].

	Třída I.	Třída II.	TŘÍDA III.	TŘÍDA IV.
Hranice ústupu marginální tkáně	gingivální recesus nedosahuje mukogingivální hranice	gingivální recesus dosahuje nebo přesahuje mukogingivální hranice	gingivální recesus dosahuje nebo přesahuje mukogingivální hranice	gingivální recesus dosahuje nebo přesahuje mukogingivální hranice
Interdentální septa a interdentální gingiva	mezizubní prostor postiženého zubu nevykazuje ztrátu kosti nebo gingivální tkáně	mezizubní prostor postiženého zubu nevykazuje ztrátu kosti nebo gingivální tkáně	je přítomna ztráta kosti nebo měkkých tkání v oblasti mezizubního prostoru	je přítomna ztráta kosti nebo měkkých tkání v oblasti mezizubního prostoru, zubní papila je zcela ztracená nebo hrubě oploštělá, její hranice je apikálnější než dno gingiválního recesu
Vyhlídky na krytí kořene	je možné kompletní překrytí zubního kořene	je možné kompletní překrytí zubního kořene	je možné částečné překrytí zubního kořene do výšky mezizubní papily	není možnost překrytí zubního kořene

stavu parodontu po ortodontické léčbě [31, 38–41].

Z výše uvedeného vyplývá důležitost spolupráce mezi parodontologem a ortodontistou, a to před zahájením léčby, během aktivní terapie i v retenční fázi. U mnoha pacientů je potřeba před zahájením ortodontické léčby fixním aparátem parodontologická intervence, během léčby pak pravidelné kontroly pro stabilizaci parodontu a po sejmutí fixního aparátu pak případně řešení gingiválních recesů formou štěpů.

Thilander a kol. provedli experiment na psech, kterým nasadili ortodontický aparát a horní řezáky protrudovali po dobu pěti měsíců, dokud nedošlo k úbytku alveolární kosti v této oblasti. Následně po dobu dalších pěti měsíců byly pravé řezáky retrahovány zpět do původní polohy, levé řezáky byly ponechány v protruzním postavení. Bylo dokázáno, že při pohybu zubů výrazně labiálně nastává úbytek bukalní alveolární kosti a dochází k tvorbě dehiscencí a fenestrací. Kost se opětovně formuje po posunu zubů a retrakci zpět do původní pozice, protruzní typ ortodontického pohybu tedy nemusí nutně být doprovázen ztrátou pojivových tkání [31].

Sarikaya a kol. hodnotili změny v tloušťce alveolární kosti u pacientů s bimaxilární protruzí, u kterých byly v rámci léčby plánovány extrakce čtyř premolárů a následná retrakce frontálních zubů. Tloušťka alveolární kosti byla hodnocena u obou zubních oblouků v oblasti hřebene alveolu (S1), ve středu kořenů zubů (S2) a v apikální části zubů (S3). V oblasti dolní čelisti byl zjištěn pokles hodnoty S1, v horní čelisti byly všechny hodnoty beze změny. Po retrakci frontálních zubů došlo ke statisticky významnému zmenšení šířky lingvální kosti v obou zubních obloucích. U některých pacientů byly rovněž nalezeny dehiscence, které nebyly viditelné makroskopicky ani na kefalometrických snímcích.

Z tohoto důvodu je velmi důležité pečlivě sledovat retrakční pohyby, aby se zabránilo negativním iatrogenním účinkům tohoto mechanismu [37].

Zachrisson zkoumal vliv ortodontické léčby na stav parodontu. Na základě rentgenových snímků typu bitewing došel k závěru, že ortodontičtí pacienti vykazovali klinicky signifikantní ztrátu attachmentu i alveolární kosti oproti jedincům z kontrolní skupiny. Největší ztráty alveolární kosti byly zaznamenány v oblasti uzavírání extrakční mezery, a to hlavně při distalizaci špičáků v zóně tlaku. Distribuce těchto ztrát však vykazovala mezi pacienty značnou individuální variabilitu [38, 39]. Ke stejnému závěru jako Zachrisson ve své studii došli i Janson a kol. [40].

Vznik gingiválních recesů při ortodontické léčbě zjistili ve svých studiích Slutzkey a Levin a Renkema a kol., kteří našli silnou korelaci mezi množstvím a závažností gingiválních recesů u pacientů po předchozí ortodontické terapii v porovnání s kontrolní skupinou pacientů bez ortodontické léčby [26, 42].

Obr. 2
Gingivální recesy u zubů 15, 14, 13, 44 a 45 v malpozici (frontálně vertikálně otevřený skus, stěsnání v horním a dolním zubním oblouku, palatinální inklinace 15 a 14, vestibulární inklinace 13).

Fig. 2
Gingival recession on teeth 15, 14, 13, 44, and 45 in malposition (frontal vertical open bite, crowding in the upper and lower jaw, palatal inclination of 15 and 14, vestibular inclination of 13).



Renkema a kol. sledovali progresi gingiválních recesů v souvislosti s ortodontickou léčbou, kdy se počet recesů zvyšoval v čase. Z celkového počtu 302 zkoumaných pacientů bylo po ukončení ortodontické léčby 7 % pacientů s recesy, dva roky po léčbě to bylo již 20 % a po pěti letech od ukončení aktivní léčby 38 %. Pacienti, kteří byli mladší než 16 let na konci ortodontické terapie měli menší pravděpodobnost vzniku recesů, než tomu bylo u pacientů nad 16 let. Prevalence gingiválních recesů nebyla asociována s pohlavím nebo extrakční či neextrakční léčbou [44].

Gingivální recesy se mohou vyskytovat jak ve frontálním, tak i v laterálním úseku. Ve frontálním úseku se gingivální recesy častěji objevují v dolní čelisti především v oblasti dolních řezáků, zpravidla více vestibulárně. Jejich prevalence se zvyšuje s věkem [44]. Fixní ortodontické aparáty rovněž vytváří retenční oblast pro akumulaci zubního plaku a při neadekvátní dentální hygieně může dojít i sekundárně k poškození periodontálních tkání vlivem zánětu [45].

V laterálním úseku se zpravidla objevují z důvodu výrazné expanze v zubním oblouku a při nevhodné torzi zubu, kdy je kořen zubu postaven výrazně vestibulárně proti poloze zubní korunky a je kryt tenkou kompaktní.

Baysal a kol. hodnotili změny v tloušťce kortikální kosti, výšce alveolární kosti a incidence dehiscencí a fenestrací v oblasti laterálních zubů po rychlé maxilární expanzi (RME) s použitím CBCT (cone beam computed tomography). Autoři následně uvádí, že RME může vést k úbytku alveolární kosti v okolí laterálních zubů, tyto změny nebyly statisticky významné. Avšak autoři referují o navýšení výskytu dehiscencí a fenestrací v průběhu léčby [46]. Další ze studií [47, 48] také využívaly k hodnocení tloušťky kortikální kosti CBCT snímky a hodnotily i sklon zubních korunek při RME. V první ze studií bylo využito hodnocení CBCT pro stanovení faktorů, které mohou ovlivnit změny bukalní kortikální kosti po RME. Bylo zjištěno, že nastává sklonění korunek bukalně a snížení tloušťky bukalní kortikální kosti i úrovně bukalní marginální kosti. Při samotné expanzi nebyly nalezeny rozdíly u premolárů a prvních molárů, avšak druhé premoláry vykazovaly větší sklon zubních korunek směrem bukalně a menší úbytek v tloušťkách kortikální kosti bukalně [47]. Ke stejnému závěru dospěli i autoři druhé studie, kteří srovnávali dentoskeletální účinky při RME u expandérů typu hyrax a palatinálních akrylových expandérů. Během RME došlo ke zvýšení všech měřených parametrů, největší

změny byly zaznamenány v oblasti zubních oblouků a nejmenší u báze kostí. Oba typy aparátu vyvolaly obdobné změny [48].

Během ortodontického pohybu se bohužel může kořen zubu dostat výrazně vestibulárně mimo střed alveolárního výběžku, tím dojde ke vzniku kostní dehiscence, následně ústupu marginální gingivy apikálně a dochází k expozici kořene zubu [49].

GINGIVÁLNÍ RECESY A OBLIČEJOVÝ SKELET

Sadek zkoumal rozdíly v alveolárních a skeletálních rozměrech mezi subjekty s různými vertikálními rozměry obličeje pomocí CBCT snímků. Došel k závěru, že existuje statisticky významný vztah mezi typem obličeje a výškou a tloušťkou alveolárního výběžku. Pacienti s velkým úhlem NS-ML (na kefalometrickém snímku měřený úhel svíraný přímkou mezi body Nasion-Sella a mandibulární linií; hypodivergentním typem obličeje) jsou při nadměrném pohybu řezáků labio-lingválním směrem rizikováni pro ztrátu opory alveolární kosti. S tím pak souvisí i vyšší riziko vzniku gingiválních recesů [50].

Samotný sklon mandibulární linie je jedním z nejdůležitějších parametrů pro samotné plánování ortodontické léčby. Pacienti s vysokým úhlem mandibulární linie (tzv. long face) mají rozdílný růst a odpověď na léčbu, než je tomu u pacientů s nízkým úhlem mandibulární linie (tzv. short face) [50–53]. Podstatné je, že u pacientů s vysokým úhlem mandibulární linie je často velmi úzký alveolární výběžek. U nízkého úhlu mandibulární linie je tomu právě naopak, alveolární výběžek je velmi silný s prominující bradou [54]. Tedy v případě větší protruze dolních řezáků během ortodontické léčby u pacientů s vysokým úhlem mandibulární linie by mohlo dojít ke ztenčení labiální lamina kortikalis alveolárního výběžku dolní čelisti, a tedy následně i k ústupu gingivy a vzniku gingiválních recesů. K tomu často dochází při ortodontické léčbě skeletálních anomálií III. třídy, kdy v rámci přirozených kompenzačních mechanismů jsou řezáky v retruzi a přitom symfýza mandibuly je vysoká a úzká. Následnou dekompenzací před ortognátní operací pak může dojít k další redukci šířky alveolární kosti, tvorbě dehiscencí a gingiválních recesů [55, 56].

Mazurová [57, 58] se zabývala vztahem mezi gingiválními recesy a morfologií symfýzy i skeletálním podkladem. Zkoumala vývoj recesů v čase před léčbou, po sejmutí fixního aparátu a pět let po aktivní ortodontické léčbě. Na souboru 179 pacientů prováděla analý-

zu kefalometrického snímku (morfologie symfýzy, skeletální analýza) a taktéž hodnotila na sádrových modelech stav dolních řezáků (přítomnost recesů, změna délky klinické korunky). Neprokázała souvislost mezi vznikem recesů a typem obličejového skeletu a hyperdivergentní typ obličejového skeletu s úzkou a vysokou symfýzou nebyl predisponujícím faktorem pro vznik recesů a naopak, jak se do té doby řada jiných autorů domnívala [57]. Nicméně ve druhé své studii, která se zabývala právě souvislostmi s morfologií symfýzy a změnou délky klinické korunky dolních řezáků své závěry mírně poopravila, neboť sice nebyl prokázán statisticky významný vztah mezi rozměry symfýzy a gingiválními recesy, avšak u pacientů s vyšší a užší symfýzou určitá tendence ke vzniku recesů byla pozorována [58].

Novější studie, kterou provedli Pernet a kol., se v mnohém s výsledky Mazurové a kol. shoduje. V této studii se autoři snažili dát do souvislosti rozvoj lingválních a labiálních recesů vůči sklonu řezáků během ortodontické léčby, vertikální morfologii obličeje, šířce a výšce symfýzy. Hodnotili sádrové modely a kefalometrické snímky u souboru 126 pacientů a zaznamenávali přítomnost gingiválních recesů před léčbou, po sejmutí fixního aparátu a v retenční fázi. Větší rozvoj gingiválních recesů byl prokázán u mužů a prevalence se u obou pohlaví zvyšovala s věkem. Poměr mezi výškou a šířkou na úrovni hřebene alveolárního výběžku prokázal statisticky významnou souvislost s přítomností vestibulárních a lingválních recesů. Dále nadměrná inklinace ($\geq 10^\circ$) dolních řezáků prokázala souvislost se vznikem recesů ve 25 % případů. Závěr studie Perneta a kol. tedy byl, že větší výška symfýzy, poměr mezi výškou a šířkou symfýzy a také velká změna sklonu dolních řezáků během ortodontické léčby vede k rozvoji gingiválních recesů [59].

Swasty a kol. potvrdili, že u pacientů s větší výškou symfýzy je tloušťka kortikální kosti menší, což vede k nárůstu počtu gingiválních recesů [60].

Vinš uvádí jako parametr pro vznik recesů užší symfýzu v bodě B (nejhlubší bod přední kontury alveolu dolní čelisti) na kefalometrickém snímku a dále nižší poměr šířky a výšky symfýzy [61].

GINGIVÁLNÍ RECESY A PROTRUZE DOLNÍCH ŘEZÁKŮ

Ortodontickým pohybem lze dosáhnout tvorby kosti, avšak toto tvrzení neplatí u všech typů ortodontického pohybu zubem.

Rozsah pohybu vymezuje lamina kortikalis. Šířka alveolárního výběžku je nejmenší v oblasti dolních řezáků, proto je tato oblast považována za rizikovou z hlediska vzniku gingiválních recesů během ortodontické léčby [62, 63].

Vznik gingiválních recesů je zpravidla spojován s pohybem zubů labiálním směrem, proto mnoho autorů považuje tento pohyb za rizikový faktor pro vznik recesů [49, 64, 65], druhá skupina toto tvrzení odmítá [66–69]. Je tedy kladen velký důraz právě na diagnostiku relokované polohy dolních řezáků a plánování výsledné inklinace zubů, stejně tak na rozhodnutí ohledně extrakcí v zubním oblouku.

Årtun a Krogstad ve svém výzkumu dospěli k závěru, že protruze dolních řezáků větší než 10° v kombinaci s úzkou symfýzou vede ke vzniku recesů. Našli také asociaci mezi úzkým alveolárním výběžkem dolní čelisti a změnou délky klinické korunky během anteriorního vyklánění korunek dolních řezáků. Podle těchto autorů vznikají gingivální recesy u dospělých zejména během aktivní ortodontické léčby a první tři roky po sejmutí fixního aparátu [65].

Yared a kol. ve své studii zjistili, že pokud je konečná inklinace dolních řezáků větší než 95° (sklon dolního řezáku k mandibulární linii) a tloušťka připojené gingivy menší než 0,5 mm, zvyšuje se riziko vzniku recesů u dolních řezáků a recesy jsou závažnějšího charakteru. Tloušťka připojené gingivy se jevila jako podstatnější faktor ve srovnání s konečnou inklinací [64].

Renkema a kol. zkoumali vztah mezi gingiválními recesy a velikostí výsledné protruze zubů [69] a rovněž vztah mezi gingiválními recesy a změnou inklinace dolních řezáků [70]. Souvislost ani v jedné studii nebyla potvrzena. Výsledná protruze nekorelovala s výskytem gingiválních recesů ani s prodloužením délky klinické korunky zubu.

Ke stejným závěrům ve své studii dospěli Melsenová s Allaisem, kteří rovněž prokázali, že ortodontická léčba signifikantně nezvýšila počet gingiválních recesů. Uvádějí, že pokud je prováděna pod kontrolou biomechanických zásad a parodontálního stavu, je riziko sekundárního poškození parodontu při protruzi dolních řezáků malé [71].

V další studii [72] tito autoři naopak uvádějí, že prevalence pacientů s jednou nebo i více dehiscencemi byla lehce zvýšena mezi dospělými, kteří prodělali signifikantní protruzi dolních řezáků. Nicméně výsledky této studie mohou být mírně zavádějící, neboť

šetření bylo prováděno na vzorku 150 pacientů a samotná klinická signifikance byla zanedbatelná.

V odborné literatuře lze dohledat zmínky o větší spojitosti mezi gingiválními recesy a jinými lokálními proměnnými, než je pouhý anteriorní pohyb dolních řezáků. Jsou jimi úroveň orální hygieny, zdravotní kondice, kvalita i kvantita alveolární kosti a samotných gingiválních tkání (kvalita a biotyp gingivy), tloušťka alveolární kosti [73]. Přítomnost plaku, zánětu dásní a recesů před ortodontickou léčbou, tenký biotyp gingivy, malá vrstva keratinizované gingivy a rovněž tenká symfýza [65] jsou predisponujícími faktory ke vzniku gingiválních recesů během ortodontické terapie nebo po ní [71].

Ngan a kol. potvrdili vztah mezi inklinací dolních řezáků a gingiválních recesů, když ve své studii pozorovali reakci již vzniklých recesů u protrudovaných řezáků na ortodontickou léčbu s jejich retrakcí. Výsledky dokazují, že po retrakci a úpravě postavení řezáků vůči kostnímu podkladu dochází ke zmenšení gingiválních recesů [74].

Závěry publikovaných studií přinášejí protichůdné názory, a to dokonce u stejných autorů [57, 58, 71, 72], což je pravděpodobně dáno i rozdílem v metodice, souboru zkoumaných subjektů, variabilitou ortodontických mechanismů užívaných pro posun zubů během terapie i dalšími faktory.

GINGIVÁLNÍ RECESY A FIXNÍ RETAINERY

Fixní retainery jsou využívány po sejmutí fixního aparátu k retenci dosaženého postavení zubů a nevyžadují spolupráci pacienta při nošení. Pacienti musí pravidelně docházet na kontroly a udržovat adekvátní dentální hygienu v místě retaineru [75–78].

Zachrisson a Dahl porovnávali ve své studii dva typy retenčních drátů z hlediska fraktur drátu a jejich uvolnění ze zubů. První skupina

čítala 81 pacientů a byl použit třípramenný drát, u druhé skupiny 72 pacientů byl použit drát pětpramenný. Retainer v horní čelisti byl lepen na čtyři zuby (od laterálního řezáku na pravé straně po laterální řezák na levé straně), v dolní čelisti byl lepen na šest zubů (od špičáku na pravé straně po špičák levostranný). Průměrná doba sledování u drátu třípramenného byla šest let, u drátu pětpramenného to byly tři roky. U drátu pětpramenného bylo výrazně nižší selhání fixních retainérů v porovnání s dráty třípramennými. Fraktura retaineru u drátu třípramenného byla v horní čelisti 23,2 % a v dolní čelisti 10,3 %, u drátu pětpramenného bylo selhání v horní čelisti 3,1 % a v dolní čelisti 0 %. Uvolnění retaineru z drátu třípramenného bylo pozorováno v horní čelisti v 25 % a v dolní čelisti v 10,3 %, u retainérů vyrobených z drátu pětpramenného to bylo v horní čelisti 7,8 % a v dolní čelisti 5,9 % [79].

Případný vznik gingiválních recesů vestibulárně není přisuzován nedostatečné hygieně (**obr. 3a, b, c; 4a, b, c**). Na vzniku recesů se pravděpodobně podílí protruze řezáků, která je fixním retainerem dlouhodobě udržována. Následně může dojít ke ztrátě attachmentu až ke vzniku recesů [80].

Kučera a Marek [81, 82] se zabývali neočekávanými komplikacemi při používání fixních retainérů, které mohou vést i ke vzniku gingiválních recesů. Udávají prevalenci u 1,1–5 % pacientů s komplikacemi fixních retainérů. Autoři doporučují lepení vždy pasivně tvarovaných retainérů s využitím silnějšího, standardně používaného pěti- a vícepramenného drátu, vyloučení předčasného nákusů na adhezivní fixační materiál, poučení pacientů ohledně možných komplikací a kontroly v pravidelných intervalech, aby byla případná nežádoucí změna zavčas odhalena. Toto poučení se vztahuje zejména na pacienty s tenkým biotypem gingivy a vyšším úhlem mandibulární linie.

Obr. 3a, b, c
Stav po sejmutí
fixních aparátů.

Fig. 3a, b, c
Condition after debonding
of fixed appliances.





Obr. 4a, b, c
Stav v retenční fázi.
Gingivální recesus na zubu 41
jako neočekávaná komplikace
fixního retaineru.

Fig. 4a, b, c
Condition at the phase of
retention. Gingival recession
on tooth 41 as an unexpected
complication of a fixed
retainer.

ZÁVĚR

Cílem tohoto sdělení bylo poskytnout přehled dosavadních poznatků týkajících se gingiválních recesů v souvislosti s ortodontickou léčbou.

Problematika vzniku gingiválních recesů v důsledku ortodontické léčby je komplexní a multifaktoriální. Ortodontická léčba může výrazně přispět ke zlepšení stavu parodontu, ale jsou i jistá rizika, která je třeba brát na vědomí. Důležité je správné sestavení léčebného plánu s ohledem na stav parodontu,

fenotyp gingivy, biotyp kosti alveolárního výběžku, obličejového skeletu (tvar symfýzy), provádění adekvátní dentální hygieny i pravidelné kontroly v retenční fázi léčby, aby se předešlo případným komplikacím fixních retainerů.

MUDr. Ivo Marek, Ph.D.

Klinika Stomma
Třída 1. Máje 3414
690 02 Břeclav
e-mail: ortho.marek@gmail.com

LITERATURA

- Marini MG, Greggi SL, Passanezi E, Santana A.** Gingival recession: prevalence, extension and severity in adults. *J Appl Oral Sci.* 2004; 12(3): 250–255.
- Zucchelli G, Mounssif I.** Periodontal plastic surgery. *Periodontol* 2000. 2015; 68(1): 333–368.
- Starosta M.** Plastická chirurgie parodontu. Olomouc: Vydavatelství LF UP; 2003.
- AlWahadni A, Linden GJ.** Dentine hypersensitivity in Jordanian dental attenders. A case control study. *J Clin Periodontol.* 2002; 29: 688–693.
- Lawrence HP, Hunt RJ, Beck JD.** Three year root caries incidence and risk modeling in older adults in North Carolina. *J Public Health Dent.* 1995; 55: 69–78.
- Smith RG.** Gingival recession: reappraisal of an enigmatic condition and new index for monitoring. *J Clin Periodontol.* 1997; 24: 201–205.
- Merijohn GK.** Management and prevention of gingival recession. *Periodontol* 2000. 2016; 71: 228–242.
- Rateitschak EM, Rateitschak KH, Wolf HF, Hassell TH.** Color atlas of dental medicine. Periodontology. Stuttgart: George Thieme; 2015.
- Jati AS, Furquim LZ, Consolaro A.** Gingival recession: its causes and types, and the importance of orthodontic treatment. *Dental Press J Orthod.* 2016; 21(3): 18–29.
- Litonjua LA, Andreana S, Bush PJ, Cohen RE.** Tooth brushing and gingival recession. *Int Dent J.* 2003; 53(3): 67–72.
- Löe H, Anerud A, Boysen H.** The natural history of periodontal disease in man: prevalence, severity and extent of gingival recession. *J Periodont.* 1992; 63(6): 489–495.
- Albandar JM, Kingman A.** Gingival recession, gingival bleeding and dental calculus in adults 30 years of age and older in the United States, 1988–1994. *J Periodont.* 1999; 70(1): 30–43.
- Hosanguan C, Ungcgusak C, Leelasithorn S, Prasertsom P.** The extent and correlates of gingival recession in non-institutionalised Thai elderly. *J Int Acad Periodont.* 2002; 4(4): 143–148.
- Susin C, Haas AN, Oppermann RV, Haugejorden O, Albandar JM.** Gingival recession: epidemiology and risk indicators in a representative urban Brazilian population. *J Periodont.* 2004; 75(10): 1377–1386.
- Watson PJ.** Gingival recession. *J Dent.* 1984; 12(1): 29–35.
- Johnson BD, Mulligan K, Kiyak HA, Marder M.** Aging or disease? Periodontal changes and treatment consideration in the older dental patient. *Gerontology.* 1989; 8(4): 109–118.
- Fuhrmann R.** Three-dimensional interpretation of labolingual bone width of the lower incisors. Part II. *J Orofacial Orthop.* 1996; 57(57): 168–185.
- Enhos S.** Dehiscence and fenestration in patients with different vertical growth patterns assessed with cone-beam computer tomography. *Angle Orthodont.* 2012; 8(5): 868–874.
- Joshi KJ, Ken RL, DePaola PF.** Gingival recession: intra-oral distribution and associated factors. *J Periodont.* 1994; 65(9): 864–871.
- Cook DR, et al.** Relationship between clinical periodontal biotype and labial plate thickness: an in vivo study. *Int J Periodont Restor Dent.* 2011; 31(4): 345–354.
- Fu JH, et al.** Tissue biotype and its relation to the underlying bone morphology. *J Periodont.* 2010; 81(4): 569–574.

22. Stein JM.

The gingival biotype: measurement of soft and hard tissue dimensions: a radiographic morphometric study. *J Clin Periodont.* 2013; 40(12): 1132–1139.

23. Khocht A, Simon G, Person P, Denepitiya JL.

Gingival recession in relation to history of hard toothbrush use. *J Periodont.* 1993; 64(9): 900–905.

24. Serino G, Wennström JL, Lindhe J, Enderoth L.

The prevalence and distribution of gingival recession in subject with a high standard of oral hygiene. *J Clin Periodont.* 1994; 21(1): 57–63.

25. Kassab MM, Cohen RE.

The etiology and prevalence of gingival recession. *J Amer Det Assoc.* 2003; 134(2): 220–225.

26. Slutzkey S, Levin L.

Gingival recession in young adults: occurrence, severity and relationship to past orthodontic treatment and oral piercing. *Am J Orthodont Dentofacial Orthop.* 2008; 134(5): 652–656.

27. Hyman JJ, Reid BC.

Epidemiologic risk factors for periodontal attachment loss among adults in the United States. *J Clin Periodont.* 2003; 30 (3): 230–237.

28. Baker DL, Seymour GJ.

The possible pathogenesis of gingival recession. A histological study of induces recession in the rat. *J Clin Periodont.* 1976; 3(4): 208–219.

29. Heasman PA, Ritchie M, Asuni A, Gavillet E, Simonsen JL, Nyvad B.

Gingival recession and root caries in the ageing population: a critical evaluation of treatments. *J Clin Periodontol.* 2017; 44(18): 178–193.

30. Imber JC, Kasaj A.

Treatment of gingival recession: When and how? *Int Dent J.* 2021; 71(3): 178–187.

31. Thilander B, Nyman S, Karring T, Magnusson I.

Bone regeneration in alveolar bone dehiscences related to orthodontic tooth movement. *Eur J Orthod.* 1983; 5: 105–114.

32. Rupprecht RD, Horning GM, Nicoll BK, Cohen ME.

Prevalence of dehiscences and fenestrations in modern American skulls. *J Periodontol.* 2001; 72: 722–729.

33. Slezák R.

Praktická parodontologie. Praha: Quintessenz; 1995.

34. Miller PD.

Classification of marginal tissue recession. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1985; 5: 8–13.

35. Pini-Prato G.

The Miller classification of gingival recession: limits and drawbacks. *J Clin Periodontol.* 2011; 38: 243–245.

36. Bollen AM, et al.

The effect of orthodontic therapy on periodontal health: A systematic review of controlled evidence. *JADA.* 2008; 139: 413–422.

37. Sarikaya S, Haydar B, Cığır S, Ariyürek M.

Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122(1): 15–26.

38. Zachrisson BU, Alnaes L.

Periodontal condition in orthodontically treated and untreated individuals. I. part. Loss of attachment, gingival pocket depth and clinical crown height. *Angle Orthod.* 1973; 43: 402–411.

39. Zachrisson BU, Alnaes L.

Periodontal condition in orthodontically treated and untreated individuals. II. part. Alveolar bone loss: radiographic findings. *Angle Orthod.* 1974; 44: 48–55.

40. Janson G, et al.

Comparative radiographic evaluation of the alveolar bone crest after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 124: 157–164.

41. Bondemark L.

Interdental bone changes after orthodontic treatment: A 5 year longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114: 25–31.

42. Renkema AM, Fudalej PS, Renkema AA, Abbas F, Bronkhorst E, Katsaros C.

Gingival labial recessions in orthodontically treated and untreated individuals: A case-control study. *J Clin Periodontol.* 2013; 40: 631–637.

43. Renkema AM, et al.

Development of labial gingival recessions in orthodontically treated patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 143: 206–212.

44. Joss-Vassalli I, et al.

Orthodontic therapy and gingival recession: A systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2010; 13: 127–141.

45. Lindhe J.

Clinical periodontology and implantology. 5th ed. Oxford: Munksgaard; 2008.

46. Baysal A, Uysal T, Veli I, Ozer T, Karadede I, Hekimoglu S.

Evaluation of alveolar bone loss following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod.* 2013; 43(2): 83–95.

47. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, Kim J, Taylor G.

Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132(4): 428.e1–8.

48. Garib DG, Henriques JF, Janson G, Freitas MR, Coelho RA.

Rapid maxillary expansion – tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod.* 2005; 75 (4): 548–557.

49. Wennström JL, Lindhe J, Sinclair F, Thilander S.

Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol.* 1987; 14: 121–129.

50. Sadek MM, Sabet NE, Hassan IT.

Alveolar bone mapping in subjects with different vertical facial dimensions. *Eur J Orthod.* 2015; 37: 194–201.

51. Karlson AT.

Craniofacial growth differences between low and high MP-SN angle males: a longitudinal study. *Angle Orthod.* 1995; 65: 341–350.

52. Taner-Sarisoy L, Darendeliler N.

The influence of extraction orthodontic treatment on craniofacial structures: evaluation according to two different factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 115: 508–514.

53. Haralabakis NB, Sifakakis IB.

The effect of cervical headgear on patients with high or low mandibular plane angles and the „myth“ of posterior mandibular rotation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 126: 310–317.

54. Mangla R, et al.

Evaluation of mandibular morphology in different facial types. *Contemp Clin Dent.* 2011; 2: 200–206.

55. Årtun J, Krogstad O.

Periodontal status of mandibular central incisors following excessive proclination. A study in adults with surgically treated mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987; 91: 225–232.

56. Choi YJ, Chung CJ, Kim KH.

Periodontal consequences of mandibular incisor proclination during presurgical orthodontic treatment in Class III malocclusion patients. *Angle Orthod.* 2015; 85: 427–433.

57. Mazurova K, Renkema AM, Navratilova Z, Katsaros C, Fudalej PS.

No association between gingival labial recession and facial type. *Eur J Orthod.* 2016; 38(3): 286–291.

58. Mazurova K, Kopp JB, Renkema AM, Pandis N, Katsaros N, Fudalej PS.

Gingival recession in mandibular incisors and symphysis morphology: A retrospective cohort study. *Eur J Orthod.* 2018; 40(2): 185–192.

59. Pernet F, Vento C, Pandis N, Kiliaridis S.

Long-term evaluation of lower incisors gingival recessions after orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 2019; 41(6): 559–564.

60. Swasty D, et al.

Cross-sectional human mandibular morphology as assessed in vivo by cone-beam computed tomography in patients with different vertical facial dimensions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139: 377–389.

61. Vinš P, Tycova H, Kučera J, Běláček J.

Vliv ortodontické léčby na vznik gingiválních recesů. *Ortodoncie.* 2012; 21(3): 153–162.

62. Vardimon AD, Oren E, Ben-Bassat Y. Cortical bone remodeling/tooth movement ratio during maxillary incisor retraction with tip versus torque movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114: 520–529.

63. Handelman CS. The anterior alveolus: Its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae. *Angle Orthod.* 1996; 66: 95–110.

64. Yared KFG, Zenobio EG, Pacheco W. Periodontal status of mandibular central incisor after orthodontic proclination in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130: 6e1–8.

65. Artun J, Krogstad O. Periodontal status of mandibular central incisors following excessive proclination. A study in adults with surgically treated mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987; 91: 225–232.

66. Artun J, Grobety D. Periodontal status of mandibular incisors after pronounced orthodontic advancement during adolescence: A follow-up evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 119: 2–10.

67. Ruf S, Hansen K, Panzer H. Does orthodontic proclination of lower incisors in children and adolescents cause gingival recession? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114: 100–106.

68. Djeu G, Hayes C, Zawadeh S. Correlation between mandibular central incisor proclination and gingival recession during fixed appliance therapy. *Angle Orthod.* 2002; 72: 238–245.

69. Renkema AM, Navratilova Z, Mazurova K, Katsaros C, Fudalej PS. Gingival labial recessions and the post-treatment proclination of mandibular incisors. *Eur J Orthod.* 2015; 37: 508–513.

70. Renkema AM, Fudalej PS, Renkema A, Bronkhorst E, Katsaros C. Gingival recessions and the change of inclination of mandibular incisors during orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 2013; 35: 249–255.

71. Melsen B, Allais D. Factors of importance for the development of dehiscences during labial movement of mandibular incisors: A retrospective study of adult orthodontic patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 127: 552–561.

72. Allais D, Melsen B. Does labial movement of lower incisors influence the level of the gingival margin? A case-control study of adult orthodontic patients. *Eur J Orthod.* 2003; 25: 343–352.

73. Aziz T, Mir CF. A systematic review of the association between appliance-induced labial movement of mandibular incisors and gingival recession. *Austr Orthodont J.* 2011; 27(1): 33–39.

74. Ngan PW, et al. Grafted and ungrafted labial gingival recession in pediatric orthodontic patients. *Quintessenz Int.* 1991; 22(2): 103–111.

75. Renkema AM, Sips ET, Bronkhorst E, Kuijpers-Jagtman AM.

A survey on orthodontic retention procedures in the Netherlands. *Eur J Orthod.* 2009; 31: 432–437.

76. Lai CS, Grossen JM, Renkema AM, Bronkhorst E, Fudalej PS, Katsaros C. Orthodontic retention procedures in Switzerland. *Swiss Dent J.* 2014; 124: 655–661.

77. Valiathan M, Hughes E. Results of survey-based study to identify common retention practices in the United States. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137: 170–177.

78. Fudalej PS, Renkema AM. A brief history of orthodontic retention. *Br Dent J.* 2021; 230(11): 777–780.

79. Dahl EH, Zachrisson BU. Long-term experience with direct-bonded lingual retainers. *J Clin Orthod.* 1991; 25: 619–630.

80. Pandis N, Vlahopoulos L, Madianos P, Eliades T. Long-term periodontal status of patients with mandibular lingual fixed retention. *Eur J Orthod.* 2007; 29: 471–476.

81. Kučera J, Littlewood SJ, Marek I. Fixed retention: pitfalls and complications. *Br Dent J.* 2021; 230(11): 703–708.

82. Kučera J, Marek I. Unexpected complications associated with mandibular fixed retainers: A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016; 149(2): 202–211.

ČESKÁ STOMATOLOGIE A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ CZECH DENTAL JOURNAL odborný recenzovaný časopis

PŘEDPLATNÉ ČSPZL NA ROK 2023 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



PŘEDPLATNÉ ČSPZL NA ROK 2023 PRO SLOVENSKO

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

Distribuci formou předplatného na Slovensku zajišťuje:

Mediaprint-Kapa Pressegrasso, 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

MODELÝ CHRUPU VYTVOŘENÉ POMOCÍ INTRAORÁLNÍHO SKENOVÁNÍ A 3D TISKU

Přehledový článek

DENTAL MODELS CREATED BY INTRAORAL SCANNING AND 3D PRINTING

Review

Šimek M.

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

SOUHRN

Úvod a cíl: Modely chrupu jsou ve stomatologii široce používanou pomůckou. Přenos situace v ústní dutině mimo ústa pacienta ve formě modelů chrupu nám přináší informace v oblasti diagnostiky, plánování způsobu léčby a pro plánování výroby stomatologických produktů. Modely chrupu lze využít v každém stomatologickém oboru. Zcela neodmyslitelně jsou spjaty s protetikou, ortodontií a maxilofaciální chirurgií.

Cílem tohoto přehledového článku je seznámit čtenáře s přínosy intraorálního skenování ve spojení s 3D tiskem. Dále popsat jejich základní principy a prezentovat nejvýhodnější technologie 3D tisku pro výrobu stomatologických produktů z poznatků dostupných v současné literatuře.

Materiál a metodika: Vyhledání a průzkum literatury byly zaměřeny na intraorální skenování a 3D tisk. Použity byly databáze PubMed, Scopus a Ebsco. Pro následné zařazení do přehledu byla zásadní aplikovatelnost ve stomatologii, zahrnutí kontrolní skupiny a stáří článku do pěti let.

Závěr: Ze zpracovaných studií vyplývá, že technologie přímého intraorálního skenování a 3D tisku jsou již dnes dobře klinicky použitelné a v budoucnosti lze očekávat jejich další rozvoj pro užívání v každodenní praxi.

Klíčová slova: modely zubů, intraorální skener, 3D tisk

SUMMARY

Introduction and aim: Dental models are widely used in dentistry. The transmission of oral cavity situation outside patient's mouth brings us information in the field of diagnostics, treatment planning, and the fabrication planning of dental products. Dental models can be used in any dental field. They are particularly linked to prosthodontics, orthodontics, and maxillofacial surgery.

The aim of this article is to report the benefits of the intraoral scanning in conjunction with 3D printing to the reader. Also, it describes their basic principles and presents the most useful technologies of 3D printing for production in dentistry according to the current literature.

Materials and methods: The literature search and survey were focused on intraoral scanning and 3D printing. PubMed, Scopus, and Ebsco databases were used to find the articles. Their applicability in dentistry, the inclusion of a control group, and the age of the article within five years were essential for their subsequent selection.

Conclusion: The included studies show that the technologies of direct intraoral scanning and 3D printing are already clinically usable today, and in the future we can expect their further development for everyday practice.

Key words: dental models, intraoral scanner, 3D printing

Šimek M.

Modely chrupu vytvořené pomocí intraorálního skenování a 3D tisku.

Čes stomatol Prakt zubní lék. 2023; 123(3): 68–76. doi 10.51479/cspzl.2023.005

ÚVOD

Pro přenos situace v ústní dutině mimo ústa pacienta se ve stomatologii používá proces otiskování, kdy po aplikaci modelového materiálu (sádry) do otisku získáme modely chrupu. Tyto modely mají využití nejen pro zaznamenání stavu chrupu ve formě dokumentačních modelů, ale zejména jsou použí-

vány pro výrobu protetických výrobků a aparátů pro využití v dentoalveolární chirurgii a ortodontii. V ortodontii slouží analýza samotných modelů k doplnění dalších nálezů, které vedou ke stanovení diagnózy [1]. Ačkoli je použití digitálních technologií spojeno se stomatologií téměř 50 let, v každodenní praxi stále převažuje klasický způsob výroby

sádrových modelů. Ty jsou spojeny s nemožností opravy při výskytu defektů v záznamu, s vysokými nároky na prostor při archivaci a někdy též s nepříjemnými pacientovými pocity při jejich pořizování [2]. Digitální alternativa pomocí intraorálního skenování a 3D tisku umožňuje výrobu fyzických modelů chrupu či přímou výrobu stomatologických aparátů při eliminaci výše uvedených obtíží.

MATERIÁL A METODIKA

Vyhledání a průzkum literatury byl zaměřen na intraorální skenování a 3D tisk. Pro nalezení článků byly použity databáze PubMed, Scopus a Ebsco. Pro následné zařazení do přehledu byla zásadní aplikovatelnost ve stomatologii, zahrnutí kontrolní skupiny a stáří článku do pěti let.

POROVNÁNÍ KONVENČNÍHO A PŘÍMÉHO DIGITÁLNÍHO OTISKOVÁNÍ

Při srovnání konvenčních (alginátových, silikonových) a virtuálních otisků vzniklých pomocí intraorálního skenování lze nalézt mnohé rozdíly při pořizování otisku, jeho zpracování a také při jejich archivaci [3]. Nejvýraznější pozitiva a negativa jsou shrnuta v **tabulce 1**.

Intraorální skener je spojený s výpočetní jednotkou, na jejíž obrazovce lze pozorovat stav pořizovaného záznamu. Skenery jsou vybaveny navigačním systémem, který upozorňuje uživatele, zda probíhá skenování adekvátně. Nejčastěji se jedná o různé formy zvukového signálu. Pokud je v nasnímaném obraze přítomen defekt, lze jej snadno opravit opětovným naskenováním poškozeného místa, jak uvádí Goracci a kol. U standardního otiskování je materiál při vyjímání otisku z úst již ztuhlý a případný defekt v otisku nelze jednoduše opravit. V praxi se tato situace řeší opakováním celé procedury, což zvyšuje náklady časové a finanční [4, 5].

Digitální otisk intraorálním skenerem umožňuje snáze přiblížit důvod léčby pacien-

tovi a usnadňuje komunikaci. Grünheid a kol. publikovali výsledky dotazníkové studie u pacientů, kteří měli možnost vyzkoušet metodu klasického otiskování a digitálního pořizování záznamu úst. Většina pacientů by upřednostnila optický záznam před klasickou metodou, protože pro ně byl mnohem příjemnější. U pacientů s vysokým dávivým reflexem či omezenou spoluprací se může jednat o metodu volby [6, 7].

Záznam jednoho zubního oblouku intraorálním skenerem trvá v průměru kolem tří minut, což není zásadní rozdíl v porovnání s klasickým otiskováním, kde pořízení jednoho otisku se pohybuje mezi třemi a pěti minutami podle zkušenosti lékaře a spolupráce pacienta, jak uvádí Lee a Galluci. Hlavní časová úspora intraorálního skenování spočívá v možnosti snadné opravy případného defektu v záznamu a v rychlejší komunikaci s laboratoří, která může být elektronická [4, 7, 8].

Záznamy digitálních otisků jsou uloženy v počítači, takže na rozdíl od sádrových modelů jsou snáze dohledatelné, mají malé nároky na skladovací prostory a nepodléhají otěru či jiné formě degradace. Nároky intraorálních skenerů na dezinfekci jsou minimální, používají se buď jednorázové návleky, nebo jsou jejich koncovky autoklávovatelné [4, 6, 9].

V porovnání se sádrovými modely umožňuje digitální otiskování zachytit větší množství dat, takže získáme nejen tvar nasnímaného povrchu, ale lze také zaznamenat informace ohledně barevného odstínu jednotlivých zubů či textury tkání. Vzniklé digitální modely lze propojit s dalšími digitálními záznamy pacienta (faciální sken, CBCT), a vytvořit tak plně virtuální model pacienta s možnou simulací výsledků léčby [4, 6, 10].

Intraorální skenování je bezkontaktní způsob zachycení stavu úst pacienta, a proto je nesnadné pořídit takový záznam, který pracuje s pružností sliznic v ústní dutině, např. funkční otisky pro celkové snímání linie

Tab. 1 Seznam nejvýznamnějších pozitiv a negativ digitálních modelů.

Tab. 1 List of the most significant positives and negatives of digital model.

Pozitiva digitálních modelů	Negativa digitálních modelů
Okamžité zobrazení náhledu	Každý obsluhující software má odlišné ovládání a vyžaduje zaškolení
Lepší možnost využití při komunikaci s pacientem	Obtíže při zaznamenání pohyblivých struktur měkkých tkání
Jednoduchý dezinfekční protokol	Cena a údržba
Časová efektivita	
Prostorová nenáročnost	
Množství získaných informací	

v subgingiválním prostoru. Ender a Kattadiyil ve svých studiích uvádí, že v případě rozsáhlejších protetických prací či snímatelných náhrad spíše doporučují zachovat konvenční způsob otiskování [11–15].

Přístroje pro intraorální skenování nabízejí několik výrobců, u nichž se liší nejen použitá technologie, ale také systém ovládání a skenovací strategie pro záznam obrazu. Práce s přístrojem a virtuálními modely vyžaduje jistou dávku zkušeností. Yilmaz a kol. provedli studii, v níž byla porovnávána nejen samotná rychlost skenování s klasickým otiskováním, ale také doprovodná práce se softwarem s fyzickým měřením na sádrových modelech. Z výsledků studie vyplývá, že rychlost skenování nezáleží převážně na přístroji,

ale zejména na zkušenosti operátora. Pořízení otisku a následné měření na modelech bylo asi o třetinu rychlejší u digitální než u fyzické varianty (597 vs. 894 sekund) [6, 7, 16].

Při pořizování intraorálního skeneru je potřeba počítat nejen s vysokou pořizovací cenou přístroje, ale také je zapotřebí mít na paměti roční licenční poplatky, školení, aktualizace a údržbu [17].

INTRAORÁLNÍ SKENERY

Intraorální skenery (**obr. 1**) jsou přístroje, které používají bezkontaktní povrchové skenovací technologie pro získání digitálního otisku ústní dutiny. Nejčastěji pracují na bázi optického záznamu ve formě videa nebo mnoha stovek jednotlivých snímků. První digitální intraorální skener představili Werner Mörmann a Marco Brandestini v 80. letech 20. století. Je znám pod komerčním názvem CEREC [18].

Princip funkce optických skenerů je zaznamenávání světelných signálů, kdy přístroj snímá buď okolní (ambientní) osvětlení, nebo má vlastní světelný zdroj emitující koherentní světlo (pomocí laseru nebo LED diod). Světlo dopadá na skenovaný povrch ve formě teček, pruhů či jiných vzorů a přístroj analyzuje deformaci světla odraženého od objektu. Pro zachycení třetího rozměru obrazu (osy Z) je nutné přidat pohyb skenovací hlavičky, tj. vhodnou skenovací strategii [19].

V další fázi dochází k výpočtu vzdálenosti mezi jednotlivými body a vytvoří se rekonstrukce povrchu ve formě mraku bodů, který je následně převeden do polygonální sítě. Postupně se přidávají informace o textuře povrchu, světle, stínech, a tak se nakonec vytvoří simulace nasnímaného chrupu [17].

Pravdivost a preciznost jsou v případě intraorálních skenerů převážně závislé na pořizovacím/zpracovacím softwaru, který má na starost složení prostorového obrazu z jednotlivých snímků. Pravdivostí (anglicky trueness) rozumíme průměr z velkého počtu měření, který se blíží skutečné hodnotě měřené veličiny (jedná se o míru statistického zkreslení). Preciznost (anglicky precision) se týká přesnosti shody mezi jednotlivými výsledky měření (jde o míru rozptylu). Při určování přesnosti daného zařízení je nutné určit, jak velké úseky chrupu jsou při měření posuzovány. Hack a kol. se zaměřili na přesnost intraorálních skenerů při porovnávání měření na jednom preparovaném pilíři (zubu). Při porovnání výsledků zjistili velmi dobrou pravdivost v porovnání s referenčním modelem, kdy na základě pravdivosti bylo

Obr. 1
Intraorální skener
iTero Elements.

Fig. 1
Intraoral scanner
iTero Elements.



stanoveno pořadí: Trios 3 ($6,9 \pm 0,9 \mu\text{m}$), Care-Stream 3500 ($9,8 \pm 0,8 \mu\text{m}$), iTero ($9,8 \pm 2,5 \mu\text{m}$), True Definition ($10,3 \pm 0,9 \mu\text{m}$), Plan-Scan ($30,9 \pm 10,8 \mu\text{m}$) a CEREC Omnicam ($45,2 \pm 17,1 \mu\text{m}$). Imburgia a kol. ve své studii porovnávali intraorální skenery CS 3600, Trios 3, Omnicam a True Definition na modelech s nekompletní a kompletní denticí. Z výsledků vyplynulo, že signifikantní rozdíly v pravdivosti (trueness) byly nalezeny mezi jednotlivými intraorálními skenery a záznamy částečně ozubené dentice byly přesnější než záznamy plně ozubeného modelu. Naopak v preciznosti (precision) se výsledky mezi jednotlivými skenery významně nelišily. V této studii vyšel jako nejpreciznější skener CS 3600. Renne a kol. porovnávali sedm digitálních skenerů, kde proběhlo měření na postranních sextantech a na celém zubním oblouku. V případě sextantů vyšel PlanScan jako přístroj s největší pravdivostí a precizností. U celého zubního oblouku to byl přístroj Trios 3, který nabídl nejlepší poměr mezi rychlostí a přesností. V dalších studiích, Gütha a kol., Roiga a kol. či Nedelcu a kol., je naměřená přesnost intraorálních skenerů na obdobné úrovni a je obtížné určit, který skener je nejpreciznější, protože výrobci používají odlišné technologie záznamu, vyžadují odlišné skenovací strategie a nezanedbatelný vliv má také zkušenost operátora. Vhodná skenovací strategie, tj. trajektorie, po které se pohybuje hlavička skeneru při záznamu, má vliv na přesnost zaznamenaného obrazu a měla by být v souladu s doporučením výrobce, jak uvádí ve svých pracích Kašparová a kol. a Zarone a kol. [5, 20–28].

Z metaanalýzy Tsirogiannise a kol. vychází, že intraorální skenery nabízí podobné či lepší výsledky záznamu pro výrobu protetických prací menších rozměrů, jako jsou jednotlivé onlaye, korunky či fixní protetické práce do 4–5 členů, kdy zjištěný okrajový uzávěr u protetických pilířů je klinicky akceptovatelný [29].

3D TISK

3D tisk se stal populárním v posledních letech, kdy se rychle rozšířil do povědomí široké veřejnosti. Jedná se o metodu aditivní výroby, při níž dochází k postupnému vrstvení materiálu do formy, než je vytvořen celý objekt. Technologie aditivní výroby jsou používány více než 30 let, ale dříve se využívaly pouze pro výrobu prototypů. Mezi základní výhody aditivní výroby patří rychlost, tvorba složitých geometrických tvarů bez zvláštních příprav, možnost vyrábět individualizované produkty či malé série. S postupujícím vý-

vojem se také rozšiřují materiálové možnosti (nyní převážně plasty, kovové slitiny a keramika). Své uplatnění tak nachází v letectví, automobilovém průmyslu, zlatnictví a ve zdravotnictví [30, 31].

Historie 3D tisku se píše od 80. let 20. století, kdy si Charles Hull nechal patentovat metodu stereolithografie (SLA) v roce 1986. Tato technologie funguje na principu osvětlení laserovým paprskem, kdy dochází k polymerační reakci fotocitlivého materiálu v místě jeho expozice. Ve stejném roce pak založil společnost 3D Systems, která uvedla na trh první komerční 3D tiskárnu SL-1 [32].

V roce 2005 vypršely klíčové patenty k technologii 3D tisku na bázi vytlačování nahřátého materiálu, který je dodáván ve formě tiskových strun (filamentů) – Fused Deposition Modeling (FDM). Na University of Bath ve Velké Británii zahájil doktor Andrian Bowyer projekt, který měl vést k výrobě takové 3D tiskárny, která by mohla vyrobit co nejvíce součástí sebe sama. Projekt se nazýval RepRap a všechny informace o něm, včetně zdrojových kódů, jsou volně přístupné. Bowyer nazval svoji první tiskárnu Darwin [33].

Celý proces 3D tisku lze zjednodušeně shrnout do čtyř základních kroků:

1. vytvoření virtuálního modelu pomocí softwaru,
2. zpracování a rozdělení modelu do jednotlivých vrstev,
3. samotný tisk materiálu po vrstvách,
4. závěrečné očištění a opracování výrobku [34].

V **tabulce 2** jsou uvedeny metody 3D tisku s největším potenciálem pro využití ve stomatologii. Stavební materiál je dodáván buď ve formě tekutiny (tekuté fotopolymery), prášku (kovové slitiny, plasty), nebo struny (pevná forma). Jednotlivé metody 3D tisku jsou v textu dále popsány.

Tekuté fotopolymery (Vat Polymerisation)

Jde o kategorii 3D tisku, kdy stavebním materiálem jsou tekuté kompozitní materiály, které tuhnou po vystavení světelnému zdroji. Princip tisku je u většiny zástupců obdobný. Stavební podložka se zanořuje do nádoby s tekutým fotopolymerem a zastaví se těsně nad jejím dnem, podle výšky nastavené tiskové vrstvy. Síla tištěné vrstvy se běžně pohybuje mezi 25 a 150 μm . Světelný zdroj osvětlí požadovanou oblast, kde dojde ke ztuhnutí fotopolymeru. Pak se stavební podložka opatrně zvedne ode dna nádoby, aby se objekt uvolnil, a zároveň dochází k zalití tiskové plochy čerstvým materiálem.

Tab. 2 Technologie 3D tisku používané v zubním lékařství a jejich vlastnosti.

Tab. 2 3D printing technologies used in dentistry and their properties.

Způsob polymerace	Technologie 3D tisku	Klady	Zápory
Světlo	Tekuté fotopolymery (SLA, DLP, MSLA, CLIP)	Přesný Rozšířený Dostupné množství fotopolymerů pro stomatologické využití Cenově dostupné	Malá stavební plocha Pouze kompozitní materiál
	Tryskání tekutého materiálu (Material jetting)	Rychlý Přesný Možnost barevného 3D tisku Tisk z více materiálů najednou	Vysoké pořizovací náklady Nižší kvalita povrchu
Teplo	Tisk z pevného materiálu (FDM)	Levný Rozšířený Dostupné velké množství materiálů	Méně přesný Nižší kvalita povrchu
	Spékání práškového materiálu (SLS, DMLS)	Možnost použití širokého spektra materiálů včetně kovů a keramiky Výsledný produkt má téměř izotropní vlastnosti	Nižší kvalita povrchu Vysoké náklady

Stavební podložka se pak opět ponoří do nádoby s tekutým kompozitem a zastaví se o něco výše, kdy vzdálenost mezi objektem a dnem nádoby odpovídá výšce vytvrzované vrstvy. Tento proces se neustále opakuje, dokud není tištěný objekt kompletní [35, 36].

3D tisk z tekutých fotopolymerů se dělí na pět základních technologických směrů. Hlavní rozdíl mezi nimi je v uspořádání hlavních komponent, jako je světelný zdroj, vlnová délka světla, stavební podložka a konstrukce nádoby s tekutým kompozitem.

SLA – Stereolithography

Zdrojem světla pro vytvrzování fotopolymeru je laser, nejčastěji pracující ve spektru UV světla, který je pomocí dvou krokových motorků (zrcadlových galvanometrů) usměřován do správných souřadnic. Doba tisku jedné vrstvy je tak závislá na velikosti tiskové plochy, protože se musí vrstva vykreslit bod po bodu. Tato metoda 3D tisku je původní technologií vyvinutou Charlesem Hullem [31, 32, 37].

DLP – Digital Light Processing

DLP proces byl představen v roce 1987 Larrym Hornbackem. Při DLP 3D tisku dochází k osvětlení celé tiskové vrstvy pomocí digitálního projektoru, který promítne obrázek tištěné vrstvy objektu na celou stavební plochu. Vytvrzuje tak tekutý kompozit v celé rovině XY najednou. Výhodou této technologie je nezávislost na zaplnění tiskové plochy, protože se vždy tiskne celá vrstva vcelku, což má pozitivní efekt na čas potřebný pro tisk. Umožňuje zároveň i zjednodušení pohyblivých částí tis-

kárny, protože se stavební podložka pohybuje pouze ve vertikální ose [30, 31, 36].

MSLA – Mask Stereolithography

Jde o proces, který je podobný principu DLP tisku, ale osvit tiskové platformy probíhá odlišným způsobem. Při osvětlení světelným zdrojem na dno kádě musí světlo projít skrze LCD displej, jenž maskuje (zakrývá) celou tiskovou plochu. UV světlo může projít pouze v místě, kde jsou aktivovány pixely LCD displeje, takže v těchto bodech dochází k vytvrzování stavebního materiálu [35, 36].

CLIP – Continuous Liquid Interface Production

Tumbleston a kol. v roce 2015 publikovali vylepšení procesu výroby objektů z fotocitlivé pryskyřice. Technologie CLIP využívá promítání celé vrstvy v rovině XY jako u DLP, ale stavební platforma se pohybuje plynule v ose Z, a tak je výroba objektu až 100× rychlejší. Tento proces lze nazvat „pravý 3D tisk“, protože se objekt vytváří zcela plynule [35, 38].

Tryskání materiálu (Material Jetting)

3D tiskárny tohoto typu aplikují tekutý stavební materiál obdobně jako kancelářské inkoustové tiskárny. Tiskové hlavy nanášejí pomocí trysek tekutý kompozit na stavební podložku ve formě drobných kapének, které jsou ihned vyhlazeny a následně vystaveny světlu o vlnové délce v UV spektru. Tento způsob 3D tisku umožňuje tisk ve velmi tenkých vrstvách, přístroje mohou tisknout z více druhů materiálu najednou, a proto mohou nabídnout i barevný 3D tisk [30, 32].

Tisk z pevného materiálu (Fused Deposition Modeling)

Jde o nejrozšířenější a nejdostupnější metodu 3D tisku. Základním principem je vytlačování nataveného polymeru, který je dodáván ve formě drátu (filamentu) na cívice. Filament prochází krokovým podavačem do vyhřívané tiskové hlavy (extruderu), kde je filament vystaven teplotě těsně nad bodem tání. Tisková hlava je napojena na automatizovaný pojezdový systém, který nanáší roztavený materiál na stavební platformu podle XYZ souřadnic [31].

Výška tiskové vrstvy u FDM technologie se pohybuje mezi 0,05 a 0,4 mm. Nižší výška vede k lepšímu vykreslení detailních struktur objektu a hladšímu povrchu, ale také je tisk výrazně pomalejší [39].

Spékání práškového materiálu (Powder Bed Fusion)

SLS (Selective laser sintering) a DMLS (Direct metal laser sintering) jsou oblasti technologie aditivní výroby, která používá vysoce výkonný laser ke spékání malých částic práškového materiálu. Základní koncept je použití pohyblivého laserového paprsku k cílenému sintrování (spékání, nikoli tavení) práškového materiálu. Běžná výška tiskové vrstvy se pohybuje od 20 do 100 μm . Hlavními parametry určujícími kvalitu tisku jsou výkon laseru, rychlost navádění, síla jedné vrstvy a hrubost zrna materiálu. Výhodou této technologie je možnost vyrobit objekt, který má obdobné vlastnosti jako ten vyrobený konvenční metodou, kdy je finální produkt téměř izotropní a vykazuje dobrou pevnost mezi vrstvami, jak uvádí ve své práci Mangano a kol. [31, 40].

VYUŽITÍ 3D TISKU PRO VÝROBU STOMATOLOGICKÝCH MODELŮ CHRUPU A DALŠÍ APLIKACE

3D tištěné modely chrupu mohou být vyrobeny ve tvaru, který odpovídá běžným dokumentačním modelům. Z důvodu úspory materiálu však bývá často 3D tištěný model vyroben v redukované formě bez báze (ve tvaru podkovy), popř. ve tvaru podkovy s výztuhou v postranní části úseku (**obr. 2, 3**).

Camardella a kol. se ve své práci zabývali možnou deformací u těchto různých druhů bází a porovnávali je u technologií stereolitografie a tryskání materiálu (PolyJet). U stereolitografických modelů došlo u mo-

delů ve tvaru podkovy ke statisticky signifikantním změnám v transversálním směru, proto autoři doporučili aplikaci výztuhy v postranním úseku nebo pečlivé plánování umístění podpor při tisku [41].

Kim a kol. měřili ve své studii přesnost zubních modelů vyrobených pomocí různých technik 3D tisku, kdy byly porovnány zástupci tisku z tekutých fotopolymerů (SLA a DLP), tryskání materiálu (PolyJet) a tisku z pevného materiálu (FDM). Pro zajištění jasných měřicích bodů aplikovali na modely referenční body ve formě polokoulí. Z výsledků studie plyne, že při měření přesnosti vykázaly technologie PolyJet ($68 \pm 9 \mu\text{m}$) a DLP ($76 \pm 14 \mu\text{m}$) vyšší přesnost než metoda SLA ($88 \pm 14 \mu\text{m}$) a s vyšším odstupem skončila technologie FDM ($99 \pm 14 \mu\text{m}$). Podle autorů nabízí FDM relativně bezpečný a levný 3D tisk, ale výsledná kvalita povrchu je nižší v porovnání s technologiemi tisku z tekutých kompozitů [42].

Přesnost modelů chrupu zhotovených pomocí technologie DLP a PolyJet se také zabýval Brown ve své studii, přičemž tyto modely srovnával se sádrovými modely chrupu. Studie prokázala dobrou shodu naměřených parametrů mezi jednotlivými druhy materiálů, kdy největšího rozdílu 0,29 mm bylo dosaženo při měření výšky klinických korunek a sádrových modelů [43].

Odlehčení modelů v nepohledových částech je vítanou úsporou materiálu při 3D tisku. Sherman a kol. provedli studii, kde tiskli modely chrupu pomocí technologie DLP v různých výškách vrstev, modely plné či odlehčené a s různým rozmístěním na stavební podložce. Výsledky měření neodhalily klinicky významné rozdíly mezi jednotlivými typy modelů [44].

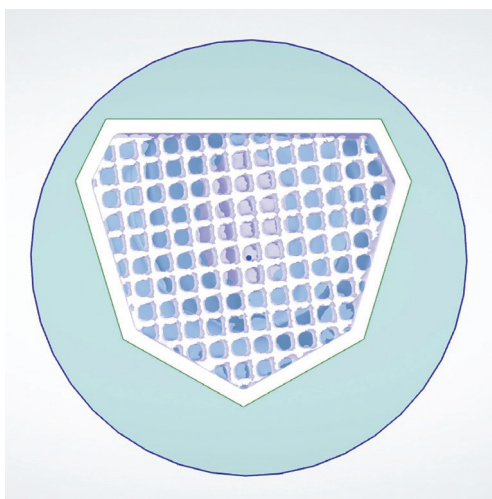
V oblasti virtuálního plánování chirurgických výkonů se 3D tisk nejčastěji uplatňuje při výrobě různých druhů šablon, které pomáhají zlepšit přesnost a rychlost chirurgických výkonů, např. při zavádění nitrokostních implantátů, u autotransplantací zubů nebo při plánování čelistních operací [45, 46].

V protetické technologii uvádí Methani a kol. ve své studii, že 3D tištěné fixní protetické práce mají přesnost a okrajový uzávěr na úrovni frézovaných konstrukcí. 3D tisku lze také využít pro výrobu pomocných prvků, jako jsou např. individuální otiskovací lžíce. V případě výroby rozsáhlých kovových konstrukcí, ať pro fixní, nebo snímatelné náhrady, lze využít metod SLS nebo DMLS (**obr. 4**) [40, 47–49].



Obr. 2
3D tištěné modely chrupu.

Fig. 2
3D printed dental models.

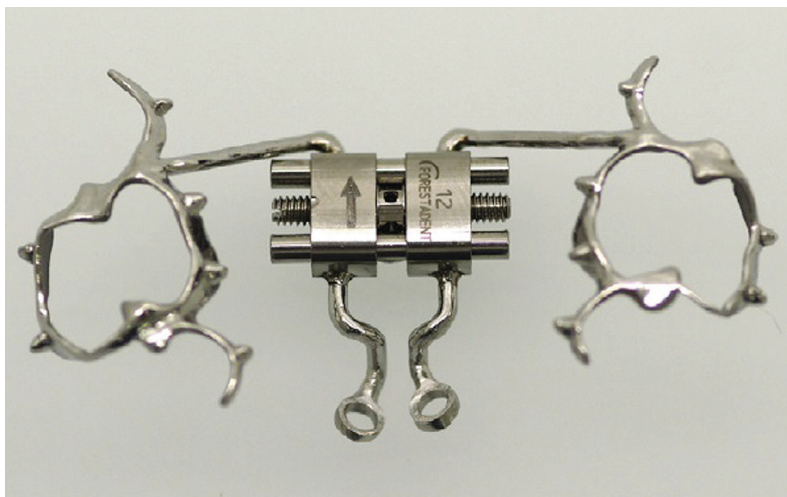


Obr. 3
Model chrupu s odlehčením.

Fig. 3
Dental model with hollowing.

Obr. 4
Hybridní hyrax vytvořený za pomoci metody DMLS.

Fig. 4
Hybrid hyrax created using the DMLS method.



V případě endodoncie poskytne 3D tisk výhodu zejména v oblasti výuky. Lze vyrobit modely zubů se složitou anatómií kořenového systému pro nácvik správného postupu při preparaci kavity, opracování kořenových kanálků a jejich následné zaplnění [50].

V ortodoncii je využití 3D tisku dobře známé. Nejvýraznějším přínosem je možnost vytvářet virtuální návrhy léčebných postupů, které pak lze aplikovat pomocí foliových aparátů (alignerů). Foliové aparáty lze buď přímo vytvořit na 3D tiskárně, nebo se vyrobí modely pro každý jednotlivý krok léčby a aparát se zhotoví z termoformního materiálu. Kromě výroby dokumentačních či pracovních modelů chrupu lze také vytvořit další prvky, které pomáhají v ortodontické léčbě, jako jsou nosiče zámků pro nepřímé lepení, zaváděcí šablony pro dočasná kotevní zařízení či výroba částí ortodontických aparátů, např. aparátu hyrax [43, 51–57].

ZÁVĚR

Kombinace intraorálního skenování a 3D tisku se stále častěji objevuje ve stomatologických ordinacích. Možnosti využití jsou široké, ať se jedná o výrobu dokumentačních modelů, navigačních šablon nebo protetických náhrad. S pokračujícím vývojem dochází ke zjednodušení a zrychlení klinických protokolů, kdy digitální otisk netrvá déle než otisk konvenčním otkovacím materiálem, ale distribuce dat do laboratoře a následný návrh s produkcí požadovaného výrobku mohou být významně urychleny. S budoucím rozvojem biokompatibilních materiálů u 3D tisku lze předpokládat, že bude docházet k stále častějšímu výskytu 3D tištěných výrobků v klinické praxi.

Poděkování

Děkuji prof. MUDr. Tatjáně Dostálové, DrSc., MBA, za podporu a odbornou korekturu textu.

Podpořeno projektem Ministerstva zdravotnictví koncepčního rozvoje výzkumné organizace 00064203 FN Motol.

MDDr. Michal Šimek
Stomatologická klinika
dětí a dospělých
2. LF UK a FN v Motole
V Úvalu 84
150 06 Praha 5
e-mail: mi.simek@post.cz

LITERATURA

1. Kamínek M, et al. Ortondoncie. 1. vydání. Praha: Galén; 2014, 45–49.
2. Hubálková H, Krňoulová J. Materiály a technologie v protetikém zubním lékařství. 1. vydání. Praha: Galén; 2009, 135–158.
3. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2016; 116(2): 184–190.e12. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.12.017. Epub 2016 Mar 2. PMID: 26946916.
4. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health.* 2017; 17: 149. doi: 10.1186/s12903-017-0442-x
5. Goracci C, Franchi L, Vichi A, Ferrari M. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence. *Eur J Orthod.* 2016; 38(4): 422–428. doi: 10.1093/ejo/cjv077. Epub 2015 Oct 20.
6. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems – a current overview. *Int J Comput Dent.* 2015; 18(2): 101–129. English, German. PMID: 26110925.
7. Grünheid T, McCarthy SD, Larson BE. Clinical use of a direct chairside oral scanner: an assessment of accuracy, time, and patient acceptance. *Am J Orthop Dentofac Orthod.* 2014; 146(5): 673–682. doi:10.1016/j.ajodo.2014.07.023. Epub 2014 Oct 28.
8. Lee SJ, Gallucci G. Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2013; 24(1): 111–115. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02430.x. Epub 2012 Feb 22.
9. Akyalcin S, Dyer DJ, English JD, Sar C. Comparison of 3-dimensional dental models from different sources: diagnostic accuracy and surface registration analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013; 144(6): 831–837. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.08.014
10. Joda T, Brägger U, Gallucci G. Systematic literature review of digital three-dimensional superimposition techniques to create virtual dental patients. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015; 30(2): 330–337. doi: 10.11607/jomi.3852
11. Lim JH, Park JM, Kim M, Heo SJ, Myung JY. Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent.* 2018; 119: 225–232. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.05.002. Epub 2017 Jul 8.
12. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2017; 17(1): 92. doi: 10.1186/s12903-017-0383-4
13. Marghalani A, Weber HP, Finkelman M, Kudara Y, El Rafie K, Papaspyridakos P. Digital versus conventional implant impressions for partially edentulous arches: An evaluation of accuracy. *J Prosthet Dent.* 2018; 119: 574–579. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.07.002. Epub 2017 Sep 18.
14. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent.* 2016; 115(3): 313–320. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.09.011. Epub 2015 Nov 6.
15. Kattadiyil MT, Mursic Z, Airumaih H, Goodacre CJ. Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication. *J Posthet Dent.* 2014; 112(3): 444–448. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.03.022. Epub 2014 May 29.
16. Yilmaz H, et al. Time efficiency and accuracy of three-dimensional models versus dental casts: A clinical study. *Turk J Orthod.* 2019; 32(4): 214–218. doi: 10.5152/TurkJOrthod.2019.19034. eCollection 2019 Dec.
17. Ahmad I, Al-Harbi F. 3D printing in dentistry 2019/2020. 1. vydání. London: Quintessence, 2019, 22–46.
18. Mörmann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137(Suppl.): 7S–13S.
19. Logozzo S, Zanetti EM, Franceschini G, Kilpelä A, Mäkinen A. Recent advances in dental optics – Part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics Lasers in Engineering.* 2014; 54: 203–221.
20. Hack GD, Sebastian B, Panzelt M. Evaluation of the accuracy of six intraoral scanning devices: An in-vitro investigation. *ADA Professional Product Rev.* 2015; 10: 1–5.
21. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2017; 17(1): 92. doi: 10.1186/s12903-017-0383-4
22. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, Lauer A. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: an in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent.* 2017; 118(1): 36–42. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.09.024. Epub 2016 Dec 23.
23. Roig E, Garza LC, Álvarez-Maldonado N, Maia P, Costa S, Roig M, Espona J. In vitro comparison of the accuracy of four intraoral scanners and three conventional impression methods for two neighboring implants. *PLoS ONE.* 2020; 15(2): e0228266. doi: 10.1371/journal.pone.0228266. eCollection 2020.
24. Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Thor A. Finish line distinctness and accuracy in 7 intraoral scanners versus conventional impression: an in vitro descriptive comparison. *BMC Oral Health.* 2018; 18: 27. doi: 10.1186/s12903-018-0489-3
25. Nedelcu R, Persson ASK. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: an in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *J Prosthet Dent.* 2014; 112: 1461–1471. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.05.027. Epub 2014 Aug 16.
26. Güth JF, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clin Oral Invest.* 2017; 21(5): 1445–1455. doi: 10.1007/s00784-016-1902-4. Epub 2016 Jul 12.
27. Kašparová M, Halamová S, Dostálová T, Procházka A. Intra-oral 3D scanning for the digital evaluation of dental arch parameters. *Appl Sci.* 2018; 8: 1838.
28. Zarone F, Ruggiero G, Ferrari M, Mangano F, Joda T, Sorrentino R. Comparison of different intraoral scanning techniques on the completely edentulous maxilla: An in vitro 3-dimensional comparative analysis. *J Prosthet Dent.* 2020; 124: e1–e8. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.07.017. Epub 2020 Oct 24.
29. Tsirogiannis P, Reissmann DR, Heydecke G. Evaluation of the marginal fit of single-unit, complete-coverage ceramic restorations fabricated after digital and conventional impressions: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2016; 16(3): 328–335. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.01.028. Epub 2016 Apr 7.

30. Oberoi G, Nitsch S, Edlmayer M, Janijć K, Müller AS, Agis H.

3D-Encompassing the fact of dentistry. *Front Bioeng Biotechnol.* 2018; 6: 172. doi: 10.3389/fbioe.2018.00172. eCollection 2018.

31. Wu H, et al.

Recent developments in polymers/polymer nanocomposites for additive manufacturing. *Progress in Materials Science.* 2020; 111: 100638.

32. Jockusch J, Özcan M.

Additive manufacturing of dental polymers: an overview on processes, materials and applications. *Dent Mater J.* 2020;39(3):345-354. doi: 10.4012/dmj.2019-123. Epub 2020 Feb 7.

33. Jones R, Haufe P, Sells E, et al.

RepRap – the replication rapid prototyper. *Robotica.* 2011; 29: 177–191.

34. Chia HN, Wu BM.

Recent advantages in 3D printing of biomaterials. *J Biol Eng.* 2015; 9: 4.

35. Quan H, Zhang T, Xu H, Luo S, Nie J, Zhu X.

Photo-curing 3D printing technique and its challenges. *Bioact Mater.* 2020; 5: 110–115. doi: 10.1016/j.bioactmat.2019.12.003. eCollection 2020 Mar.

36. Střiteský O, Průša J, Bach M.

Základy 3D tisku s Josefem Průšou. 1. vydání. Praha: Prusa Research; 2019.

37. Schaub DA, Chu KR, Montgomery DC.

Optimizing stereolithography throughput. *J Manuf Syst.* 1997; 16(4): 18–27.

38. Tumbleston JR, Shrivanyants D,

Ermoshkin N, Januszewicz R, Johnson AR, Kelly D, Chen K, Pinschmidt R, Rolland JP, Ermoshkin A, Samulski ET, DeSimone JM.

Additive manufacturing. Continuous liquid interface production of 3D objects. *Science.* 2015; 347(6228): 1349–1352. doi: 10.1126/science.aaa2397.

Epub 2015 Mar 16. PMID: 25780246.

39. Fernandez-Vicente M, Caller W, Ferrandiz S, Conejero A.

Effect of infill parameters on tensile mechanical behavior in desktop 3D printing. 3D printing and additive manufacturing. 2016; 3(3): 183–192. doi: 10.3390/polym12122962

40. Mangano F, Chambrone L, van Noort R, Miller C, Hatton P, Mangano C.

Direct metal laser sintering titanium dental implants: a review of the current literature. *Int J Biomater.* 2014; 2014: 461534. doi: 10.1155/2014/461534. Epub 2014 Dec 1.

41. Camardella LT, de Vasconcellos Vilella O, Breuning H.

Accuracy of printed dental models made with 2 prototype technologies and different designs of model bases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017; 151(6): 1178–1187. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.03.012

42. Kim SY, et al.

Precision and trueness of dental models manufactured with different 3-dimensional printing techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018; 153: 144–153. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.05.025

43. Brown GB, Currier GF, Kadioglu O, Kieri JP.

Accuracy of 3-dimensional printed dental models reconstructed from digital intraoral impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018; 154: 733–739. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.06.009

44. Sherman SL, Kadioglu O, Currier GF, Kieri JP, Li J.

Accuracy of digital light processing printing of 3-dimensional dental models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020; 157: 422–428. doi: 10.1016/j.ajodo.2019.10.012

45. Erickson DM, et al.

An opinion survey of reported benefits from the use of stereolithographic models. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999; 57: 1040–1043. doi: 10.1016/s0278-2391(99)90322-1

46. Mozartazadeh O, Hrušák D, Bolek L, Bolek M.

On site 3D printing in oral and maxillofacial surgery. *Plzeň. Léč Sborník.* 81, 2015: 29–32.

47. Methani MM, Revilla-León M, Zandinejad A.

The potential of additive manufacturing technologies and their processing parameters for the fabrication of all-ceramic crowns: A review. *J Esthet Restor Dent.* 2020; 32(2): 182–192. doi: 10.1111/jerd.12535. Epub 2019 Nov 7.

48. Ahmad I, Al-Harbi F.

3D printing in dentistry 2019/2020. 1. vydání. London: Quintessence, 2019, 136–153.

49. Azari A, Nikzad S.

The event of rapid prototyping in dentistry: a review. *Rapid Prototype J.* 2009; 15: 216–225.

50. Byun C, Kim C, Cho S, Baek SH, Kim G, Kim SG, Kim SY.

Endodontic treatment of an anomalous anterior tooth with the aid of a 3-dimensional printed physical tooth model. *J Endod.* 2015; 41(6): 961–965. doi: 10.1016/j.joen.2015.01.016. Epub 2015 Feb 27.

51. Keating AP, Knox J, Bibb R, Zhurov AI.

A comparison of plaster, digital and reconstructed study model accuracy. *J Orthod.* 2008; 35: 191–201. doi: 10.1179/146531207225022626

52. Creekmore TD, Kunik RL.

Straight wire: the next generation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993; 104(1): 8–20. doi: 10.1016/0889-5406(93)70023-H

53. Graf S, Cornelis MA, Hauber Gameiro G, Cattaneo PM.

Computer-aided design and manufacture of hyrax devices: Can we really go digital? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017; 152(6): 870–874. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.06.016

54. Edelmann A, English JD, Chen SJ, Kasper FK.

Analysis of the thickness of 3-dimensional-printed orthodontic aligners. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020; 158: e91–e98. doi: 10.1016/j.ajodo.2020.07.029

55. Jindal P, Juneja M, Siena FL, Bajaj D, Breedon P.

Mechanical and geometric properties of thermoformed and 3D printed clear dental aligners. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019; 156(5): 694–701. doi: 10.1016/j.ajodo.2019.05.012.

56. Šrubář M, Dostálová T, Hofmanová P, Foltán R, Eliášová H.

Úvod do 3D plánování ortognátních operací. 3D simulace ortognátní operace v programu Dolphin Imaging 3D. *Čes stomatol Prakt zubní lék.* 2015; 115(2): 36–45. doi: 10.51479/cspzl.2015.007

57. Savková N, Harvan L, Jusku A, Saygili S, Jezdinská K, Hulvert J.

Souhrn poznatků o 3D tisku a jeho využití v zubním lékařství. *Čes stomatol Prakt zubní lék.* 2021; 121(2): 55–64. doi: 10.51479/cspzl.2021.008

PERI-IMPLANTITÍDA: NECHIRURGICKÁ TERAPIA

Prehľadový článok

PERI-IMPLANTITIS: NON-SURGICAL TREATMENT

Review

Štefanatný M.^{1,2}, Starosta M.³, Žižka R.², Štefanatná J.¹

¹Blanc Dental Studio, Žilina, Slovenská republika

²Klinika zubního lékařství, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci,
a Fakultní nemocnice Olomouc

³Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta,
a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

SÚHRN

Úvod a cieľ: Cieľom článku je predstaviť a zhrnúť nechirurgické možnosti ošetrovania ochorení peri-implantátových tkanív a porovnať efektivitu ošetrovania s podpornou antibiotickou terapiou alebo bez nej.

Materiál a metodika: Prebehlo vyhľadanie odborných článkov publikovaných v databázach PubMed-MEDLINE, Scopus, Embase a Google Scholar nasledované ručným dohľadom. Do analýzy boli zavzaté klinické štúdie, prehľadové články a konsenzuálne články ohľadom nechirurgickej terapie (NCHT) ochorení peri-implantátových tkanív, publikované v anglickom jazyku v rozmedzí rokov 1990–2022.

Záver: Na základe dostupných informácií sa dá povedať, že existuje veľká rôznorodosť v spôsobe liečby dentálnych implantátov (DI) postihnutých peri-implantitídou. Štúdie venujúce sa testovaniu rôznych terapeutických protokolov sú vzácne a značne heterogénne. Stabilizácia peri-implantitídy po liečbe bez systémovej, respektíve lokálnej podpornej antibiotickej terapie je možná, avšak redukcia hĺbky sondáže v okolí DI len pomocou NCHT je stále nedostatočná. NCHT je úspešná najmä v riešení peri-implantátovej mukozitídy a taktiež ako príprava pred plánovanou terapiou chirurgickou.

Kľúčové slová: peri-implantitída, nechirurgická terapia, konzervatívna terapia, scaling, laser, fotodynamická terapia, air-flow, antibiotiká

SUMMARY

Introduction: The aim of this article is to present and summarize the non-surgical treatment options in management of peri-implant diseases and compare the effectiveness of the treatment with/without adjunctive use of antibiotics.

Methods: A search was conducted in the PubMed-MEDLINE, Scopus, Embase, and Google Scholar databases, and available repositories, followed by a hand search. The relevant clinical studies, reviews, and consensus about the non-surgical peri-implant therapy published between 1990–2022 in English language were included.

Conclusion: Based on the available information, it can be said that there is a great diversity in the treatment of dental implants affected by peri-implantitis. Studies testing different therapeutic protocols are rare and highly heterogeneous. Stabilization of peri-implant disease after the treatment without systemic or local antibiotics is possible, but the reduction of probing depth around the dental implant using only the non-surgical therapy is still insufficient. Non-surgical treatment is therefore successful particularly in solving the peri-implant mucositis and also as a conditioning before surgical therapy.

Key words: peri-implantitis, non-surgical therapy, conservative therapy, scaling, laser, photodynamic therapy, air-flow, antibiotics

Štefanatný M., Starosta M., Žižka R., Štefanatná J.

Peri-implantitída: nechirurgická terapia.

Čes stomatol Prakt zubní lék. 2023; 123(3): 77–85. doi 10.51479/cspzl.2023.007

ÚVOD

Peri-implantitída je patologický stav vyskytujúci sa v tkanivách okolo dentálneho implantátu (DI). Charakteristické sú pre ňu zápalové zmeny v mäkkých tkanivách okolo DI v kombinácii s krvácaním po sondovaní a/alebo supuráciou, rastúca hĺbka sondáže v porovnaní s meraniami

získanými po umiestnení suprakonštrukcie a progresívna strata kosti po odovzdaní protetickej rekonštrukcie v porovnaní s iniciálnym stavom [1, 2]. Prevalencia peri-implantitídy na úrovni pacienta sa pohybuje od 18 do 33 % [3–8].

Prítomnosť orálneho biofilmu výrazne ovplyvňuje vznik a priebeh ochorení postihujúcich tkanivá v okolí DI [9–12].

Jeho adhérenca ku špeciálne upravovaným povrchom DI je vysoká. Kľúčovým faktorom ovplyvňujúcim úspešnosť terapie peri-implantátových ochorení je efektívnosť v odstraňovaní biofilmu z povrchu DI a protetických komponentov.

Cieľom nášho článku je predstaviť a zhrnúť nechirurgické možnosti ošetrovania ochorení peri-implantátových tkanív a porovnať efektívnosť ošetrovania s podpornou antibiotickou terapiou alebo bez podpornej antibiotickej terapie.

MATERIÁL A METODIKA

Za účelom zaistenia základov pre tento naratívny prehľadový článok prebehlo systematické vyhľadanie relevantných článkov z troch elektronických databáz: Scopus (<https://www.scopus.com/home.uri>), PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) a Embase (<https://www.embase.com/>). Zohľadnili sme iba klinické štúdie, prehľadové články a konsenzuálne články publikované v anglickom jazyku, a to od roku 1990 do roku 2022. Vyhľadanie prebehlo (M. Š.) s využitím kľúčových slov: (periimplantitis OR peri-implantitis OR mucositis) AND (non-surgical therapy OR scaling OR antimicrobial OR anti-bacterial OR antibiotic OR laser OR conservative therapy OR nonsurgical OR antiseptic OR photodynamic therapy OR air polishing OR sonic OR ultrasonic). Za účelom vyhľadania publikácií z konferencií a inej „sedej literatúry“ prebehlo vyhľadanie cez Google Scholar. Taktiež boli ručne prehľadané zoznamy citácií už vyhľadaných článkov a konsenzov, a to k dátumu 31. 1. 2023. Názvy a abstrakty potenciálnych referencií boli manuálne preskúmané, aby sa vylúčili irelevantné publikácie. Autormi bola posúdená kvalita článkov, príliehavosť ich obsahu a prínos do review.

NECHIRURGICKÁ LIEČBA

Nechirurgická terapia (NCHT) peri-implantitídy ukazuje v literatúre často protichodné výsledky [13–16]. Je to najmä z dôvodu náročnosti prístupu k povrchu DI po resorpcii okolitej kosti. Z tohto dôvodu sa skúmajú rôzne liečebné prístupy. Súhrnne môžeme nechirurgickú terapiu rozdeliť na [17]:

1. Mechanické odstraňovanie biofilmu
2. Prídavnú lokálnu terapiu (antiseptiká a lokálne antibiotiká)
3. Využitie mikroabrazív v pieskovačoch (air-polishing devices)
4. Terapiu laserom a fotodynamickú terapiu
5. Modifikáciu protetických komponentov
6. Systémové antibiotiká a chemoterapeutiká

Všetky vyššie spomenuté postupy dokázali byť úspešné v terapii peri-implantátovej mukozitídy, ktorá sa považuje za prekursora peri-implantitídy. Treba však dodať, že žiadna z nich nie je samostatne natoľko účinná, že by viedla k úplnej stabilizácii peri-implantátových tkanív. Ako hlavný cieľ ošetrovania môžeme považovať nadobudnutie zdravých, aj keď redukovaných peri-implantátových tkanív, teda tkanív v okolí DI bez klinických známk zápálu [18].

INDIKÁCIE

V porovnaní s chirurgickou terapiou má tá nechirurgická jednoznačnú výhodu v nižšej invazivite, a z tohto dôvodu je pacientmi aj lepšie prijímaná. Na druhej strane treba podotknúť, že pri NCHT bojujeme s nižším prehľadom v pracovnom poli a tiež s technickými možnosťami mechanickej alebo chemickej dekontaminácie povrchu DI. Indikácie NCHT môžeme zhrnúť do týchto bodov:

1. Stredne závažné intraosseálne defekty
2. Horizontálne defekty spojené s výrazným opuchom suprakrestálnych tkanív
3. Pred-chirurgická terapia
4. Pacienti odmietajúci sňatie protetickej práce
5. Rizikovní pacienti z pohľadu chirurgickej terapie (napr. fajčiari > 10 cigariet denne)
6. Mierna alebo stredne závažná peri-implantitída v estetickom zóne

DEKONTAMINÁCIA POVRCHU DENTÁLNEHO IMPLANTÁTU

Na trhu je dostupných mnoho rôznych povrchov DI a objavujú sa stále nové komerčné modifikácie [19–22]. Podľa posledných výskumov však nie je dostatok dôkazov o tom, že by mal povrch DI vplyv na vznik peri-implantitídy [23]. Drsné povrchy však majú vyššiu afinitu k akumulácii biofilmu a sú ťažšie čistiteľné. Preto sa predpokladá, že keď už sú raz vystavené prostrediu dutiny ústnej, drsné povrchy sú náchylnejšie na rozvoj a progresiu peri-implantitídy ako povrchy hladké alebo stredne drsné [24, 25].

Ďalší dôležitý parameter ovplyvňujúci možnosť dekontaminácie povrchu je výška a rozstup závitov DI (**obr. 1**). Rozstup závitov (P) je vzdialenosť medzi rovnolahlými bokmi susedných závitov meraná v smere osi závitov. Výška závitov (H) je vzdialenosť medzi chrbtom a dnom závitov v rovine osového rezu v smere kolmom na os závitov. So zmenšujúcou sa hodnotou P a rastúcou hodnotou H rastie aj náročnosť dekontaminácie

povrchu DI. Jednoduchšie stabilizujeme ochorenie v okolí DI s hladkým povrchom a nízkymi závitmi s väčšími rozstupmi medzi nimi. Povrchy závitov orientované apikálne tvoria totiž oblasť s najväčším množstvom reziduálneho biofilmu a to bez ohľadu na spôsob terapie [26].

MECHANICKÁ DEKONTAMINÁCIA

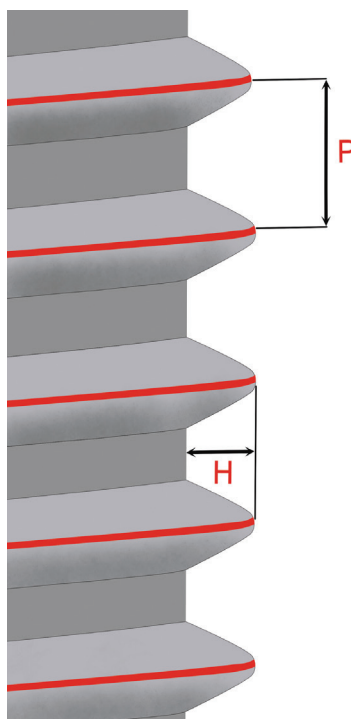
Dekontamináciu povrchu DI môžeme robiť buď ručne pomocou kyriet, alebo pomocou ultrazvukových prístrojov. Kyrety sa používajú najčastejšie plastové, titánové, polytetrafluoretylénnové (PTFE) alebo karbónové. Najefektívnejšie z nich sú kyrety titánové, pretože majú podobnú tvrdosť ako povrch DI a pri inštrumentácii nedochádza k jeho narušeniu [27]. Z tohto dôvodu sa neodporúča používanie kyriet z nehrdzavejúcej ocele, lebo tá je naopak tvrdšia ako titan a pri ich použití môže dôjsť k poškodeniu povrchu DI [28]. Ostatné typy kyriet (plastové, PTFE, karbónové) sú v porovnaní s titanom mäkkšie a efektívnosť odstraňovania biofilmu pri ich použití je veľmi nízka.

Podobne aj ultrazvukové koncovky môžeme mať z rôznych materiálov. Najčastejšie používaná je takzvaná PEEK (polyether ether ketone) koncovka. Cha a kol. však ukázali, že po jej použití sa môžu do okolitých tkanív dostávať čiastočky tohto materiálu [29].

V porovnaní ručného a ultrazvukového odstraňovania biofilmu z povrchu DI neboli nájdené výrazné rozdiely a obe metódy sú podobne efektívne [30].

CHEMICKÁ DEKONTAMINÁCIA

Podľa metaanalýzy, ktorú robil Faggion, je mechanické čistenie samotné najmenej efektívne pri dekontaminácii povrchu DI [14]. Ak chceme zvýšiť jeho účinnosť, je namieste ju kombinovať s lokálnou dekontamináciou chemickou. Za týmto účelom bolo skúšaných mnoho chemických látok (chlorhexidín, H_2O_2 , kyselina citrónová alebo lokálne antibiotiká). Z nich vyšla ako najúčinnnejšia forma aplikácia lokálne použiteľných kapslí antibiotík alebo chlorhexidínu (CHX) [31–33]. Ako lokálne antibiotikum sa v parodontológii najčastejšie využíva tetracyklín (minocyklín, doxycyklín), vďaka jeho širokospektrálnemu účinku na gramnegatívne aj grampozitívne baktérie [34–36]. Ako negatívum ich častého používania sa však začína objavovať rezistencia subgingiválnych baktérií na tento typ antibiotík [37].



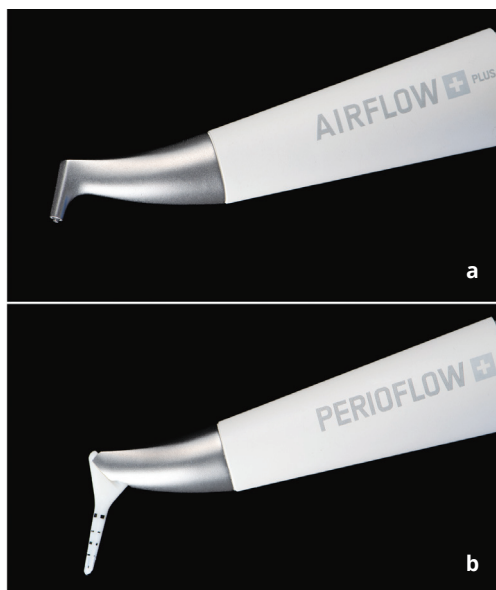
Obr. 1
Dizajn závitov DI.
P – rozstup závitů
H – výška závitů

Fig. 1
Dental implant thread design
P – thread pitch
H – thread depth

Autor/author:
MDDr. Jana Štefanatná.

MIKROABRAZÍVA

Subgingiválne pieskovače boli vyvinuté na efektívne odstraňovanie bakteriálneho biofilmu z povrchu zubov alebo DI. Slúžia ako alternatíva ku kyretám alebo ultrazvuku. V porovnaní so supragingiválnymi pieskovačmi by mali pracovať s nižším tlakom a mali by mať bočné vývody, aby nedošlo k emfyzému mäkkých tkanív (**obr. 2**). Výhodou ich použitia je nízka miera poškodenia povrchu DI [38]. Treba však podotknúť, že táto vlastnosť sa líši v závislosti na type použitého prášku. Zatiaľ čo efektívnosť čistenia povrchu zostáva



Obr. 2
Porovnanie koncoviek Airflow (a) a Perioflow (b). Na koncovke Perioflow je viditeľná kalibrovaná tryska slúžiaca na subgingiválnu aplikáciu mikroabrazívnych častíc.

Fig. 2
Comparison of Airflow (a) and Perioflow (b) handpieces. A calibrated nozzle is visible on the perioflow tip, it is used for subgingival application of microabrasive particles.

Autor/author:
MDDr. Michal Štefanatný.

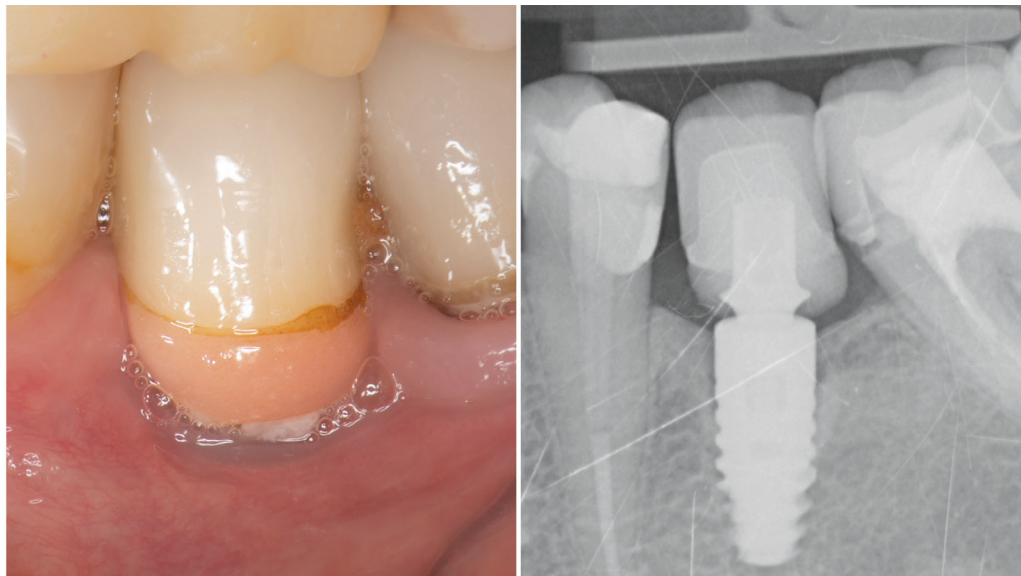
Obr. 3

Nesprávně zhotovená korunka na DI v pozícii 35 neumožňujúca prístup pomôckam dentálnej hygieny.
a – intraorálny pohľad
b – rtg snímka

Fig. 3

*Improper single-tooth implant restoration.
a – intraoral view
b – X-ray*

Autor/author:
MDDr. Michal Štefanatný.



pri rôznych práškoch podobná, tvrdé prášky, ako napríklad uhličitan sodný, majú tendenciu poškodiť povrch viac ako glycín alebo erythritol [39].

Sahm a kol. porovnávali efektivitu ošetrovania povrchu DI pieskovačom a glycínovým práškom a ošetroenie karbónovými kyretami s lokálnou submukóznou aplikáciou 1% chlorhexidínového gélu. Výsledky v redukcii parodontálnej sondáže (angl. probing depth, PD) boli podobné, avšak po použití pieskovača došlo k výraznejšej redukcii krvácania po sondáži (angl. bleeding on probing, BOP) [40].

Schwarz a kol. len potvrdili efektivitu pieskovača v porovnaní s mechanickým ošetrovaním pri ošetrovaní peri-implantitíd [41]. Ako však dodali, zriedkakedy došlo k úplnému vyriešeniu ochorenia len s pomocou NCHT.

LASER

V súčasnosti existuje veľké množstvo publikovaných klinických štúdií a kazuistík, ktoré hodnotia použitie rôznych typov laserov v parodontálnej terapii [42]. Očakáva sa, že tieto postupy budú účinné nielen pri odstraňovaní biofilmu, ale budú tiež pôsobiť biostimulačne na okolité tkanivá [43]. Je dokázané, že najmä diódové lasery nepoškodzujú povrch DI [44, 45]. A to platí aj v prípade zirkónových implantátov [46].

Ako samostatná terapeutická metóda sa pri riešení peri-implantitíd ukázali s podobnými výsledkami ako perioflow [47, 48]. Klinické výsledky v rámci redukcie PD a BOP sú priaznivé najmä v krátkodobom horizonte (6–12 mesiacov) po použití laserov [47, 49]. Z dlhodobého hľadiska je ich efektivita stále sporná [50–52]. Úspešne sa lasery požívajú

ako doplnková terapia k mechanickému ošetrovaniu povrchu DI [53, 54]. Vládne však veľká heterogenita v type laserov, použití vlnových dĺžok a terapeutických protokolov [55–57].

FOTODYNAMICKÁ TERAPIA

Fotodynamická terapia (angl. photodynamic therapy, PDT) je forma fototerapie zahŕňajúca svetlo a fotosenzibilizačnú chemickú látku, ktorá sa používa v spojení s molekulárnym kyslíkom na vyvolanie bunkovej smrti [58]. Látka sa naniesie na povrch zuba alebo implantátu pokrytého baktériami. Aktiváciu fotosenzibilizátora sa energia zo svetla prenesie na molekulárny kyslík, čo vyvolá cytotoxický účinok na bunky [59].

Dörtbudak a kol. vo svojej štúdii uvádzajú, že aplikácia toluidínovej modrej a následná aktivácia pomocou diódového lasera, viedla k významnému zníženiu *A. actinomycetemcomitans*, *P. gingivalis* a *P. intermedia* [60].

PDT ako doplnková terapia ošetrovania peri-implantitídy sa často porovnáva s použitím lokálnych antibiotík a ako sa ukazuje, žiadna z týchto metód nie je signifikantne lepšia od druhej [54, 61, 62]. Aj preto sa takmer výhradne používa v kombinácii s mechanickým čistením povrchu DI.

MODIFIKÁCIA PROTETICKÝCH KOMPONENTOV

Podstatnú rolu pri vzniku ochorení peri-implantačných tkanív hrajú samotné supra-konstrukcie nesené DI. Nesprávne zhotovené protetické komponenty môžu vytvárať retenčné miesta pre tvorbu biofilmu a v kombinácii s tvarmi zabraňujúcimi prístupu hygienickým pomôckam, pomáhajú k rýchlej

Tab. 1 Nechirurgická terapia peri-implantitídy s použitím systémových antibiotík.**Tab. 1** Non-surgical peri-implant therapy with systemic antibiotics.

	PD počiatočná [mm]	PD po terapii [mm]	Sledované obdobie	Použitie antibiotikum	Dávka	Doba užívania
Mombelli & Lang a kol. 1992 [74]	5,89	3,43	12 mesiacov	ornidazole	1000 mg à 24 hod	10 dní
Buchmann a kol. 1997 [76]	5,1	2,6	6 mesiacov	amoxicillin alebo metronidazole	500 mg respektíve 250 mg à 8 hod	7 dní
Stein a kol. 2017 [77]	5,0	3,7	12 mesiacov	amoxicillin a metronidazole	1500 mg a 1200 mg / deň	7 dní
Liñares a kol. 2019 [78]	8,72	4,06	54 mesiacov	metronidazole	500 mg à 8hod	7 dní
Nart a kol. 2020 [65]	5,34	3,69	12 mesiacov	metronidazole	500 mg à 8hod	7 dní
Blanco a kol. 2022 [75]	6,86	4,33	12 mesiacov	metronidazole	500 mg à 8 hod	7 dní

PD – probing depth (hlbka sondáže)

progresii ochorenia (**obr. 3**). Serino a Ström ukázali, že až 74 % DI postihnutých peri-implantitídou neumožňovalo prístup správnej orálnej hygieny [63].

Často prehliadaný nedostatok je chýbajúci bod kontaktu na korunkách nesených DI. V retrospektívnej štúdii, ktorá sledovala až 174 sólo protetických rekonštrukcií nesených DI v horizonte od troch mesiacov do jedenástich rokov, sa zistilo, že až v 52,8 % chýbal minimálne jeden bod kontaktu [64]. To následne vedie k retencii potravy v medzizubnom priestore, a zvyšuje tak nároky na správnu hygienu okolo DI.

V prípade, že sa vyššie uvedené nedostatky na protetických komponentoch v rámci terapie upravia, môže to viesť k zlepšeniu klinických hodnôt a stabilizácii ochorenia [65, 66].

PODPORNÁ TERAPIA

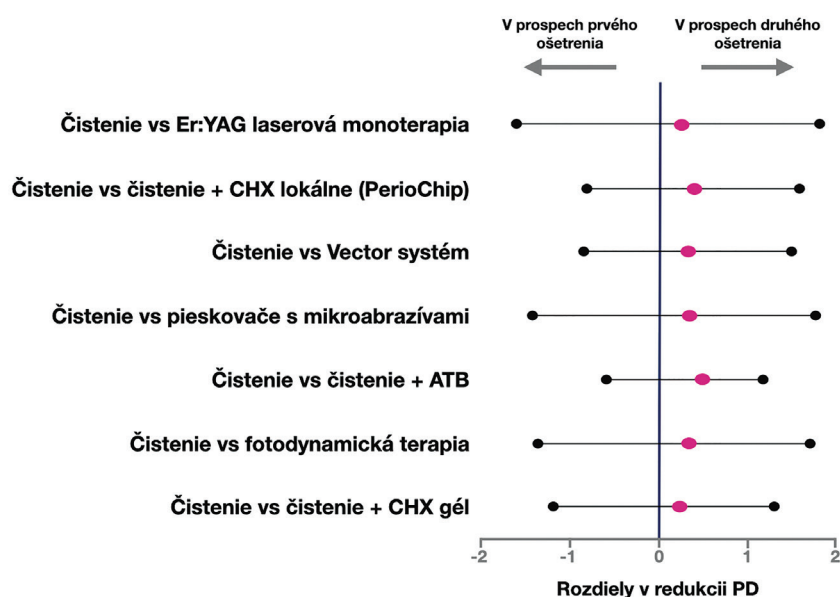
Systémové podanie antibiotík

V súčasnej dobe stúpajúcich rezistencií na antibiotiká je svetový trend v obmedzova-

ní ich užívania v medicíne pochopiteľný [67]. Stomatologické odbory tieto trendy kopírujú a je namieste prehodnotiť indikačné kritériá podávania antibiotík v zubo-lekárskej praxi [68, 69].

Pri ošetrovaní ochorení parodontu bolo dokázané, že NCHT výrazne znižuje populáciu periopatogénov [70, 71]. *A. actinomycetemcomitans* je však obzvlášť odolný voči mechanickému čisteniu a po takomto ošetrovaní sa môže podiel *A. actinomycetemcomitans* v celkovej mikrobiológii naopak zvýšiť [72, 73].

Už v roku 1992 Mombelli a Lang ukázali, že systémové antibiotiká sú účinné pri redukcii PD u DI s diagnostikovanou peri-implantitídou [74]. Odvtedy bolo publikovaných mnoho štúdií s obdobnými výsledkami (**tab. 1**). Blanco a kol. vo svojej randomizovanej, placebo kontrolovanej klinickej štúdii ukázali benefit systémového užívania metronidazolu v dávke 500 mg každých osem hodín po dobu siedmich dní od NCHT. Biofilm bol mechanicky odstraňovaný iba ultrazvukovým prístrojom.



Obr. 4
Grafické znázornenie zníženia hĺbky sondáže v porovnaní rôznych dvojíc NCHT.

Fig. 4
Chart showing probing pocket depth reduction on comparison of two different non-surgical treatments.

Autor/author:
MDDr. Michal Štefanatný
(upravené podľa / adapted from Faggion [14]).

Tab. 2 Nechirurgická terapia peri-implantitídy, závery viacerých štúdií.

Tab. 2 Non-surgical peri-implant therapy, results of multiple studies.

Autor	Rok	Záver
Renvert a kol. [16]	2008	NCHT je neefektívna; lokálne aj systémové ATB zlepšili PD aj BOP; aplikácia CHX mala minimálny efekt.
Muthukuru a kol. [48]	2012	Lokálne ATB, mikroabrázia v pieskovačkách a Er:YAG laser sú lepšie ako mechanické čistenie samotné. Stále však nevieme, či niektorý z týchto postupov môže zastaviť úbytok kostí.
Faggion a kol. [14]	2014	Žiadna z prídavných terapií nebola lepšia ako kontrolná skupina.
Schwarz a kol. [41]	2015	Najlepšie výsledky: pieskovače, Er:YAG a ATB. Komplexné vyriešenie ochorenia sa len pomocou NCHT bežne nedosiahlo.
Mahato a kol. [88]	2016	Nie príliš efektívna v prítomnosti vnútro-kostných defektov.
Suárez-López Del Amo a kol. [13]	2016	Mierne a nepredvídateľné výsledky.
Roccuzzo a kol. [15]	2018	Vyššie prežitie implantátu v stredno- a dlhodobom horizonte. Musí však byť nasledovaná pravidelnou SIT.
Cosgarea a kol. [89]	2022	Žiadne štatisticky významné rozdiely medzi liečebnými skupinami. Veľká heterogenita protokolov.

NCHT – ne-chirurgická terapia (non-surgical therapy)

ATB – antibiotiká (antibiotics)

PD – hĺbka sondáže (probing depth)

BoP – krvácanie po sondáži (bleeding on probing)

CHX – chlorhexidín (chlorhexidine)

SIT – podporná peri-implantátová liečba (supportive implant therapy)

Po 12 mesiacoch došlo v testovanej skupine k signifikantnej redukcii PD (2,53 vs. 1,02 mm) a menej výraznej strate attachmentu (angl. clinical attachment loss, CAL) (2,14 vs. 0,53 mm) v porovnaní s placebom [75].

Výsledky z Bayesovej metaanalýzy ukázali, že odstraňovanie biofilmu v spojení s antibiotikami dosiahlo najväčšie dodatočné zníženie PD v porovnaní s mechanickým čistením samotným [14] (**obr. 4**).

Aj napriek tomu, že niektoré z periopatógenov vykazujú vysokú mieru rezistencie voči špecifickým antibiotikám [69, 79], Ardiola a kol. vo svojej prehľadovej štúdii poukázali na nízky výskyt mikrobiálnej rezistencie jedincov s peri-implantitídou na kombináciu amoxicilín-metronidazol [37].

Výplachy chlorexidínom

Výplachy dutiny ústnej s CHX o rôznych koncentráciách sa s obľubou používajú ako podporná terapia pri liečbe parodontitídy. Pri jeho dlhodobom užívaní boli dokázané signifikantne lepšie výsledky v redukcii PD, BOP a zisku CAL [80–82].

V prípade DI sú však benefity dlhodobého užívania CHX stále sporné. Crespi a kol. ako jedni z mála ukázali účinnosť CHX v NCHT peri-implantitídy, bolo to však vo forme gélu a v lokálnej aplikácii spolu s tetracyklínovým antibiotikom [83]. Výsledky väčšiny štúdií skôr dokazujú, že NCHT ochorenie peri-implantátových tkanív, doplnená o výplachy dutiny ústnej s CHX, nevykazuje signifikantne lepšie výsledky v porovnaní s NCHT bez CHX [27, 84–86].

Tak ako zhrnuli Liu a kol. vo svojej metaanalýze, vzhľadom na veľké rozdiely v metodológii medzi štúdiami nie je možné vyvo-

diť jednoznačné závery o úlohe CHX v NCHT peri-implantitídy [87].

ZÁVER

Na základe dostupných informácií sa dá povedať, že existuje veľká rôznorodosť v spôsobe liečby DI postihnutých peri-implantitídou, najmä v porovnaní s manažmentom liečby parodontitídy. Štúdie venujúce sa testovaniu rôznych terapeutických protokolov sú vzácne a značne heterogénne. To bráni vypracovaniu jasných odporúčaní a vedie k používaniu empirických terapeutických postupov. Subgingiválne pieskovače alebo lasery sa ukázali ako najviac efektívne a pri ich použití dochádza k najmenším povrchovým zmenám DI.

Stabilizácia peri-implantitídy po liečbe bez systémovej, respektíve lokálnej podpornej antibiotickej terapie je možná. Pri použití terapeutických postupov v kombinácii so systémovými antibiotikami by však lekári mali brať do úvahy rezistenciu baktérií, preukázanú pri liečbe pacientov s peri-implantitídou, a jej dôsledky pre verejné zdravie.

Väčšina autorov však prišla k záveru, že redukcia PD v okolí DI len pomocou NCHT je nedostatočná (**tab. 2**). Čím je ochorenie tkanív v okolí DI skôr diagnostikované, tým väčšia je šanca na jeho úspešnú stabilizáciu. NCHT je úspešná najmä v riešení peri-implantátovej mukozitídy a taktiež ako príprava pred plánovanou terapiou chirurgickou.

MDDr. Michal Štefanatný

Blanc Dental Studio

Obchodná 8985

010 08 Žilina

Slovenská republika

e-mail: michal.stefanatny@gmail.com

LITERATURA

- 1. Berglundh T, Armitage G, Araujo MG, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo PM, et al.** Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Periodontol.* 2018; 89(S1): 313–318.
- 2. Renvert S, Persson GR, Pirih FQ, Camargo PM.** Peri-implant health, peri-implant mucositis, and peri-implantitis: Case definitions and diagnostic considerations. *J Periodontol.* 2018; 89(S1): 304–312.
- 3. Atieh MA, Alsabeeha NHM, Faggion Jr. CM, Duncan WJ.** The frequency of peri-implant diseases: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.* 2013; 84(11): 1586–1598.
- 4. Derks J, Tomasi C.** Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol.* 2015; 42(S16): 158–171.
- 5. Lee CT, Huang YW, Zhu L, Weltman R.** Prevalences of peri-implantitis and peri-implant mucositis: systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2017; 62(1): 1–12.
- 6. Doornewaard R, Jacquet W, Cosyn J, De Bruyn H.** How do peri-implant biologic parameters correspond with implant survival and peri-implantitis? A critical review. *Clin Oral Implants Res.* 2018; 29(S18): 100–123.
- 7. Hashim D, Cionca N, Combescure C, Mombelli A.** The diagnosis of peri-implantitis: A systematic review on the predictive value of bleeding on probing. *Clin Oral Implants Res.* 2018; 29(S16): 276–293.
- 8. Rodrigo D, Sanz-Sánchez I, Figuero E, Llodrá JC, Bravo M, Caffesse RG, et al.** Prevalence and risk indicators of peri-implant diseases in Spain. *J Clin Periodontol.* 2018; 45(12): 1510–1520.
- 9. Heitz-Mayfield LJA, Salvi GE.** Peri-implant mucositis. *J Clin Periodontol.* 2018; 45(S20): 237–245.
- 10. Schwarz F, Derks J, Monje A, Wang HL.** Peri-implantitis. *J Periodontol.* 2018; 89(S1): 267–290.
- 11. Konstantinidis IK, Kotsakis GA, Gerdes S, Walter MH.** Cross-sectional study on the prevalence and risk indicators of peri-implant diseases. *Eur J Oral Implantol.* 2015; 8(1): 75–88.
- 12. de Araújo Nobre M, Mano Azul A, Rocha E, Maló P.** Risk factors of peri-implant pathology. *Eur J Oral Sci.* 2015; 123(3): 131–139.
- 13. Suárez-López Del Amo F, Yu SH, Wang HL.** Non-surgical therapy for peri-implant diseases: a systematic review. *J Oral Maxillofac Res.* 2016; 7(3): e13.
- 14. Faggion CMJ, Listl S, Frühauf N, Chang HJ, Tu YK.** A systematic review and Bayesian network meta-analysis of randomized clinical trials on non-surgical treatments for peri-implantitis. *J Clin Periodontol.* 2014; 41(10): 1015–1025.
- 15. Rocuzzo M, Layton DM, Rocuzzo A, Heitz-Mayfield LJ.** Clinical outcomes of peri-implantitis treatment and supportive care: A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2018; 29(S1): 331–350.
- 16. Renvert S, Roos-Jansåker AM, Claffey N.** Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: a literature review. *J Clin Periodontol.* 2008; 35(S8): 305–315.
- 17. Lin GH, Nart J, Blasi Gonzalo.** Non-surgical treatment for peri-implantitis. In: Monje A, Wang HL. *Unfolding peri-implantitis.* První vydání. Barcelona: Quintessence Publishing España; 2022, 522–547.
- 18. Araujo MG, Lindhe J.** Peri-implant health. *J Periodontol.* 2018; 89(S1): 249–256.
- 19. Padial-Molina M, Galindo-Moreno P, Avila-Ortiz G.** Biomimetic ceramics in implant dentistry. *Minerva Biotechnol.* 2009; 21(3): 173–186.
- 20. Padial-Molina M, Galindo-Moreno P, Fernández-Barbero JE, O'Valle F, Jódar-Reyes AB, Ortega-Vinuesa JL, et al.** Role of wettability and nanoroughness on interactions between osteoblast and modified silicon surfaces. *Acta Biomater.* 2011; 7(2): 771–778.
- 21. Coelho PG, Granjeiro JM, Romanos GE, Suzuki M, Silva NRF, Cardaropoli G, et al.** Basic research methods and current trends of dental implant surfaces. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2009; 88(2): 579–596.
- 22. Le Guéhennec L, Soueidan A, Layrolle P, Amouriq Y.** Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dent Mater.* 2007; 23(7): 844–854.
- 23. Renvert S, Polyzois I, Claffey N.** How do implant surface characteristics influence peri-implant disease? *J Clin Periodontol.* 2011; 38(S1): 214–222.
- 24. Albouy JP, Abrahamsson I, Persson LG, Berglundh T.** Spontaneous progression of peri-implantitis at different types of implants. An experimental study in dogs. I. Clinical and radiographic observations. *Clin Oral Implants Res.* 2008; 19(10): 997–1002.
- 25. Teughels W, Van Assche N, Sliepen I, Quirynen M.** Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development. *Clin Oral Implants Res.* 2006; 17(S2): 68–81.
- 26. Steiger-Ronay V, Merlini A, Wiedemeier DB, Schmidlin PR, Attin T, Sahrman P.** Location of inaccessible implant surface areas during debridement in simulated peri-implantitis therapy. *BMC Oral Health.* 2017; 17(1): 137.
- 27. Heitz-Mayfield LJA, Salvi GE, Botticelli D, Mombelli A, Faddy M, Lang NP.** Anti-infective treatment of peri-implant mucositis: a randomised controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2011; 22(3): 237–241.
- 28. Fox SC, Moriarty JD, Kusy RP.** The effects of scaling a titanium implant surface with metal and plastic instruments: an in vitro study. *J Periodontol.* 1990; 61(8): 485–490.
- 29. Cha JK, Paeng K, Jung UW, Choi SH, Sanz M, Sanz-Martín I.** The effect of five mechanical instrumentation protocols on implant surface topography and roughness: A scanning electron microscope and confocal laser scanning microscope analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2019; 30(6): 578–587.
- 30. Renvert S, Samuelsson E, Lindahl C, Persson GR.** Mechanical non-surgical treatment of peri-implantitis: a double-blind randomized longitudinal clinical study. I: clinical results. *J Clin Periodontol.* 2009; 36(7): 604–609.
- 31. Renvert S, Lessem J, Dahlén G, Lindahl C, Svensson M.** Topical minocycline microspheres versus topical chlorhexidine gel as an adjunct to mechanical debridement of incipient peri-implant infections: a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2006; 33(5): 362–369.
- 32. Renvert S, Lessem J, Dahlén G, Renvert H, Lindahl C.** Mechanical and repeated antimicrobial therapy using a local drug delivery system in the treatment of peri-implantitis: a randomized clinical trial. *J Periodontol.* 2008; 79(5): 836–844.

33. Machtei EE, Frankenthal S, Levi G, Elimelech R, Shoshani E, Rosenfeld O, et al. Treatment of peri-implantitis using multiple applications of chlorhexidine chips: a double-blind, randomized multi-centre clinical trial.

J Clin Periodontol. 2012; 39(12): 1198–1205.

34. Herrera D, Matesanz P, Bascones-Martínez A, Sanz M.

Local and systemic antimicrobial therapy in periodontics. J Evid Based Dent Pract. 2012; 12(S3): 50–60.

35. Paquette D, Oringer R, Lessem J, Offenbacher S, Genco R, Persson GR, et al. Locally delivered minocycline microspheres for the treatment of periodontitis in smokers. J Clin Periodontol. 2003; 30(9): 787–794.

36. Büchter A, Meyer U, Kruse-Lösler B, Joos U, Kleinheinz J.

Sustained release of doxycycline for the treatment of peri-implantitis: randomised controlled trial. Br J Oral Maxillofac Surg. 2004; 42(5): 439–444.

37. Ardila CM, Vivares-Builes AM.

Antibiotic resistance in patients with peri-implantitis: A systematic scoping review. Int J Environ Res Public Health. 2022; 19(23): 15609

38. Tastepe CS, van Waas R, Liu Y, Wismeijer D.

Air powder abrasive treatment as an implant surface cleaning method: a literature review. Int J Oral Maxillofac Implants. 2012; 27(6): 1461–1473.

39. Moharrami M, Perrotti V, Iaculli F, Love RM, Quaranta A.

Effects of air abrasive decontamination on titanium surfaces: A systematic review of in vitro studies. Clin Implant Dent Relat Res. 2019; 21(2): 398–421.

40. Sahm N, Becker J, Santel T, Schwarz F.

Non-surgical treatment of peri-implantitis using an air-abrasive device or mechanical debridement and local application of chlorhexidine: a prospective, randomized, controlled clinical study. J Clin Periodontol. 2011; 38(9): 872–878.

41. Schwarz F, Becker K, Renvert S.

Efficacy of air polishing for the non-surgical treatment of peri-implant diseases: a systematic review. J Clin Periodontol. 2015; 42(10): 951–959.

42. Aoki A, Sasaki KM, Watanabe H, Ishikawa I.

Lasers in nonsurgical periodontal therapy. Periodontol 2000. 2004; 36(1): 59–97.

43. Mizutani K, Aoki A, Coluzzi D, Yukna R, Wang CY, Pavlic V, et al.

Lasers in minimally invasive periodontal and peri-implant therapy. Periodontol 2000. 2016; 71(1): 185–212.

44. Castro GL, Gallas M, Núñez IR, Borrajo JLL, Alvarez JC, Varela LG.

Scanning electron microscopic analysis of diode laser-treated titanium implant surfaces. Photomed Laser Surg. 2007; 25(2): 124–128.

45. Stübinger S, Etter C, Miskiewicz M, Homann F, Saldamli B, Wieland M, et al.

Surface alterations of polished and sandblasted and acid-etched titanium implants after Er:YAG, carbon dioxide, and diode laser irradiation. Int J Oral Maxillofac Implants. 2010; 25(1): 104–111.

46. Stübinger S, Homann F, Etter C, Miskiewicz M, Wieland M, Sader R.

Effect of Er:YAG, CO(2) and diode laser irradiation on surface properties of zirconia endosseous dental implants. Lasers Surg Med. 2008; 40(3): 223–228.

47. Renvert S, Lindahl C, Roos Jansåker AM, Persson GR.

Treatment of peri-implantitis using an Er:YAG laser or an air-abrasive device: a randomized clinical trial. J Clin Periodontol. 2011; 38(1): 65–73.

48. Muthukuru M, Zainvi A, Esplugues EO, Flemmig TF.

Non-surgical therapy for the management of peri-implantitis: a systematic review. Clin Oral Implants Res. 2012; 23 (S6): 77–83.

49. Schwarz F, Sculean A, Rothamel D, Schwenzer K, Georg T, Becker J.

Clinical evaluation of an Er:YAG laser for nonsurgical treatment of peri-implantitis: a pilot study. Clin Oral Implants Res. 2005; 16(1): 44–52.

50. Yan M, Liu M, Wang M, Yin F, Xia H.

The effects of Er:YAG on the treatment of peri-implantitis: a meta-analysis of randomized controlled trials. Lasers Med Sci. 2015; 30(7): 1843–1853.

51. Mailoa J, Lin GH, Chan HL, MacEachern M, Wang HL.

Clinical outcomes of using lasers for peri-implantitis surface detoxification: a systematic review and meta-analysis. J Periodontol. 2014; 85(9): 1194–1202.

52. Lin GH, Suárez López Del Amo F, Wang HL.

Laser therapy for treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: An American Academy of Periodontology best evidence review. J Periodontol. 2018; 89(7): 766–782.

53. Lerario F, Roncati M, Gariffo A,

Attorresi E, Lucchese A, Galanakis A, et al.

Non-surgical periodontal treatment of peri-implant diseases with the adjunctive use of diode laser: preliminary clinical study. Lasers Med Sci. 2016; 31(1): 1–6.

54. Schär D, Ramseier CA, Eick S, Arweiler NB, Sculean A, Salvi GE.

Anti-infective therapy of peri-implantitis with adjunctive local drug delivery or photodynamic therapy: six-month outcomes of a prospective randomized clinical trial. Clin Oral Implants Res. 2013; 24(1): 104–110.

55. Taniguchi Y, Aoki A, Mizutani K, Takeuchi Y, Ichinose S, Takasaki AA, et al.

Optimal Er:YAG laser irradiation parameters for debridement of microstructured fixture surfaces of titanium dental implants. Lasers Med Sci. 2013; 28(4): 1057–1068.

56. Schwarz F, Nuesry E, Bieling K, Herten M, Becker J.

Influence of an erbium, chromium-doped yttrium, scandium, gallium, and garnet (Er,Cr:YSGG) laser on the reestablishment of the biocompatibility of contaminated titanium implant surfaces. J Periodontol. 2006; 77(11): 1820–1827.

57. Świder K, Dominiak M, Grzech-Leśniak K, Matys J.

Effect of different laser wavelengths on periodontopathogens in peri-implantitis: a review of In Vivo Studies. Microorganisms. 2019; 7(7): 189.

58. Dougherty TJ, Gomer CJ, Henderson BW, Jori G, Kessel D, Korbek M, et al.

Photodynamic therapy. J Natl Cancer Inst. 1998; 90(12): 889–905.

59. Soukos NS, Goodson JM.

Photodynamic therapy in the control of oral biofilms. Periodontol 2000. 2011; 55(1): 143–166.

60. Dörtbudak O, Haas R, Bernhart T, Mailath-Pokorny G.

Lethal photosensitization for decontamination of implant surfaces in the treatment of peri-implantitis. Clin Oral Implants Res. 2001; 12(2): 104–108.

61. Bassetti M, Schär D, Wicki B, Eick S, Ramseier CA, Arweiler NB, et al.

Anti-infective therapy of peri-implantitis with adjunctive local drug delivery or photodynamic therapy: 12-month outcomes of a randomized controlled clinical trial. Clin Oral Implants Res. 2014; 25(3): 279–287.

62. Wang H, Li W, Zhang D, Li W, Wang Z.

Adjunctive photodynamic therapy improves the outcomes of peri-implantitis: a randomized controlled trial. Aust Dent J. 2019; 64(3): 256–262.

63. Serino G, Ström C.

Peri-implantitis in partially edentulous patients: association with inadequate plaque control. *Clin Oral Implants Res.* 2009; 20(2): 169–174.

64. Varthis S, Randi A, Tarnow DP.

Prevalence of interproximal open contacts between single-implant restorations and adjacent teeth. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2016; 31(5): 1089–1092.

65. Nart J, Pons R, Valles C, Esmatges A, Sanz-Martín I, Monje A.

Non-surgical therapeutic outcomes of peri-implantitis: 12-month results. *Clin Oral Investig.* 2020; 24(2): 675–682.

66. de Tapia B, Mozas C, Valles C, Nart J, Sanz M, Herrera D.

Adjunctive effect of modifying the implant-supported prosthesis in the treatment of peri-implant mucositis. *J Clin Periodontol.* 2019; 46(10): 1050–1060.

67. MacGowan A, Macnaughton E.

Antibiotic resistance. *Medicine (Baltimore).* 2017; 45(10): 622–628.

68. Stein K, Farmer J, Singhal S, Marra F, Sutherland S, Quiñonez C.

The use and misuse of antibiotics in dentistry: A scoping review. *J Am Dent Assoc.* 2018; 149(10): 869–884.

69. Jepsen K, Falk W, Brune F, Fimmers R, Jepsen S, Bekerredjian-Ding I.

Prevalence and antibiotic susceptibility trends of periodontal pathogens in the subgingival microbiota of German periodontitis patients: A retrospective surveillance study. *J Clin Periodontol.* 2021; 48(9): 1216–1227.

70. Shiloah J, Patters MR, Dean JW 3rd, Bland P, Toledo G.

The survival rate of *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, and *Bacteroides forsythus* following 4 randomized treatment modalities. *J Periodontol.* 1997; 68(8): 720–728.

71. Darby IB, Hodge PJ, Riggio MP, Kinane DF.

Clinical and microbiological effect of scaling and root planing in smoker and non-smoker chronic and aggressive periodontitis patients. *J Clin Periodontol.* 2005; 32(2): 200–206.

72. Mombelli A, Gmür R, Gobbi C, Lang NP.

Actinobacillus actinomycetemcomitans in adult periodontitis. II. Characterization of isolated strains and effect of mechanical periodontal treatment. *J Periodontol.* 1994; 65(9): 827–834.

73. Renvert S, Wikström M, Dahlén G, Slots J, Egelberg J.

Effect of root debridement on the elimination of *Actinobacillus actinomycetemcomitans* and *Bacteroides gingivalis* from periodontal pockets. *J Clin Periodontol.* 1990; 17(6): 345–350.

74. Mombelli A, Lang NP.

Antimicrobial treatment of peri-implant infections. *Clin Oral Implants Res.* 1992; 3(4): 162–168.

75. Blanco C, Pico A, Dopico J, Gándara P, Blanco J, Liñares A.

Adjunctive benefits of systemic metronidazole on non-surgical treatment of peri-implantitis. A randomized placebo-controlled clinical trial. *J Clin Periodontol.* 2022; 49(1): 15–27.

76. Buchmann R, Khoury F, Müller RF, Lange DE.

Die therapie der progressiven marginalen parodontitis und periimplantitis. *Dtsch Zahnärztliche Zeitung.* 1997; 52(5): 421–426.

77. Stein JM, Hammächer C, Said-Yekta Michael S.

Combination of ultrasonic decontamination, soft tissue curettage and submucosal air polishing with povidone-iodine application for non-surgical therapy of peri-implantitis: 12 months clinical outcomes. *J Periodontol.* 2017; 89(2): 1–13.

78. Liñares A, Pico A, Blanco C, Blanco J.

Adjunctive systemic metronidazole to nonsurgical therapy of peri-implantitis with intrabony defects: A retrospective case series study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2019; 34(5): 1237–1245.

79. Rams TE, Degener JE, van Winkelhoff AJ.

Antibiotic resistance in human peri-implantitis microbiota. *Clin Oral Implants Res.* 2014; 25(1): 82–90.

80. da Costa LFNP, Amaral C da SF, Barbirato D da S, Leão ATT, Fogacci MF.

Chlorhexidine mouthwash as an adjunct to mechanical therapy in chronic periodontitis: A meta-analysis. *J Am Dent Assoc.* 2017; 148(5): 308–318.

81. Berchier CE, Slot DE, Van der Weijden GA.

The efficacy of 0.12% chlorhexidine mouthrinse compared with 0.2% on plaque accumulation and periodontal parameters: a systematic review. *J Clin Periodontol.* 2010; 37(9): 829–839.

82. Gunsolley JC.

Clinical efficacy of antimicrobial mouthrinses. *J Dent.* 2010; 38(S3): 6–10.

83. Crespi R, Marconcini S, Crespi G, Giammarinaro E, Menchini Fabris GB, Barone A, et al.

Nonsurgical treatment of peri-implantitis without eliminating granulation tissue: A 3-year study. *Implant Dent.* 2019; 28(1): 4–10.

84. Thöne-Mühling M, Swierkot K, Nonnenmacher C, Mutters R, Flores-de-Jacoby L, Mengel R.

Comparison of two full-mouth approaches in the treatment of peri-implant mucositis: a pilot study. *Clin Oral Implants Res.* 2010; 21(5): 504–512.

85. Menezes KM, Fernandes-Costa AN, Silva-Neto RD, Calderon PS, Gurgel BCV.

Efficacy of 0.12% chlorhexidine gluconate for non-surgical treatment of peri-implant mucositis. *J Periodontol.* 2016; 87(11): 1305–1513.

86. Levin L, Frankenthal S, Joseph L, Rozitsky D, Levi G, Machtei EE.

Water jet with adjunct chlorhexidine gel for nonsurgical treatment of peri-implantitis. *Quintessence Int.* 2015; 46(2): 133–137.

87. Liu S, Li M, Yu J.

Does chlorhexidine improve outcomes in non-surgical management of peri-implant mucositis or peri-implantitis?: A systematic review and meta-analysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2020; 25(5): 608–615.

88. Mahato N, Wu X, Wang L.

Management of peri-implantitis: a systematic review, 2010–2015. *Springerplus.* 2016; 5:105. doi: 10.1186/s40064-016-1735-2

89. Cosgarea R, Rocuzzo A, Jepsen K, Sculean A, Jepsen S, Salvi GE.

Efficacy of mechanical/physical approaches for implant surface decontamination in non-surgical submarginal instrumentation of peri-implantitis. A systematic review. *J Clin Periodontol.* 2022; doi: 10.1111/jcpe.13762

DEN VÝZKUMNÝCH PRACÍ 2023

Stomatologická klinika 1. LF UK a VFN v Praze uspořádala ve spolupráci se Stomatologickou společností České lékařské společnosti Jana Evangelisty Purkyně již patnáctý ročník Dne výzkumných prací. Program zahájila prof. MUDr. Jana Dušková, DrSc., MBA, která připomněla historii této akce, a ve třech blocích následovalo celkem 15 odborných příspěvků, jejichž abstrakty najdete v následujícím sborníku. Celé setkání se neslo v přátelském duchu a pestrý program byl doplněn podnětnou diskusí nejen mezi zkušenými akademickými pracovníky, ale i mladými lékaři, pro které tato akce představuje příležitost prezentovat svou vědeckou činnost. Závěrem bychom rádi pozvali všechny studenty i lékaře se zájmem o vědu na příští ročník, který je plánován na 7. 6. 2024.

MDDr. Antonín Tichý, Ph.D., a Ing. Radka Vrbová, Ph.D.

KAZ RANÉHO DĚTSTVÍ A JEHO ETIOLOGICKÉ FAKTORY

Mířová E.

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

Zubní kaz raného dětství (early childhood caries, ECC) je multifaktoriální, přenosné a infekční onemocnění, které je jedním z nejčastějších, nejzávažnějších a nejdražších onemocnění u dětí. Klíčovými faktory vzniku ECC jsou biologické faktory, jako mikroorganismy, cukry a vnímavá zubní tkáň, společně s faktory ekonomickými, sociálními, kulturními a behaviorálními.

V rámci studie bylo na Dětském oddělení Kliniky zubního lékařství LF UP a FNOL klinicky vyšetřeno 140 dětí ve věku pět let v rámci běžné preventivní stomatologické prohlídky. S vyplněným informovaným souhlasem zákonného zástupce a dotazníkem od matky dítěte byly děti zařazeny do studie jako součást skupiny s klinicky diagnostikovaným ECC (ECCG) ($n = 60$) nebo jako součást kontrolní skupiny (CG) ($n = 80$).

Matkám dětí v obou skupinách byl předán dotazník zaměřený na dietetické návyky, ústní hygienu a použití fluoridových přípravků u dětí. Dotazník také obsahoval blok otázek týkajících se přímo matek – jejich věku, vzdělání, socioekonomického a rodinného stavu a dále blok otázek týkajících se obecných názorů matek na zubní kaz.

Výsledky šetření ukazují, že vyšší kazivost pozitivně korelovala se špatnou hygienou, nevhodnými dietetickými návyky a nižším vzděláním matky.

Vzdělání matky je tudíž významným prediktorem rizika ECC a je všeobecně považováno za příčinu rozdílu v kazivosti zubů předškolních dětí, kdy jsou děti plně v péči rodičů, zejména matek. Ve školním věku se pak tyto rozdíly stírají.

POROVNÁNÍ VÝSKYTU ONEMOCNĚNÍ COVID-19 MEZI ČESKÝMI ZUBNÍMI LÉKAŘI A CELKOVOU ČESKOU POPULACÍ

Schmidt J.¹, Peřina V.², Suchánek J.¹, Treglerová J.², Pilbauerová N.¹, Šanca O.^{3,4}, Mužík J.^{3,4}, Šmucler R.^{5,6}

¹Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové, a Fakultní nemocnice Hradec Králové

²Klinika ústní, čelistní a obličejové chirurgie, Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, a Fakultní nemocnice Brno

³Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, Praha

⁴Institut biostatistiky a analýz, Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Brno

⁵Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

⁶Katedra zubního lékařstva, Lékařská fakulta, Slovenská zdravotnícka univerzita, Bratislava, Slovenská republika

Úvod: Pracovní podmínky zubních lékařů jsou spojeny s vysokým rizikem infekce COVID-19. V reakci na pandemii COVID-19 byla v zubním lékařství zavedena zvýšená ochranná opatření, včetně prioritní vakcinace zubních lékařů, avšak není jasné, do jaké míry byla efektivní.

Metodika: Porovnání výskytu onemocnění COVID-19 a vakcinace proti COVID-19 mezi českými zubními lékaři a celkovou českou populací starší 24 let. Data byla získána v rámci dotazníkové studie mezi zubními lékaři probíhající v období od 1. června 2022 do 1. července 2022 a z databáze Ministerstva zdravotnictví České republiky.

Výsledky: Studie se zúčastnilo 1763 zubních lékařů. K 31. květnu 2022 mělo 85,8 % účastníků studie dokončené očkování proti COVID-19 a 70,1 % účastníků studie aplikováno posilující dávku vakcíny. V rámci celkové české populace mělo dokončené očková-

ní 74,9 % osob a aplikováno posilující dávku 49,4 % osob. Prevalence COVID-19 byla mezi účastníky studie 41,7 % a v celkové populaci 49,9 %. Rozdíly v dokončené vakcinaci, aplikaci posilující dávky vakcíny a prevalenci COVID-19 mezi respondenty a celkovou českou populací jsou statisticky významné ($p < 0,0001$). Účastníci studie, kteří obdrželi posilující dávku měli po onemocnění COVID-19 kratší trvání pracovní neschopnosti a kratší trvání dlouhodobých komplikací. Ochota k budoucímu očkování proti COVID-19 byla pozitivní u 79,7 % respondentů. Povinné očkování pro zdravotnické pracovníky bylo podporováno 62,0 % a pro celkovou populaci 49,0 % respondentů.

Závěr: Výsledky ukázaly, že vysoké riziko infekce COVID-19 spojené s zubním lékařstvím nevedlo k vyššímu výskytu COVID-19 mezi respondenty v porovnání s celkovou českou populací.

DLOUHODOBÉ SLEDOVÁNÍ ZMĚN PÁTEŘNÍ KŘIVKY STUDENTŮ ZUBNÍHO LÉKAŘSTVÍ A JEJICH MOŽNÝ VLIV NA MUSKULOSKELETÁLNÍ PORUCHY

Kapitán M.¹, Pilbauerová N.¹, Machač S.^{2,3}, Hodačová L.⁴, Čermáková E.⁵, Schmidt J.¹

¹Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové, a Fakultní nemocnice Hradec Králové

²Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, a Fakultní nemocnice v Motole, Praha

³Institut sportovního lékařství, Praha

⁴Ústav preventivního lékařství, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové

⁵Oddělení výpočetní techniky, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové

Úvod a cíl: Muskuloskeletální poruchy (MSDs) často vznikají a vyvíjejí se již během studia zubního lékařství. Nejčastěji je postižena oblast páteře. Možné vztahy páteřní křivky a MSDs dosud nebyly u studentů zubního lékařství studovány. Cílem této studie bylo zjistit, jestli v průběhu studia zubního lékařství dochází ke změnám páteřní křivky, analyzovat vztahy mezi objektivními nálezy a subjektivně udávanými MSDs a porovnat parametry páteřní křivky studentů zubního lékařství s výsledky jiných publikovaných studií.

Metodika: Do pětileté studie se zapojilo 73 studentů zubního lékařství na Univerzitě Karlově, Lékařské fakultě v Hradci Králové. Účastníci vyplnili dotazník týkající se MSDs a byli vyšetřeni pomocí přístroje Spinal Mouse (SM), a to na začátku, uprostřed a na konci studia. Měření páteřní křivky bylo provedeno v různých polohách těla a doplněno zátěžovým testem (Matthiass test) a screeningem skoliózy.

Výsledky: Páteřní křivka vykazovala pohlavní diverzitu v míře zakřivení bederní lordózy, postavení křížové kosti a poměru mezi zakřivením hrudní a bederní páteře. Mezi prvním a pátým ročníkem studia zubního lékařství došlo ke zvětšení rozsahu pohybu v sagitální i frontální rovině, zvýšení rozsahu úklonu doprava a snížení rozsahu úklonu doleva. U žen se dále zvětšil náklon celé páteře dozadu a zmenšil náklon křížové kosti dopředu. Nebyly zjištěny statisticky významné závislosti mezi objektivními nálezy a subjektivně udávanými obtížemi.

Závěr: Během studia zubního lékařství se změnily některé parametry tvaru páteře. Průběh páteřní křivky mužů a žen se lišil. Nepodařilo se nalézt objektivní marker či prediktor MSDs u studentů zubního lékařství.

VLIV STRESU JAKO ETIOLOGICKÉHO FAKTORU VZNIKU ANTERIORNÍ DISLOKACE DISKU TEMPOROMANDIBULÁRNÍHO KLOUBU

Plachý R., Machoň V., Foltán R.

Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

Úvod a cíl: Dislokace disku (DD) temporomandibulárního kloubu (TMK) patří do intrakapsulárních poruch TMK. Jedná se o patologický stav, kdy je kloubní disk dislokován ze své fyziologické polohy, nejčastěji anteriorně. Anteriorní DD dělíme na dislokaci s repozicí a bez repozice. Etiologicky se na vzniku DD podílí většinou několik faktorů současně (multifaktoriální teorie). Příčinami může být trauma kloubu, zvýšení stresové zátěže, změny hladiny estrogenů, vertebrogenní potíže, patologie postury, změna napětí kloubních vazů a žvýkacích svalů, působení toxinů při infekčních onemocněních, snížená kapacita adaptace a regenerace kloubních struktur. Cílem naší práce bylo zjistit, jaké je zastoupení stresu v etiologických faktorech anteriorní dislokace disku TMK.

Metodika: Soubor tvořilo 832 pacientů (164 mužů, 668 žen, věkový průměr 33,1 let), kteří v letech 2015–2018 navštívili poradnu pro onemocnění čelistního kloubu a u kterých byla diagnostikována anteriorní dislokace disku (s repozicí a bez repozice). Diagnóza byla u všech pacientů stanovena klinickým vyšetřením a vždy potvrzena ultrazukovým vyšetřením (Mindray DP-50, 7.5 MHz, Shenzhen Mindray Bio-medical Electronics).

Výsledky: Celkem 360 (43 %) pacientů (59 mužů, 301 žen, věkový průměr 34,8 let) udávalo zvýšený nápor stresu či užívalo medikamentózní terapii – antidepresiva a anxiolytika. Další 472 (57 %) pacientů (107 mužů, 365 žen, věkový průměr 31,8 let) neudávalo zvýšený nápor stresu ani neužívalo medikamentózní terapii. Pacienti se zvýšenou stresovou zátěží: celkový věkový průměr 34,8 let (věkový průměr mužů 36,1 let, věkový průměr žen 34,6 let). Pacienti bez zvýšené stresové zátěže: celkový věkový průměr 31,8 let (věkový průměr mužů 30,8 let, věkový průměr žen 32,1 let).

Závěr: Výsledky potvrzují stres jako etiologický faktor u anteriorní dislokace disku TMK, byť jeho zastoupení je nižší, než jak je uváděno u extrakapsulárních poruch TMK. Zvýšený nápor stresu byl zaznamenán více u žen než u mužů, přičemž věkový průměr těchto pacientů činil 34,8 let.

SÍLA INTERMAXILÁRNÍCH LATEXOVÝCH TAHŮ OD RŮZNÝCH VÝROBCŮ: SROVNÁVACÍ IN VITRO STUDIE

Sluka D., Portašíková K., Chamlarová S., Ličková B., Dubovská I.

Klinika zubního lékařství, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, a Fakultní nemocnice Olomouc

Úvod: Hlavní charakteristikou ortodontických mezičelistních tahů je generovaná síla. Proto je nutné znát přesné vlastnosti tahů pro klinické použití a degradaci jejich síly v čase.

Metodika: Bylo testováno 500 latexových tahů 3/16" Medium od výrobců Dentaureum, American Orthodontics, 3M, Ortho Organizers a G&H Orthodontics, od každého výrobce 100 tahů. Síla byla měřena siloměrem v čase 0 a po 2, 8, 24 a 48 hodinách. Tahy byly uloženy třikrát natažené na 3D tištěné desce v inkubátoru při 37 °C a kontrolované vlhkosti. Byly použity Shapirovy-Wilkovy testy normality, testy ANOVA a Bonferroniho post hoc testy.

Výsledky: Průměrná počáteční síla se u jednotlivých výrobců pohybovala v rozmezí od 1,109 N do 1,550 N, přičemž elastiky

Dentaureum se nejvíce blížily deklarované síle 1,255 N. K největšímu poklesu síly došlo během prvních dvou hodin; pokles síly během 24 hodin se u jednotlivých výrobců pohyboval v rozmezí 20–33 %. Maximální pokles byl zaznamenán u gumiček American Orthodontics. K nejmenšímu poklesu došlo mezi 2 a 8 hodinami u 3M a mezi 24 a 48 hodinami u Ortho Organizers.

Závěr: Intermaxilární tahy 3/16" medium měřené in vitro se liší počáteční silou a poklesem síly mezi jednotlivými výrobci. Ošetřující lékař si musí být při doporučování intermaxilárních tahů pacientům vědom jejich základních parametrů, užitečné by mohlo být měření počáteční síly přímo v ústech pacienta pomocí siloměru.

KVALITA ŽIVOTA PACIENTŮ S OROFACIÁLNÍM ROZŠTĚPEM

Urbanová K., Koťová M.

Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta, a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

Úvod a cíl: Kvalita života je podle WHO definována jako subjektivní vnímání naplňování základních potřeb jedince v jeho kulturním a hodnotovém prostředí. Orofaciální rozštěp je spojen s komplikacemi zhoršujícími kvalitu života. Zátěž je fyzická, funkční i psychická, je důsledkem stigmatizace i dlouhodobé terapie. Cílem bylo zjistit kvalitu života rozštěpových pacientů léčených ve FNKV Praha.

Metodika: Pomocí dotazníku Child Oral Health Impact Profile (COHIP 19) byla zjišťována kvalita života u souboru 30 pacientů s rozštěpem (15 s viditelným a 15 s neviditelným; 16♀; 14♂; věk 15 let ± 2 měsíce) ve srovnání s kontrolním souborem 30 pacientů s ortodontickou vadou (14♀; 16♂; věk 15 let ± 7 měsíců) s nasazeným fixním ortodontickým aparátem. Výsledky byly statisticky zpracovány pomocí Mannova-Whitneyova U-testu a Fisherova přesného testu.

Výsledky

1. Kvalita života mezi rozštěpovou a kontrolní skupinou se statisticky významně liší ve funkční doméně – adolescenti s rozštěpem špatně vyslovují ($p = 0,026$).

2. Mezi pacienty s rozštěpem bez deformací obličeje a s viditelným rozštěpem je statisticky významný rozdíl pouze ve funkční doméně – pacienti s viditelným rozštěpem nedostatečně rozkousou potravu ($p = 0,026$).

3. U obou souborů nejvíce vadí vzhled, ale není problém s kontaktem s vrstevníky ($p = 0,194$).

4. Rozštěpová i kontrolní skupina je spokojena s léčbou v 67 %, a 33 % je vcelku spokojeno.

5. Nejvíce vadí oběma souborům čekání v čekárně a délka léčby ($p = 0,460$).

6. Do psychologické poradny z rozštěpové skupiny chodí 13,3 %. Z kontrolní chodí 6,7 %, ale dalších 10 % z této skupiny by rádo chodilo rovněž.

Závěr: Neprokazujeme statisticky významný rozdíl v celkovém skóre kvality života mezi rozštěpovou a kontrolní skupinou, ani mezi jednotlivými typy rozštěpů. Pacienti s rozštěpem jako největší hendikep uváděli špatnou výslovnost.

AUGMENTACE ČELISTÍ VĚTŠÍHO ROZSAHU ZA POMOCI CUSTOM MADE TITANOVÉ MŘÍŽKY

Hlíňáková P.

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

Rekonstrukce chrupu využívající zavedení dentálních implantátů je dnes již standardní metoda, která je ovšem plně závislá na dostatečné nabídce kvalitní kosti v místě, kam uvažujeme implantáty zavést. Augmentace kosti v případě jednoho či dvou zubů není velkým problémem. K augmentaci lze využít

vlastní kost odebranou z místa augmentace, brady, retromolárně nebo lze využít umělých materiálů, event. kombinaci obojího. Ovšem u pacientů po rozsáhlých resekčních výkonech je augmentace, zejména pokud chybí kost ve více rovinách, velmi náročná a docílit doplnění alveolární kosti na výšku i šířku, je nesmírně obtížné.

Augmentace pomocí custom made titanové mřížky, která je vyrobena na základě DICOMových dat z pacientova CBCT, se jeví jako bezpečná, dlouhodobě stabilní a přijatelná metoda. DICOMová data jsou zpracována a na jejich základě je vytvořena 3D rekonstrukce alveolárního výběžku, který byl z nějakého důvodu resekován nebo došlo k jeho ztrátě zejména při úrazech. Podle této rekonstrukce je poté vytvořena titanová mřížka, která kopíruje takto zrekonstruovaný alveol.

Následně jsou v celkové anestezii odebrány spongiózní štěpy z lopaty kosti kyčelní, a to zejména z důvodu velkého množství materiálu, který je potřebný k augmentaci kosti. Tyto štěpy jsou ná-

sledně vloženy do titanové mřížky, která je pomocí šroubů fixována ke zbytku alveolárního výběžku. Po určitém časovém úseku dojde k vytvoření plnohodnotné kosti, která doplnila chybějící alveol a která je dostatečně kvalitní abychom mohli bez větších rizik zavést požadované implantáty.

Naše zkušenosti s touto metodou jsou velmi dobré, nově vytvořená kost je kvalitní a její využití pro zavedení dentálních implantátů nemá téměř žádné omezení. Dle našeho názoru je tato metoda vhodná u pacientů, kde je nutná augmentace čelisti většího rozsahu, ale současně nelze využít štěpy na cévní stopce.

HYPERSENZITIVITA NA KOVY A PRODUKCE PROZÁNĚTLIVÝCH CYTOKINŮ U PACIENTŮ SE SELHÁNÍM ORTOPEDICKÝCH IMPLANTÁTŮ

Podzimek Š., Himmlová L., Janatová T., Vrbová R., Janovská M., Vinšů A., Procházková J., Dušková J.

Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

Úvod: Ortopedické implantáty se u většiny pacientů vhojí bez komplikací, ale u některých jedinců z nejasných důvodů selhávají.

Metodika: Studie zahrnovala 35 pacientů se selháním ortopedických implantátů a 15 pacientů s plánovanou implantací ortopedického implantátu. Produkce vybraných prozánětlivých cytokinů byla zjišťována u pacientů se selháním ortopedických implantátů. U všech pacientů byla zjišťována hypersenzitivita na kovy pomocí testu MELISA®.

Výsledky: Z kovů běžně se vyskytujících v ortopedických slitinách reagovali pacienti se selháním ortopedických implantátů nejčastěji na nikl, chrom, titan, železo a molybden. Hypersenzitivita na kovy přítomná v ortopedických implantátech byla zjištěna u 40 %

pacientů se selháním ortopedických implantátů. Studie také ukázala, že expozice titanu u pacientů s hypersenzitivitou na titan může vést k selhání implantátu.

Závěr: Tato studie potvrdila význam přecitlivělosti na kovy u pacientů se selháním ortopedických implantátů a u pacientů vyžadujících ortopedickou implantaci. Výsledky prokázaly, že testování hypersenzitivity na kovy má velký význam pro minimalizaci rizika selhání implantátu. Velmi přínosné by bylo provádět tohoto testování před plánovanou operací především u pacientů s dříve prokázanou hypersenzitivitou na kovy, hypersenzitivitou na kovy v rodinné anamnéze či u pacientů s polyvalentní alergií, astmatem, autoimunitním onemocněním či imunodeficiencí.

ORÁLNÍ LICHEN PLANUS – RETROSPEKTIVNÍ STUDIE 237 HISTOLOGICKY VERIFIKOVANÝCH PACIENTŮ

Lišková V.¹, Liška J.¹, Hauer L.¹, Kacerovská D.^{2,3}

¹Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Plzni, a Fakultní nemocnice Plzeň

²Šiklův ústav patologie, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Plzni, a Fakultní nemocnice Plzeň

³Bioptická Laboratoř s.r.o., Plzeň

Úvod: Orální lichen planus (OLP) je jedním z nejčastějších onemocnění ústní sliznice. Již při primárních diagnostických excisích se často prokazuje přítomná orální epiteliální dysplazie (OED), nezdědka pak pravá diferencovaná intraepiteliální neoplazie (dOIN). Zejména atrofická a erozivní klinická forma představuje riziko maligní transformace, a to ve 2–2,5 % případů. I za pravidelné a komplexní dispenzarizace dochází ve vyšších procentech k tvorbě malignit orální sliznice.

Cíl práce: Zlepšení korelace histologických a klinických ukazatelů onemocnění vůči subjektivním potížím pacientů pro zlepšení sekundární prevence.

Metodika: Ve studii se sleduje 237 pacientů s histologickou verifikací OLP. Mimo biopsie se provádí ještě přímá imunofluorescence, imunohistochemické vyšetření a ve sporných případech sliz-

ničních nálezů rovněž nepřímá imunofluorescence k vyloučení pravých autoimunitních chorob. Sleduje se průběh klinického nálezu skrze systém retikulární-atrofický-erozivní a VAS hodnocení subjektivních potíží. K vyloučení sekundární orální kandidózy pak pravidelné mykologické kultivace.

Výsledky: V průběhu dispenzarizace došlo u více než 8 % pacientů k tvorbě dysplazií třetího stupně a malignit. Ve vyšší míře oproti všeobecně vnímaným rizikům se prokázaly orální karcinomy i v lokalitách alveolů, rtu a spodiny DÚ.

Závěr: Orální lichen planus je častou chorobou ústní sliznice. Vyžaduje komplexní péči a přísnou dispenzarizaci pro nestabilní projevy závislé na vícerych indukčních faktorech. Je nezbytné pečlivě sledovat i lokality alveolárních výběžků spolu se zánětlivými procesy dentální etiologie.

ORÁLNÍ KANDIDÓZY A NEOPLAZIE – KLINICKÁ STUDIE

Liška J.¹, Lišková V.¹, Hauer L.¹, Moztarzadeh O.¹, Ferda J.², Topolčan O.³

¹Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Plzni, a Fakultní nemocnice Plzeň

²Klinika zobrazovacích metod, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Plzni, a Fakultní nemocnice Plzeň

³Oddělení imunochemické diagnostiky, Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Plzni, a Fakultní nemocnice Plzeň

Úvod: Orální chronické kandidózy nacházíme u dlouhodobého oslabení obranyschopnosti organismu nebo bariérových mechanismů dutiny ústní. Při bioptickém vyšetření chronické hyperplastické kandidózy (CHC) jsou často přítomné orální epitelální dysplazie (OED). Navzdory intenzivní péči dochází ve zvýšené míře k výskytu karcinomu sliznice dutiny ústní (OSCC). CHC je vzácnou formou orální kandidózy s četnými etiologickými faktory a dosud neprokázaným vztahem k neoplaziím.

Cíl práce: Rozšířením diagnostiky o imunologické a imunochemické ukazatele identifikovat rizika neoplastických procesů mimo dutinu ústní.

Metodika: Ve studii se sleduje 182 pacientů s histologickou verifikací CHC a případy chronických průkazů non-albicans kandid v dutině ústní. Provádí se krevní náběry k vyhodnocení krevního obrazu, diferenciálního rozpočtu leukocytů a imunologických

ukazatelů. Hodnocením onkomarkerů se vyhledávají rizikové případy extraorální neoplazie.

Výsledky: V průběhu dispenzarizace se odhalil u 10 % případů CHC intraorální maligní proces a ve vysoké míře také extraorální tumory. Na základě těchto nálezů se zahájilo vyšetřování dostupných onkomarkerů. Při suspekci se pacienti vyšetřili adekvátní metodou na Klinice zobrazovacích metod. Po stagingu byli prezentováni k ošetřujícím specialistům. Podle průběžných závěrů studie se v totožném režimu vyšetřují rovněž pacienti s průkazem rizikových non-albicans kultivací kandid.

Závěr: Striktně oportunní charakter mykotických infekcí lze využít k nalezení anamnesticky dosud neznámých procesů ohrožujících život pacienta. Komplexní diagnostika a péče u případů chronických kandidóz dutiny ústní zlepšuje životní prognózu pacientů.

VLIV MIKROSTRUKTURY DENTÁLNÍCH KOMPOZITNÍCH MATERIÁLŮ NA JEJICH FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÉ VLASTNOSTI

Vrbová R.¹, Roubíčková A.¹, Bartoš M.¹, Bradna P.¹, Tichý A.¹, Fialová V.¹, Žaloudková M.², Dušková J.¹

¹Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

²Ústav struktury a mechaniky hornin, Akademie věd České republiky, Praha

Úvod: Dentální kompozitní materiály jsou dvoufázové systémy složené z matrice a plniva. Matrice je tvořena silně zesíťovanými methakrylátovými polymery. Plnivo, pokryté vazebnými silami, může být různého tvaru a velikosti, může se jednat o částice či o vlákna, často na bázi Ba-Sr skla, Zr syntetického skla či pyrogenního SiO₂, namletého předpolymeru atd. Cílem této práce bylo nezávisle zhodnotit vliv vnitřního uspořádání několika typů výplňových kompozitních materiálů na vybrané fyzikálně-mechanické vlastnosti.

Materiály: Byly vybrány dentální kompozitní materiály lišící se použitým typem plniva: kompozit EverX Posterior vyztužený skelnými vlákny (GC Corp., Japonsko), nanokompozit Filtek Ultimate (3M ESPE, Německo) obsahující neaglomerované nanoplivo a aglomeráty nanočástic, dále kompozit Omnicroma (Tokuyama Dental Corp., Japonsko) s nanoplivem sférického tvaru a mikrohybridní kompozitní materiál G-aenial (GC Corp., Japonsko) obsahující předpolymerované plnivo, částice skla a pyrogenní SiO₂.

Metodika: Byla sledována vnitřní struktura kompozitních materiálů s využitím skenovací elektronové mikroskopie (SEM), testována byla hloubka vytvrzení, polymerační smrštění, mikrotvrdość podle Knoop, pevnost v ohybu a v tlaku. Příprava zkušebních vzorků a metodika testování probíhala v souladu s technickými normami. Ke sledování lomových ploch byl využit opět SEM a dále mikro-CT vizualizace.

Výsledky: Z testovaných materiálů vykazoval největší hloubku vytvrzení (5,1 mm) vláknový kompozitní materiál EverX Posterior,

který je více transparentní, a vytvrzující světlo tak může pronikat do větších hloubek. Ostatní kompozitní materiály dosahovaly podobných hodnot v rozmezí (2,6–2,8) mm. Polymerační smrštění bylo nejnižší u nanokompozitu Filtek Ultimate (1,9 %), naopak nejvyššího dosahoval materiál se sférickými nanočásticemi Omnicroma (3,5 %). Mikrotvrdość klesala v řadě Filtek Ultimate (81 HK) – EverX Posterior (66 HK) – G-aenial (47 HK) – Omnicroma (43 HK). Nejvyšších hodnot pevnosti v ohybu bylo dosaženo u vláknového kompozitu EverX Posterior (131 MPa) a nanohybridního materiálu Filtek Ultimate (128 MPa). U vláken docházelo k zastavení růstu trhliny a tělísko nebylo v porovnání s ostatními materiály zcela rozlomeno. Signifikantně nižší hodnoty vykazovala Omnicroma (99 MPa) a mikrohybridní materiál G-aenial (88 MPa). Pevnost v tlaku klesala v řadě Filtek Ultimate (349 MPa) – Omnicroma (328 MPa) – EverX Posterior (304 MPa) – G-aenial (275 MPa).

Závěr: Nejpriznivější mechanické i fyzikální vlastnosti se projeví u nanokompozitního materiálu Filtek Ultimate, naopak nejnižších hodnot dosahoval mikrohybridní materiál G-aenial. Při zatížení v ohybu se projevil přínos vyztužení skelnými vlákny ve smyslu zvýšení lomové houževnatosti materiálu, nicméně hodnoty byly na úrovni nanokompozitu. U materiálu se sférickými částicemi se projevila vysoká odolnost v tlaku, ale nižší odolnost v ohybu a nepříznivé polymerační smrštění.

Tato studie byla podpořena programem Cooperatio 207030 Dental Medicine/LF1.

SROVNÁNÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ A MIKROSTRUKTURY 3D TIŠTĚNÝCH MATERIÁLŮ PRO FIXNÍ PROVIZORIA S KONVENČNÍMI PROVIZORNÍMI MATERIÁLY

Staňo J., Vrbová R., Tichý A., Luňáčková J., Bartoš M.

Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

Úvod: Provizorní náhrady hrají v procesu vytváření stálých zubních náhrad klíčovou roli. Kromě konvenčních metod zhotovení provizorií, např. razídlkové metody, je jednou z inovativních možností použití 3D tisku. Cílem této práce bylo porovnat pevnost v tlaku u materiálů pro výrobu provizorních korunek razídlkovou metodou a 3D tiskem. Dále byla pomocí rentgenové výpočetní mikrotomografie (mikro-CT) hodnocena mikrostruktura těchto materiálů.

Metodika: Mezi testované materiály pro 3D tisk byly zařazeny Temp Print (GC, Japonsko) a printodent® GR-17.1 temporary It (Pro3dure medical, Německo). Jako zástupce materiálů pro zhotovení razídlkových korunek byl vybrán chemicky tuhnutí M+W Pontiform automix 2 (M+W Dental, Německo) a pro srovnání byl testován i světlem tuhnutí výplňový kompozit Neo Spectra ST (Dentsply Sirona, USA). Příprava zkušebních vzorků a jejich testování probíhaly v souladu s pokyny výrobců a technickými normami ISO 10477 a ISO 9917. Pro účely mikro-CT skenování byl využit přístroj SkyScan 1272 (Bruker micro-CT, Belgie) a hodnocení vzorků bylo založeno jak na vizualizaci, tak 3D kvantifikaci obrazových dat (např. stanovení porozity a distribuce velikosti pórů).

Výsledky: Dosavadní výsledky ukázaly, že testované materiály

pro 3D tisk dosahují vyšší pevnosti v tlaku než chemicky tuhnutí M+W Pontiform Automix 2. Pevnost 3D tištěných materiálů v tlaku byla srovnatelná se světlem tuhnutí výplňovým kompozitem, k selhání materiálů pro 3D tisk však docházelo až po výrazně větší deformaci a lišil se i průběh grafu závislosti deformace na zatížení. Podle mikro-CT analýzy byly u chemicky tuhnutího materiálu přítomny poměrně rozsáhlé strukturální defekty (otevřené i uzavřené póry), zatímco u 3D tištěných materiálů bylo nalezeno jen minimum defektů zkušebních tělísek, a to pouze na povrchu. Testovací tělíska z materiálu Neo Spectra ST obsahovala méně defektů než M+W Pontiform Automix 2, avšak více než 3D tištěné vzorky, a byly přítomny jak na povrchu, tak uvnitř tělíska.

Závěr: Z dosavadních výsledků lze odhadnout, že ve srovnání s razídlkovou metodou lze 3D tiskem vytvořit provizoria s lepšími mechanickými vlastnostmi i pravidelnější mikrostrukturou, přičemž oba parametry spolu souvisí. Strukturální defekty (porozita) mohou vést ke koncentraci napětí a vytvářet predilekční místa pro vznik a propagaci lomové linie v materiálu. Konečné závěry však bude možné vyslovit až po dokončení celé studie.

Tato práce byla podpořena programem Cooperatio 207030 Dental Medicine/LF1.

INTRAORÁLNÍ 3D SKENER A 3D STEREOLITOGRAFICKÝ TISK (SLA) V ORTODONCII A STOMATOLOGII V DLOUHODOBÝCH KLINICKÝCH APLIKACÍCH

Dostálová T.

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

3D a 4D tisk jsou nové technologie, které umožňují přesnou a rychlou výrobu předmětů také pro ortodoncii, stomatologii a maxilofaciální chirurgii. 3D tisk v ortodoncii a stomatologii je založen především na intraorálních skenerech, které obsahují ruční kameru, počítač a software, a vytváření trojrozměrné geometrie zubního oblouku. Pro 3D tisk je připraven digitální formát STL (Standard Tessellation Language). Pro tisk byla použita metoda stereolitografie. Tato technika je rychlá laserová výrobní metoda, zahrnující fotoindukovanou polymeraci vytvářející vrstvené struktury s vysoce zesíťovanými polymery.

Cílem naší přednášky je 3D objektivizace stereolitograficky připravených tištěných modelů. Během klinické léčby byli pacienti skenováni optickým skenerem. Naskenovaná data byla přenesena do souborů STL a poté byly připraveny stereolitografické modely. K měření byla použita optická triangulace, fotogrammetrické metody a analýza matematického modelu. Hodnotil se také povrchový profil. O tři roky později byla kvalita STL modelů hladká a homogenní, což přímo souviselo s typem a strukturou filamentů. Metodika zahrnovala využití digitálních filtrů a morfologických

operací pro analýzu prostorových objektů, jejich registraci a vyhodnocení změn v průběhu léčby konkrétních poruch.

Výsledky zahrnují 3D modely vybraných objektů zubního oblouku, umožňující srovnání jejich tvaru a polohy při opakovaném pozorování in vitro a in vivo. Klinické aplikace prokázaly i možnosti léčby pacientů s nevolností, vzácnými onemocněními nebo malým prostorem mezi horní a dolní čelistí. Navržené metody představovaly digitální alternativy použití sádrových odlitků pro poloautomatické vyhodnocení měření zubního oblouku. Náš příspěvek hodnotí výhody i nevýhody 3D digitální technologie nahrazující klasické otisky a sádrové modely zubů ve stomatologii a ortodoncii.

VYUŽITÍ STROJOVÉHO UČENÍ K SEGMENTACI VÝPLNÍ NA BITEWINGU

Nagyová V.¹, Grundfest D.², Kybic J.², Tichý A.¹

¹Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

²Katedra kybernetiky, Fakulta elektrotechnická, České vysoké učení technické v Praze

Úvod a cíl: Bitewingy jsou pravidelně zhotovovány při stomatologických preventivních prohlídkách a slouží zejména k identifikaci mezizubních kazů, hodnocení kvality výplní a stavu marginálního parodontu. Cílem této studie bylo vytvořit model neuronové sítě, který bude automaticky segmentovat výplně na bitewingu, a porovnat jeho úspěšnost s výsledky studentů.

Metodika: Se souhlasem etické komise (souhlas EK VFN 82/21) bylo v anonymizované formě exportováno 969 bitewingů z databáze Všeobecné fakultní nemocnice v Praze, na kterých bylo v anotačním systému CVAT (Computer Vision Annotation Tool) označeno celkem 3990 výplní. Bitewingy byly nejdříve analyzovány diskriminační sítí a po vyřazení snímků bez výplní byly testovány různé segmentační sítě a přístupy k učení. Modely s nejlepšími výsledky byly porovnány s výsledky dvou studentů zubního lékařství. Segmentace byla hodnocena pomocí dice similarity coefficient (DSC), intersection over union (IoU), precision a recall.

Výsledky: Diskriminační síť YOLOv3 klasifikovala bitewingové snímky s přesností 99 %. S její pomocí dosáhla segmentační síť U-Net DSC 87,3 %, IoU 79,5 %, recallu 80,0 % a precision 94,9 %. Zlepšení výsledků bylo dosaženo přístupem semi-supervised learning s použitím pseudolabels – DSC 89,3 %, IoU 82,7 %, recall 87,0 % a precision 93,7 %. Výsledky studenta 3. ročníku, který anotoval testovací dataset, byly oproti modelům horší – DSC 71,1 %, IoU 62,5 %, recall 80,0 % a precision 88,9 %.

Závěr: Pomocí strojového učení bylo dosaženo uspokojivé přesnosti segmentace výplní na bitewingu a porovnání s výsledky studenta zubního lékařství naznačilo, že by segmentační model mohl být užitečnou výukovou pomůckou. Pro dosažení spolehlivých závěrů by však bylo nutné porovnání modelu s výsledky většího počtu studentů, respektive zubních lékařů.

Tato práce byla podpořena Všeobecnou fakultní nemocnicí v Praze (grant GIP-21-SL-01-232).

AUTOMATICKÁ DETEKCE ZUBNÍHO KAZU NA BITEWINGU POMOCÍ STROJOVÉHO UČENÍ

Tichý A.¹, Kunt L.², Nagyová V.¹, Kybic J.²

¹Stomatologická klinika, Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

²Katedra kybernetiky, Fakulta elektrotechnická, České vysoké učení technické v Praze

Úvod a cíl: Bitewingy se pravidelně zhotovují zejména k detekci mezizubních kazů, jejich analýza je však subjektivní a lékaři mohou některé kazivé léze přehlédnout. Cílem této studie proto bylo automatizovat detekci kazu na bitewingu pomocí strojového učení (konvolučních neuronových sítí) a porovnat jejich úspěšnost se zubními lékaři.

Metodika: Do trénovacího datasetu bylo zařazeno 3989 anonymizovaných bitewingů, na nichž bylo pomocí Computer Vision Annotation Tool (CVAT) jedním lékařem anotováno 7257 zubních kazů. Testováno bylo několik různých architektur neuronových sítí (YOLOv5, Faster R-CNN, RetinaNet, EfficientDet) a pro optimalizaci výsledků bylo také využito jejich spojování (model ensembling). Nejlepší model byl následně na testovacím datasetu 100 bitewingů porovnán se sedmi zubními lékaři, z nichž byli čtyři označeni jako experti (> 15 let zkušeností) a tři jako absolventi (< 5 let zkušeností).

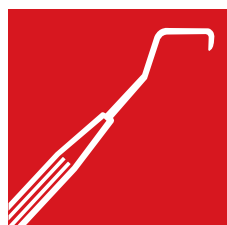
Výsledky: Nejlepších výsledků bylo dosaženo spojením různých architektur (precision 83,2 %, recall 77,0 %, mean average precision při intersection over union > 0,5 86,1 %). Srovnání se zubními lékaři bylo komplikováno tím, že se jejich anotace významně lišily velikostí i počtem (241–425). Z výsledků vyplynulo, že nejlepší model dosáhl výsledků srovnatelných s experty a dělal významně méně chyb než absolventi.

Závěr: Rozdíly mezi anotacemi zubních lékařů ukázaly, že detekce zubního kazu na bitewingu představuje náročný úkol. Modely založené na konvolučních neuronových sítích přesto dosáhly slibných výsledků, a automatická detekce zubního kazu by tudíž mohla sloužit jako užitečný druhý názor pro zubní lékaře i pomůcka pro studenty a absolventy.

Tato práce byla podpořena Všeobecnou fakultní nemocnicí v Praze (grant GIP-21-SL-01-232).



Den výzkumných prací 2023 ve fotografii. Vlevo: Garant akce MDDr. Antonín Tichý, Ph.D., s přednášejícím MUDr. Martinem Kapitánem, Ph.D., který je zároveň šéfredaktorem časopisu Česká stomatologie a praktické zubní lékařství. Uprostřed: Program zahájila prof. MUDr. Jana Dušková, DrSc., MBA. Vpravo: MUDr. Jan Schmidt, Ph.D., z královéhradecké kliniky po své přednášce odpovídal na dotazy ke studii o výskytu onemocnění COVID-19 mezi zubními lékaři.



PRAGODENT

29th INTERNATIONAL DENTAL FAIR

12–14 October 2023



IN PARALLEL

PRAGUE **DENTAL** DAYS

13–14 October 2023

ORGANIZER



VENUE



pragodont.eu

MAIN PROFESSIONAL
PARTNER



PROFESSIONAL PARTNERS



MAIN MEDIA
PARTNER



MEDIA PARTNERS



OFFICIAL CARS





DENTIS

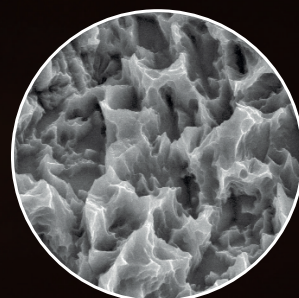
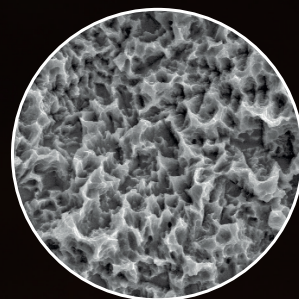
Partner č. 1 v zubní implantologii

SQ JE „GAME CHANGER“

Největší revoluce v implantátech DENTIS od jejich uvedení na trh. Proč?

- Nejčastějším problémem v implantologii je úzký alveolární výběžek - SQ přináší „šikvnější průměry“ 3.5 místo 3.9, 4.0 místo 4.2, 4.5 místo 4.7. Dvě desetiny milimetru se mohou zdát nevýznamné, ale zejména u bone splittingu to může být jinak.
- Navazující protetika, ale modernější vrtáky: nejenomže lépe preparují, ale snadněji a ve vyšší kvalitě se sbírá kost, která se využije v augmentacích.
- Vyšší primární stabilita! Lepší hojení kostí!

Je spousta malých vychytávek a návazností na předchozí typy, ale horní 3 důvody jsou důvodem, proč přejít na SQ ihned a navždy. Udělejte to také!



2.760 Kč

vč. DPH



Asklepion - Trade s.r.o., Londýnská 39, 120 00 Praha 2
+420 724 873 750, info@dentis-implant.com
www.facebook.com/dentis.implantaty
www.dentis-implant.com