

1/2022

ročník 122

ČESKÁ STOMATOLOGIE

A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ

CZECH DENTAL JOURNAL



RECENZOVANÝ ČASOPIS / PEER-REVIEWED JOURNAL

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

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



Histologické vyšetření podjazykové uzdičky u pacientů s ankyloglosií
Histological examination of the lingual frenulum in patients with ankyloglossia

Zirkoniová keramika: vlastnosti a klasifikace
Zirconia ceramics: properties and classification

Erozivní působení kyselých nápojů na povrch výplňových materiálů
Erosive effect of acidic beverages on the surface of filling materials



ČESKÁ STOMATOLOGIE A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ

CZECH DENTAL JOURNAL

odborný recenzovaný časopis

PŘEDPLATNÉ ČSPZL NA ROK 2022 PRO ČESKO

Formulář pro objednávku předplatného najdete na **www.dent.cz** (Vzdělávání / Časopisy).

Celoroční předplatné (vychází 4× ročně):

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

Objednávku předplatného zašlete na adresu:

ČSK, Slavojova 22, 128 00 Praha 2
Ediční oddělení – Ing. Jolana Kunrtová
e-mail: kunrtova@dent.cz
tel.: +420 234 709 630

PŘEDPLATNÉ ČSPZL NA ROK 2022 PRO SLOVENSKO

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

Distribuci formou předplatného na Slovensku zajišťuje:

Mediaprint-Kapa Pressegrosso, 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



CGM MEDISTAR



Ordinace dostupná odkudkoli

Ambulantní informační systém
pro efektivní chod stomatologické
ordinace a více času na pacienta



Vyzkoušejte demoverzi na
cgmmedistar.cz

ČESKÁ STOMATOLOGIE A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ

CZECH DENTAL JOURNAL

ročník 122, březen 2022, č. 1

První číslo vyšlo v roce 1900

ŠÉFREDAKTOR

MUDr. Martin Kapitán, Ph.D.

ZÁSTUPKYNĚ ŠÉFREDAKTORA

PhDr. Iva Žáková

ČLENOVÉ REDAKČNÍ RADY

doc. MUDr. Pavlína Černochová, Ph.D.

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

prof. MUDr. Taťjana 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.

doc. 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.

OBSAH

Změna na postu šéfredaktora ČSPZL	2
In memoriam doc. MUDr. Ivo Dřížhal, CSc.	3
Histologické vyšetření podjazykové uzdičky u pacientů s ankyloglosií	4
<i>Histological examination of the lingual frenulum in patients with ankyloglossia</i>	
Hilbertová S., Dostálová T., Michálek J., Hlíňáková P.	
Zirkoniová keramika: vlastnosti a klasifikace	11
<i>Zirconia ceramics: properties and classification</i>	
Kovalský T., Voborná I., Míšová E., Rosa M., Polanská V., Hepová M., Staněk J.	
Erozivní působení kyselých nápojů na povrch výplňových materiálů	17
<i>Erosive effect of acidic beverages on the surface of filling materials</i>	
Holík P., Morozova Y., Rosa M., Voborná I.	
Rejstřík ČSPZL 2021	28



Vážené čtenářky,
vážení čtenáři,

naskytla se mi příležitost převzít od doc. MUDr. Jana Veverky, CSc., funkci šéfredaktora časopisu Česká stomatologie a praktické zubní lékařství. I přes nadbytek jiných pracovních povinností jsem se s vědomím předlouhé tradice vydávání časopisu,

s vnitřním pocitem nezbytnosti zajistit jeho pokračování a na naléhání vydavatele rozhodl tuto výzvu přijmout a nelehké funkce se zhostit. Velmi si vážím důvěry, kterou mi tímto ČSK coby vydavatel projevila, a udělám maximum, abych ji nezklamal.

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Veverkovi za úspěšné fungování časopisu v minulých letech. Zejména jeho úsilí při získávání odborných článků bylo obdivuhodné, stejně jako jeho enormní pomoc autorům při úpravách jejich rukopisů. Pod vedením doc. Veverky byly rovněž zahájeny nezbytné procesy vedoucí k modernizaci časopisu, jejichž brzké dotažení je nyní mým hlavním úkolem a též podmínkou smysluplnosti existence časopisu v budoucnu.

Přeji vám hodně úspěchů v začínajícím roce 2022.

MUDr. Martin Kapitán, Ph.D.
šéfredaktor

Uzávěrka čísla: 2. 3. 2022. **Datum vydání:** 14. 3. 2022.

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: Tereza Soukupová, DiS., tel.: +420 770 134 250, soukupova@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. 4–22); Ladislav Šolc (s. 2, 3); Iva Žáková (s. 1).

Elektronická verze ČSPZL, včetně podmínek pro publikaci: www.prolekare.cz.

ZMĚNA NA POSTU ŠÉFREDAKTORA ČASOPISU ČESKÁ STOMATOLOGIE A PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ

V odborném recenzovaném časopisu „Česká stomatologie a praktické zubní lékařství“ (ČSPZL), jehož vydávání v roce 2018 převzala ČSK od ČLS JEP, došlo v prosinci 2021 ke změně na postu šéfredaktora.

Čas nelze, bohužel, zastavit. Klíčovou funkcí šéfredaktora vědeckého časopisu „Česká stomatologie a praktické zubní lékařství“ k naší litoosti ze zdravotních důvodů opouští doc. MUDr. Jan Veverka, CSc. Bu-
de nám při redakční práci velmi chybět. Zejména jeho vstřícnost, zápal pro věc a nesmírná pečlivost i vědecká erudice. Panu docentovi bylo v září 2021 uděleno nejvyšší ocenění České stomatologické komory, titul Osobnost české stomatologie. Přejeme mu, aby se jeho zdraví co nejvíce upevnilo a abychom jej mohli ještě dlouhé roky potkávat v Apolence a konzultovat s ním odborné záležitosti.

Časopis ČSPZL přebírá nový šéfredaktor MUDr. Martin Kapitán, Ph.D., který byl do této funkce jmenován 10. 12. 2021. Jedná se o významnou generační proměnu. Více než sto dvacet let starý časopis, klenot české stomatologie, se dostává do

mnohem mladších rukou. To je příslibem nového a dlouhodobého rozvoje časopisu i celého našeho oboru. Zapojila se nová generace, která postupně přebírá zodpovědnost

za českou i Českou stomatologii. Ať se jim daří!

doc. MUDr. Roman Šmucler, CSc.
prezident ČSK



Doc. MUDr. Jan Veverka, CSc., je od září 2021 nositelem čestného titulu ČSK Osobnost české stomatologie. Dne 13. 1. 2022 převzal také dvě ocenění od ČLS JEP – Čestnou medaili ČLS JEP a Čestné členství Stomatologické společnosti ČLS JEP.

NOVÝ ŠÉFREDAKTOR ČSPZL MUDr. MARTIN KAPITÁN, Ph.D.



MUDr. Martin Kapitán, Ph.D., (*1984) absolvoval obor stomatologie roku 2007 na LF UK v Hradci Králové. V současné době je zaměstnán na Stomatologické klinice LF UK a FN v Hradci Králové jako vedoucí lékař oddělení záchovné stomatologie a endodoncie a tajemník kliniky. Věnuje se převážně kariologii, endodoncii a ergonomii v zubním lékařství. Je řešitelem několika grantových projektů a autorem řady vědeckých publikací a posterů. Pravidelně přednáší na odborných a vzdělávacích akcích s tematikou endodoncie, kofferdamu a ergonomie. Významně se podílí na výuce studentů zubního lékařství v preklinické a klinické části studia v češtině i v angličtině, je garantem několika předmětů. Je členem European Society of Dental Ergonomics, České endodontické společnosti a České ergonomické společnosti.

Nabídka článků pro časopis ČSPZL a dotazy týkající se například článků již přijatých do recenzního řízení zasílejte prosím k rukám šéfredaktora, e-mail: kapitan@dent.cz.

IN MEMORIAM DOC. MUDr. IVO DŘÍZHAL, CSc.

Ve věku 82 let zesnul 22. prosince 2021 po delší těžké chorobě doc. MUDr. Ivo Dřížhal, CSc., který po krátkém působení ve východočeské Jaroměři spojil svůj profesní život se Stomatologickou klinikou LF UK a FN v Hradci Králové. Doc. Dřížhal bez nadsázky je i zůstane nezapomenutelnou postavou české či lépe česko-slovenské moderní stomatologie.

Medicínu vystudoval zčásti v Praze, zčásti v Hradci Králové, avšak hned dvakrát, promován byl v roce 1962 a v roce 1969. Tím se však nikdy nechlubil, stejně jako svými medicínskými úspěchy. Neměl toho zapotřebí, hovořila za něho jeho práce. Atestační zkoušku v oboru Parodontologie složil v roce 1971, titul kandidáta věd obhájil v roce 1977. Docentem stomatologie se stal až v roce 1991, díky určité nepřízni a řevnivosti svých tehdejších, odborně méně úspěšných a v profesní komunitě i méně oblíbených představených.

Lze konstatovat, že doc. Dřížhal měl velké štěstí na svoje učitele a vzory, jimiž byli Miroslav Škach v Praze, Leon Szama v Hradci Králové, v Dánsku pak Harald Løe a Jens Pindborg. Šanci, kterou jako mladý lékař dostal, dokonale využil. Je skutečností, že mnoha svými pozdějšími vizemi, názory a plány předběhl domácí poměry o dvě desetiletí. Získal tím v odborné veřejnosti nejen značný respekt, ale i určitou nepřejícnost méně invenčních kolegů. Přesto se stal na řadu desetiletí vedoucí autoritou v oboru parodontologie a jen neformálně existující orální medicíny v tehdejší československé republice. O tom nejlépe svědčí jeho studie týkající se epidemiologie zánětlivých parodontopatií, chorob ústní sliznice, nemocí slinných žláz.

Vychoval během let několik generací svých následovníků v České a Slovenské republice. Byl iniciátorem a realizátorem řady originálních studií a výzkumných úkolů, příznivcem tzv. tvrdých, ověřených fakt. Ta ostatní, spekulativní, neověřená, nazýval velice výstižně dojmologií. Pilně bádával, publikoval, přednášel, rád odborně diskutoval.

Oponoval a recenzoval odborné, atestační, disertační a habilitační práce. Byl oblíbeným pedagogem, přísným, avšak spravedlivým examinatorem, dlouholetým a nakonec i čestným předsedou České parodontologické společnosti, místopředsedou Stomatologické společnosti ČLS JEP. Řadu let byl též členem redakční rady České stomatologie a praktického zubního lékařství.

V neposlední řadě byl, jak jinak, velice vyhledávaným stomatologem, za nímž do Hradce Králové rádi vážili cestu pacienti doslova z celé republiky. Pro mnohé z nich byl skutečně poslední instancí. Nestávalo se, že by nebyl schopen odborně pomoci a poradit, bylo-li to možné. Byl rovněž dobrým a zábavným společníkem, všestranně vzdělaným intelektuálem, člověkem plně oddaným své rodině. Miloval přírodu, literaturu, hudbu a výtvarné umění, rád cestoval, navazoval nová přátelství.

Ve svých pracovních aktivitách doc. Dřížhal vytrval až do začátku roku 2021, kdy jej začalo zrazovat zdraví. V červnu se neváhal účastnit státních závěrečných zkoušek, na podzim ještě přijal oponenturu v rámci habilitačního řízení kolegyně ze Slovenska. Pracoval téměř do posledních chvil. Všichni jeho pacienti, bývalí žáci, současní a bývalí spolupracovníci, kolegyně a kolegové, na něj nemohou vzpomínat jinak než s úctou a vděčností.

Čest jeho památce!

doc. MUDr. Radovan Slezák, CSc.

Stomatologická klinika LF UK a FN
v Hradci Králové



doc. MUDr. Ivo Dřížhal, CSc.
(7. 9. 1939 – 22. 12. 2021)

HISTOLOGICKÉ VYŠETŘENÍ PODJAZYKOVÉ UZDIČKY U PACIENTŮ S ANKYLOGLOSIÍ

Původní práce – klinická studie

HISTOLOGICAL EXAMINATION OF THE LINGUAL FRENULUM IN PATIENTS WITH ANKYLOGLOSSIA

Original article – clinical study

English fulltext: www.prolekare.cz

Hilbertová S.¹, Dostálová T.¹, Michálek J.², Hlišáková P.¹

¹Stomatologická klinika dětí a dospělých, 2. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Motol, Praha

²Ústav klinické a molekulární patologie, Lékařská fakulta Univerzity Palackého a Fakultní nemocnice, Olomouc

SOUHRN

Úvod a cíl: Krátká podjazyková uzdička nebo také ankyloglosie je vrozená vada charakterizovaná krátkým jazykovým frenulem, které lze definovat omezením pohybu jazyka, a tím ovlivněním jeho funkce. Přesná příčina ankyloglosie není známa. Prevalence se pohybuje kolem 7 % u mužů a 4 % u žen. Ankyloglosie je uváděna jako příčina obtíží při kojení. Dále způsobuje řečové a artikulační obtíže, může být jednou z příčin špatné ústní hygieny a často nedovoluje pacientovi hrát na dechové nástroje. Cílem studie bylo v klinickém, anatomickém i histologickém obrazu posoudit indikaci k výkonu, chirurgický pracovní postup i jeho možnou invazivitu vzhledem k rehabilitaci vazivové jizvy.

Materiál a metodika: Soubor obsahoval 13 celkově zdravých pacientů s ankyloglosií – sedm dívek a šest chlapců s průměrným věkem v době chirurgického výkonu 8,3 let. Byl podepsán informovaný souhlas o účasti v naší studii v souladu s Helsinskou deklarací. Anonymita získaných údajů byla přísně dodržována. Souhlas ke studii byl získán od etické komise 2. lékařské fakulty UK a Fakultní nemocnice Motol. Pro vlastní provedení výkonu byla vždy použita jazyková frenulektomie pomocí skalpelu. Pacienti i jejich rodiče byli poučeni o typu a charakteru operačního výkonu tak, aby byla docílena co nejlepší spolupráce. Byla aplikována lokální anestezie, 1–2 ml Supracainu. Poté bylo podjazykové frenulum prořazeno skalpelem, aby došlo k uvolnění špičky jazyka. Následně byly uvolněny a mobilizovány měkké tkáně v okolí podjazykové uzdičky a zkontrolována pohyblivost jazyka. Po revizi a toaletě rány byla provedena sutura vstřebatelným materiálem.

Výsledek: Histologické vyšetření bylo prováděno pomocí optického mikroskopu Olympus CH30. Hodnocen byl typ povrchového krycího epitelu, jeho tloušťka (zvětšení 100×), zastoupení fibrózy, cévních a nervových struktur, zánětlivých elementů, a zejména přítomnost příčně pruhované svaloviny, kde v případě její přítomnosti byl posuzován její procentuální podíl z celého vzorku.

Závěr: Ve studii bylo klinicky prokázáno, že hlavní indikací k výkonu byly u starších dětí fonační a artikulační obtíže. Jazyková frenulektomie pomocí skalpelu byla podle klinického i histologického obrazu metodou velmi šetrnou, optimální byl předškolní věk dítěte, který již umožňoval snadnou rehabilitaci vazivové jizvy. Optimem je tedy včasný chirurgický zákrok, po kterém následuje funkční rehabilitace jazyka následovaná logopedií. Při histologickém vyšetření podjazykového frenula jsme prokázali přítomnost dlaždicového epitelu s povrchovou parakeratózou nebo bez ní, fibrózní tkáň, příčně pruhované svaloviny, nervů a cév.

Klíčová slova: stomatologie, podjazyková uzdička, ankyloglosie, anatomie, histologie, terapie

SUMMARY

Introduction and aim: Tongue-tie or ankyloglossia is a congenital anomaly characterized by a short lingual frenulum which can be defined as restriction of tongue movement and thus impact on function. The exact cause of ankyloglossia is unknown. Prevalence varies in 7% of men and 4% of women. Tongue-tie is reported to be the cause of breastfeeding difficulties. It also causes speech and articulation problems, can be one of the causes of poor oral hygiene and often does not allow the patient to play wind instruments. The aim of the study was to assess in the clinical, anatomical and histological image, the indication for the surgical procedure, and the possible invasiveness with respect to the following rehabilitation of tongue movement.

Material and methods: The group included 13 generally healthy patients with ankyloglossia – seven girls, and six boys – with mean age at the time of surgery of 8.3 years. An informed consent to participate in our study was signed in accordance with the Declaration of Helsinki. The anonymity of the data obtained was strictly

observed. Approval for the study was obtained from the Ethics Committee of the 2nd Medical Faculty of Charles University and the Motol University Hospital. Tongue frenulectomy using a scalpel was always used for the procedure itself. Patients and parents were instructed on the type and nature of surgery in order to achieve the greatest possible cooperation. Local anesthesia was applied, 1–2 ml of Supracain. The sublingual frenulum was then cut with a scalpel to release the tip of the tongue. Soft tissues around the sublingual bridle were loosened and mobilized, and tongue mobility was checked. After wound revision and toilet, suturing was performed with absorbable material.

Results: Histological evaluation was performed using an optical microscope Olympus CH30. The type of superficial covering epithelium, its thickness (magnification 100×), the proportion of fibrosis, vascular and nerve structures,

inflammatory elements and especially the presence of striated muscle were evaluated and calculated.

Conclusion: In the study it was clinically proven that the main indication for treatment were speech and articulation difficulties of older children. Tongue frenulectomy using a scalpel was clinically and histologically a very gentle method, the preschool age of the child was optimal, which already allowed easy rehabilitation of the fibrous scar. As we have shown, the optimum is early surgery, followed by functional rehabilitation of the tongue and then by speech therapy. During the histological examination of a lingual frenulum we proved a presence of the squamous epithelium which can be also parakeratotic, fibrous tissue, striated muscle, nerves and blood vessels.

Key words: dentistry, tongue-tie, ankyloglossia, anatomy, histology, treatment

Hilbertová S, Dostálová T, Michálek J, Hlíňáková P.

Histologické vyšetření podjazykové uzdičky u pacientů s ankyloglosií.

Čes stomatol Prakt zubní lék. 2022; 122(1): 4–10. doi 10.51479/cspzl.2022.001

ÚVOD

Podjazyková uzdička (linguální frenulum) je záhyb sliznice – slizniční řasa, která spojuje ústní spodinu se středovou linií spodní části jazyka, a tak pomáhá stabilizovat základnu jazyka s jeho špičkou [1, 2]. Krátká podjazyková uzdička (tongue-tie, ankyloglossia) je stav, kdy je tato slizniční řasa připevněna blízko špičky jazyka a může být buď příliš krátká, nebo neobvykle pevná a silná, a způsobuje tak omezený pohyb jazyka [3]. Přesná příčina ankyloglosie není známa. Prevalence na základě 15 studií s 24 536 pacienty byla 7 % u mužů a 4 % u žen [4]. Tato data potvrzují i údaje z naší literatury, kdy incidence kolísá od 0,02 do 4,8 % a výskyt krátké podjazykové uzdičky pozorujeme třikrát častěji u chlapců než u dívek [5]. Přesná etiopatogeneze je nejasná, předpokládá se role GPCR (G protein-coupled receptor) a také genetika zde může hrát svoji úlohu [6, 7]. Další studie uvádějí, že alterace linguálního frenula mohou být způsobeny mutacemi v T-box genu, děděnými jako autozomálně dominantní znak s neúplnou penetrací. V převážné většině se vyskytuje samostatně, vzácně jako součást některých syndromů (Smithův-Lemliho-Opitzův syndrom, Beckwithův-Wiedemannův syndrom, Simpsonův-Golabiho-Behmelův syndrom, akrofaciální dysostóza, rozštěp patra vázaný na X chromozom) [8].

Ankyloglosie je uváděna jako příčina obtíží při kojení. Dítě není schopno přisát se k prsu matky, s tím souvisí neprospívání v koje-

neckém věku a může vést k ukončení kojení [9]. Dále způsobuje řečové a artikulační obtíže [5]. Krátká podjazyková uzdička může být jednou z příčin špatné ústní hygieny a často nedovoluje pacientovi hrát na dechové nástroje [1].

VÝVOJ A ANATOMIE JAZYKA A FRENULA

Jazyk je dynamický orgán, který ovlivňuje dýchání, řeč, kojení a polykání, a tím hraje zásadní roli ve vývoji obličeje. Intrauterinně je růst jazyka veden směrem dopředu linguálním frenulem připevněným ke spodině dutiny ústní a k ventrálnímu povrchu jazyka. Během fetálního vývoje tak linguální frenulum vytváří rovnováhu mezi jazykem, svaly rtů a rostoucími obličejovými kostmi [10]. Jazyk je při narození krátký a hrot není zcela vyvinut, v průběhu růstu se prodlužuje a zužuje směrem k apexu a úpon frenula často ustupuje do nižší polohy. Tvoří se během čtvrtého týdne gestace ve dvou částech, které se pohybují mediálně, aby se spojily s tuberculum impar a vytvořily přední dvě třetiny jazyka.

Frenulum může mít různé tvary – může být dlouhé, krátké, tenké nebo silné. Nedávné studie uvádějí, že anatomické variace jazykového frenula lze odůvodnit perzistencí sublinguální tkáně, která během embryonálního vývoje nepodstoupila apoptózu („programovanou buněčnou smrt“ sloužící k eliminaci nepotřebných či poškozených buněk) a může být příčinou omezení pohybu jazyka.

Linguální frenulum je při narození obvykle prodlouženo a dosahuje až k apexu. Poté ustupuje v důsledku růstu během prvních šesti měsíců a tento proces pokračuje až do šesti let života [11].

HISTOLOGICKÝ OBRAZ

Z anatomického a fyziologického hlediska je podjazyková uzdička dynamická struktura tvořená záhybem střední čáry ve vrstvě fascie, která je vložena ve vnitřním oblouku dolní čelisti a tvoří ústní strukturu podobnou membráně. Histologicky byla zkoumána ve formě mikrodisekce jazykového frenula a spodiny úst při pitvě devíti dospělých jedinců [10]. Bylo prokázáno, že pojivové tkáně podjazykové uzdičky jsou převážně tvořeny vrstvou fascie; méně často centrální slizniční řasou. Byl popsán dlaždicový epitel pokrývající frenulum, který přímo pokračuje do epitelu spodiny ústní dutiny a ventrálního povrchu jazyka. Vlákná pojivové tkáně přecházela diagonálně k podélné ose frenula a vytvářela kostru podobnou lešení. V roce 2014 Martinielli a kol. analyzovali vzorky frenul vyříznutých během operace u sedmi dětí do čtyř let věku [12]. V některých vzorcích byla identifikována také svalová vlákna. Ve všech vzorcích převládala kolagenová vlákna I. typu. Kolagenová vlákna III. typu byla obvykle umístěna v blízkosti epitelu a kolem krevních cév. Rovněž byla zaznamenána variabilita v hojnosti a umístění elastických vláken. Umístění, velikost a orientace bioptických vzorků nebyly uvedeny, a proto nebylo možné vyvodit žádné závěry ohledně struktury nebo morfologie frenula. Podle další studie mělo frenulum s ankyloglosií významné množství příčně pruhovaných vláken kosterního svalstva [13]. To může být způsobeno zaplétáním kolagenových a elastických vláken sliznice se svalovými vlákny musculus genioglossus. U všech typů linguálního frenula byla detekována vysoká koncentrace kolagenu typu I, který je odolný vůči tahu, proto nemusí být rehabilitace jazyka účinná k prodloužení jazykového frenula [12].

KLINICKÝ OBRAZ

Ankyloglosie může být asymptomatická, nebo může způsobovat omezení pohybu jazyka. Pacienti postižení touto vrozenou vývojovou vadou nejsou schopni jazykem dostatečně vykonávat pohyby do stran, vypláznout jazyk, nemohou si olíznout horní ret či patro. Za jednu z nejzávažnějších komplikací příliš těsného připojení jazyka považujeme poruchy příjmu potravy během kojení a s tím

související neprospívání v kojeneckém věku. Dále sem řadíme řečové a artikulační obtíže a popsány byly i deformace dolních řezáků, gingivální recesy a malokluze. Vada není příčinou opožděného vývoje řeči, ale způsobuje problémy s vyslovováním některých hlásek, zejména T, D, Z, S, H, N, L. Pozměněný vzorec žvýkání a polykání u jedinců s krátkou podjazykovou uzdičkou může dále ovlivňovat koordinaci žvýkacích svalů během řeči a vede k rozvoji návyků, jako je dýchání ústy, aerofagie a přední poloha jazyka [5]. Hooda a kol. popisují dvě dentální anomálie jako důsledek ankyloglosie – otevřený skus a mandibulární progenii [14]. Neschopnost dotknout se jazykem patra podporuje dále infantilní způsob polykání, což vede k rozvoji otevřeného skusu. Nedostatek volného pohybu jazyka nahoru a dozadu může mít za následek přehnané tlačení jazyka proti tělu mandibuly a způsobovat vývoj mandibulární progenie.

MOŽNOSTI TERAPIE

V současnosti existují dva základní typy výkonů – frenulotomie (pouhé protěžení frenula) a frenulektomie (excize frenula). Frenulotomie se provádí u kojenců bez znecitlivění tkáně nebo ve slizniční anestezii pomocí nůžek, elektrokauteru nebo laseru [15]. Všechny metody jsou efektivní a bezpečné, avšak nejobvyklejší je konvenční frenulotomie pomocí nůžek nebo skalpelu [16]. Postup je snadný a levný, ale třetina pacientů v tomto věku vyžaduje reoperaci. Doporučuje se bezprostřední kojení po výkonu. U 96 % kojenců se po frenulotomii zlepšilo kojení do 48 hodin [1]. Frenulektomie je doporučována u dětí ve věku vyšším než dva roky. U mladších dětí se provádí v celkové anestezii, u starších v lokální anestezii. Nezbytná je rehabilitace jazyka po výkonu jako prevence jizvení. Je důležité mít na paměti, že pooperační jizva může způsobit horší klinický obraz, než byl ten původní. Správné zvládnutí ankyloglosie zahrnuje včasný a vhodný chirurgický zákrok následovaný logopedií, která přináší žádané výsledky [5, 12].

O vhodném věku pro terapii se hojně diskutuje. V novorozeneckém věku se provádí okamžitě, pokud jsou potíže s kojením, nebo poté až ve věku, kdy je dítě schopno rehabilitace jazyka. Nesprávně se výkon provádí okolo jednoho až dvou let u pacienta, který je bez subjektivních potíží, pouze s klinickými známkami ankyloglosie, jež byly zachyceny při preventivních prohlídkách praktického zubního lékaře nebo pediatra. Rozmanitost názorů na typy terapie a vhodný

věk pro chirurgickou intervenci může být způsobena nedostatkem společných parametrů pro hodnocení, diagnostiku a nedostatkem hlubších znalostí o podjazykové uzdičce [13].

Ankyloglosie může být asymptomatická, nebo naopak může způsobovat omezení pohybu jazyka, proto cílem studie bylo posoudit ji v klinickém, anatomickém a histologickém obrazu.

MATERIÁL A METODIKA

Klinický soubor

Náš soubor obsahoval 13 celkově zdravých pacientů s ankyloglosií – sedm dívek a šest chlapců s průměrným věkem v době chirurgického výkonu 8,3 let. Jednalo se o pacienty dětského oddělení Kliniky zubního lékařství FN Olomouc a Stomatologické kliniky dětí a dospělých 2. LF UK a FN Motol. Zákonní zástupci pacientů podepsali informovaný souhlas o účasti v naší studii v souladu s Helsinskou deklarací. Anonymita získaných údajů byla přísně dodržována. Souhlas ke studii byl získán od etické komise 2. lékařské fakulty UK a Fakultní nemocnice Motol (EK-973IGA 1.12/11). Klinické údaje o pacientech zařazených do souboru shrnuje **tabulka 1**. Dva klinické vzorky nebyly histologicky zpracovány pro nehomogenost tkáně a byly vyloučeny z klinických i histologických výsledků.

Terapie

Pro vlastní provedení výkonu byla vždy použita jazyková frenulektomie pomocí skalpelu. Nejprve jsme pacienta i rodiče poučili o typu a charakteru operačního výkonu, tak abychom docílili co nejlepší spolupráce.

Aplikovali jsme lokální anestezii, 1–2 ml Supracainu. Poté jsme protali podjazykové frenulum skalpelem, aby došlo k uvolnění špičky jazyka. Dále jsme uvolnili a mobilizovali měkké tkáně v okolí podjazykové uzdičky a zkontrolovali, zda je jazyk volně pohyblivý. Po revizi a toaletě rány byla provedena sutura vstřebatelným materiálem Resorba 5/0. Postup chirurgického výkonu ukazuje **obrázek 1**.

Odběr vzorku a jeho transport a histologické zpracování

Vzorek jsme vložili do uzavíratelné lahvičky s 10% formalinem a transportovali ho do Ústavu klinické a molekulární patologie FN Olomouc. V laboratoři následovalo zpracování vzorků do tkáňových bločků a zalití do parafínu v následujících krocích:

1. Dehydratace – odvodnění fixovaných vzorků vzestupnou řadou etanolu (50%, 70%, 90%, 96%, 100%), každá lázeň alkoholu trvala dvě až šest hodin.
2. Projasnění – vytěsnění alkoholu xylenem.
3. Prosycení – rozpuštěným parafínem (bod tání 56 °C); provádí se v termostatu: parafínová lázeň v délce 3×6 hodin.
4. Vlastní zalití – do komůrek se nalije rozpuštěný parafín a do něj se vloží tkáňové vzorky.

Komůrky byly rychle ochlazeny ponořením do studené vody. Parafínové bločky se po vyňetí z komůrek zbavily přebytku parafínu a byly připraveny ke krájení pomocí mikrotomu.

Řezy tkáně na podložních sklíčkách byly následně barveny pomocí základního barvení hematoxylin-eozin (HE), které sestává z následujících kroků:

Tab. 1 Klinické údaje o pacientech s ankyloglosií, kteří podstoupili chirurgickou excizi sublinguálního frenula

Tab. 1 Clinical data of patients with ankyloglossia who underwent surgical excision of the sublingual frenulum

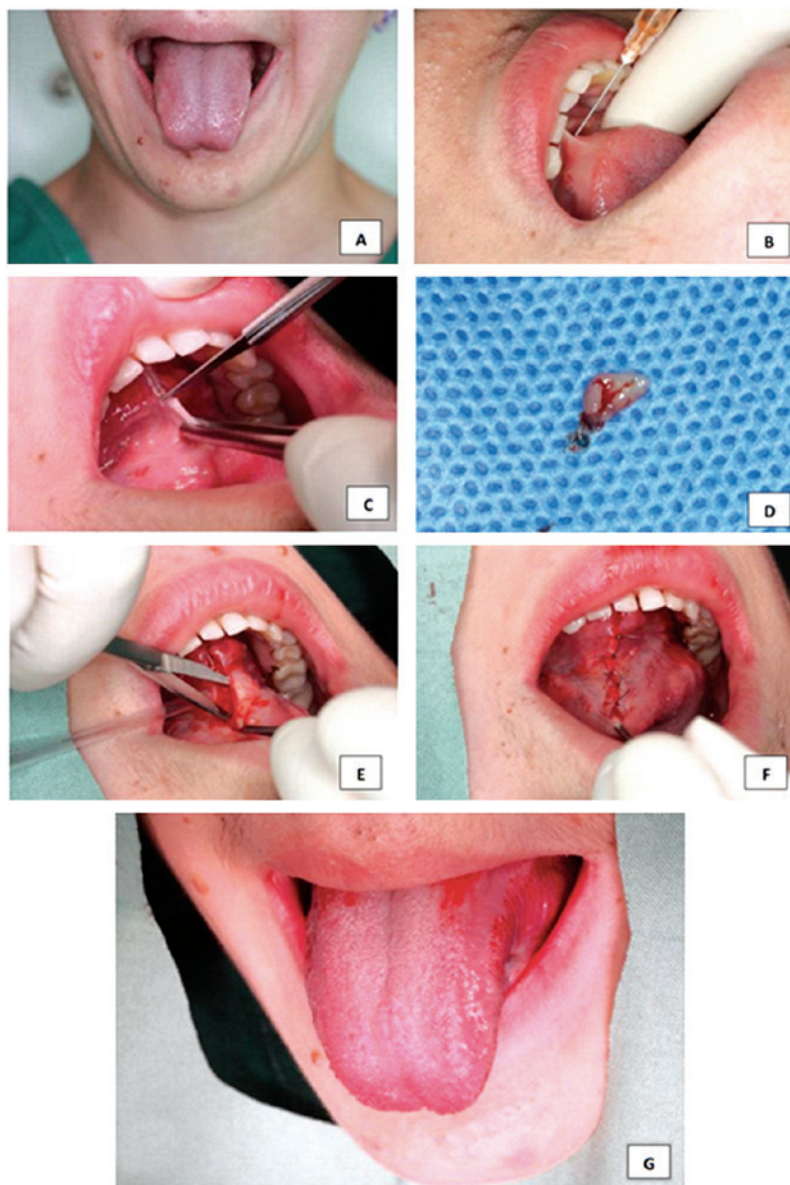
Pacient	Věk v době výkonu (roky)	Pohlaví	Indikace k výkonu – artikulační obtíže	Velikost odebraného vzorku (mm)
1	11	Ž	✓	4×2×2
2	12,5	M	✓	2
3	5,5	M	✓	3
4	10	Ž	✓	6×3×2
5	6	M	✓	2
6	6	Ž	✓	3
7	15	M	✓	3
8	5,5	Ž	✓	3
9	4,5	M	✓	2
10	11,5	Ž	✓	2
11	6	Ž	✓	3

Obr. 1

Frenulektomie u celkově zdravého 15letého chlapce:
A – výchozí stav plazení jazyka, tvar srdíčka,
B – aplikace lokální anestezie Supracain 1 ml,
C – chirurgická excize pomocí skalpelu,
D – vyřazené frenulum,
E – uvolnění a mobilizace okolních tkání,
F – sutura rány vstřebatelným materiálem Resorba 5/0,
G – plazení jazyka bezprostředně po chirurgickém výkonu

Fig. 1

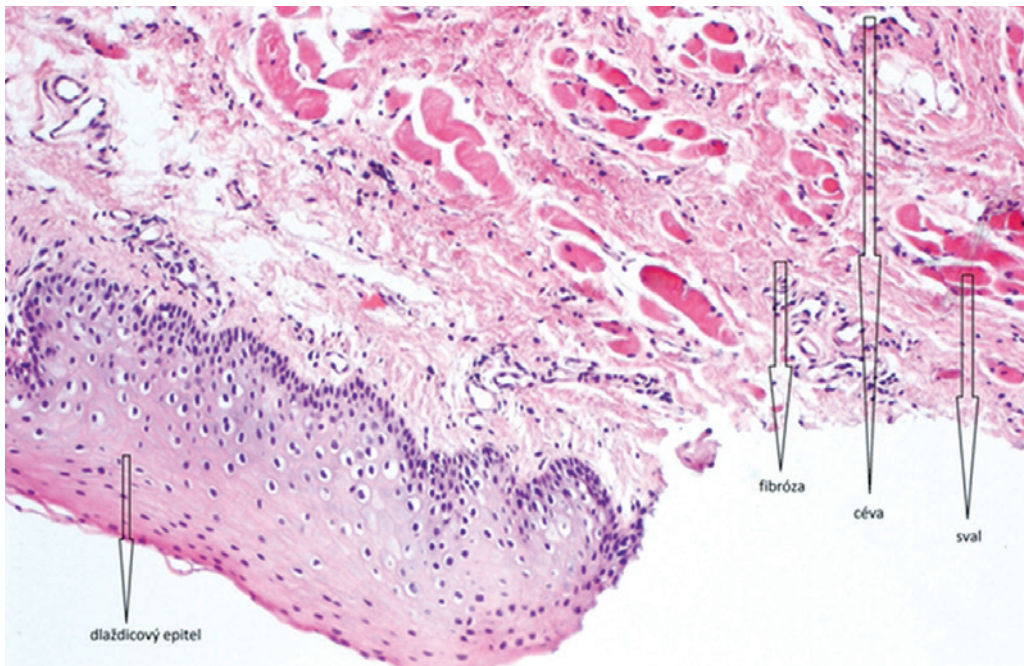
Frenulectomy in healthy 15-year-old boy:
A – initial state of tongue protrusion, heart shape,
B – application of local anesthesia Supracain 1 ml,
C – surgical excision using a scalpel,
D – excised frenulum,
E – release and mobilization of surrounding tissues,
F – wound suture with absorbable material Resorba 5/0,
G – protrusion of tongue immediately after surgery



1. Deparafinace a zavodnění:
Řezy se zbavily parafínu před barvením ve vodných roztocích xylenem a rehydrovaly sestupnou alkoholovou řadou.
2. Vlastní barvení: Odparafinované a zavodněné řezy se barvily nejprve roztokem hematoxylinu 3–10 minut. Následoval oplach ve vodě, tzv. diferenciace v kyselém etanolu, praní v tekoucí vodě pět minut. Poté bylo provedeno barvení eozinem 1–3 minuty a oplach v destilované vodě.
3. Odvodnění a projasnění se realizovalo vzestupnou alkoholovou řadou xylenu (96% až 100%).
4. Montování nabarvených řezů:
Montovacím médiem byla průhledná látka Solakryl s vysokým indexem lomu (Solakryl BMK, výrobce Lučební závody Draslovka, a.s., Kolín, ČR). Kapka

montovacího média se aplikovala na preparát na podložním skle, na něj se přiložilo krycí sklíčko. Hotový preparát se vložil do termostatu (37 °C), kde zaschnul v montovacím médiu.

Následovalo histopatologické vyšetření patologem s posouzením vybraných sledovaných parametrů. Histologické hodnocení bylo prováděno v optickém mikroskopu Olympus CH30 (výrobce Olympus Optical CO, LTD, 2-43-2, Hatagaya, Shibuya, Tokyo, Japan). Hodnocen byl typ povrchového krycího epitelu, jeho tloušťka (pomocí okulárového měřítka při zvětšení 100×), přítomnost fibrózy, cévních a nervových struktur, zánětlivých elementů, a zejména přítomnost příčně pruhované svaloviny, kde v případě její přítomnosti byl hodnocen její procentuální podíl z celého vzorku (velikost svaloviny/velikost celého vzorku × 100; hodnoceno při zvětšení 100×).



Obr. 2
Část podjazykové uzdičky
(barveno HE, zvětšeno 100×)
zobrazující dlaždicový epitel,
fibrózní i svalovou tkáň, cévu

Fig. 2
Part of sublingual frenulum
(stained with HE, magnified
100×) showing squamous
epithelium, fibrous and muscle
tissue, blood vessel

VÝSLEDKY

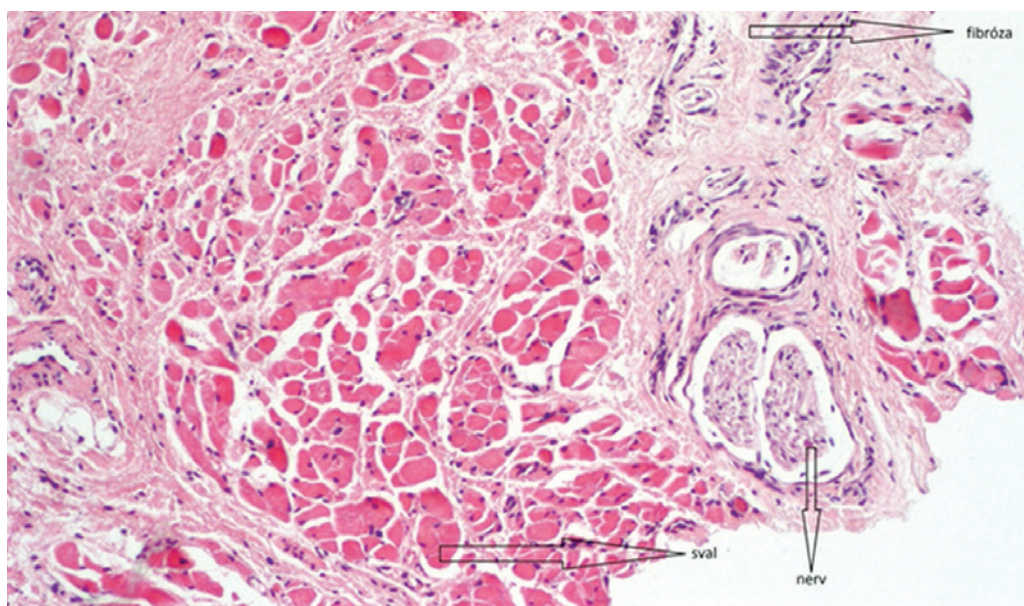
Dva klinické vzorky nebyly histologicky zpracovány pro nehomogenost tkáně a byly vyloučeny z histologických výsledků. Histologickou skladbu jednotlivých vzorků shrnuje **tabulka 2**. Struktury podjazykové uzdičky jsou zobrazeny a popsány na **obrázcích 2 a 3**.

DISKUSE A ZÁVĚR

Je známo, že krátká podjazyková uzdička může být asymptomatická, ale pokud omezuje pohyby jazyka, může již u novorozence způsobovat poruchy příjmu potravy během kojení a s tím související neprosívání v kojenecském věku [9]. V pozdějším věku může zapříčinit řečové a artikulační obtíže, ortodontické

vady, gingivální recesy a malokluze. Vada je spojena i s poruchou vyslovování jednotlivých hlásek, T, D, Z, S apod. Omezení žvýkání a polykání vede často k dýchání ústy, problémům s polykáním a k rozvoji otevřeného skusu či mandibulární progenie [5, 14].

Diagnostika a léčba krátké podjazykové uzdičky zůstává otevřeným problémem [5, 17]. Není jisté, zda je ankyloglosie vrozenou orální anomálií vyžadující léčbu nebo pouze variací tvaru a postavení podjazykové uzdičky. Devadesát procent pediatriů a sedmdesát procent otolaryngologů věří, že omezený pohyb jazyka nikdy nebo jen zřídka způsobuje problém s krmením [17]. Americká pediatriká akademie uznává, že ankyloglosie je



Obr. 3
Část podjazykové uzdičky
(barveno HE, zvětšeno 100×)
zobrazující zejména okrsek
příčně pruhované svaloviny,
dále je přítomen nerv
a fibrózní tkáň

Fig. 3
Part of sublingual frenulum
(stained with HE, magnified
100×) showing striated muscle,
nerve and fibrous tissue

Tab. 2 Histologická skladba odebraných vzorků

Tab. 2 *Histological composition of taken samples*

Pacient	Velikost vzorku (mm)	Epitel	Tloušťka epitelu (mm)	Fibrózní tkáň	Příčně pružovaná svalovina	Cévy	Nervy
1	4×2×2	dlaždicový s povrchovou parakeratózou	0,05–0,3	ano	ne	kapiláry, arterioly	ne
2	2	dlaždicový s povrchovou parakeratózou	0,3	ano	ne	kapiláry, arterioly	ne
3	3	dlaždicový s povrchovou parakeratózou	0,06–0,25	ano	6 % plochy vzorku	kapiláry	ne
4	6×3×2	dlaždicový s povrchovou parakeratózou	0,15–0,6	ano	ne	kapiláry, arterioly	ne
5	2	dlaždicový	0,14–0,3	ano	ne	kapiláry, arterioly	ne
6	3	dlaždicový	0,07–0,4	ano	0,1 % plochy vzorku	kapiláry, arterioly	ano
7	3	dlaždicový s povrchovou parakeratózou	0,05–0,5	ano	0,1 % plochy vzorku	kapiláry, arterioly	ano
8	3	dlaždicový s povrchovou parakeratózou	0,05–0,35	ano	30 % plochy vzorku	kapiláry	ne
9	2	dlaždicový s povrchovou parakeratózou	0,07–0,2	ano	30 % plochy vzorku	kapiláry	ne
10	2	dlaždicový	0,1–0,4	ano	0,7 % plochy vzorku	kapiláry, arterioly	ano
11	3	dlaždicový s povrchovou parakeratózou	0,15–0,5	ano	ne	kapiláry, arterioly	ne

významná klinická entita, která by měla být léčena [1].

V naší studii jsme klinicky prokázali, že hlavní indikací k výkonu byly u starších dětí artikulační obtíže. Jazyková frenulektomie pomocí skalpelu byla podle klinického i histologického obrazu metodou velmi šetrnou. Optimální byl předškolní věk dítěte, který již umožňoval snadnou rehabilitaci vazivové jizvy. Nejvhodnější je tedy včasný chirurgický zákrok, po kterém následuje funkční rehabilitace jazyka, následována logopedií. Při histologickém vyšetření podjazykového frenula jsme prokázali přítomnost dlaždicového epi-

telu s povrchovou parakeratózou nebo bez ní, fibrózní tkáň, příčně pružované svaloviny, nervů a cév.

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

MDDr. Sandra Hilbertová

Stomatologická klinika dětí a dospělých
2. LF UK a FN Motol
V Úvalu 84
150 06 Praha 5
e-mail: sandra.hilbert@seznam.cz

LITERATURA

- O'Shea JE, Foster JP, O'Donnell CP, Breathnach D, Jacobs SE, Todd DA, Davis PG. Frenotomy for tongue-tie in newborn infants. Review. Cochrane Database Syst Rev. 2017; 3(3): CD011065.
- Marchesan IQ. Lingual frenulum: quantitative evaluation proposal. Int J Orofacial Myology. 2005; 31: 39–48.
- Jackson R. Improving breastfeeding outcomes: the impact of tongue-tie. Community Pract. 2012; 85(6): 42–44.
- Hill RR, Lee CS, Pados BF. The prevalence of ankyloglossia in children aged <1 year: a systematic review and meta-analysis. Pediatr Res. 2020; 13. doi: 10.1038/s41390-020-01239-y. Epub ahead of print
- Seydlová M. Pedostomatologie. Praha: Mladá fronta; 2015.
- Edmunds J, Miles SC, Fulbrook P. Tongue-tie and breastfeeding: a review of the literature. Breastfeed Rev. 2011; 19(1): 19–26.
- Walsh J, McKenna Benoit M. Ankyloglossia and other oral ties. Otolaryngol Clin North Am. 2019; 52(5): 795–811.
- Lopes de Castro Martinelli R, Marchesan IQ, Gusmão RJ, de Castro Rodrigues A, Berretin-Felix G. Histological characteristics of altered human lingual frenulum Int J Ped Child Health. 2014; 2: 5–9.
- Hogan M, Westcott C, Griffiths M. Randomized, controlled trial of division of tongue-tie in infants with feeding problems. J Paediatr Child Health. 2005; 41(5–6): 246–250.
- Mills N, Pransky SM, Geddes DT, Mirjalili SA. What is a tongue tie? Defining the anatomy of the in-situ lingual frenulum. Clin Anat. 2019; 32(6): 749–761.
- Mills N, Geddes DT, Amirapu S, Mirjalili SA. Understanding the lingual frenulum: histological structure, tissue composition, and implications for tongue tie surgery. Int J Otolaryngol. 2020; 8:1820978.
- Martinelli R, Marchesan I, Gusmão R, Rodrigues A, Berretin-Felix G. Histological characteristics of altered human lingual frenulum. Int J Pediatr Child Health. 2014; 2: 5–9.
- Bakutra G, Vishnoi S, Desai J, Soni V. Management of ankyloglossia (tongue-tie) – review and report of two cases. J Pierre Fauchard Academy (India Sect.) 2017; 31: 2–4.
- Hooda A, Rathee M, Yadav S, Gulia J. Ankyloglossia: A review of current status. Int J Otorhinolaryng. 2009; 12(2): 1–7.
- Yoon A, Zaghi S, Weitzman R, Ha S, Law CS, Guillemineault C, Liu SYC. Toward a functional definition of ankyloglossia: validating current grading scales for lingual frenulum length and tongue mobility in 1052 subjects. Sleep Breath. 2017; 21(3): 767–775.
- Ruffoli R, Giambelluca MA, Scavuzzo MC, Bonfigli D, Cristofani R, Gabriele M, Giuca MR, Giannessi F. Ankyloglossia: a morphofunctional investigation in children. Oral Dis. 2005; 11(3): 170–174.
- Messner AH, Lalakea ML. Ankyloglossia: controversies in management. Int J Pediatric Otorhinolaryng. 2000; 54(2–3):123–131.

ZIRKONIOVÁ KERAMIKA: VLASTNOSTI A KLASIFIKACE

Přehledový článek

ZIRCONIA CERAMICS: PROPERTIES AND CLASSIFICATION

Review

Kovalský T., Voborná I., Míšová E., Rosa M., Polanská V., Hepová M., Staněk J.

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

SOUHRN

Úvod a cíl: Zirkoniová keramika je aktuálně nejpoužívanějším zástupcem polykrystalických dentálních keramik. Je vysoce ceněna pro svoje mechanické vlastnosti: tvrdost, pevnost a houževnatost. Naopak jako nedostatek zirkoniové keramiky je vnímána její estetika. Její nedostatečná transparence znemožňuje napodobení optických vlastností skloviny, a proto je její indikace v monolitické formě často omezena pouze na laterální úseky. Tento článek pojednává o vlastnostech zirkoniové keramiky a o jejím vývoji. Zvláštní důraz je kladen na chemicko-fyzikální podstatu jevů, které se podílejí na determinaci vlastností zirkoniové keramiky, jako jsou její krystalická struktura, složení, její stabilita případně metastabilita, a dále na omezení indikací jednotlivých generací zirkoniové keramiky.

Závěr: Ekonomický potenciál zirkoniové keramiky se ukazuje jako silný stimulant jejího vývoje. Estetické nedostatky materiálu byly největším omezujícím faktorem pro jeho širší využití. Nejprostším a nejstarším řešením této problematiky se stalo fazetování zirkoniové keramiky pomocí keramiky s vysokým obsahem skla. U této kombinace materiálů byl ovšem zjištěn relativně častý výskyt komplikací spojených s odlamováním povrchových vrstev fazety. Nejvýhodnějším z pohledu mechaniky se ukázalo být využití zirkoniové keramiky v monolitické formě. Proto se vývoj zirkoniové keramiky v posledních deseti letech vydal směrem zvyšování transparence zirkoniové keramiky samotné. Výsledkem těchto snah se stala poslední generace zirkoniové keramiky, která má podstatně zlepšenou estetiku a lze ji využít i v oblastech relativně esteticky exponovaných. Tyto nové materiály si uchovávají pouze část mechanické odolnosti svých předchůdců, a proto jsou jejich indikace omezeny pouze na tříčlenné můstky. Stále však výrazně rozšiřují portfolio možností využití monolitické zirkoniové keramiky a stávají se vhodnou alternativou ke starším materiálům používaným pro zhotovení korunek a můstků.

Klíčová slova: zirkoniová keramika, zirkonia, polymorfismus, metastabilita, transformation toughening, low temperature degradation, 3Y-TZP, 4Y-TZP, 5Y-TZP

SUMMARY

Introduction and aim: Zirconia is currently the most commonly used representative of polycrystalline dental ceramics. It is highly valued for its mechanical properties: hardness, strength and toughness. On the contrary, its aesthetics is perceived as a disadvantage. Its insufficient transparency makes it impossible to mimic the optical properties of enamel, and therefore its indication in monolithic form is often limited to distal sections only. This article discusses the properties of zirconia ceramics and its evolution. Particular emphasis is placed on the chemical-physical nature of the phenomena involved in determining the properties of dental zirconia.

Conclusion: The economic potential of zirconia ceramics is proving to be a strong stimulant of its development. The aesthetic disadvantages of the material were the biggest limiting factor for its wider use. The simplest and earliest solution to this problem was the veneering of zirconia using high glass content ceramics. This combination of materials, however, was found to have relatively frequent complications associated with chipping of the surface layers of the veneer. The use of zirconia ceramics in monolithic form proved to be the most advantageous from a mechanical point of view. Therefore, the development of zirconia ceramics in the last ten years has gone in the direction of increasing the transparency of the zirconia ceramic itself. The result of these efforts has been the latest generation of zirconia ceramics, which have significantly improved aesthetics and can be used even in relatively aesthetically exposed areas. These new materials retain only a fraction of the mechanical durability of their predecessors, and therefore their indications are limited to three-unit bridges. However, they still significantly expand the portfolio of applications for monolithic zirconia ceramics and are becoming a suitable alternative to older materials used for crown and bridge fabrication.

Key words: zirconia ceramic, zirconia, polymorphism, metastability, transformation toughening, low temperature degradation, 3Y-TZP, 4Y-TZP, 5Y-TZP

Kovalský T, Voborná I, Míšová E, Rosa M, Polanská V, Hepová M, Staněk J.

Zirkoniová keramika: vlastnosti a klasifikace.

Čes stomatol Prakt zubní lék. 2022; 122(4): 17–27. doi: 10.51479/cspzl.2022.002

ÚVOD A CÍL

Dentální keramika je z pohledu estetiky považována za nejvhodnější materiál pro náhradu chybějících zubních tkání. Její barvitelnost a translucence ji v tomto ohledu vyzdvihuje nad ostatní materiály používané v zubním lékařství. Na druhou stranu byla s jejím použitím vždy spojena problematika jejích mechanických vlastností. Její křehkost v minulosti vylučovala její samostatné využití zejména v laterálním úseku. Tuto problematiku částečně vyřešila v druhé polovině 20. století koncepce metalokeramiky, kdy mechanické vlastnosti zajišťovala kovová konstrukce a estetiku keramická fazeta [1]. Metalokeramické náhrady však mimo jiné vyžadují velkou redukci tvrdých zubních tkání pro nastolení dobré estetiky a samotné spojení dvou materiálů přináší komplikace spojené s tzv. chippingem (odlamování svrchní vrstvy fazety). Vývoj keramik směřoval k posílení jejich mechanických vlastností, aby mohly být využívány monoliticky – tedy samostatně. Toho bylo dosaženo přidáváním širokého spektra plniv, nebo dokonce kompletním nahrazením amorfního skla krystalickou látkou [1]. Vývojáři nových materiálů ovšem naráželi a stále narážejí na jeden základní princip: Pokud je zvýšena odolnost keramického materiálu, jeho translucence, tedy estetika, je kompromitována. Zirkoniová dentální keramika jako keramika polykrystalická s vysokou odolností od počátku svého vývoje doplácí na svou zhoršenou estetiku [2, 3, 4, 5]. Prvním a nejjednodušším řešením tohoto problému bylo fazetování zirkoniové keramiky keramikou estetičtější. Častý výskyt chippingu u této koncepce však nebylo možno přehlížet [6]. Vývoj zirkoniové keramiky byl proto spojen se snahou o zvýšení translucence tak, aby mohla být využívána monoliticky i v estetiky exponovaných oblastech zubního oblouku.

Tento článek pojednává o vlastnostech zirkoniové keramiky a o jejím vývoji, který vyústil v představení materiálů, jež nabízejí zlepšenou estetiku a umožňují monolitické využití i v oblastech estetiky relativně exponovaných.

PROBLEMATIKA NÁZVOSLOVÍ

Pro nastolení vhodného komunikačního prostředí je třeba se vymezit proti hovorovému výrazu zirkon (anglicky zircon [7]), kterým je zirkoniová keramika běžně označována. Sám pojem zirkon vychází z perštiny a je označením pro křemičitan zirkoničitý ($ZrSiO_4$). Od názvu tohoto minerálu se dále odvinul název prvku, který v něm byl detekován

a později izolován [8]. Tento prvek s protonovým číslem 40 byl v češtině nazván zirkonium (anglicky a latinsky zirconium [7]) a byla mu v periodické tabulce prvků přidělena značka Zr.

Nám známá polykrystalická dentální keramika ovšem neobsahuje ani křemičitan zirkoničitý a ani čisté zirkonium, proto tuto keramiku nelze nazývat ani zirkonem, ani zirkoniem. Stěžejní složkou polykrystalické dentální keramiky je oxid křemičitý (ZrO_2), jenž je v angličtině označován jako zirconium dioxide či zirconia [7]. Pojem zirconia postupně čeština v technologicko-vědeckém prostředí přejímá a upravuje na výrazy zirkonia/zirkonie. Tento název bude níže v článku také používán.

FENOMÉNY SPOJENÉ SE ZIRKONIOVÝMI KERAMIKAMI

Polymorfismus

Čistá zirkonia je bílá krystalická látka a za pokojové teploty má jednoklonnou (monoklinickou) krystalickou strukturu (m). Pokud je zahřáta na přibližně 1170 °C, získají atomy dostatečnou energii k přechodu do čtverečné (tetragonální) krystalické soustavy (t). Po zvýšení teploty na úroveň přibližně 2370 °C přejde zirkonia do poslední možné – krychlové (kubické) soustavy (c). Krychlovou soustavu si zirkonia udrží až do bodu tání při 2716 °C [9, 10, 11]. Přechody (transformace) mezi jednotlivými krystalickými soustavami jsou uváděny pouze v přibližných teplotách. Tato skutečnost je způsobena atermicitou martenzitické transformace, která způsobuje, že k přechodu dochází postupně v neurčitěm rozmezí teplot [11, 12].

Monoklinická zirkonia není dostatečně tvrdá a pevná pro využití v zubním lékařství. Přesto se využívá při výrobě, kdy je následným sintrováním při přibližně 1300–1500 °C transformována na tetragonální zirkonii [11]. Čistá zirkonia zchlazením po sintrování přechází zpět do monoklinické struktury. Tento proces je doprovázen expanzí asi o 4,5 %, která v kompletně se transformujících makroskopických objektech způsobuje fraktury a závažnou ztrátu integrity celého objektu [11, 13]. Přesto je tato transformační expanze dentální zirkonie v mikroskopickém měřítku aktivně využívána. Tento fakt bude popsán v kapitole Transformation toughening.

K využití tetragonální či kubické zirkonie při pokojové teplotě je třeba stabilizovat její krystalickou strukturu.

Stabilizace a metastabilizace

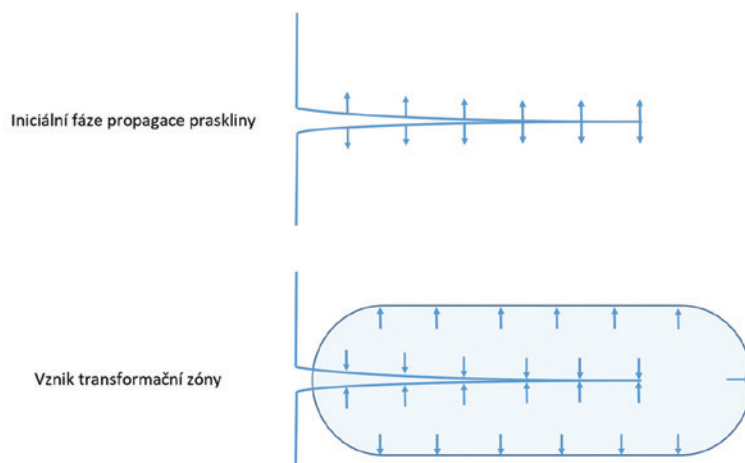
Ke stabilizaci tetragonální či kubické krystalické struktury se využívají chemické stabilizátory.

Jde o oxidy s dvou vazebnými nebo třívazebnými kationty – oxid vápenatý (CaO), oxid hořečnatý (MgO), oxid lanthanitý (La_2O_3) a oxid yttritý (Y_2O_3) [11]. Poslední jmenovaný je jediný hlavní stabilizátor krystalické struktury využívaný v lékařství. Princip stabilizace spočívá v nahrazení kationtu Zr^{4+} kationtem Y^{3+} v krystalické mřížce. Náhrada čtyřvazebného iontu třívazebným se projeví vznikem tzv. kyslíkové vakance. Při vzniku kyslíkové vakance dochází k procesu, kdy krystalickou mřížku opouští v tu chvíli přebytečný kyslíkový aniont. Vakance následně způsobuje nemožnost transformace krystalické mřížky [11]. Množství oxidu yttritého ovlivňuje jednak úroveň stabilizace, jednak poměr t a c krystalů ve výsledném produktu [11].

Tetragonální dentální zirkonia se nachází ve stavu metastability [11]. Metastabilita značí, že může dojít ke ztrátě stability při mikroskopickém namáhání, které může být způsobeno např. rozsáhlými úpravami rotačními nástroji či vznikem praskliny. Tato vlastnost se jeví jako nevýhoda, ale metastabilní tetragonální zirkonia je upřednostněnou formou této látky s ohledem na její tvrdost, pevnost a houževnatost, které jsou způsobeny právě možností t - m přechodu při vzniku praskliny. Tento jev se v anglické literatuře označuje jako transformation toughening (transformační zpevnění). Udržení přítomnosti metastabilní t zirkonie je výrobcem zajištěno nejen obsahem Y_2O_3 , ale i rozměry zrn zirkoniového prachu při výrobě. Pokud je výrobní substrát před sintrováním jemnější než kritická mez ($0,3\ \mu\text{m}$), není t zirkonie schopna t - m přechodu a stává se stabilní [11]. Tato varianta zirkonie nemá fyzikální vlastnosti potřebné pro využití v zubním lékařství.

Transformation toughening

Transformation toughening (TT) je jev, který je stěžejním pro fyzikální vlastnosti metastabilní t zirkonie. TT je způsoben samotnou metastabilitou materiálu. V případě, že dojde k předání dostatečné síly na povrch libovolného rigidního materiálu (ať už úderem, či tlakem), může dojít ke vzniku praskliny. V tu chvíli síly pocházející z původního impulsu působí kolmo na povrch praskliny a propagují prasklinu do okamžiku, kdy se síly na prodlužování praskliny nespoteřebují. V metastabilní t zirkonii tyto síly způsobí lokální destabilizaci t struktury, která podléhá t - m transformaci. Vzniká tak transformační zóna obsahující směs t a m struktur. Tato transformace je spojena s expanzí, která zapříčiní sevření až uzavření praskliny. Expanze generuje tah, jehož vektor je opačný než vektor sil propagujících prasklinu. Je tak omezena i délka praskliny (**obr. 1**).



Obr. 1
Transformační zóna zapříčiní sevření praskliny

Fig. 1
Transformation zone limiting the crack propagation

Výsledkem je vysoká odolnost metastabilní t zirkonie proti vzniku a propagaci prasklin ústící ve vysokou odolnost materiálu vůči frakturám [13, 14, 15].

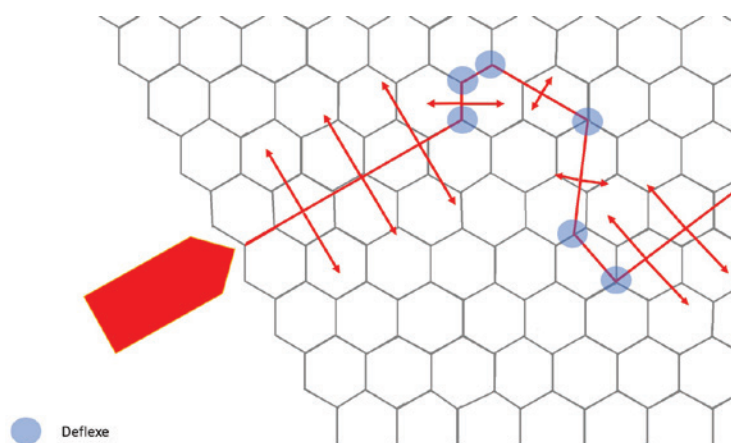
Dalším faktorem ovlivňujícím propagaci prasklin v tetragonální zirkonii je velikost presintračních zrn materiálu. Přechod mezi zrny či póry materiálu má potenciál ke změně směru propagace praskliny, což omezuje efektivitu využití sil podporujících prodlužování praskliny [16]. Tento jev je popisován jako deflexe praskliny a je vlastní všem typům keramik. Tetragonální zirkonie v deflexi prasklin mezi ostatními keramikami vyniká díky tomu, že neobsahuje amorfní sklo – je tedy tvořeno pouze zrny a zrna tetragonální zirkonie jsou navíc obzvláště malá (**obr. 2**).

Low temperature degradation

S metastabilitou nejsou spojeny jen pozitivní vlastnosti tetragonální zirkonie. Již v roce 1981 Kobayashi publikoval své podezření na nízkoteplotní degradaci metastabilní tetragonální zirkonie (v angličtině low temperature degradation – LTD, někdy také chemical aging) [17].

Obr. 2
Příklad významu deflexe v polykrystalickém prostředí

Fig. 2
An example of the importance of deflection in a polycrystalline environment



Tab. 1 Přehled krystalického složení jednotlivých typů zirkoniových keramik

Tab. 1 Overview of the crystalline composition of individual types of zirconia ceramics

	Metastabilní tetragonální struktura	Stabilní kubická struktura
3 mol% Y_2O_3 Zirkonia	přibližně 100 %	přibližně 0 %
4 mol% Y_2O_3 Zirkonia	přibližně 75 %	přibližně 25 %
5 mol% Y_2O_3 Zirkonia	přibližně 50 %	přibližně 50 %

Hypotéza zněla, že ve vodním prostředí za nízkých teplot (od 150 do 400 °C) dochází k samovolné t-m transformaci. Transformované zrno v takovém případě způsobí svou expanzí mikropřaskliny v okolním materiálu. Tím se ve vodním prostředí ocitají i zrna, která do té doby nebyla na povrchu objektu. Celý proces řetězově progreduje, až způsobí transformační zóny, vytrhávání jednotlivých zrn, zhrubnutí povrchu a následně zhoršení mechanických vlastností a náchylnost materiálu k prasknutí [14, 18–21].

V roce 2001 se objevily závažné potíže se zirkoniovými kloubními totálními endoprotézami. Výrobci své produkty stahovali z trhu kvůli vysokému výskytu jejich fraktur. V podezření bylo LTD suspektně vzniklé při autoklávování endoprotéz před transplantací. K selhání ovšem podle Kellyho došlo v důsledku výrobních pochybení [11].

Výzkum výskytu LTD na tetragonální zirkonii je od té doby prováděn v autoklávech, které mají zrychleně simulovat charakter prostředí, jemuž je zirkonie vystavena v lidském těle (ústní dutině/prostoru kyčelního kloubu) a zjišťuje se změna hrubosti povrchu. Metaanalýza Yanga [22] konstatuje, že změny hrubosti povrchu po autoklávování nebyly zjištěny a otázkou je samotná metodologie, kdy proces autoklávování nemusí dostatečně simulovat procesy probíhající za tělesné či pokojové teploty v ústní dutině. Kontrola hrubosti povrchu po dlouhodobém využití zirkonie v ústní dutině se zdá být neproveditelná. Proti tomu metaanalýza Pereiry potvrdila proces LTD při autoklávování, kdy bylo zjištěno snížení pevnosti v ohybu a zvýšení obsahu m fáze v testovaných materiálech [23].

Přes rozporuplné závěry byla stanovena metodika k dosažení snížení pravděpodobnosti LTD. Její součástí jsou malá zrna zirkonie a rovnoměrně rozptýlený Y_2O_3 . Zrna zirkonie mají ideálně velikost zrn okolo 0,5 μm (0,3 je minimum pro t-m transformaci), rovnoměrnost výskytu Y_2O_3 se dosahuje inkorporací malého množství jiných stabilizátorů. Jako mechanickou bariéru proti vzniku LTD lze vnímat i prostou glazuru povrchu, která ovšem nepokrývá okrajový uzávěr laboratorně zhotovené fixní práce [20].

TYPY ZIRKONIOVÉ KERAMIKY A JEJICH VLASTNOSTI

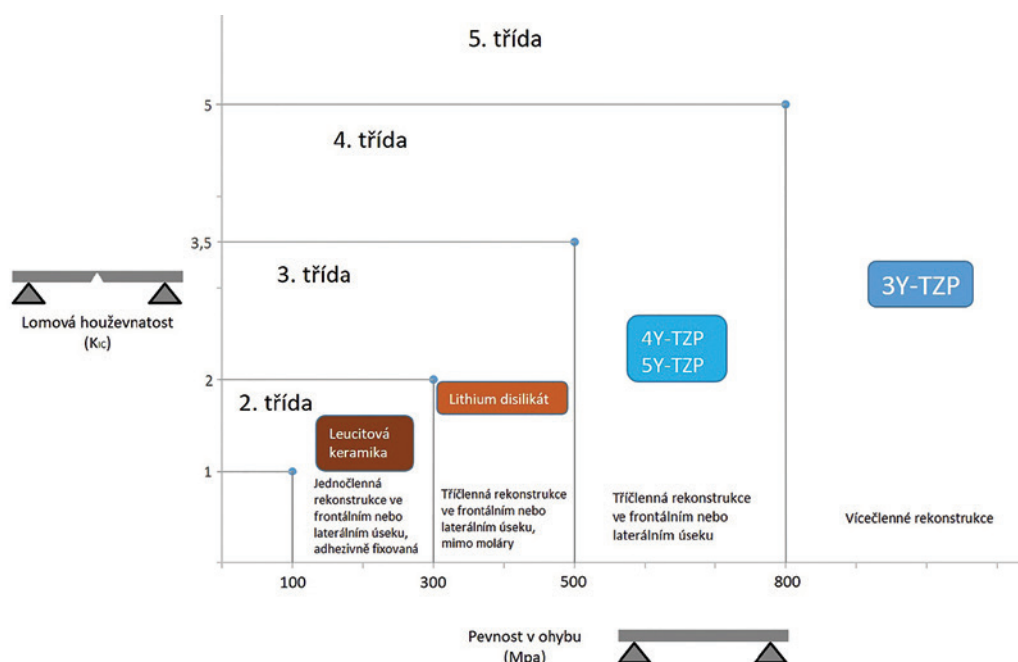
1. generace – 3Y-TZP s vysokým obsahem aluminy

Vývoj zirkoniové keramiky započal koncem sedmdesátých let dvacátého století. Stimulem pro masové rozšíření zirkonie bylo zejména zpřístupnění CAD-CAM technologie pro běžnou praxi po roce 2000. První generace zirkoniové keramiky obsahuje 0,25 % (w/w) aluminy (Al_2O_3), třímolární koncentraci oxidu yttritového a její hlavní složkou je tedy metastabilní tetragonální zirkonie [6]. Odtud pochází její název: 3 mol% yttria stabilized-tetragonal zirconia polycrystal (3Y-TZP). Zirkoniová keramika první generace začala být využívána pro svou odolnost a pevnost v ohybu vyšší než 1 GPa [6]. Její indikace však byly omezeny její estetikou. Zirkoniová keramika první generace je vysoce opakní. Její opaknost připomíná spíše sanitární keramiku a je způsobena malými zrny tetragonální zirkonie, porozitou a inkluzemi aluminy [6]. Důsledkem je tedy indikační rozmezí ve fixní protetice shodné s kovy, tedy monolitické využití jen v oblastech s nulovou estetickou náročností anebo jen jako konstrukce fazetované – jádrové keramiky, kdy ovšem rozsah fixní práce není nijak omezen, neboť je tato generace zirkonie zařazena podle ISO normy 6872:2015 do 5. třídy keramik [6, 24].

Fazetovaná zirkonia trpí závažnými nevýhodami a vykazuje častější selhání než metalokeramika, což se stalo hnacím motorem rozvoje dalších generací [25–29]. Hlavním cílem vývoje bylo vytvořit zirkoniovou keramiku použitelnou monoliticky.

2. generace – 3Y-TZP s nízkým obsahem aluminy

Pro zvýšení translucence bylo změněno složení. Byl výrazně snížen obsah aluminy, jejíž inkrementy způsobovaly odraz světla. Dále byla změněna technologie výroby a zpracování. Byla zvýšena teplota sintrování a byl technologicky omezen vznik porozit [6, 30, 31, 32]. Zirkoniová keramika je stále ovšem tvořena malými zrny metastabilní tetragonální zirkonie, což translucenci relativně omezuje [6]. Tento materiál již lze vyrobit v odstínu shod-



Obr. 3
Přehled rozdělení keramik
podle ISO normy 6872:2015

Fig. 3
An overview of ceramics
classification according to
ISO standard 6872:2015

ném s barvou zubů, ale stále není schopen věrně imitovat tvrdé zubní tkáň, zejména je-li vystaven přímému světlu, kdy odráží více světla a jeví se tak světlejší a perleťově lesklý. Z pohledu estetiky je tedy druhá generace zirkonie využitelná monoliticky ve většině případů jen v laterálním úseku. Z pohledu odolnosti nic neztratila oproti první generaci a lze ji využít i pro rozsáhlé můstky [6, 24]. Tato generace se stala velmi úspěšnou a je pro mnoho praktických odborníků synonymem pro zirkoniovou keramiku jako takovou.

3. generace – 5Y-TZP a 4Y-TZP

Potřeba vysoce translucenčního monolitického materiálu jako levnějšího konkurenta lithium disilikátové keramice směřovala ve druhé dekádě třetího tisíciletí k vývoji třetí generace zirkonie. Zvýšením podílu Y_2O_3 bylo dosaženo výskytu signifikantního množství kubických krystalů v sintrované zirkoniové hmotě (**tab. 1**) [31, 32, 33]. Kubická zrna jsou větší než tetragonální, a nestaví tedy do cesty světlu vysoký počet přechodů prostředí, a tím příležitosti k lomu či odrazu. Na druhou stranu, kubické krystaly nejsou schopny TT, a proto jsou mechanické vlastnosti 3. generace zirkonie značně zhoršeny, a to do té míry, že podle ISO normy 6872:2015 patří již pouze do 4. třídy keramik, která omezuje jejich indikační rozmezí na maximálně tříčlenný můstek bez ohledu na pilířové zuby [24, 31, 34]. Přesto, že tyto materiály doznaly zhoršení mechanických vlastností, jejich odolnost je podle této ISO normy stále o třídu vyšší než v případě lithium disilikátu (**obr. 3**) [23, 34].

Zirkonie 3. generace se využívá ve dvou variantách. První vyvinutou je 5 mol% yttria stabilized-tetragonal zirconia polycrystal (5Y-TZP), často nazývaná také jako 5 mol% yttria-partially-stabilized zirconia (5Y-PSZ). Tato varianta v dnešní době představuje nejestetičtější, ale zároveň nejméně odolnou variantu zirkonie [32]. Na rozdíl od spíše kompromisně designované 4 mol% yttria stabilized-tetragonal zirconia polycrystal (4Y-TZP), také často označované jako 4 mol% yttria-partially-stabilized zirconia (4Y-PSZ) [32]. Poměr jejich krystalických struktur je čtenářům k dispozici v tab. 1. Tyto moderní zirkoniové keramiky stále přes svou estetiku neobsahují sklo, a nelze je tedy leptat kyselinou fluorovodíkovou.

ZÁVĚR

Zirkoniová keramika za poslední dekádu doznala velkého pokroku a je nyní schopna pokrýt velmi široké pole indikací. Svými jednotlivými modifikacemi nabízí jak svou druhou generaci, která svojí odolností umožňuje zhotovení můstku s neomezeným rozsahem, kdy může být z estetických důvodů omezeně použita monoliticky či v případě potřeby může být fazetována, tak nabízí i materiály třetí generace, které mohou sloužit jako jednotlivé monolitické korunky nebo tříčlenné můstky se zlepšenou estetikou.

MDDr. Tomáš Kovalský

Klinika zubního lékařství LF UP a FNOL
Palackého 12
772 00 Olomouc
tomas.kovalsky@upol.cz

LITERATURA

1. Mounajjed R, Šoukalová H, Azar B, Černý D, Hammal M. Celokeramické náhrady. Čes stomatol Prakt zubní lék. 2018; 118(4): 90–94.
2. Tabatabaian F. Color aspect of monolithic zirconia restorations: A review of the literature. J Prosthodont. 2019; 28(3): 276–287.
3. Brizuela-Velasco A, Diéguez-Pereira M, Álvarez-Arenal Á, Chávarri-Prado D, Solaberrieta E, Fernández-González FJ, Chento-Valiente Y, Santamaría-Arrieta G. Fracture resistance of monolithic high translucency zirconia implant-supported crowns. Implant Dent. 2016; 25(5): 624–628.
4. Wang F, Takahashi H, Iwasaki N. Translucency of dental ceramics with different thicknesses. J Prosthet Dent. 2013; 110(1): 14–20.
5. Jurišić S, Jurišić G, Zlatarić DK. In vitro evaluation and comparison of the translucency of two different all-ceramic systems. Acta Stomatol Croat. 2015; 49(3): 195–203.
6. Zhang Y, Lawn BR. Novel zirconia materials in dentistry. J Dent Res. 2018; 97(2): 140–147.
7. Stevenson A. (ed.) Oxford Dictionary of English. 3rd edition. Oxford: Oxford University Press; 2010, 2066.
8. Krebs R, Robert E. The history and use of our earth's chemical elements. Westport, Connecticut: Greenwood Press; 1998, 98–100.
9. Subbarao EC. Zirconia-an overview. In: Heuer AH, Hobbs LW, editors. Science and technology of zirconia. Columbus, OH: The American Ceramic Society; 1981, 1–24.
10. Kisi E, Howard C. Crystal structures of zirconia phases and their interrelation. Key Eng Mater. 1998; 153/154: 1–35.
11. Kelly JR, Denry I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: an overview. Dent Mater. 2008; 24(3): 289–298.
12. Evans AG, Heuer AH. Review – transformation toughening in ceramics: martensitic transformations in crack-tip stress fields. J Am Ceram Soc. 1980; 63(5–6): 241–248.
13. Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M, Figge D, Edelhoff D, Lümekemann N. Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I. Quintessence Int. 2017; 48(5): 369–380.
14. Zarone F, Di Mauro MI, Ausiello P, Ruggiero G, Sorrentino R. Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. BMC Oral Health. 2019; 19(1): 134.
15. Zarone F, Russo S, Sorrentino R. From porcelain-fused-to-metal to zirconia: clinical and experimental considerations. Dent Mater. 2011; 27(1): 83–96.
16. Zhu J, Luo J, Sun Y. Study of the fracture behavior of tetragonal zirconia polycrystal with a modified phase field model. Materials (Basel). 2020; 13(19): 4430.
17. Kobayashi K, Kuwajima H, Masaki T. Phase change and mechanical properties of ZrO₂-Y₂O₃ solid electrolyte after ageing. Solid State Ion. 1981; 3–4: 489–493.
18. Chen YW, Moussi J, Drury JL, Wataha JC. Zirconia in biomedical applications. Expert Rev Med Devices. 2016; 13(10): 945–963.
19. Sorrentino R, Navarra CO, Di Lenarda R, Breschi L, Zarone F, Cadenaro M, Spagnuolo G. Effects of finish line design and fatigue cyclic loading on phase transformation of zirconia dental ceramics: A qualitative micro-Raman spectroscopic analysis. Materials (Basel). 2019; 12(6): 863.
20. Camposilvan E, Leone R, Gremillard L, Sorrentino R, Zarone F, Ferrari M, Chevalier J. Aging resistance, mechanical properties and translucency of different yttria-stabilized zirconia ceramics for monolithic dental crown applications. Dent Mater. 2018; 34(6): 879–890.
21. Mota YA, Cotes C, Carvalho RF, Machado JPB, Leite FPP, Souza ROA, Özcan M. Monoclinic phase transformation and mechanical durability of zirconia ceramic after fatigue and autoclave aging. J Biomed Mater Res B Appl Biomater. 2017; 105(7): 1972–1977.
22. Yang H, Xu YL, Hong G, Yu H. Effects of low-temperature degradation on the surface roughness of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal ceramics: A systematic review and meta-analysis. J Prosthet Dent. 2021; 125(2): 222–230.
23. Pereira GKR, Venturini AB, Silvestri T, Dapieve KS, Montagner AF, Soares FZM, Valandro LF. Low-temperature degradation of Y-TZP ceramics: A systematic review and meta-analysis. J Mech Behav Biomed Mater. 2015; 55: 151–163.
24. International Organization for Standardization. ISO 6872:2015. [cit. 27. 7. 2021] Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:6872:ed-4:v1:en> nebo <https://www.sis.se/api/document/preview/918954>
25. Pang Z, Chughtai A, Sailer I, Zhang Y. A fractographic study of clinically retrieved zirconia-ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses. Dent Mater. 2015; 31(10): 1198–1206.
26. Larsson C, Vult von Steyern P. Implant-supported full-arch zirconia-based mandibular fixed dental prostheses. Eight-year results from a clinical pilot study. Acta Odontol Scand. 2013; 71(5): 1118–1222.
27. Sax C, Hämmerle CH, Sailer I. 10-year clinical outcomes of fixed dental prostheses with zirconia frameworks. Int J Comput Dent. 2011; 14(3): 183–202.
28. Miyazaki T, Nakamura T, Matsumura H, Ban S, Kobayashi T. Current status of zirconia restoration. J Prosthodont Res. 2013; 57(4): 236–261.
29. Felberg RV, Bassani R, Pereira GKR, Bacchi A, Silva-Sousa YTC, Gomes EA, Sarkis-Onofre R, Spazzin AO. Restorative possibilities using zirconia ceramics for single crowns. Braz Dent J. 2019; 30(5): 446–452.
30. Tong H, Tanaka CB, Kaizer MR, Zhang Y. Characterization of three commercial Y-TZP ceramics produced for their high-translucency, high-strength and high-surface area. Ceram Int. 2016; 42(1 Pt B): 1077–1085.
31. Alraheam IA, Donovan T, Boushell L, Cook R, Ritter AV, Sulaiman B. Fracture load of two thicknesses of different zirconia types after fatiguing and thermocycling. J Prosthet Dent. 2020; 123(4): 635–640.
32. Jerman E, Lümekemann N, Eichberger M, Zoller C, Nothelfer S, Kienle A, Stawarczyk B. Evaluation of translucency, Marten's hardness, biaxial flexural strength and fracture toughness of 3Y-TZP, 4Y-TZP and 5Y-TZP materials. Dent Mater. 2021; 37(2): 212–222.
33. Mao L, Kaizer MR, Zhao M, Guo B, Song YF, Zhang Y. Graded ultra-translucent zirconia (5Y-PSZ) for strength and functionalities. J Dent Res. 2018; 97(11): 1222–1228.
34. Holman CD, Lien W, Gallardo FF, Vandewalle KS. Assessing flexural strength degradation of new cubic containing zirconia materials. J Contemp Dent Pract. 2020; 21(2): 114–118.

EROZIVNÍ PŮSOBENÍ KYSELÝCH NÁPOJŮ NA POVRCH VÝPLŇOVÝCH MATERIÁLŮ

Původní práce, in vitro studie

EROSIVE EFFECT OF ACIDIC BEVERAGES ON THE SURFACE OF FILLING MATERIALS

Original article, in vitro study

English fulltext: www.prolekare.cz

Holík P., Morozova Y., Rosa M., Voborná I.

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

SOUHRN

Úvod a cíl: Erozivně-abrazivní defekty tvrdých zubních tkání jsou vedle zubního kazu jednou z nejrozšířenějších patologií zubů. Dentální výplňové materiály určené k opravě těchto defektů musí být schopny odolat vlivům opotřebení – tedy erozi a abrazi – srovnatelně nebo lépe než sklovina, kterou nahrazují. Studie je zaměřena na zjištění povrchových změn výplňových materiálů různých kategorií po vystavení kyselému pH. Cílem je ověřit, že výplňové materiály odolají kyselinám lépe než zubní sklovina.

Metodika: Vzorky byly ponořeny do Coca-Coly (pH 2,4) na pět minut a pro názornost erozivního procesu také po dobu 14 dnů. Při zkoumání vzorků byla použita obrazová analýza pomocí konfokálního laserového skenovacího mikroskopu. Byly také vyhodnoceny změny v tvrdosti povrchu pomocí nanoindentace a výsledky byly porovnány se sklovinou.

Výsledky: Výplňové materiály, na rozdíl od skloviny, odolaly krátkodobé expozici bez signifikantních změn tvrdosti i vzhledu. Byly však pozorovány mikroskopické i makroskopické změny při expozici dlouhodobé. Tyto změny byly nejvíce patrné u skupiny skloionomerních výplňových materiálů.

Závěr: Pozorování jasně prokázalo výrazně vyšší odolnost výplňových materiálů vůči kyselému prostředí, než jakou vykazuje sklovina.

Klíčová slova: nekariézní defekty, eroze, výplň, nanoindentace, optická analýza

SUMMARY

Introduction, aim: Erosive-abrasive defects of hard dental tissues are, in addition to tooth decay, one of the most common dental pathologies. Dental filling materials designed to repair these defects must be able to withstand the effects of wear – that is, erosion and abrasion – comparable or better than the enamel they replace. The study is focused on determining the surface changes of filling materials of various categories after exposure to acidic pH. The aim is to verify that the filling materials resist acids better than tooth enamel.

Methods: The immersion of the samples took place in Coca-Cola (pH 2.4) for 5 minutes and for the sake of the erosive process also for 14 days. Image analysis using a confocal laser scanning microscope was used to examine the samples. Changes in surface hardness were also evaluated by nanoindentation and compared with enamel.

Results: The tested filling materials, contrary to the enamel, withstood short-term exposure without significant changes in hardness and appearance. However, micro and macroscopic changes were observed during long-term exposure. These changes were most evident in the group of glass ionomer filling materials.

Conclusion: The observations clearly showed a significantly higher resistance of the filling materials to the acidic environment than that of the enamel.

Key words: non-carious defects, erosion, filling, nanoindentation, optical analysis

Holík P, Morozova Y, Rosa M, Voborná I.

Erozivní působení kyselých nápojů na povrch výplňových materiálů.

Čes stomatol Prakt zubní lék. 2022; 122(4): 17–27. doi: 10.51479/cspzl.2022.003

ÚVOD

Eroze je ztráta tvrdých zubních tkání působením kyselin na povrch zubu, která není zapříčiněna mikroorganismy. Definice pochází z roku 1949 a autory jsou Zipkin a McClure [1, 2]. Kyseliny mohou být původu buď endogenního, nebo exogenního.

V etiologii opotřebení zubů se mohou současně uplatnit dva i více mechanismů. Multifaktoriální vlivy zahrnují tři základní mechanismy, jako jsou frikce, chemické vlivy a zátěž v důsledku komprese, flexe a tenze. Různé typy nekariézních zubních lézí jsou výsledkem jejich izolovaného nebo kombinovaného působení u daného jedince [1].

Erozivní léze lze rozdělit podle původu do čtyř skupin [1]:

- 1. Dietní** – častá a nadměrná konzumace kyselých potravin.
- 2. Regurgitační** – příčinou jsou žaludeční kyseliny.
- 3. Profesionální nebo industriální** – působením kyselin používaných v zaměstnání nebo přítomných v životním prostředí.
- 4. Idiopatické** – nejasného původu, zvýšený obsah kyseliny citronové ve slinách.

Vliv kyselin na zubní tkáň byl již mnohokrát popsán a prozkoumán v laboratorních i klinických podmínkách [3, 4]. Anorganická složka dentinu a skloviny je tvořena karbonátovým hydroxyapatitem. Kyseliny se v ústní dutině vyskytují v disociované formě v podobě vodíkového kationtu H^+ a aniontu kyselinového zbytku. Vodíkový kationt reaguje s fosfátovým a karbonátovým aniontem z tvrdých zubních tkání [5]. Kromě toho anionty organických kyselin (např. kyselina citronová) mohou vytvářet komplexní sloučeniny s vápníkem hydroxyapatitu. Tyto anionty jsou známy jako chelátotvorná agens [6]. Výsledkem těchto procesů je uvolnění minerálů z krystalické mřížky tvrdých zubních tkání, což vede ke snížení tvrdosti povrchu zubu [7]. Kyseliny z nápojů spadají do kategorie kyselin dietetického původu. Snižují pH ústní dutiny až po dobu 15 minut [8]. Jeden z nejznámějších nápojů po celém světě je Coca-Cola. Tento nápoj se také, kvůli svému celosvětově neměnnému složení, nejčastěji používá k testování zubních tkání a jejich odolnosti vůči erozi.

Kyseliny však nepůsobí jen na tvrdé zubní tkáň, ale také na všechny umělé materiály, které se v ústech nacházejí. V tomto článku se zaměříme na výplňové materiály.

Lze předpokládat situaci, kdy erozivní defekt zubu způsobí expozici dentinu, a tím

může docházet k dráždění zubní dřeně. Zároveň toto poškození zubu v závislosti na rozsahu mění tvar, a tím i funkci zubu – tedy artikulaci a v neposlední řadě také estetiku. Tento defekt je potřeba vyplnit pomocí některého z výplňových materiálů, a vytvořit tak bariéru mezi exponovaným dentinem a prostředím ústní dutiny. Tento materiál, pokud nedojde k úpravě dietetických návyků pacienta, však také bude vystavován kyselému pH [9].

Odolnost vůči kyselinám je zásadním atributem každého výplňového materiálu. Lze předpokládat rozdílnou odolnost různých typů výplní [10]. Od amalgámu, u kterého je předpoklad úplné inertnosti vůči kyselinám, přes kompozitní materiály, u nichž záleží na použitém pojivu a plnivu, až po skloionomerní materiály, které kvůli svému remineralizačnímu potenciálu mohou být náchylné k rychlé demineralizaci [11, 12].

Cílem této studie bylo zjistit změny tvrdosti povrchu různých výplňových materiálů při vystavení kyselému pH. Dále porovnat odolnost těchto materiálů a skloviny.

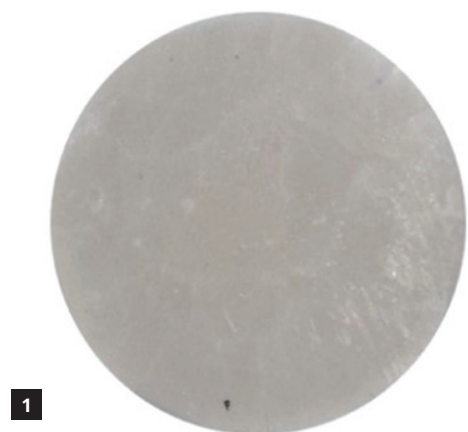
METODIKA A MATERIÁLY

V našem in vitro výzkumu jsme použili zastupce několika kategorií výplňových materiálů běžně užívaných v ordinaci zubního lékaře:

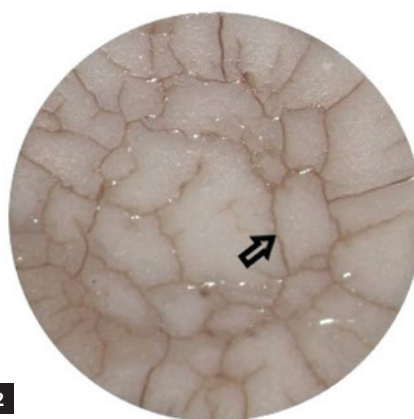
- Skloionomerní pryskyřicí modifikovaný výplňový cement tuhnoucí duálně Harvard Ionoresin Fill (Harvard, Německo) – výplňový materiál v barvě zubu, indikovaný k výplním I., II. a V. třídy u dočasných zubů, u stálých zubů pro V. třídu a nezatížené výplně I. a II. třídy, také pro provizorní výplně.
- Skloionomerní výplňový cement tuhnoucí acidobazickou reakcí Omnident C (Omnident, Německo) – výplňový materiál v barvě zubu, indikovaný k ošetření dočasných zubů, klínových defektů, kavit III. a I. třídy podle Blacka menšího rozsahu.
- Nanofilní kompozitní materiál Filtek Ultimate (3M ESPE, USA) – s obsahem plniva 55,6 objemových procent, velikost agregovaných částic je 0,6 μm až 20 μm , estetický výplňový a dostavbový materiál se širokou indikací.
- Nanofilní kompozitní materiál typu flow Filtek Ultimate Flow (3M ESPE, USA) – s obsahem plniva 46 objemových procent, velikost agregovaných částic je od 20 nm do 5 μm , estetický výplňový materiál indikovaný do kavit III. a V. Blackovy třídy, do minimálně invazivních kavit, ošetření drobných defektů u nepřímých výplní, pečetění jamek a fisur.

Tab. 1 Hodnoty průměrné vtiskové tvrdosti spolu se statistickým vyhodnocením – materiál Harvard Ionoresin Fill**Tab. 1** Values of average hardness along with statistical evaluation – Harvard Ionoresin Fill

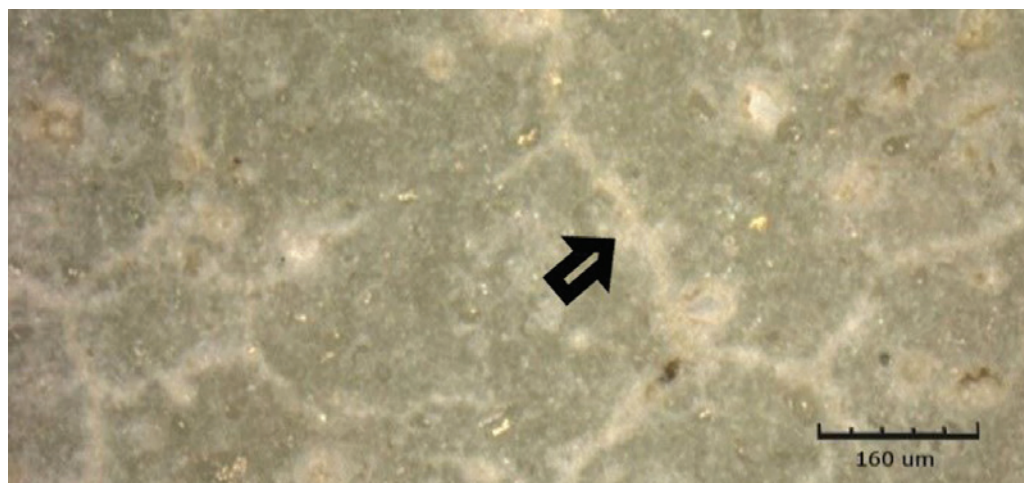
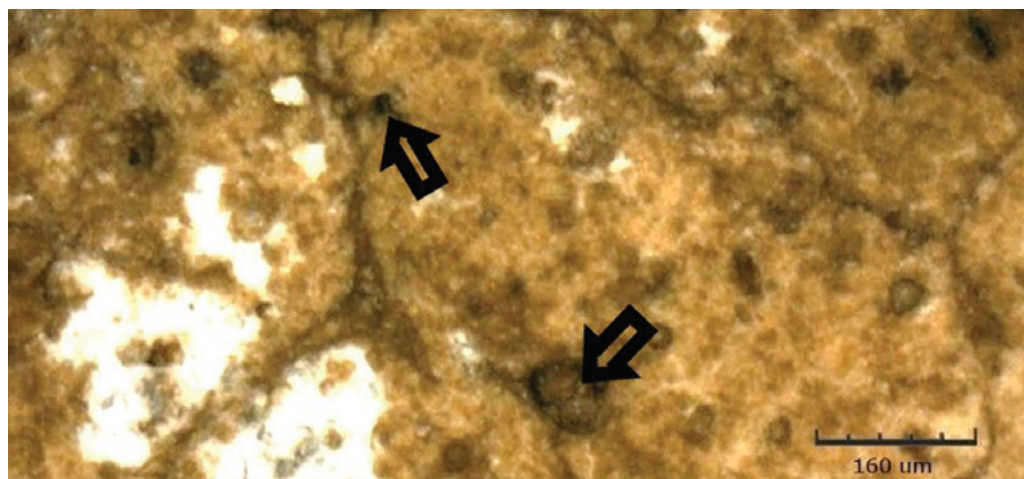
	Průměr (GPa)	SD (GPa)	Median (GPa)	Min. (GPa)	Max. (GPa)	Wilcoxon paired test (hodnota p)
Voda – neutrální pH (referenční hodnota)	0,78	0,38	0,65	0,3	1,5	
Coca-Cola – expozice 5 minut	0,73	0,4	0,55	0,3	1,4	0,644
Coca-Cola – expozice 14 dní	-	-	-	-	-	-



1



2

Obr. 1
Kontrolní vzorek
Harvard Ionoresin Fill
ve vodě**Fig. 1**
Harvard Ionoresin Fill
control in water**Obr. 2**
Harvard Ionoresin Fill
v kyselém pH po 14 dnech**Fig. 2**
Harvard Ionoresin Fill
at acidic pH after 14 days**Obr. 3**
Kontrolní vzorek
Harvard Ionoresin Fill
ve vodě, zobrazeno CLSM**Fig. 3**
Harvard Ionoresin Fill
control in water,
shown by CLSM**Obr. 4**
Harvard Ionoresin Fill
v kyselém pH po 14 dnech,
zobrazeno CLSM**Fig. 4**
Harvard Ionoresin Fill
at acidic pH after 14 days,
shown by CLSM

• Non-gamma 2 kapslový amalgám strojově míchaný GS-80 (SDI, Austrálie) – výplňový materiál ze slitiny kovů a rtuti, pro svou odolnost a nízkou estetiku je indikován spíše do postranního úseku chrupu.

Z každého materiálu byl do silikonové matrice připraven vzorek tvaru disku o průměru 5 mm a tloušťce 3 mm, po vytvrzení byly vzorky vyleštěny disky OptiDisc (KerrHawe, Švýcarsko) Coarse/Medium o zrnitosti 40 μm , Fine o zrnitosti 20 μm a Extra Fine o zrnitosti 10 μm v mikromotoru. Pro srovnání byl použit vzorek skloviny ze studie doktorky Morozove upravený a testovaný stejným způsobem při expozičním čase pět minut v Coca-Cole [13].

Vzorky byly ponořeny do Coca-Coly (pH 2,4; Coca-Cola HBC, Česká republika, složení: voda, cukr, kyselina uhličitá, barvivo E150d, kyselina fosforečná, aroma, kofein) [1, 14] po dobu pěti minut a pro názornost erozivního procesu také po dobu 14 dnů. Kontrolní vzorek každého materiálu byl po stejnou dobu uchován ve vodě.

Poté byly vzorky vyjmuty a bylo provedeno měření tvrdosti pomocí nanoindentace. V našich experimentech jsme používali indentační sílu o velikosti 10 mN aplikovanou na kalibrovaný Berkovičův indentor, přičemž zatěžování a následné odlehčování probíhalo rychlostí 0,5 mN/s. Vzorek byl vystaven maximální indentační zátěži po dobu pěti sekund. Na každém vzorku bylo provedeno šest měření. Jednotlivé vtisky byly umístěny v lineární matici, vzdálenost mezi vtisky činila 30 μm . Vtisková tvrdost (nanoindentační tvrdost) byla určena z experimentálních indentačních křivek pomocí metody navržené Oliverem a Pharrm [15]. Analyzovány byly pouze křivky standardního tvaru. Charakteristické střední hodnoty mikrotvrdosti příslušného vzorku byly vždy vypočteny z nejméně čtyř nezávislých měření a jsou uvedeny v GPa [13]. Pro statistické zpracování výsledků byl zvolen jednovýběrový Wilcoxonův test při hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Byla také provedena optická analýza digitálním světelným mikroskopem a mikroskopem konfokálním LEXT OLS 3100 (confocal laser scanning microscopy – CLSM).

VÝSLEDKY

Optická analýza jednotlivých materiálů

Skleionomerní výplňový materiál

– Harvard Ionoresin Fill

Kontrolní vzorek materiálu se při makroskopickém pozorování zdá být hladký a lesk-

lý (**obr. 1**), na druhém vzorku i bez zvětšení vidíme hnědé linie, které se objevily až po expozici Coca-Cole (**obr. 2**). Erozivní proces probíhal nejintenzivněji na predilekčních liniích, patrný však byl na celém povrchu vzorku, kde způsobil mírné zvýšení drsnosti, a tím zmatnění. Lze zaznamenat vyleptanou povrchovou nerovnost, do níž kyselý nápoj vtekl, a usadilo se v ní barvivo. Také na snímku vzorku vystaveného pouze vodě lze pozorovat nehomogenní povrch – v povrchu není patrná rýha nebo vryp, spíše nerovnoměrné tuhnutí materiálu způsobilo vznik míst s odlišnou mírou nasycení plniva (**obr. 3**).

Po dvou týdnech v Coca-Cole povrch vykazuje četné defekty zasahující hluboko pod povrch výplně (**obr. 4**). Dále byla zaznamenána vrstva vysoce erodovaného měkkého materiálu pokrývající povrch.

Naměřené hodnoty tvrdosti ukazují, že po pětiminutové expozici kyselému prostředí se tvrdost signifikantně nezměnila. Dlouhodobá expozice však poškodila povrch natolik, že tvrdost nebyla měřitelná (**tab. 1**).

Skleionomerní výplňový materiál

– Omifill C

Chemicky tuhnoucí skleionomerní cement Omifill C obsahuje drobné defekty povrchu (**obr. 5**), tím je dán menší lesk a větší drsnost. Nepozorujeme však rozdílnou distribuci plniva, vzorek se zdá více homogenní. Na povrchu erodovaného vzorku jsou hluboké erozivní defekty. Oproti předchozímu vzorku však nejsou patrné makroskopické infrakce. Povrch je značně nerovný a velmi náchylný k mechanickému opotřebení i prostému otěru o jiný výrazně méně tvrdý povrch (**obr. 6**).

Také na mikroskopické úrovni pozorujeme vyšší homogenitu a nízký výskyt povrchových nerovností, což však může být dáno pouze zaměřením snímku (**obr. 7**). Po expozici Coca-Cole po 14 dnech vznikly hluboké ostře ohraničené defekty, ve kterých se usadilo barvivo z nápoje a celý povrch vykazuje minimální tvrdost (**obr. 8**).

Hodnoty tvrdosti se po pětiminutové expozici, stejně jako u minulého případu, signifikantně nezměnily. Po dlouhodobé expozici i zde vzorek erodoval natolik, že se tvrdost nepodařila nanoindentací změřit (**tab. 2**).

Kompozitní výplňový materiál

– Filtek Ultimate

Makroskopicky není pozorovatelný žádný rozdíl mezi vzorky v kyselém a neutrálním pH, oba si zachovaly lesk, hladký povrch i tvrdost (**obr. 9, 10**).

Tab. 2 Hodnoty průměrné vtiskové tvrdosti spolu se statistickým vyhodnocením – materiál OmniFill C

Tab. 2 Values of average hardness along with statistical evaluation – OmniFill C

	Průměr (GPa)	SD (GPa)	Median (GPa)	Min. (GPa)	Max. (GPa)	Wilcoxon paired test (hodnota p)
Voda – neutrální pH (referenční hodnota)	1,01	0,45	1,1	0,4	1,6	
Coca-Cola – expozice 5 minut	0,96	0,49	0,8	0,4	1,6	0,767
Coca-Cola – expozice 14 dní	-	-	-	-	-	-



Obr. 5
Kontrolní vzorek OmniFill C
ve vodě

Fig. 5
OmniFill C control sample
in water



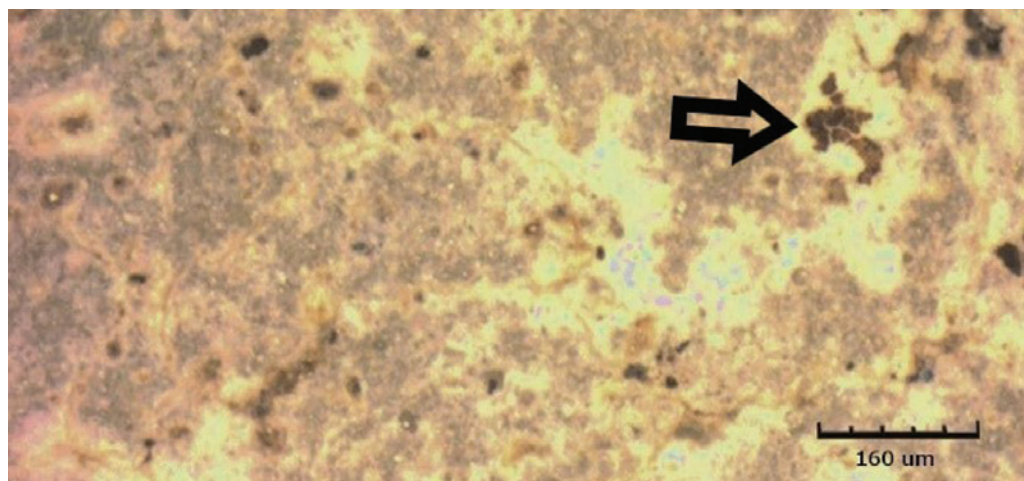
Obr. 6
OmniFill C vystavený
kyselému pH po dobu 14 dnů

Fig. 6
OmniFill C exposed
to acidic pH for 14 days



Obr. 7
Kontrolní vzorek OmniFill C
ve vodě, zobrazeno CLSM

Fig. 7
Control sample of OmniFill C
in water, shown by CLSM



Obr. 8
OmniFill C vystavený
kyselému pH po dobu
14 dnů, zobrazeno CLSM

Fig. 8
OmniFill C exposed
to acidic pH for 14 days, shown
by CLSM

Tab. 3 Hodnoty průměrné vtiskové tvrdosti jednotlivých materiálů spolu se statistickým vyhodnocením – materiál Filtek Ultimate

Tab. 3 Values of average hardness along with statistical evaluation – Filtek Ultimate

	Průměr (GPa)	SD (GPa)	Median (GPa)	Min. (GPa)	Max. (GPa)	Wilcoxon paired test (hodnota p)
Voda – neutrální pH (referenční hodnota)	0,9	0,22	0,9	0,5	1,2	
Coca-Cola – expozice 5 minut	0,91	0,2	0,9	0,6	1,3	1
Coca-Cola – expozice 14 dní	0,87	0,26	0,85	0,5	1,3	1

Obr. 9
Kontrolní vzorek Filteku Ultimate ve vodě

Fig. 9
Filtek Ultimate control sample in water



Obr. 10
Filtek Ultimate vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů

Fig. 10
Filtek Ultimate exposed to acidic pH for 14 days



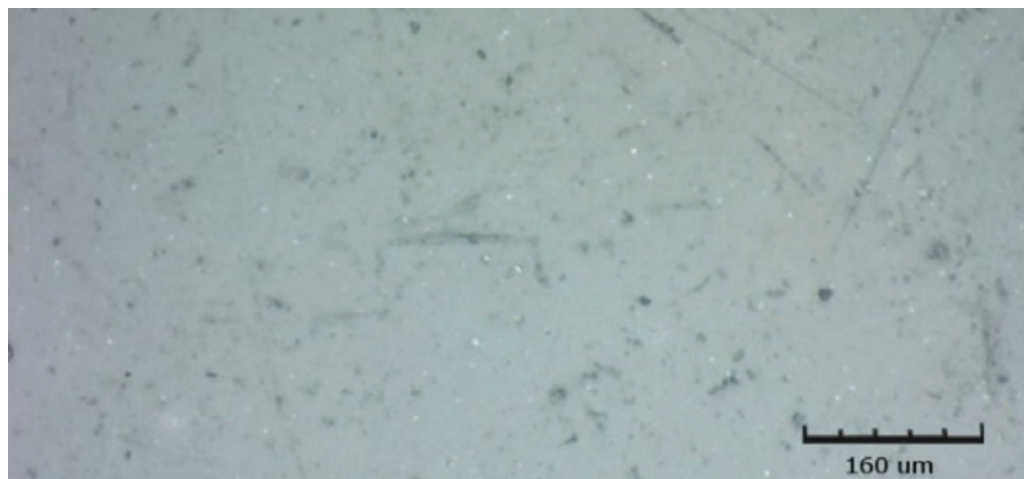
Obr. 11
Kontrolní vzorek Filteku Ultimate ve vodě, zobrazeno CLSM

Fig. 11
Filtek Ultimate in water sample, shown by CLSM



Obr. 12
Filtek Ultimate vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů, zobrazeno CLSM

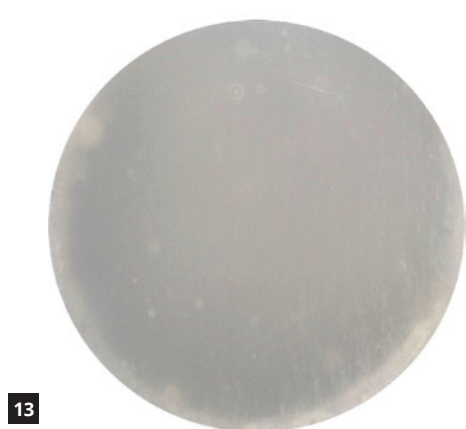
Fig. 12
Filtek Ultimate exposed to acidic pH for 14 days, shown by CLSM



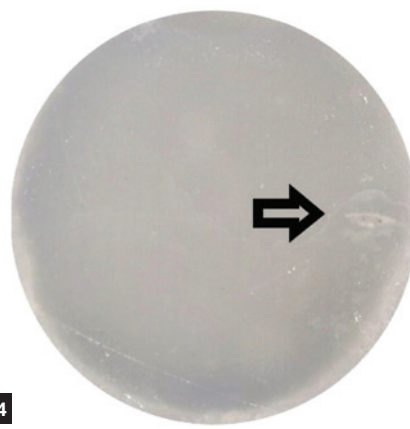
Tab. 4 Hodnoty průměrné vtiskové tvrdosti spolu se statistickým vyhodnocením – materiál Filtek Ultimate Flow

Tab. 4 Values of average hardness along with statistical evaluation – Filtek Ultimate Flow

	Průměr (GPa)	SD (GPa)	Median (GPa)	Min. (GPa)	Max. (GPa)	Wilcoxon paired test (hodnota p)
Voda – neutrální pH (referenční hodnota)	0,65	0,16	0,65	0,4	0,9	
Coca-Cola – expozice 5 minut	0,72	0,21	0,8	0,4	1	1
Coca-Cola – expozice 14 dní	0,6	0,16	0,65	0,4	0,8	1



13



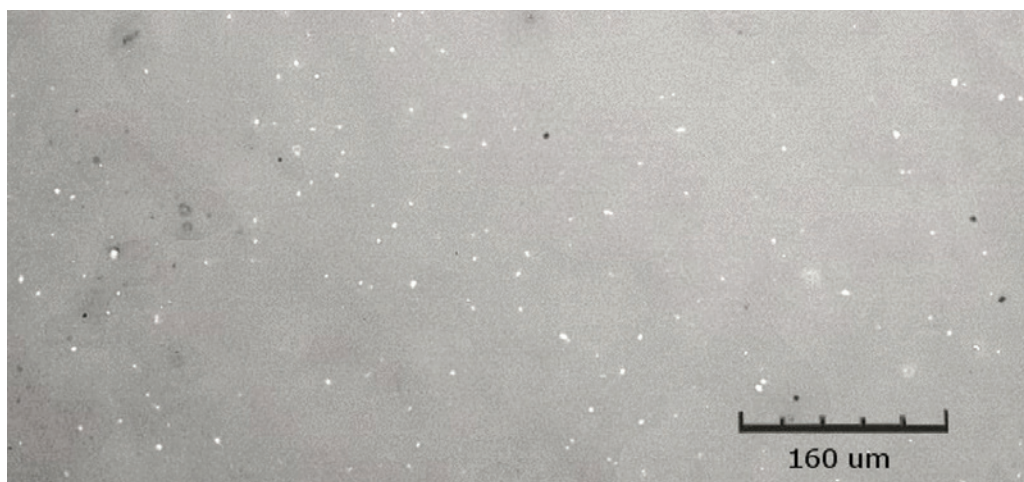
14

Obr. 13
Kontrolní vzorek Filteku Ultimate Flow ve vodě

Fig. 13
Filtek Ultimate Flow control sample in water

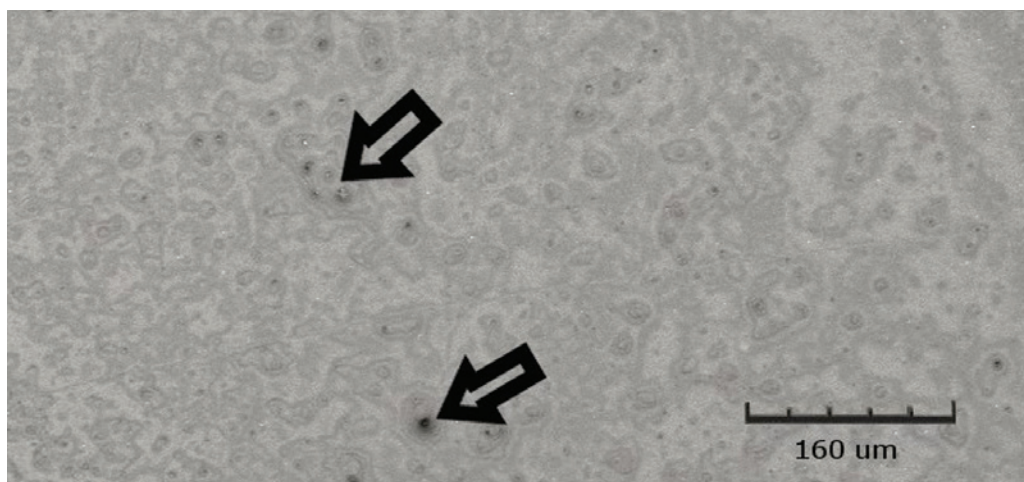
Obr. 14
Filtek Ultimate Flow vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů

Fig. 14
Filtek Ultimate Flow exposed to acidic pH for 14 days



Obr. 15
Kontrolní vzorek Filteku Ultimate Flow ve vodě, zobrazeno CLSM

Fig. 15
Filtek Ultimate Flow control sample in water, shown by CLSM



Obr. 16
Filtek Ultimate Flow vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů, zobrazeno CLSM

Fig. 16
Filtek Ultimate Flow exposed to acidic pH for 14 days, shown by CLSM

Při použití konfokálního laserového skenovacího mikroskopu lze potvrdit, že homogenita a kompaktnost povrchu kompozitní výplně zůstávají výborné i po 14denní expozici Coca-Cole a predilekční místa vyššího erozivního poškození jsou jen drobná (**obr. 11, 12**). Je třeba poznamenat, že vzhledem ke složení materiálu to lze očekávat a že eroze bude pouze nepatrná. Po 14denní expozici Coca-Cole došlo k uvolnění několika drobných částic nebo spíše shluků těchto částic, jinak je však povrch i po této dlouhodobé expozici beze změn.

Tvrдост vzorků uložených ve vodě a v Coca-Cole je stejná, a to po krátkodobé i dlouhodobé expozici (**tab. 3**). Nebyla tedy prokázána signifikantní změna tvrdosti.

Kompozitní materiál v konzistenci FLOW – Filtek Ultimate Flow

Původní materiál je makroskopicky velmi hladký a lesklý (**obr. 13**). Coca-Cola však vyvolala ztrátu lesku na některých částech povrchu vzorku (**obr. 14**).

Eroze povrchu je po 14 dnech v mikroskopu již patrná, nezasahuje však do hlubších struktur materiálu. Oproti kontrolnímu vzorku (**obr. 15**) chybí také některé větší shluky plnivových částic (**obr. 16**). Pozorujeme tzv. delaminaci vrstev [16]. Tento mechanismus eroze, kdy se jednotlivé vrstvy plniva odlupují, odkrývá hlubší vrstvy, které jsou sice topograficky nerovné, ale není v nich snižena tvrdost. Naopak u hybridních materiálů, kde není homogenní distribuce plniva, lze naměřit pod deskvamovanou vrstvou oblast s vyšší koncentrací částic plniva, a tím i tvrdší při indentačním měření. Tyto výsledky lze nalézt ve studii Hong-Yi Fana z roku 2014 [17].

Změřená tvrdost po pětiminutové erozi v Coca-Cole odpovídá výše uvedené studii, došlo k mírnému zvýšení. To však mohlo být způsobeno i odlišným charakterem zkoumané oblasti. Nepovažujeme tuto změnu z hlediska statistiky za signifikantní. Po 14denní expozici se opět tvrdost signifikantně nezměnila (**tab. 4**).

Amalgám

Amalgámové výplně uvádíme pro úplnost našeho měření. Potvrdil se náš předpoklad, že kapslový non-gama-2 amalgám jako výplňový materiál není nijak ovlivňován kyselým prostředím. Na snímcích nelze pozorovat žádné makroskopické rozdíly mezi kontrolním vzorkem a vzorkem vystaveným kyselému pH (**obr. 17, 18**).

V mikroskopu jsou rozdíly mezi vzorky jen minimální a lze je přisoudit pouze rozdílnému lokálnímu charakteru zkoumané oblasti vzorků. Žádný defekt, který by potenciálně mohl ohrozit výplň jako takovou nebo být alespoň makroskopicky patrný, nebyl zaznamenán. Fotografie z konfokálního mikroskopu jsou pro vyšší záchyt drobných defektů pořízeny ve větším zvětšení (**obr. 19, 20**).

Žádné změny nenastaly ani v hodnotách tvrdosti, a to ani po dlouhodobé expozici v erozivním prostředí (**tab. 5**). Ze zkoumaných materiálů se amalgám jeví vůči erozi nejvíce rezistentní.

Souhrn výsledků testování tvrdosti nanoindentací uvádíme pro přehlednost v **tabulce 6**.

DISKUSE

Podle našeho pozorování jsou výplňové materiály ovlivněny kyselým prostředím pouze minimálně ve srovnání s tvrdými zubními tkáněmi. Skloionomerní cementy vzhledem k obsahu vápníku jsou náchylné k erozím povrchu již po poměrně krátké expozici, avšak v porovnání se zubními tkáněmi nelze říci, že eroze povrchu bude pravděpodobnou příčinou fatálního selhání výplně [18]. Spíše to bude prekurzor dalších navazujících poškození, jako je mechanické opotřebení, vrrpy, a hlavně predilekční místa fraktur. Z klinického pozorování vyplývá, že skloionomerní výplň selže při mechanickém namáhání nejčastěji frakturou [19].

Amalgám se jako materiál odolný proti kyselému pH osvědčil nejlépe. Nebyly pozorovány žádné známky erozí povrchu. V porovnání se sklovinou lze tedy předpokládat, a klinická pozorování to potvrzují, že amalgám bude odolávat kyselinám lépe než zub samotný nebo než jiný výplňový materiál [20]. Vzhledem k náročnosti amalgámu na tvar kavity a retenci a esteticky nevyhovujícím vlastnostem však není a nebude volbou pro řešení erozivních defektů [21].

Výplně zhotovené z kompozitního materiálu odolaly kyselému prostředí lépe než sklovina. Došlo pouze k mikroskopickým změnám povrchu a deskvamaci povrchových částic plniva. Makroskopické změny nebyly patrné. Jistý vliv na erozi povrchu kompozit však má jejich složení. Organické kyseliny snadněji rozpouští Bis-GMA polymery a dochází k uvolňování částic plniva. Je to pravděpodobně dáno i tím, že UEDMA/TEGDMA dosahují vyššího stupně konverze než Bis-GMA. V závislosti na typu pojiva byla klinicky pozorována rozdílná rychlost

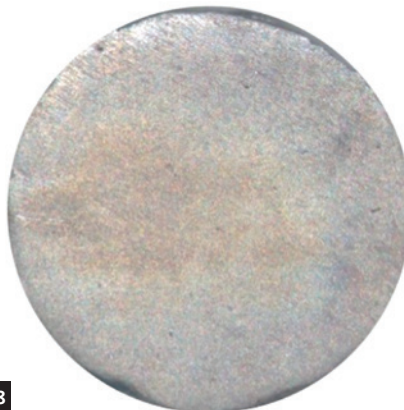
Tab. 5 Hodnoty průměrné vtiskové tvrdosti spolu se statistickým vyhodnocením – amalgám

Tab. 5 Values of average hardness along with statistical evaluation – amalgam

	Průměr (GPa)	SD (GPa)	Median (GPa)	Min. (GPa)	Max. (GPa)	Wilcoxon paired test (hodnota p)
Voda – neutrální pH (referenční hodnota)	2,25	0,38	2,3	1,6	2,7	
Coca-Cola – expozice 5 minut	2,23	0,28	2,25	1,8	2,6	1
Coca-Cola – expozice 14 dní	2,24	0,34	2,25	1,7	2,8	1



17



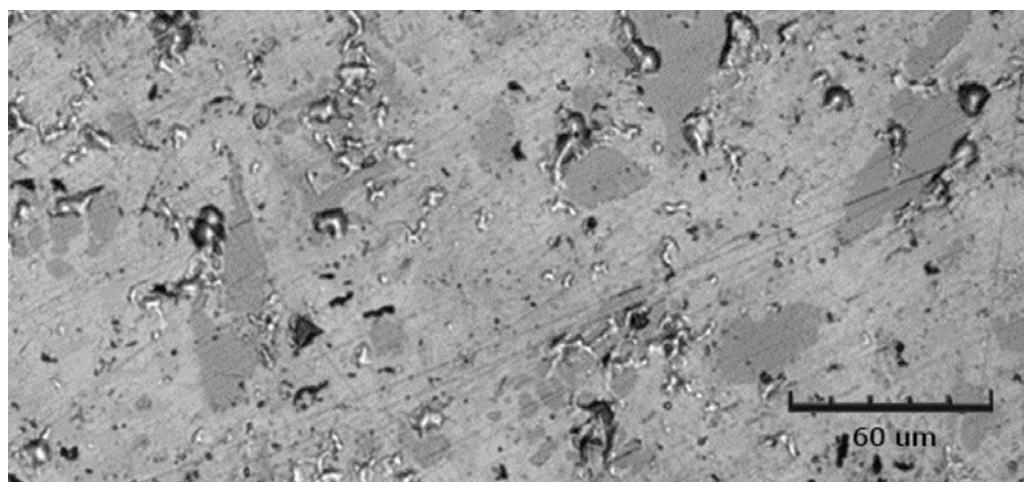
18

Obr. 17
Kontrolní vzorek amalgámu ve vodě

Fig. 17
Amalgam control sample in water

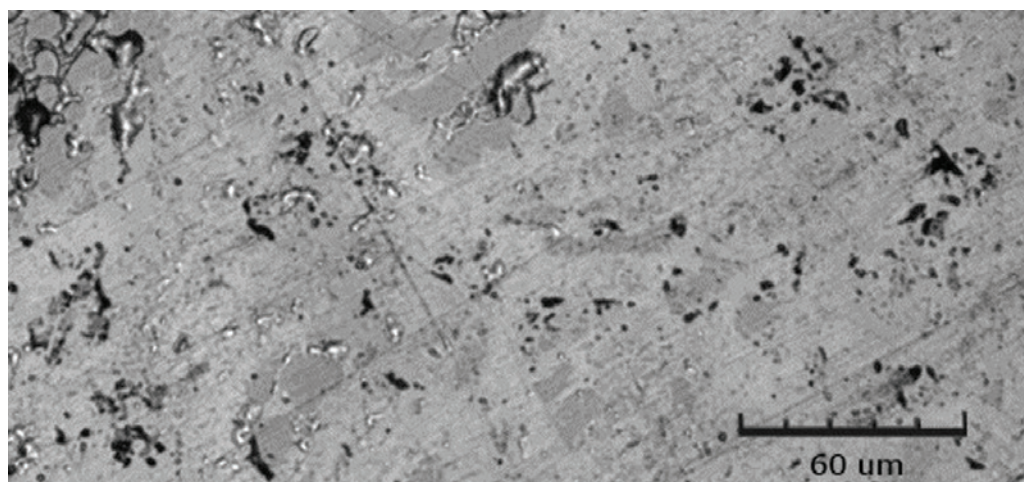
Obr. 18
Amalgám vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů

Fig. 18
Amalgam exposed to acidic pH for 14 days



Obr. 19
Kontrolní vzorek amalgámu ve vodě, zobrazeno CLSM

Fig. 19
Amalgam control sample in water, shown by CLSM



Obr. 20
Amalgám vystavený kyselému pH po dobu 14 dnů, zobrazeno CLSM

Fig. 20
Amalgam exposed to acidic pH for 14 days, shown by CLSM

Tab. 6 Měření tvrdosti nanoindentací – souhrn

Tab. 6 Hardness measurement – summary

	Tvrdost (GPa) voda neutrální pH	Tvrdost (GPa) Coca-Cola po 5 min	Snížení tvrdosti v % po 5 min	Tvrdost (GPa) Coca-Cola po 14 dnech
Harvard Ionoresin Fill	$0,78 \pm 0,38$	$0,73 \pm 0,4$	6 %	-
Omnifill C	$1,01 \pm 0,45$	$0,96 \pm 0,49$	5 %	-
Filtek Ultimate	$0,9 \pm 0,22$	$0,91 \pm 0,2$	0 %	$0,87 \pm 0,26$
Filtek Ultimate Flow	$0,65 \pm 0,16$	$0,72 \pm 0,21$	0 %	$0,6 \pm 0,16$
Amalgám	$2,25 \pm 0,38$	$2,23 \pm 0,28$	1 %	$2,24 \pm 0,34$
Sklovina [13]	$5,00 \pm 0,50$	$2,90 \pm 1,00$	42 %	-

opotřebení [22]. Z hlediska povrchu a jeho odolnosti vůči kyselinám však kompozitní materiál obstál výborně, což prokazují i další studie [17, 18, 23]. Díky adhezivní retenci materiálu i na drobných erozivních defektech bez nutnosti preparovat retenční kavitu se tento typ materiálu jeví jako ideální volba [9]. Lze jej využít i preventivně jako ochrannou vrstvu, která chrání tvrdé zubní tkáně před kyselinami [24]. Primární a nejdůležitější v ošetření erozí však zůstává zjištění a odstranění příčiny [25].

Největší limitací této studie bylo omezené spektrum materiálů. Dalším logickým krokem by mohlo být detailní prozkoumání a porovnání materiálů v dané skupině mezi sebou. Jak bylo uvedeno výše, různé typy monomerů reagují na kyselé prostředí s různou citlivostí. Stejně tak skloionomerní materiály jsou dnes vyráběny v širokém spektru zásadních modifikací, které by mohly mít vliv na výsledek erozivního testu.

ZÁVĚR

U žádného z testovaných vzorků nedošlo jeho vystavením Coca-Cole na dobu pěti minut ke snížení jeho tvrdosti. U všech testovaných výplňových materiálů došlo po pěti minutové expozici Coca-Cole k menší změně tvrdosti než u skloviny.

V případě dlouhodobé expozice (14 dnů) byly vzorky obou skloionomerních výplňových materiálů (Harvard Ionoresin Fill, Omnifill C) erodované natolik, že jejich povrchová tvrdost nebyla již nanoindentací měřitelná. Naopak u vzorků amalgámu a kompozitních materiálů (Filtek Ultimate, Filtek Ultimate Flow) nedošlo k výraznější změně tvrdosti ve srovnání se vzorkem ve vodě.

MDDr. Pavel Holík

Klinika zubního lékařství UP a FN
Palackého 12
779 00 Olomouc
e-mail: holikpavel@volny.cz

SVĚTOVÝ DEN ÚSTNÍHO ZDRAVÍ 2022



**Světový den
ústního zdraví**
20. březen

Mezinárodní projekt pod názvem World Oral Health Day (WOHD) organizuje od roku 2008 Světová dentální federace (FDI) společně s přibližně 150 národními dentálními asociacemi a ve spolupráci s globálními partnery.

Tato preventivní osvětová akce s celosvětovým dosahem se každým rokem slaví 20. března. Česká stomatologická komora připravila program, který probíhá v průběhu celého měsíce března.

<https://sdusz.cz/>

LITERATURA

1. Morozova J.

Erozivní defekty tvrdých zubních tkání: Část 1. Čes stomatol Prakt zubní lék. 2011; 59(1): 4–13.

2. Lussi A.

Eroze zubů: vyšetření, diagnóza, rizikové faktory. Prophylaxis dialogue. Zvláštní vydání o erozi. 2009/2010: 13–16.

3. Saads Carvalho T, Lussi A.

Acidic beverages and foods associated with dental erosion and erosive tooth wear. In: Zohoori FV, Duckworth RM. The impact of nutrition and diet on oral health. Basel: Karger; 2020, 91–98.

4. Joshi M, Joshi N, Kathariya R, Angadi P, Raikar S.

Techniques to evaluate dental erosion: A systematic review of literature. J Clin Diagn Res. 2016; 10(10): ZE01–ZE07. doi:10.7860/JCDR/2016/17996.8634

5. Lussi A, Ganss C.

Erosive tooth wear. Basel: Karger; 2014, 163–179.

6. Lussi A, Addy M, Angmar-Mansson B.

Dental erosion from diagnosis to therapy. Basel: Karger; 2006, 67–69, 130–135.

7. Rajeev G, Lewis AJ.

A time based objective evaluation of the erosive effects of various beverages on enamel and cementum of deciduous and permanent teeth. J Clin Exp Dent. 2020; 12(1): e1–e8. doi:10.4317/jced.55910

8. Hans R, Thomas S, Garla B,

Dagli RJ, Hans MK.

Effect of various sugary beverages on salivary pH, flow rate, and oral clearance rate amongst adults. Scientifica (Cairo). 2016; 2016: 5027283. doi: 10.1155/2016/5027283

9. Loomans B, Opdam N, Attin T, Bartlett D, Edelhoff D, Frankenberger R, Benic G, Ramseyer S, Wetselaar P, Sterenborg B, Hickel R, Pallesen U, Mehta S, Banerji S, Lussi A, Wilson N.

Severe tooth wear: European consensus statement on management guidelines. J Adhes Dent. 2017; 19(2): 111–119. doi: 10.3290/jad.a38102

10. Ahmed ME.

Surface hardness assessment of tooth substrates and different esthetic restorative materials after Immersion in different acidic media. Int J Dent Oral Heal. 2018; 4(11): 178–183.

11. Aliping-McKenzie M, Linden RW, Nicholson JW.

The effect of Coca-Cola and fruit juices on the surface hardness of glass-ionomers and 'compomers'. J Oral Rehabil. 2004; 34(11): 1046–1052.

12. Ozdemir-Ozenen D,

Sungurtekin-Ekci E, Ozenen G.

Effect of common daily acidic beverages on the surface roughness of glass ionomer-based dental restorative biomaterials. Glass Phys Chem. 2019; 45(6): 496–502.

13. Morozova J, Zapletalová Z, Čtvrtilík R, Ranc V.

Effect of selected acidic foodstuffs and beverages on enamel mechanical properties of human extracted teeth and their role in dental erosion origin. Čes stomatol Prakt zubní lék. 2012; 112(3): 77–87.

14. Attin T, Weiss K, Becker K, Buchalla W, Wiegand A.

Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. Oral Dis. 2005; 11(1): 7–12.

15. Oliver WC, Pharr GM.

An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments. J Mater Res. 1992; 7(6): 1564–1583.

16. Onat A.

Mechanical and dry sliding wear properties of silicon carbide particulate reinforced aluminium-copper alloy matrix composites produced by direct squeeze casting method. J Alloys Compd. 2010; 489(1): 119–124.

17. Hong-Yi F, Xue-Qi G, Yang L, Zhuo-Li Z, Hai-Yang Y.

The nanomechanical and tribological properties of restorative dental composites after exposure in different types of media. J Nanomater. 2014; 2014(2): 759038. doi:10.1155/2014/759038

18. Wongkhantee S, Patanapiradej V, Maneenut C, Tantbirojn D.

Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. J Dent. 2006; 34(3): 214–220.

19. Heck K, Frasheri I, Diegritz

C, Manhart J, Hickel R, Fotiadou C.

Six-year results of a randomized controlled clinical trial of two glass ionomer cements in class II cavities. J Dent. 2020; 97: 103333. doi: 10.1016/j.jdent.2020.103333

20. Honório HM, Rios D, Francisconi LF, Magalhaes AC, Machado MAAM, Buzalaf MAR.

Effect of prolonged erosive pH cycling on different restorative materials. J Oral Rehab. 2008; 35(12): 947–953.

21. Patki B. Direct permanent restoratives--amalgam vs composite.

J Evol Med Dent Sci. 2013; 2(46): 8912–8919.

22. Söderholm KJ, Lambrechts P,

Sarrett D, Abe Y, Yang MC, Labella R, Yildiz E, Willems G.

Clinical wear performance of eight experimental dental composites over three years determined by two measuring methods. Eur J Oral Sci. 2001; 109(4): 273–281.

23. Attin T, Wegehaupt FJ.

Impact of erosive conditions on tooth-colored restorative materials. Dent Mater. 2014; 30(1): 43–49.

24. Zhao X, Pan J, Malmstrom HS, Yan-Fang R.

Protective effects of resin sealant and flowable composite coatings against erosive and abrasive wear of dental hard tissues. J Dent. 2016; 49: 68–74. doi: 10.1016/j.jdent.2016.01.013

25. Šedý J.

Abrazivně-erozivní poškození tvrdých zubních tkání. In: Šedý J. Kompendium stomatologie II. 1. vydání. Praha: Triton; 2017, 200–208.

PRAŽSKÉ DENTÁLNÍ DNY

PRAGUE DENTAL DAYS

25. ROČNÍK MEZINÁRODNÍHO KONGRESU PRAŽSKÉ DENTÁLNÍ DNY 14.–15. 10. 2022 / O2 UNIVERSUM, PRAHA

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

Konkrétní informace budou průběžně zveřejňovány na www.dent.cz

OBSAHOVÝ REJSTŘÍK ČSPZL 2021

EDITORIAL	
Veverka J.	1, 33, 65, 97
PŮVODNÍ PRÁCE	
Bartošová M. , Kukletová M., Izakovičová Hollá L.	
Kariogenní mikroflóra u dětí s kazem časného dětství a u jejich matek	19
Fabián J. , Pazdera J., Kolář Z.	
Zkušenosti s léčbou odontogenních keratocyst	35
Kamínková P. , Dírer P., Kamínek M.	
Výskyt nediagnostikovaných ortodontických anomálií na základních školách Olomouckého kraje	11
Laputková G. , Talian I., Jendrichovská Z., Schwartzová V., Schwartzová Z., Sabo J.	
Proteóm slinných exozómů ako nový prostriedok pre diagnostiku orálnych ochorení	75
Mozoľa M. , Tvrdý P., Michl P., Heinz P., Pink R.	
Fraktury mandibuly a jejich vztah k poranění skeletu hlavy a krku	28
Myšák J. , Podzimek Š., Janatová T., Dušková J., Janata J., Najmanová L.	
Změny orálního mikrobiomu v průběhu nechirurgické terapie pacientů s pokročilou parodontitidou	67
Svoboda P. , Šikula P., Vrbka M., Nečas D., Roubalíková L.	
Využití tribologických metod pro predikci opotřebených dentálních výplňových materiálů	108
Tkáčková S. , Sabo J.	
Dentálne kompozitné výplňové materiály ako možný zdroj toxické záťaže ľudského organizmu	48
PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK	
Novotná B. , Harvan L., Somolová L., Morozova Y., Voborná I.	
Ošetření kazu blízkého zubní dřeň a metoda odložené exkavace	83
Rosa M. , Morozova Y., Moštěk R., Jusku A., Kováčová V., Somolová L., Voborná I., Kovalský T.	
Vybrané vlastnosti současných endodontických sealerů: část 2	3
Savková N. , Harvan L., Jusku A., Saygili S., Jezdinská K., Hulvert J.	
Souhrn poznatků o 3D tisku a jeho využití v zubním lékařství	55
Somolová L. , Zapletalová Z., Rosa M., Novotná B., Voborná I., Morozova Y.	
Endodontické sealery na bázi biokeramiky	116
Tkadlecová N. , Černochová P.	
Vztah mezi obstrukční spánkovou apnoí a kraniofaciálními anomáliemi u dospělých pacientů	98
PRAKTICKÉ SDĚLENÍ	
Somolová L. , Zapletalová Z., Rosa M., Harvan L., Voborná I., Morozova Y.	
Praktické využití endodontických sealerů na bázi biokeramiky	41
REJSTŘÍK ČSPZL 2020	2
ZPRÁVY A INFORMACE	
Podmínky pro publikaci v časopisu „Česká stomatologie a praktické zubní lékařství“	18
Profesor Miroslav Průcha zemřel	34
Předplatné ČSPZL na rok 2021	34, 96
Sborník abstraktů konference Úsměv 2021	90
Slavnostní a odborné události k 30. výročí ČSK	66

REJSTŘÍK AUTORŮ

Bartošová M.	19
Černochová P.	98
Dírer P.	11
Dušková J.	67
Fabián J.	35
Harvan L.	41, 55, 83
Heinz P.	28
Hulvert J.	55
Izakovičová Hollá L.	19
Janata J.	67
Janatová T.	67
Jendrichovská Z.	75
Jezdinská K.	55
Jusku A.	3, 55
Kamínek M.	11
Kamínková P.	11
Kolář Z.	35
Kováčová V.	3
Kovalský T.	3
Kukletová M.	19
Laputková G.	75
Michl P.	28
Morozova Y.	3, 41, 83, 116
Moštěk R.	3
Mozoľa M.	28
Myšák J.	67
Najmanová L.	67
Nečas D.	108
Novotná B.	83, 116
Pazdera J.	35
Pink R.	28
Podzimek Š.	67
Rosa M.	3, 41, 116
Roubalíková L.	108
Sabo J.	48, 75
Savková N.	55
Saygili S.	55
Schwartzová V.	75
Schwartzová Z.	75
Somolová L.	3, 41, 83, 116
Svoboda P.	108
Šikula P.	108
Talian I.	75
Tkáčková S.	48
Tkadlecová N.	98
Tvrdý P.	28
Veverka J.	1, 33, 65, 97
Voborná I.	3, 41, 83, 116
Vrbka M.	108
Zapletalová Z.	41, 116

ČLÁNKŮM Z ČASOPISU ČSPZL PŘIDĚLUJEME DOI (DIGITÁLNÍ IDENTIFIKAČNÍ OBJEKTU), A TO I ZPĚTNĚ OD ROKU 2010.

Tištěná verze časopisu ČSPZL je určena pouze pro předplatitele jako prestižní výsada.

Ostatní zájemci se mohou s hlavními články seznámit v češtině a s vybranými také v angličtině v elektronické verzi na

www.prolekare.cz.

REZERVUJTE SI
TERMÍN
10. ČERVNA
2022

ODBORNÝ SEMINÁŘ IMPLANTOLOGIE

2022

24. ročník

10. ČERVNA 2022

CUBEX CENTRUM PRAHA

11.45–22.00 hod.

PREZENTACE POSTERŮ

Prezentujte svoji práci v posterové sekci a získajte vstup zdarma pro celý autorský kolektiv. Přihlaste svůj poster na www.lasak.cz

CENA

4.390 Kč do 30. 4. 2022

5.390 Kč základní

1.390 Kč studenti

PŘIHLÁŠKA

elektronicky: www.lasak.cz/akce

e-mailem: vlckova@lasak.cz

telefonicky: +420 296 184 202

Těšíme se na setkání.

OSLAVTE S NÁMI 30 LET!

TÉMATATA

- Mezioborová spolupráce chirurga, implantologa a parodontologa s ortodontistou
- Co jsme dříve dělali, a proč už to neděláme?
- Management měkkých tkání – augmentace a prevence komplikací
- Navigovaná chirurgie BioniQ®
- Přednosti a limity intraorálních skenerů v implantologii – dozrála již technologie?

Plně navigovaná chirurgie BioniQ®

Demonstrační workshop s MUDr. M. Žitňanským



Dražan Jan
Švestka Petr
/CZ/



Fischer Kai
/DE/



Hyšpler Pavel
/CZ/



Šimůnek Antonín
Kopecká Dana
/CZ/



Žitňanský Michal
/CZ/

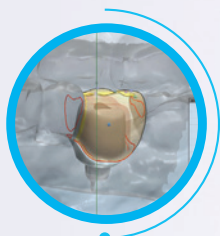


Přesný abutment na váš implantát* Unikátní technologie v České republice Již žádná kompromisní řešení!



Designování CAD/CAM korunky již během designu TruAbutmentu a výroba bez nutnosti opětovného skenování abutmentu.

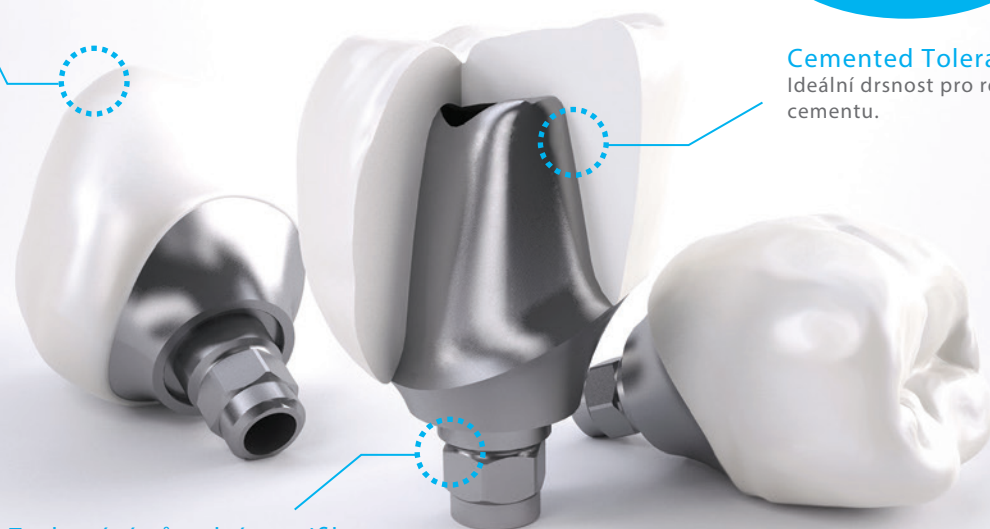
1 900 Kč
bez DPH
+ design fee



Design abutmentu a korunky současně



Výroba abutmentu a korunky současně



Cemented Tolerance
Ideální drsnost pro retenci cementu.

Zachování původní specifikace

Žádné manuální leštění. Frézováno na 100 % přesně jako dodané STL s maximální tolerancí frézování 0,005 mikronů.



2 500 Kč
bez DPH
+ design fee

konfekční přímý abutment

stabilní tlak

T:LOC
Custom Overdenture Abutment



2 500 Kč
bez DPH
+ design fee

- Snadno upravte úhly a polohu
- Prizpůsobený emergence profile a výška

All-on-T
Custom Multi Unit Abutment



CAD Validate



Split-file



100% Machine-Milled



Není nutno ručně leštit



Není frézováno z disku



Není frézováno z jigu



Lifetime warranty



100% spokojenost



made by

* K DISPOZICI ZATÍM NA 21 IMPLANTAČNÍCH SYSTÉMŮ: BioHorizons, Biomet 3i, Blue Sky Bio, Camlog, Dentis, Dentium, Dentsply Sirona, DIO, Hiossen/Osstem, Implant Direct, Keystone Dental, MegaGen, MIS, NeoBiotech, Neodent, Neoss, Nobel Biocare®, Shinhung, Straumann®, URIS Implant, Zimmer Biomet®

**ASKLEPION - Trade, s.r.o., Londýnská 160/39, 120 00 Praha 2,
tel.: 724 873 750, rathousky@asklepion.cz**



Asklepion Trade