



SLOVENSKÁ KOMORA
ZUBNÝCH LEKÁROV

RECENZOVANÝ ODBORNÝ A VEDECKÝ ČASOPIS ZAMERANÝ
NA ZUBNÉ LEKÁRSTVO A MAXILOFACIÁLNU CHIRURGIU

VYDÁVA SLOVENSKÁ KOMORA ZUBNÝCH LEKÁROV

THE REVIEWED PROFESSIONAL AND SCIENTIFIC JOURNAL
SPECIALIZED IN DENTISTRY AND MAXILLOFACIAL SURGERY

PUBLISHED BY SLOVAK CHAMBER OF DENTISTS

Stomatológ

ročník XXXV | **2** 2025

Ľudský papilomavírus asociovaný
s orálnymi spinocelulárnymi karcinómami

Hemiextrakcia dočasných molárov pri agenéze
2. premolárov – vývoj odporúčaní a súčasný pohľad

Navigovaná imediátna implantácia s okamžitým zaťažením:
Komplexná analýza súčasných chirurgických a protetických
protokolov, biologických princípov a klinických výsledkov
v ére digitálnej stomatológie

Farmakologická sedácia midazolamom pri ošetrovaní
chrupu detských pacientov

Prehľad vybraných biomateriálov pre kostné augmentácie
v orofaciálnej oblasti, I. časť

Prehľad vybraných biomateriálov pre kostné augmentácie
v orofaciálnej oblasti, II. časť

INFORMÁCIE O ČASOPISE

Stomatológ je recenzovaný odborný a vedecký časopis zameraný na zubné lekárstvo a maxilofaciálnu chirurgiu. Zameriava sa na články obsahujúce záznamy z pôvodných výskumov; pôvodné klinické pozorovania spojené s analýzou a diskusiou; analýzy filozofických, etických alebo sociálnych aspektov zdravotníckych profesií alebo biomedicínskych vied; kritické posudky; štatistické kompilácie, prehľadové práce; popisy hodnotenia metód alebo postupov; záznamy o prípadoch s komentármi a iné.

Odborné články prechádzajú recenzným konaním. Odborná hodnota a pôvod odborného článku je posudzovaný predsedom redakčnej rady, prípadne redakčnou radou.

ISSN 2989-4115 (online)
ISSN 1335-0005 (tlačené vydanie)

Registrácia MK SR pod číslom EV 3549/09

Vychádza 2 x ročne
Časopis je indexovaný

Bibliographia Medica Slovaca (BMS)

Verziu online čítajte na www.stomatolog.skzl.sk. Všetky články sú open access.

Termíny uzávierok časopisu Stomatológ 2026

Číslo STOMA	Redakčná uzávierka	Grafická úprava, uzávierka	Dáta v tlačiarne	STOMA na distribúciu
1/2026	30. 5.	8. 6.	15. 6.	30. 6.
2/2026	15. 11.	23. 11.	30. 11.	21. 12.

ZASIELANIE RUKOPISOV

Kompletný rukopis sa posiela redakcii v digitálnej forme na **www.stomatolog.skzl.sk** cez záložku "vložiť rukopis".

Alternatívou je poslať rukopis priamo do redakcie na email: **stomatolog@skzl.sk**

Stomatológ



XXXV. ročník, 2/2025

Dátum vydania: december 2025,
vychádza 2 x ročne

Predseda redakčnej rady

MUDr. Juraj Strecha, PhD.

Podpredseda redakčnej rady

MUDr. Jozef Minčík, PhD.

Redakčná rada

MUDr. Gabriela Alexandrová
doc. MUDr. Sonia Bartáková, PhD.
doc. MUDr. Ladislav Czakó, PhD.
MUDr. Simona Dianišková, PhD., MPH
doc. MUDr. Dušan Hirjak, PhD.
MUDr. Amir Amiry Manesh, PhD.
MUDr. Bohuslav Novák, PhD.
prof. MUDr. Neda Markovská, CSc.
prof. MUDr. Peter Stanko, CSc.
doc. MUDr. Dagmar Statelová, PhD., mim. prof.
MUDr. Adam Stebel, PhD., MHA
MUDr. Michal Straka, CSc.
prof. MUDr. Jiří Vaněk, CSc.

Vydavateľ

Slovenská komora zubných lekárov
IČO: 17639646
Sídlo vydavateľa a adresa redakcie:
Slovenská komora zubných lekárov
Fibichova 14, 821 05 Bratislava

Redakcia

Výkonný redaktor: PhDr. Lujza Hanová
stomatolog@skzl.sk, +421 2 482 040 76

Jazykový redaktor: Mgr. Vladimír Pisár
Preklady: Lucia Faltinová, MA

Grafická úprava a sadzba

Martin Lovas, martin.lovas@me.com

Tlač

LOWA, s.r.o, Strážna 9/A, 831 01 Bratislava

Predplatné na rok 2026

Cena predplatného za 2 čísla je pre člena SKZL 20 eur
a pre nečlena a iného predplatiteľa 60 eur (vrátane DPH).
Časopis si môžete objednať na ekonom@skzl.sk,
alebo na Slovenská komora zubných lekárov,
Fibichova 14, 821 05 Bratislava.

Distribúcia

Slovenská komora zubných lekárov,
Fibichova 14, 821 05 Bratislava

Registrácia MK SR pod číslom EV 3549/09

ISSN 2989-4115 (online)

ISSN 1335-0005 (tlačené vydanie).

Časopis je indexovaný v Bibliographia
Medica Slovaca (BMS).

Publikované rukopisy ani obrazový materiál
redakcia nevracia autorovi.

Vydavateľ nenesie zodpovednosť za údaje,
názory jednotlivých článkov, ani za kvalitu výrobkov
ani služieb jednotlivých inzerentov.

6 Ľudský papilomavírus asociovaný
s orálnymi spinocelulárnymi karcinómami

13 Hemiextrakcia dočasných molárov pri agenéze
2. premolárov – vývoj odporúčaní a súčasný pohľad

16 Navigovaná imediátna implantácia s okamžitým zaťažením:
Komplexná analýza súčasných chirurgických a protetických
protokolov, biologických princípov a klinických výsledkov
v ére digitálnej stomatológie

24 Farmakologická sedácia midazolamom pri ošetrovaní
chrupu detských pacientov

28 Prehľad vybraných biomateriálov pre kostné augmentácie
v orofaciálnej oblasti, I. časť

31 Prehľad vybraných biomateriálov pre kostné augmentácie
v orofaciálnej oblasti, I. časť

Ľudský papilomavírus asociovaný s orálnymi spinocelulárnymi karcinómami

Human papillomavirus associated with oral squamous cell carcinomas

Janičková, M., Hvizdoš, D., Jozefík, M., Sudzinová, K.,
Kalmanová, S., Juriček, R., Hrivnák, D.

doc. MUDr. Mária Janičková, PhD., MPH, MDDr. Daniel Hvizdoš, MDDr. Miroslav Jozefík, MDDr. Katarína Sudzinová,
MDDr. Sarah Kalmanová, MDDr. Rastislav Juriček, MDDr. Denis Hrivnák

Klinika stomatológie a maxilofaciálnej chirurgie, Jesseniovej lekárskej fakulty v Martine, Univerzity Komenského
v Bratislave a Univerzitnej nemocnice v Martine (KSaMCH JLF UK a UNM)

ABSTRAKT

Spinocelulárne karcinómy hlavy a krku (HNSCC) predstavujú šieste najčastejšie nádorové ochorenie na svete s približne 700 000 novými prípadmi a 350 000 úmrtiami ročne. V posledných desaťročiach je infekcia vysokorizikovými typmi HPV (high-risk, HR-HPV) spájaná s etiológiou orofaryngálnych a orálnych spinocelulárných karcinómov (OPSCC a OSCC). V súčasnosti sa považuje aj za významný prognostický biomarker. Nádory asociované s HPV predstavujú špecifickú podskupinu OPSCC a OSCC, ktorá sa od HPV-nezávislých nádorov líši klinickými charakteristikami, morfológiou, biologickým správaním, odpoveďou na liečbu a prognózou. HPV je celosvetovo prítomný v približne 24 % prípadov HNSCC, v 60 % OPSCC a 10 až 20 % OSCC (1,2). Pri HPV-pozitívnych nádoroch sa ochorenie často objavuje v mladšom veku u pacientov, ktorí nemajú abúzus fajčenia a alkoholu. Aj keď sú HPV-asociované nádory vo všeobecnosti spájané s lepšou prognózou, bolo preukázané, že fajčenie môže túto výhodu výrazne znížiť. Fajčenie podporuje genetickú nestabilitu nádorových buniek, zvyšuje riziko recidívy aj úmrtia (4). Zverejnené údaje naznačujú, že HPV status nádoru je silným a konzistentným determinantom vyššej miery prežitia. Vyššia miera prežitia u pacientov s HPV-pozitívnym karcinómom je čiastočne spôsobená väčšou lokálnou a regionálnou kontrolou, čo odzrkadľuje vyššiu vnútornú citlivosť na externú rádioterapiu alebo lepšiu rádiosenzitivizáciu pri použití chemoterapie (6).

Retrospektívne sme vyhodnotili pacientov s OSCC ošetrovaných na KSaMCH JLF UK a UNM v období od januára 2015 do októbra 2025. Zisťovali sme, koľkí z celkového počtu diagnostikovaných a liečených pacientov bolo vyšetrených na HPV a koľkí z nich boli HPV pozitívni. Porovnávali sme skupinu s HPV asociovanými a HPV nezávislými OSCC.

Kľúčové slová: orálny spinocelulárny karcinóm, vysokorizikové typy HPV, fajčenie, prognóza

ABSTRACT

Head and neck squamous cell carcinomas (HNSCC) are the sixth most common cancer worldwide, with approximately 700,000 new cases and 350,000 deaths annually. In recent decades, infection with high-risk types of HPV (high-risk, HR-HPV) has been linked to the etiology of oropharyngeal and oral squamous cell carcinomas (OPSCC and OSCC). It is now also considered an important prognostic biomarker. HPV-associated tumors represent a specific subgroup of OPSCC and OSCC that differs from HPV-independent tumors in terms of clinical characteristics, morphology, biological behavior, response to treatment, and prognosis. HPV is present in approximately 24% of HNSCC cases worldwide, 60% of OPSCC cases, and 10% to 20% of OSCC cases (1,2). In HPV-positive tumors, the disease often occurs at a younger age in patients who do not abuse tobacco or alcohol. Although HPV-associated tumors are generally associated with a better prognosis, smoking has been shown to significantly reduce this advantage. Smoking promotes genetic instability in tumor cells and increases the risk of recurrence and death (4). Published data suggest that HPV tumor status is a strong and consistent determinant of higher survival rates. The higher survival rate in patients with HPV-positive carcinoma is partly due to greater local and regional control, reflecting higher intrinsic sensitivity to external radiotherapy or better radiosensitization when chemotherapy is used (6).

We retrospectively evaluated patients with OSCC treated at KSaMCH JLF UK and UNM between January 2015 and October 2025. We determined how many of the total number of diagnosed and treated patients were tested for HPV and how many of them were HPV positive. We compared the group with HPV-associated and HPV-independent OSCC.

Keywords: oral squamous cell carcinoma, high-risk HPV types, smoking, prognosis

Úvod

Etiológia OSCC je tradične spájaná okrem iných s exogénymi rizikovými faktormi, ako sú fajčenie, alkohol, chronické mechanické dráždenie, chronický zápal a zlá hygiena ústnej dutiny. V posledných desaťročiach sa v rozvinutých krajinách (Severná Amerika, západná Európa, Austrália) zaznamenal výrazný nárast incidencie HPV asociovaného predovšetkým OPSCC ale aj OSCC, čo je pripisované zmenám v sexuálnom správaní, najmä rozšíreniu orálneho sexu a promiskuite. Ľudský papilomavírus (HPV) je rozšírený po celom svete

a predstavuje najčastejšie sexuálne prenosnú infekciu v USA (1). Najčastejším vysoko-rizikovým typom HPV asociovaným s OPSCC a OSCC je HPV16 a HPV 18. HPV16 je dominantným typom a vyskytuje sa u 86 % všetkých HPV pozitívnych OPSCC a OSCC. Je schopný vyvolať karcinogézu prostredníctvom expresie vírusových onkoproteínov E6 a E7. Tieto inaktivujú tumor-supresorové proteíny p53 a retinoblastomový proteín (pRb). Tieto proteíny spôsobujú narušenie kontrolných mechanizmov bunkového cyklu, čo vedie k nekontrolovanej proliferácii nádorových buniek. V súčasnosti sa

považuje za významný prognostický biomarker. Nádory asociované s HPV predstavujú špecifickú podskupinu OPSCC a OSCC, ktorá sa od HPV nezávislých nádorov líši klinickými charakteristikami, morfológiou, biologickým správaním, odpoveďou na liečbu a prognózou. Mikroskopický obraz HPV asociovaného OPSCC a OSCC je charakteristický prítomnosťou dysplastického epitelu v plnej hrúbke, často s papilárnou architektúrou, zvýšenou mitotickou aktivitou, jadrovým pleomorfizmom a absenciou keratinizácie. HPV je celosvetovo prítomný v približne 24,2 % prípadov HNSCC v 60 % OPSCC a 10 až 20 % OSCC. Rizikové faktory pre HPV asociované OSCC a OPSCC sú: rizikový sexuálny kontakt; pokles sliznicovej imunity a mladší vek pacientov. Podľa literárnych údajov sa vyskytuje v mladšom veku, u pacientov s dobrým socioekonomickým statusom a častejšie u tých, ktorí nemajú abúzus fajčenia a alkoholu. Úloha typických rizikových faktorov je v etiológii OSCC jednoznačná, úloha HPV nie je dominantná, zostáva nejednoznačná a stále diskutovaná (2).

Hlavnými determinantami celkového prežitia a prežitia bez recidívy pacientov s OSCC sú: vek; rasa; štádium nádorového ochorenia; celkový zdravotný stav a fajčenie tabaku (menej alebo viac ako 10 rokov fajčenia a množstvo cigariet resp. krabičiek ročne). Pacienti s HPV pozitívnymi nádormi najmä OPSCC majú o 51 % nižšie riziko recidívy a 58 % nižšie riziko úmrtia v porovnaní s pacientami s HPV negatívnymi nádormi (6). Aj keď sú HPV asociované nádory vo všeobecnosti spájané s lepšou prognózou, bolo preukázané, že fajčenie môže túto výhodu výrazne znižovať. Fajčenie podporuje genetickú nestabilitu nádorových buniek, zvyšuje riziko recidívy aj úmrtia. Riziko recidívy a úmrtia sa významne zvyšuje až o 1 % za každý ďalší balíček cigariet vyfajčený za rok. Veľkosť vplyvu fajčenia je podobná tak u pacientov s HPV pozitívnymi, ako aj HPV negatívnymi nádormi. Kombinácia HPV statusu nádoru, štádia nádorového ochorenia a počtu rokov fajčenia sa môže použiť na klasifikáciu pacientov s nízkym, stredným alebo vysokým rizikom recidívy a úmrtia. Pri OSCC je lepšia prognóza všeobecne spojená s mladším vekom pacienta a skorším štádiom ochorenia (3, 5).

Liečba OSCC a OPSCC je multimodálna, multidisciplinárna, zahŕňa chirurgické výkony a systémovú protinádorovú

liečbu. U pacientov s HPV asociovanými nádormi je 5-ročná miera prežitia približne 75 až 80 %, u pacientov s HPV negatívnymi nádormi je 45 až 50 % (v závislosti od klinického štádia nádorového ochorenia). Vyššia miera prežitia u pacientov s HPV pozitívnym karcinómom je čiastočne spôsobená väčšou lokálnou a regionálnou kontrolou, čo odzrkadľuje ich vyššiu vnútornú citlivosť na externú rádioterapiu alebo lepšiu rádiosenzitivizáciu pri použití chemoterapie, aj keď doposiaľ nebol preukázaný žiadny špecifický mechanizmus, ktorý by to vysvetľoval (4).

V súčasnosti je veľmi relevantnou klinickou otázkou, či pacienti s HPV asociovanými OSCC nádormi, ktorí sú považovaní za pacientov s nízkym rizikom, môžu byť ušetrení dlhodobých komplikácií intenzívnej multimodálnej liečby bez ohrozenia ich prežitia. Mimoriadne málo štúdií testovalo odlišné liečebné protokoly špecificky pre HPV+ OSCC. V literatúre popisované a v praxi využívané sú deeskalčné a deintenzifikačné stratégie liečby u OPSCC HPV asociovaných, ale nie u OSCC. Klinický dôkaz pre priaznivú prognózu a liečebnú odozvu HPV pozitívnych nádorov je silný u OPSCC, zatiaľ čo u OSCC je preukaznosť slabšia a v rôznych štúdiách protichodná. Klinické štúdie, ktoré by menili liečbu u HPV asociovaných OSCC (napr. zníženie ERT/chemoterapie alebo iné režimy), sú vzácne (7, 8). V literatúre sú častejšie štúdie, ktoré skúmajú incidenciu a prevalenciu HPV asociovaných OPSCC a OSCC a porovnávajú ich prognózu.

Materiál a metodika

Retrospektívne sme vyhodnotili pacientov s orálnymi spinocelulárnymi karcinómami, ktorí boli diagnostikovaní a liečení na KSaMCH JLF UK a UNM v období január 2015 až október 2025, teda za takmer 10 rokov.

Súbor, ktorý tvorilo spolu 305 pacientov, sme rozdelili na pacientov s HPV asociovanými, HPV negatívnymi a HPV nevyšetrenými OSCC. V skupinách pacientov s HPV asociovanými a HPV negatívnymi OSCC sme vyhodnocovali parametre týkajúce sa pohlavia a veku. Zisťovali sme lokality, v ktorých sa OSCC vyskytovali, staging, počet fajčiarov tabaku, liečbu, recidívu, úmrtie a päťročné prežítie.

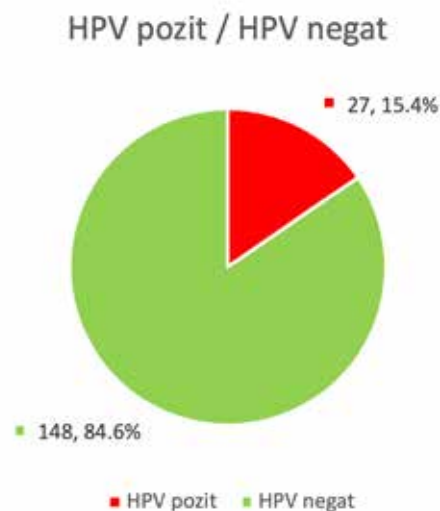
Výsledky

Súbor tvorilo 305 pacientov. Vyšetrenie na HPV bolo realizované u 175 pacientov, teda približne u polovice. Z toho pacientov s HPV pozitívnymi nádormi bolo 27, teda 15,4 % čo zodpovedá prevalencii v literárnych údajoch. Realizované bolo histopatologické a imunohistochemické vyšetrenie na dôkaz proteínu p16, markeru onkogénnej HPV infekcie, alebo vyšetrenie pomocou protilátky anti HPV 16 (tabuľka 1, graf 1).

	Počet	%
HPV vyšetrené	175	57,4 %
HPV nevyšetrené	130	42,6 %
Spolu pacientov	305	

Tabuľka 1 Súbor pacientov prehľadne

Table 1 Overview of the patient cohort



Graf 1 Vyšetrenie HPV pacientov v súbore

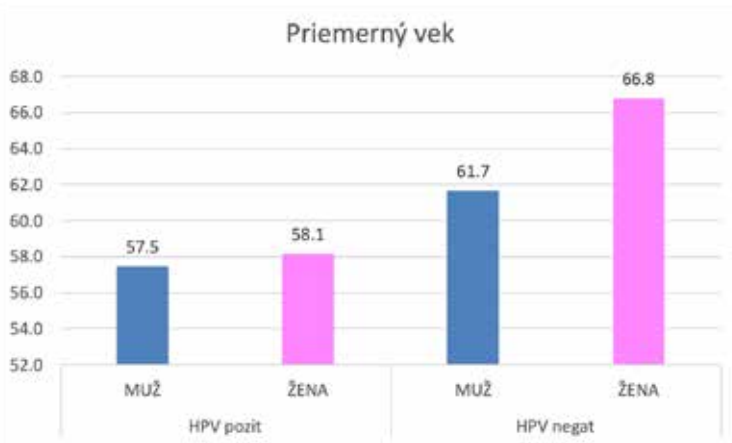
Graph 1 HPV testing of patients in the cohort

V skupine pacientov s HPV pozitívnymi nádormi bolo viac mužov ako žien – spolu 20. V skupine pacientov s HPV negatívnymi nádormi bolo tiež viac mužov ako žien – spolu 96 (tabuľka 2).

	HPV pozit	HPV negat	Spolu
MUŽ	20	96	116
ŽENA	7	52	59
Spolu	27	148	175

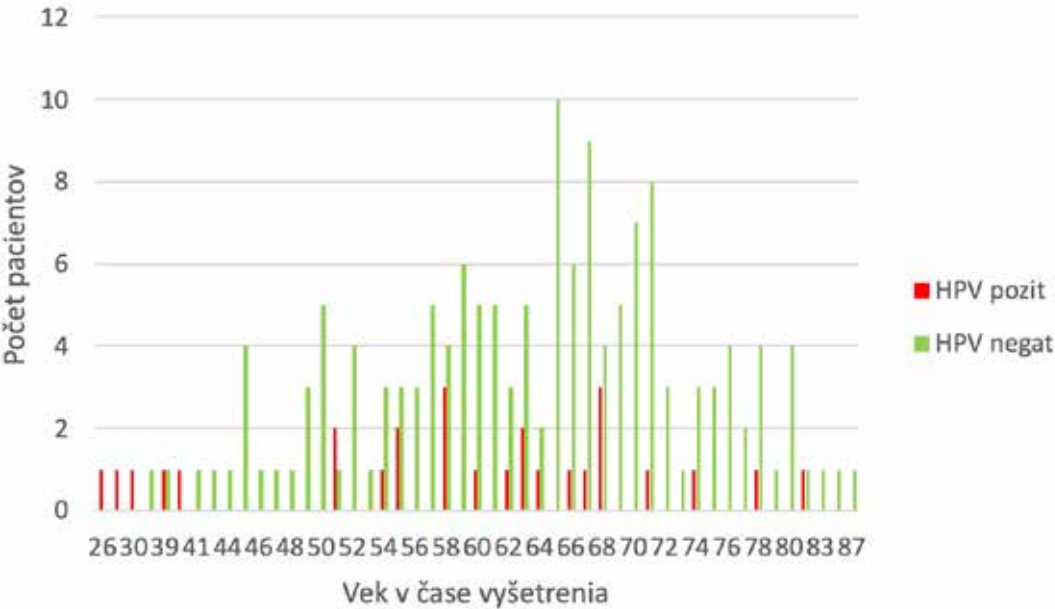
Tabuľka 2 Pohlavie pacientov v súbore pacientov
Table 2 Gender of patients in the cohort

Priemerný vek v skupine pacientov s HPV pozitívnymi nádormi bol nižší ako 57,7 rokov v porovnaní so skupinou pacientov s HPV negatívnymi nádormi, kde bol 63,5 rokov (graf 2).



Graf 2 Vek pacientov v súbore pacientov
Graph 2 Age of patients in the cohort

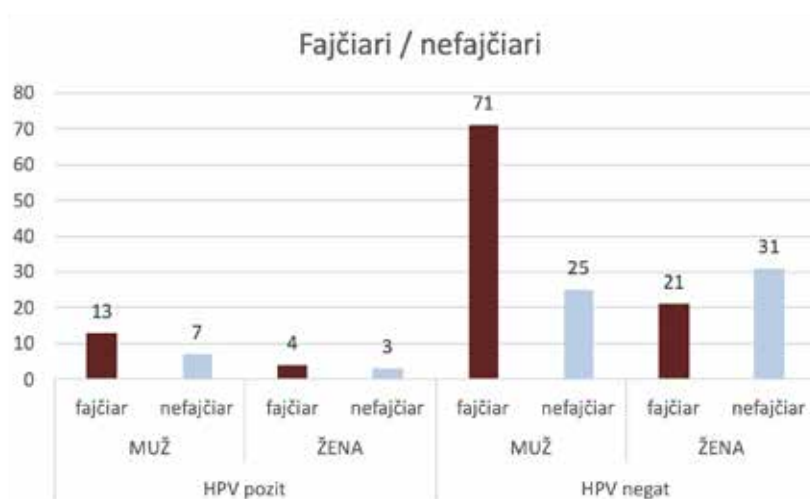
V grafe 3 je detailnejšie vyhodnotenie vekových kategórií pacientov. Červenou sú vyznačení pacienti s HPV pozitívnymi nádormi, u ktorých, ako z grafu vyplýva, bola epitelová malignita diagnostikovaná v nižšom veku, najmladší pacient mal 26 rokov, väčšina pacientov bola v rozmedzí 50 až 60 rokov. V skupine pacientov s HPV negatívnymi nádormi bolo najviac pacientov vo vekovom rozmedzí 66 – 72 rokov.



Graf 3 Vekové kategórie pacientov v súbore pacientov
Graph 3 Age categories of patients in the cohort

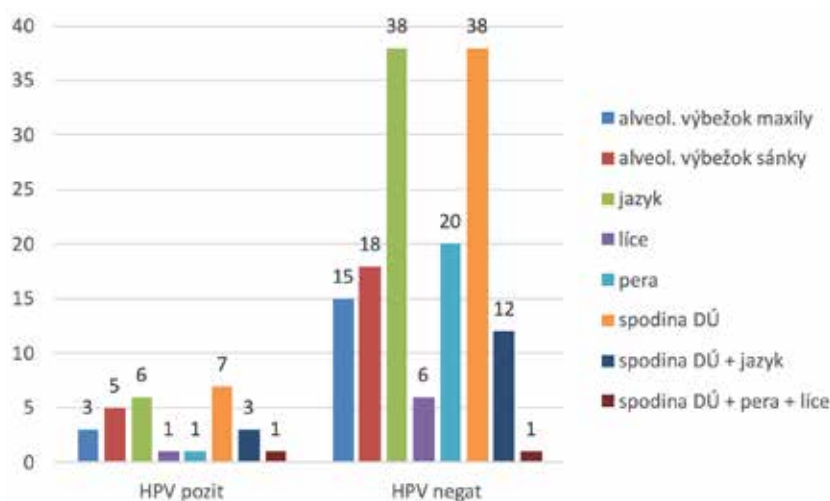
Nepriaznivé bolo zistenie, že v skupine pacientov s HPV pozitívnymi nádormi bolo viac fajčiarov tabaku ako nefajčiarov, prevládali fajčiari muži, ale medzi ženami bolo tiež viac fajčiarok.

V skupine pacientov s HPV negatívnymi nádormi bolo tiež viac fajčiarov ako nefajčiarov, prevládali fajčiari muži, avšak v skupine žien s HPV negatívnymi nádormi boli častejšie nefajčiarky ako fajčiarky (graf 4).



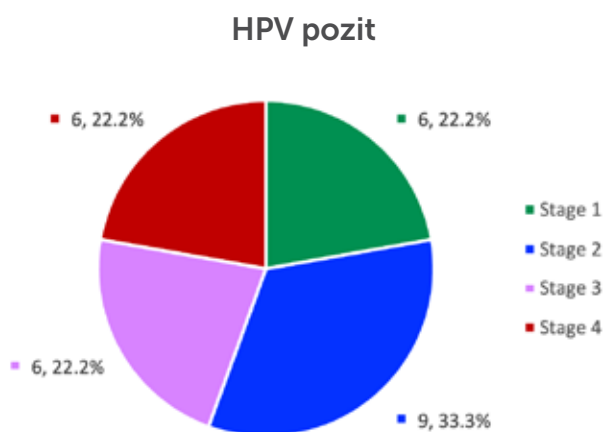
Graf 4 Počet fajčiarov v súbore pacientov **Graph 4** Number of smokers in the cohort

Z pohľadu lokality sa v skupine pacientov s HPV pozitívnymi nádormi najčastejšie vyskytovali OSCC v oblasti spodiny ústnej dutiny, jazyka a alveolárneho výbežku mandibuly. V skupine pacientov s HPV negatívnymi nádormi boli najčastejšími lokalitami jazyk, spodina ústnej dutiny, dolná pera a alveolárny výbežok mandibuly (graf 5).



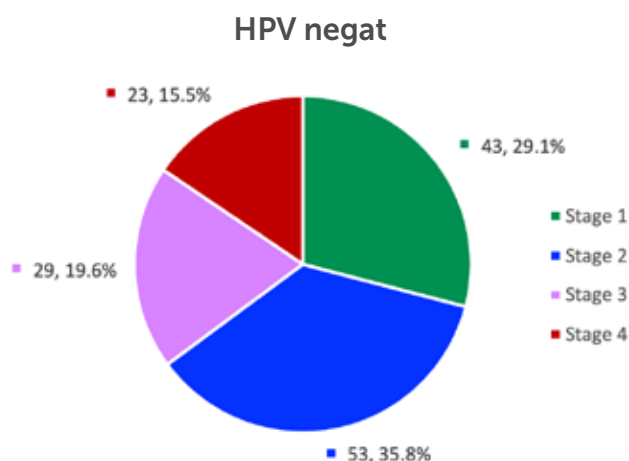
Graf 5 Najčastejšie lokality OSCC v súbore pacientov **Graph 5** Most common OSCC locations in the cohort

Pri analýze stagingu sme zistili, že v oboch skupinách percentuálne prevládali pacienti v I. a II. štádiu nádorového ochorenia. Z grafov tiež vyplýva, že paradoxne v skupine pacientov s HPV asociovanými nádormi bolo o niečo vyššie percentuálne zastúpenie pacientov v III. a IV. štádiu v porovnaní s skupinou pacientov s HPV negatívnymi nádormi (graf 6 a, 6 b).



Graf 6 a) Staging pacientov s HPV pozitívnymi nádormi v súbore pacientov

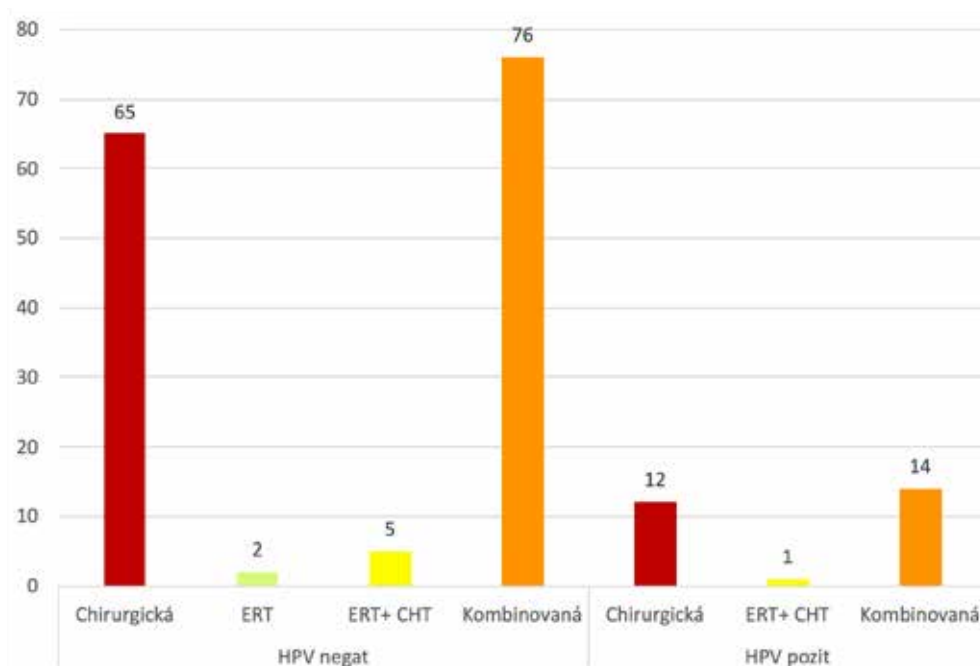
Graph 6 a) Staging of patients with HPV-positive tumors in the cohort



Graf 6 b) Staging pacientov s HPV negatívnymi nádormi v súbore pacientov

Graph 6 b) Staging of patients with HPV-negative tumors in the cohort

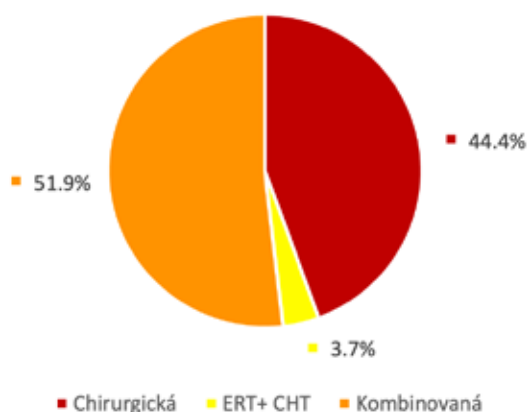
V rámci liečby v oboch skupinách dominovala chirurgická liečba a kombinovaná liečba s následnou onkologickou liečbou externou rádioterapiou a chemoterapiou. V skupine pacientov s HPV asociovanými nádormi nebola následná onkologická liečba realizovaná len u dvoch pacientov (graf 7a, 7b, 7c).



Graf 7a) Liečba pacientov v súbore pacientov

Graph 7a) Treatment of patients in the patient cohort

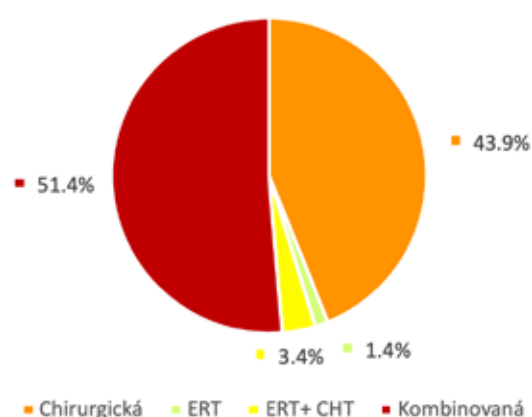
Liečba HPV pozit



Graf 7 b) Liečba pacientov s HPV pozitívnymi nádormi v súbore pacientov

Graph 7 b) Treatment of patients with HPV-positive tumors in the patient cohort

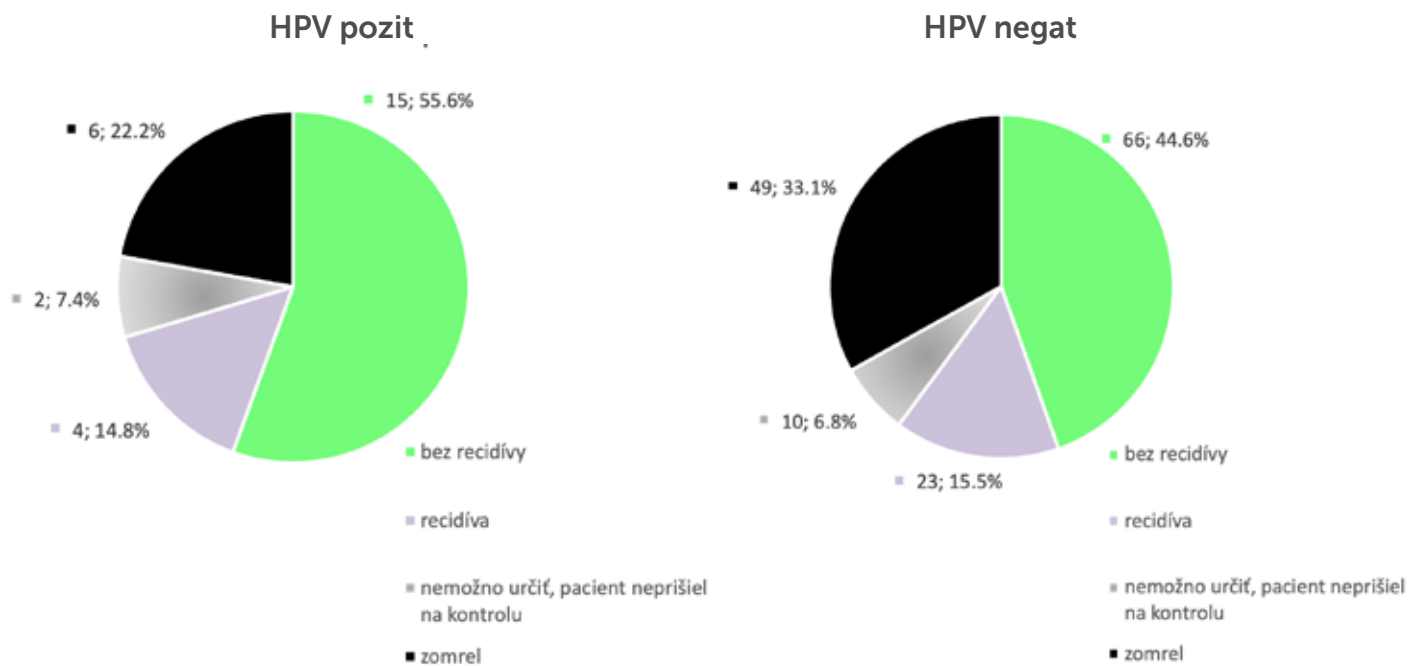
Liečba HPV negat



Graf 7 c) Liečba pacientov s HPV negatívnymi nádormi v súbore pacientov

Graph 7 c) Treatment of patients with HPV-negative tumors in the cohort

Pri vyhodnocovaní účinnosti liečby sme zistili, že v skupine pacientov s HPV asociovanými nádormi bolo bez recidívy viac pacientov – spolu 55,6 %, v porovnaní s pacientami s HPV negatívnymi nádormi, kde ich bolo menej – len 44,6 % pacientov. Úmrtí bolo viac v skupine pacientov s HPV negatívnymi nádormi – spolu 33,1 % – ako v skupine pacientov s HPV pozitívnymi nádormi, kde to bolo 22,2 %. V súbore sme zaznamenali aj skupinu pacientov, u ktorých nebolo možné vyhodnotiť recidívu resp. úmrtie, nakoľko sa nedostavili na kontrolu. Príčinu vidíme v prerušení dispenzárnej starostlivosti počas pandémie Covid 19, po ktorej sa veľa pacientov do dispenzárnej starostlivosti nevrátilo (graf 8a, 8b).



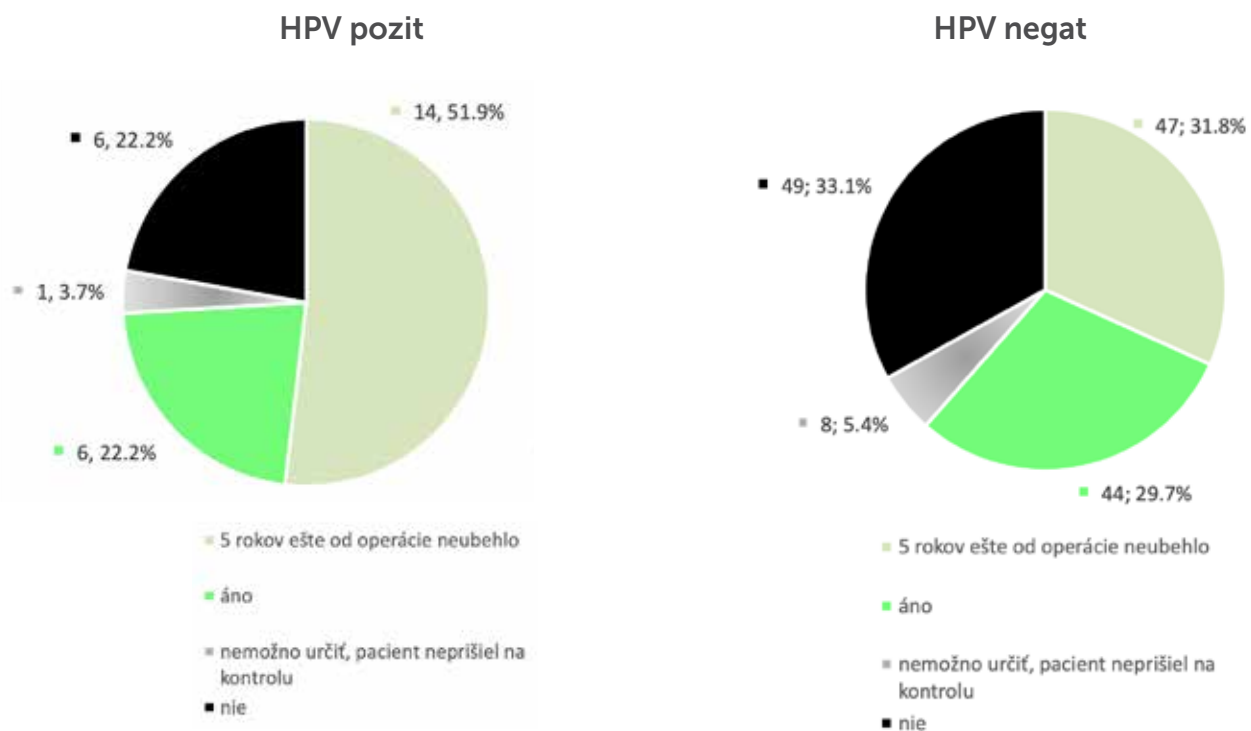
Graf 8a) Vyhodnotenie recidívy/úmrtnosti pacientov s HPV pozitívnymi nádormi v súbore

Graph 8a) Evaluation of recurrence/death in patients with HPV-positive tumors in the cohort

Graf 8 b) Vyhodnotenie recidívy/úmrtnosti pacientov s HPV negatívnymi nádormi v súbore

Graph 8b) Evaluation of recurrence/death in patients with HPV-negative tumors in the cohort

Pri analýze 5-ročného prežívania sme zistili, že v skupine s HPV pozitívnymi nádormi malo 5-ročné prežívanie 22,2 % pacientov a v skupine s HPV negatívnymi nádormi malo 5-ročné prežívanie 29,7 % pacientov. Interpretácia tohoto ukazovateľa nie je jednoznačná z dôvodu, že v obidvoch sledovaných skupinách boli pacienti, u ktorých ešte od operačného výkonu neubehlo päť rokov, a to v skupine s HPV pozitívnymi nádormi 51,9 % pacientov a s HPV negatívnymi nádormi 31,8 % pacientov (graf 9a, 9b).



Graf 9 a) Päťročné prežívanie pacientov s HPV pozitívnymi nádormi v súbore

Graph 9 a) 5-year survival of patients with HPV-positive tumors in the cohort

Graf 9 b) Päťročné prežívanie pacientov s HPV negatívnymi nádormi v súbore

Graph 9 b) 5-year survival of patients with HPV-negative tumors in the cohort

Diskusia

Z analýzy našich výsledkov vyplýva, že v sledovanom súbore bolo len u 57,4 % pacientov realizované vyšetrenie na HPV pozitivitu nádorov. Súvisí to s tým, že v minulosti sa OPSCC a OSCC neklasifikovali podľa prítomnosti HPV infekcie. Pri OSCC nie je v odporúčaní WHO robiť takéto imunohistochemické vyšetrenie, na rozdiel od OPSCC, kde sa tieto vyšetrenia robia paušálne v rámci TNM klasifikácie. Vekový priemer bol v skupine pacientov s HPV pozitívnymi nádormi nižší ako v skupine pacientov s HPV negatívnymi nádormi a epitelová malignita bola u nich diagnostikovaná v nižšom veku. Nepriaznivé bolo zistenie, že na rozdiel od literárnych údajov bolo v skupine pacientov s HPV pozitívnymi nádormi viac fajčiarov ako nefajčiarov, a to tak medzi mužmi, ako aj medzi ženami. Z pohľadu lokality sme výraznejšie rozdiely v oboch skupinách nezistili, s výnimkou dolnej pery, ktorá bola v skupine pacientov s HPV pozitívnymi nádormi menej zastúpená. Podľa literárnych údajov sa HPV asociované nádory vyskytujú najmä v oblasti jazyka, v našom súbore prevládali u týchto pacientov OSCC v oblasti spodiny ústnej dutiny. Z analýzy stagingu vyplýva, že na rozdiel od literárnych údajov skupine pacientov s HPV asociovanými nádormi bolo o niečo vyššie percentuálne zastúpenie pacientov v III. štádiu v porovnaní so skupinou pacientov s HPV negatívnymi nádormi. V IV. štádiu bolo viac pacientov s HPV negatívnymi OSCC. V rámci liečby v oboch skupinách dominovala chirurgická liečba a kombinovaná chirurgická s následnou onkologickou liečbou ERT a CHT.

Pri vyhodnocovaní účinnosti liečby sme zistili, že v skupine pacientov s HPV asociovanými nádormi bolo bez recidívy viac pacientov v porovnaní s pacientami s HPV negatívnymi nádormi a úmrtí bolo viac v skupine pacientov s HPV negatívnymi nádormi ako v skupine pacientov s HPV pozitívnymi nádormi. Pri vyhodnocovaní tohoto ukazovateľa v mnohých prípadoch nedisponujeme údajmi, aká bola príčina úmrtia. Z toho vyplýva, že niektorí pacienti zomreli z dôvodu generalizácie onkologického ochorenia, niektorí pre iné príčiny súvisiace s dekompenzáciou celkového zdravotného stavu. Z analýzy 5-ročného ho prežívania vyplýva, že v skupine pacientov s HPV pozitívnymi nádormi malo 5-ročné prežitie o niečo menej pacientov ako v skupine pacientov s HPV negatívnymi nádormi, čo môže súvisieť s vysokým počtom fajčiarov v skupine pacientov s HPV pozitívnymi nádormi.

Záver

HPV infekcia hrá menšiu úlohu v patogenéze OSCC než u OPSCC. Vyššia prevalencia, lepšia prognóza a odozva na onkologickú liečbu je u HPV pozitívnych OPSCC ako u OSCC. Fajčenie podporuje genetickú nestabilitu nádorových buniek a zhoršuje odpoveď na protinádorovú liečbu (rádioterapia/chemoterapia). Zvyšuje riziko recidívy a úmrtia. Preto je potrebné postupovať obozretne pri deeskalácii systémovej onkologickej liečby (zníženie dávky ERT/CHT) pri HPV asociovaných OSCC, ktorá sa odporúča pre HPV pozitívne OPSCC tumory.

Zo záverov 1. Slovenskej HPV konferencie konanej pod záštitou Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky 28. 11. 2025, ktorá sa venovala multidisciplinárnemu pohľadu na HPV infekciu z hľadiska gynekológov, dermatovenerológov, urológov, pediatrov, všeobecných chirurgov, chirurgov

hlavy a krku, epidemiológov, infektológov a imunológov, vyplýva, že zásadná a najdôležitejšia je prevencia. Vakcíny pokrývajú väčšinu zistených typov HPV. Deväťvalentná vakcína proti HPV chráni pred 9 typmi ľudského papilomavírusu: nízko-rizikovými typmi spôsobujúcimi bradavice HPV 6 a 11 aj vysokorizikovými typmi HPV 16, 18, 31, 33, 45, 52, 58. Tieto typy pokrývajú viac ako 90 % prípadov rakoviny krčka maternice a veľkú časť HPV-pozitívnych nádorov konečníka, vulvy, vagíny, penisu a orofaryngu. Deväťvalentná vakcína proti ľudskému papilomavírusu môže znížiť riziko HPV sprostredkovanej karcinogenézy v dutine ústnej. Vakcinácia proti HPV je momentálne najlepšia dostupná primárna prevencia HPV pozitívnych OPSCC. Očakáva sa, že v nasledujúcich dekádach sa takto môže výrazne znížiť incidencia HPV pozitívnych OPSCC a OSCC. Vakcíny poskytujú najvyššiu ochranu pri očkovaní vo veku 9 – 14 rokov. Sú účinné aj u starších (do 26 – 45 rokov podľa indikácií), ale preventívny efekt je nižší, ak už došlo k expozícii HPV. Je preto potrebné danú problematiku ďalej skúmať, ideálne v rámci medzinárodných, multicentrických štúdií.

Literárne zdroje

1. DE AQUINO SN, BEZERRA HKF, LOUERDO BVR, LOPES MA, SANTOS- SILVA AR, VARGAS PA (2024). Diagnosis of HPV-associated oropharyngeal squamous cell carcinoma in a middle-income country: report of two new cases, *J of Oral diagnosis*. <https://doi.org/10.5327/2525-5711.260>
2. KATIRACHI SK, GRONLUND MP, JAKOBSEN KK, GRONHOJ CH, VON BUCHWALD CH (2023). The prevalence of HPV in oral cavity squamous cell carcinoma, *Viruses*, 15, 451, <https://doi.org/10.3390/v15020451>
3. LIN Y, LI Z, ZHANG K, LI X, SHAO L, LIU A (2025). Correlation and prognosis analysis of human papillomavirus infection and P16 expression in oral and oropharyngeal squamous cell carcinomas, *Scientific Reports*, 15:11270 <https://doi.org/10.1038/s41598-025-95643-1>
4. ANG KK, HARRIS J, WHEELER R, WEBER R, ROSENTHAL I, NGUYEN-TAN PF, WESTRA WH, GILLISON ML (2010). Human papillomavirus and survival of patients with oropharyngeal cancer, *N Engl J Med* 363:24-35, VOL. 363 NO. 1, <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0912217>
5. KRITPRACHA CH, LEELASAWATSUK P, KIRTSREESAKUL V, SUPANIMITJAROENPORN P, Jarukit TANTIPISIT J, TANGTHONGKUM M (2025). Prognostic Relationship Between Human Papillomavirus Status and Overall Survival in Patients with Tongue Cancer, *Viruses* 217, 780. <https://doi.org/10.3390/v17060780>
6. STEPHANUS CH, KAR YL, TING HH, YU-XIONG S (2021). The Prognostic Value of Human Papilloma Virus Infection in Oral Cavity Squamous Cell Carcinoma: A Meta-Analysis, *Laryngoscope*, 132(9):1760-1770. <https://doi.org/10.1002/lary.29996>
7. STROHL M, WAI KC, HA KP (2020). De-intensification strategies in HPV-related oropharyngeal squamous cell carcinoma-a narrative review, *Ann Transl Med*;8(23):1601. <https://doi.org/10.21037/atm-20-2984>
8. BIGELOW EO, SEIWERT TY, FAKHRY C (2020). Deintensification of treatment for human papillomavirus-related oropharyngeal cancer: Current state and future directions, *Oral Oncol*;105:104652. <https://doi.org/10.1016/j.oraloncology.2020.104652>

Korešpondujúci autor

doc. MUDr. Mária Janíčková, PhD., MPH
Klinika stomatológia a maxilofaciálnej chirurgie
JLF UK a UNM
Kollárova 2, 03659 Martin
maria.janickova@uniba.sk

Hemiextrakcia dočasných molárov pri agenéze 2. premolárov – vývoj odporúčaní a súčasný pohľad

Hemiextraction of primary molars in second premolar agenesis – evolution of recommendations and current perspective

Pčolová, S., Gazdík, L.

MDDr. Slávka Pčolová, MDDr. Ľubomír Gazdík
Ortodoncia Gazdík, Dolný Kubín

ABSTRAKT

Cieľom práce je zhrnúť vývoj odporúčaní pre hemiextrakciu (hemisekciu) dočasných druhých molárov pri agenéze druhých premolárov a porovnať ich s aktuálnymi poznatkami. Práca vychádza z analýzy dostupnej literatúry a odborných diskusií publikovaných v rokoch 1996 – 2025. Zhrnuté údaje ukazujú, že úspešnosť hemiextrakcie závisí predovšetkým od veku pacienta a správneho načasovania výkonu, pričom najlepšie výsledky sa dosahujú pred erupciou trvalého druhého molára. Novšie randomizované kontrolované štúdie potvrdzujú, že hemiextrakcia neprináša významný klinický prínos oproti úplnej extrakcii a je spojená s vyšším rizikom komplikácií a vyššími nákladmi. V súčasnosti sa preto odporúča preferovať úplnú extrakciu ako štandardný interceptívny postup, zatiaľ čo hemiextrakcia má miesto len vo výnimočných, starostlivo indikovaných prípadoch.

Kľúčové slová: hemiextrakcia, agenéza, interceptívna ortodoncia

ABSTRACT

The aim of this paper is to summarize the development of recommendations for hemiextraction (hemisection) of primary second molars in cases of second premolar agenesis and to compare them with current evidence. The article is based on an analysis of the available literature and expert discussions published between 1996 and 2025. The summarized data indicate that the success of hemiextraction depends primarily on the patient's age and the proper timing of the procedure, with the best results achieved before the eruption of the permanent second molar.

Recent randomized controlled trials have confirmed that hemiextraction does not provide a significant clinical advantage over complete extraction and is associated with a higher risk of complications and increased costs. Currently, complete extraction is recommended as the standard interceptive approach, while hemiextraction should be reserved for exceptional, carefully selected cases.

Keywords: hemiextraction, agenesis, interceptive orthodontics

Úvod

Agenéza druhých premolárov patrí medzi najčastejšie vývojové odchýlky chrupu. V prípade agenézy druhého premolára zostáva v ústnej dutine dočasný druhý molár, ktorého ďalší osud je predmetom dlhodobej diskusie. V minulosti sa u takýchto pacientov často indikovala hemiextrakcia dočasného molára, aby sa zabránilo skloneniu trvalého prvého molára a podporila spontánna mesializácia. Otázkou však zostáva, či má tento postup opodstatnenie aj v súčasnosti. Cieľom práce je zhodnotiť vývoj odporúčaní a porovnať výsledky hemiextrakcie s klasickou extrakciou na základe najnovších dostupných štúdií.

Stručné historické pozadie

Pojem hemisekcia vznikol v 30. rokoch 20. storo-

čia v súvislosti s endodonticko-chirurgickými zákrokmi (Simonton, 1933). V ortodoncii tento princíp ako interceptívnu metódu zaviedol Northway v 80. rokoch, ktorý navrhol odstrániť distálnu polovicu dočasného druhého molára a ponechať mesiálnu tak, aby sa zachoval kontakt so susedným dočasným prvým molárom a umožnila sa riadená mesializácia prvého trvalého molára bez jeho nežiaduceho skláňania. Technika sa rozšírila ako alternatíva k úplnej extrakcii, avšak jej dlhodobé výsledky zostali rozporuplné.

Aktuálne dôkazy a klinické poznatky

Staršie práce, ako napríklad Valencia, Saadia a Grinberg (2004), poukazovali na to, že úspech hemiextrakcie dočasného druhého molára úzko súvisí s vekovo správnym načasovaním zákroku. Autori popísali techniku controlled

slicing – postupné odstránenie distálnej polovice zuba vo veku 8-9 rokov, pred erupciou trvalého druhého molára. V ich súbore 34 pacientov došlo v 80 % prípadov k plnému bodily posunu (mesializácii) 1. trvalého molára bez výrazného naklonenia. Záverom odporúčali vykonávať hemiextrakciu len v ranom zmiešanom chrupe, keď má alveolárny hrebeň dostatočnú remodelačnú schopnosť. V neskoršom veku (nad 10 rokov) sa úspešnosť postupu výrazne znižovala.

Novšie výskumy, vrátane randomizovanej kontrolovanej štúdie Abdul Jabbar a kol. (2025), už tieto pozitívne závery nepotvrdili. Štúdia sledovala 40 pacientov s agenezou dolných druhých premolárov v tzv. split-mouth dizajne (na jednej strane bol vykonaný zákrok hemiextrakcie a na druhej úplná extrakcia). Výsledky preukázali, že hemiextrakcia neposkytuje štatisticky významne efektívnejšiu mesializáciu v porovnaní s úplnou extrakciou. Naopak, je spojená s vyšším rizikom komplikácií, väčším počtom ošetrov a vyššími nákladmi. Autori dospeli k záveru, že hemiextrakcia neprináša klinicky relevantný prínos oproti jednoduchej extrakcii a nemožno ju odporúčať ako štandardný interceptívny postup.

Diskusiu o tejto téme nedávno oživil aj blog prof. Kevin O'Briena (2025), ktorý zverejnil point-counterpoint pohľad dvoch ortodontistov na hemiextrakciu dolných dočasných molárov. Zástancovia zdôrazňujú, že v starostlivo vybraných prípadoch mladších pacientov môže mať postup stále svoje opodstatnenie, najmä pri unilaterálnej agenze, ak sa cieľom stane kontrolovaná bodily mesializácia bez potreby okamžitej ortodontickej intervencie. Kritici však upozorňujú na slabú predvídateľnosť a etickú otázku nutnosti dvoch zákrokov u detí. Táto odborná diskusia ilustruje, že hemiextrakcia má dnes skôr špecifické, úzko indikované miesto, nie všeobecnú platnosť.

Klinická implikácia a odporúčania

Rozhodnutie, či dočasný druhý molár ponechať, extrahovať celý, alebo len čiastočne, závisí od viacerých faktorov – veku pacienta, stupňa stesnania, typu agenzý, postavenia trvalých molárov, výšky alveolárneho hrebeňa a celkovej liečebnej stratégie. Na základe súčasných dôkazov sa úplná extrakcia javí ako preferovaná voľba v prípadoch, keď je cieľom spontánna alebo ortodonticky vedená mesializácia. Hemiextrakcia sa už rutinne neodporúča, a to ani pri unilaterálnej agenze, keďže jej prínos pre zachovanie symetrie oblúka nebol preukázaný a potenciálne asymetrie možno efektívne riešiť ortodonticky po úplnej extrakcii. Ponechať dočasný druhý molár možno v prípadoch, keď je cieľom zachovanie priestoru pre budúce definitívne protetické riešenie. Podmienkou je dočasný molár bez známk infraoklúzie, ankylózy, kazu bez možnosti ošetrovania alebo patologickej resorpcie koreňov, pričom vyžaduje pravidelné sledovanie. Podľa Valencia a kol. (2004) sa infraoklúzia vyvíja približne u 35 – 40 % ponechaných dočasných molárov, čo potvrdzuje potrebu dôslednej dlhodobej kontroly týchto pacientov. Pri unilaterálnej agenze je dôležité venovať osobitnú pozornosť kontrole stredovej čiary v dolnom zubnom oblúku a včasnej ortodontickej korekcii drobných asymetrií.

Pri bilaterálnej agenze dochádza spravidla k symetrickej spontánnej mesializácii bez potreby ďalších ortodontických zásahov.

Úspešnosť hemiextrakcie je úzko viazaná na vek pacienta a vývojové štádium molárov. Ako zdôrazňuje Valencia a kol. (2004), zákrok má zmysel len v období pred erupciou trvalého druhého molára – teda približne medzi 8.-9. rokom života, keď ešte existuje biologická schopnosť bodily mesializácie 1. molára. Po erupcii druhých trvalých molárov už spontánna mesializácia prakticky ustáva a hemiextrakcia neprináša žiadny funkčný ani ortodontický benefit. V týchto prípadoch je vhodnejším riešením úplná extrakcia dočasného molára s následnou kontrolou alebo ortodonticky vedeným posunom 1. molára.

Väčšina dostupných prác sa zameriava na agenzu v dolnom zubnom oblúku, keďže hemiextrakcia má klinický význam prakticky len v sánke. V čelusti sa pri agenze druhého premolára vo všeobecnosti odporúča úplná extrakcia dočasného molára, keďže v tejto oblasti prebieha fyziologická mesializácia prvého molára predvídateľnejšie a riziko asymetrie alebo posunu stredovej čiary je minimálne za predpokladu správneho načasovania (pred erupciou 7). Hemiextrakcia horných dočasných molárov preto nemá opodstatnenie a v klinickej praxi sa nepoužíva.

Pri rozhodovaní o extrakcii dočasného druhého molára treba zohľadniť možnosť oneskorenej mineralizácie zárodok druhého premolára. Podľa Sisman a kol. (2007) sa v 2 – 5 % prípadov objaví zárodok dolného druhého premolára na RTG až po 9.-10. roku života. Ak je diagnóza neistá, odporúča sa kontrolný RTG po 12 mesiacoch, aby sa predišlo zámene za pseudoagenzu.

Kontrola stredovej čiary pri unilaterálnej agenze – kde má hemiextrakcia svoje miesto

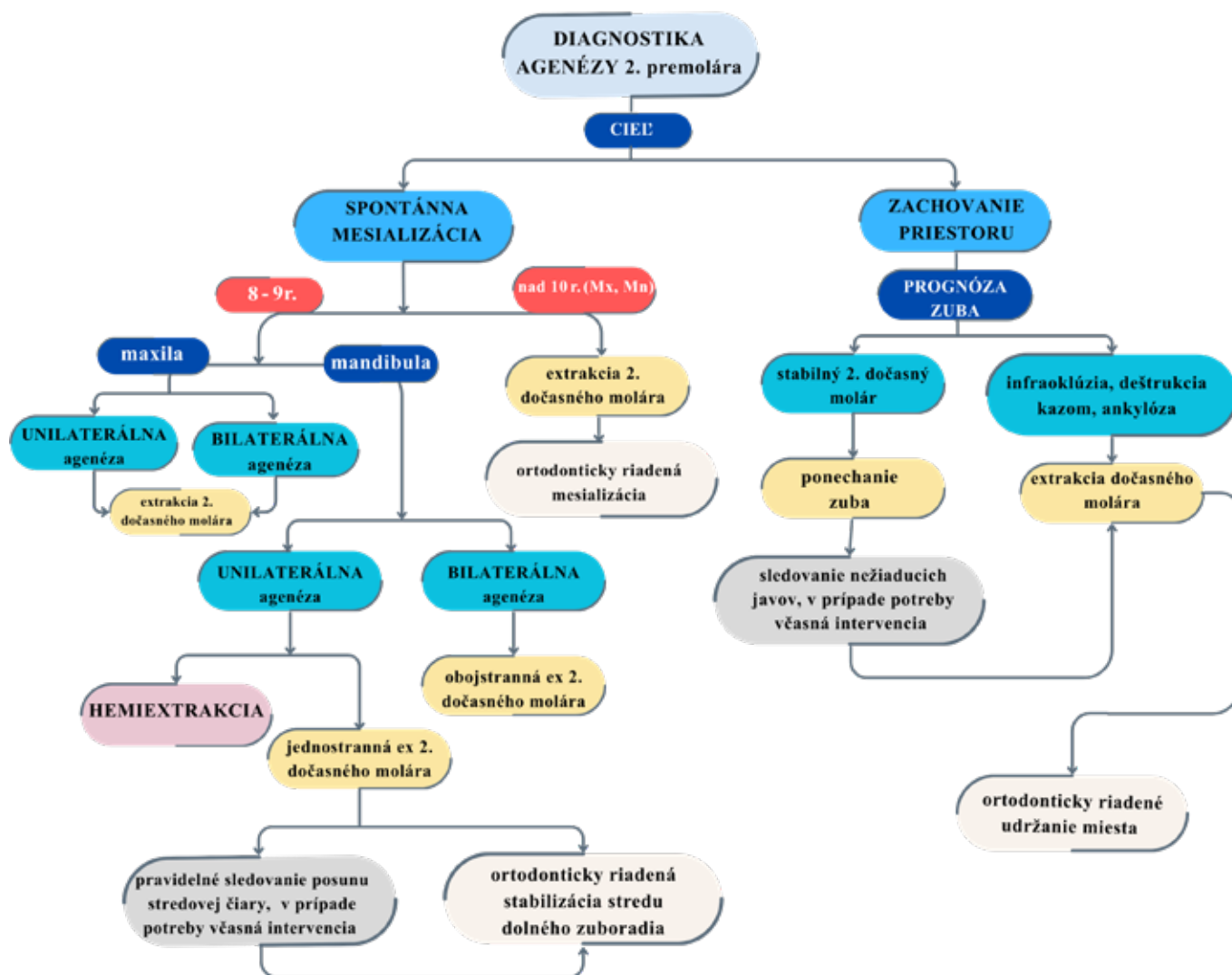
Pri unilaterálnej agenze druhého premolára a po extrakcii dočasného molára dochádza často k miernemu posunu dolnej stredovej čiary smerom k extrahovanej strane. Príčinou je kombinácia mesiálneho posunu 1. molára a distálneho posunu 1. premolára. Tento efekt potvrdila aj prospektívna štúdia Mamopoulou a kol. (1996), ktorá sledovala pacientov po jednostrannej strate dočasných molárov.

V klinickej praxi sa preto odporúča starostlivé sledovanie vývoja stredovej čiary počas 6 – 12 mesiacov po extrakcii a v prípade asymetrie včasná intervencia.

Niektorí autori (Valencia 2004, O'Brien 2025) pripúšťajú, že hemiextrakcia môže mať zmysel práve v týchto jednostranných prípadoch, ak je cieľom dočasne stabilizovať pozíciu 1. premolára a zabrániť posunu stredy. Podmienkou je správne načasovanie (vek 8-9 rokov), spolupráca pacienta a ochota akceptovať potrebu druhého zákroku. Aktuálne však žiadna štúdia nedokázala, že by hemiextrakcia viedla k dlhodobo lepšej symetrii než úplná extrakcia s ortodontickou kontrolou.

Obr. 1 Rozhodovací algoritmus pri agenéze druhých premolárov
Fig. 1 Decision-making algorithm for second premolar agenesis

Vlastné spracovanie



Literatúra

1. Abdul Jabbar S, et al. Hemisection versus conventional extraction as interceptive treatment in congenitally missing mandibular second premolars: a randomised controlled trial. *Eur J Orthod.* 2025;47(4):cjaf043.
2. Northway WM. Hemisection: One large step toward management of congenitally missing lower second premolars. *Angle Orthod.* 2004;74(6):792–809.
3. Northway WM. The nuts and bolts of hemisection treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127(1):3–10.
4. Mamopoulou A, et al. Agenesis of mandibular second premolars. Spontaneous space closure after extraction therapy: a 4-year follow-up. *Eur J Orthod.* 1996;18(6):589–600.
5. Valencia R, Saadia M, Grinberg G. Controlled slicing in the management of congenitally missing second premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125:537–543.
6. Naoumova J, et al. Extraction or preservation of deciduous molars in early mixed dentition as an interceptive treatment in agenesis of mandibular premolars. *Eur J Orthod.* 2017;39(3):243–251.
7. Medio M, et al. Management of mandibular second premolar agenesis. *J Clin Orthod.* 2015;49(4):225–232.
8. Sisman Y, Uysal T, et al. Late formation of premolars: a retrospective radiographic study. *Eur J Orthod.* 2007;29(5):480–485.
9. Apajalahti S, Hölttä P. Developmental stages of permanent teeth in Finnish children: a radiographic study. *Acta Odontol Scand.* 2002;60(5):267–273.
10. Polder B. Agenesis of second premolars – clinical strategies and long-term outcomes. *J Clin Orthod.* 2023;57(2):103–112.
11. Bjerklin K, et al. Early extraction of deciduous molars and spontaneous space closure. *Eur J Orthod.* 2022;44(1):78–85.
12. Lundström A. Contemporary approach to management of premolar agenesis. *Acta Odontol Scand.* 2024;82(3):245–252.
13. Garn SM, Lewis AB. The relationship between third molar agenesis and reduction in tooth number. *Angle Orthod.* 1962;32(1):14–18.
14. O'Brien K. A Point-Counterpoint Discussion on Hemisection for Mandibular Primary Second Molars. Kevin O'Brien's Orthodontic Blog, 31. 7. 2025.

Dostupné na: <https://kevinobrienorthoblog.com/a-point-counterpoint-discussion-on-hemisection-for-mandibular-primary-second-molars/>
 [cit. 2025-10-30].

Korešpondujúci autor

MDDr. Slávka Pčolová

Ortodoncia Gazdík, Dolný Kubín

Navigovaná imediálna implantácia s okamžitým zatažením: Komplexná analýza súčasných chirurgických a protetických protokolov, biologických princípov a klinických výsledkov v ére digitálnej stomatológie

Guided Immediate Implantation with Immediate Loading:
A Comprehensive Analysis of Current Surgical
and Prosthetic Protocols, Biological Principles,
and Clinical Outcomes in the era of digital dentistry

**Štorcelová Dorota¹, Beneš Pavel^{1,2}, Staněk Ján^{1,3}, Malíček Lubomír⁴,
Hocková Barbora¹, Slávik Rastislav^{1,4}, Stebel Adam^{1,4}**

MDDr. Dorota Štorcelová, MDDr. Pavel Beneš, MDDr. Ján Staněk, MDDr. Lubomír Malíček, PhD.,
MDDr. Barbora Hocková, PhD., MUDr. Rastislav Slávik, MHA, MUDr., MDDr., Dr.med.dent. Adam Stebel, PhD., MHA

¹ Klinika maxilofaciálnej chirurgie SZU, Fakultná nemocnica s poliklinikou F.D. Roosevelta, Nám. L. Svobodu 1,
975 17 Banská Bystrica (prednosta MUDr. MDDr., Dr. med. dent., Adam Stebel PhD.)

² Zubní ordinace BB stomatologie s.r.o., Polívková 465/51, 779 00 Olomouc

³ Protetické oddelenie, Klinika zubního lékařství, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, Hněvotínska 3,
779 00 Olomouc (vedúci lekár MDDr. Iva Voborná, Ph.D.)

⁴ 3S DENT stomatologické centrum, Košická 11, 821 08 Bratislava

ABSTRAKT

Cieľom tejto práce je poskytnúť stručný prehľad súčasných poznatkov o navigovanej okamžitej implantácii (GII) s okamžitým zatažením (IL) v kontexte digitálnej stomatológie. Moderné digitálne technológie – cone beam computed tomography (CBCT), intraorálne skenovanie a softvérové plánovanie – umožňujú presné umiestnenie implantátu, čím sa minimalizujú chirurgické odchýlky a zvyšuje predvídateľnosť výsledku. Atraumatická extrakcia, kontrola primárnej stability ($IT \geq 30$ Ncm, $ISQ \geq 70$) a správne navrhnutý emergence profil sú kľúčovými faktormi úspešnej oseointegrácie pri okamžitom zatažení. Provizórne riešenia umožňujú formovanie mäkkých tkanív a podporujú vysokú estetickú úroveň výsledku. Prezentované kazuistiky potvrdzujú, že pri dodržaní biologických a technických princípov je GII/IL predvídateľnou, efektívnou a pacientmi vysoko preferovanou formou implantologického ošetrovania.

Kľúčové slová: Navigovaná okamžitá implantácia, okamžité zataženie, digitalizácia, primárna stabilita

ABSTRACT

The aim of this paper is to provide an overview of current knowledge on guided immediate implantation with immediate loading (GII/IL) within the context of digital dentistry. Modern digital technologies—CBCT, intraoral scanning, and software-based planning—enable precise implant positioning, therefore minimizing surgical deviations and increasing the predictability of outcomes. Atraumatic extraction, control of primary stability ($IT \geq 30$ Ncm, $ISQ \geq 70$), and a properly designed emergence profile are key factors for successful osseointegration under immediate loading protocols. Provisional restorations allow soft-tissue shaping and support a high level of esthetic outcome. The presented case reports confirm that when biological and technical principles are respected, GII/IL represents a predictable, efficient, and highly patient-preferred approach to implant therapy.

Key word: Guided immediate implantation, immediate loading, digitalization, primary stability

Úvod

Moderná implantológia prechádza v posledných dvoch desaťročiach zásadnou paradigmatickou zmenou. Zatiaľ čo v počiatkoch oseointegrácie bolo primárnym cieľom samotný „survival“ implantátu, teda dosiahnutie pevného spojenia s kosťou prostredníctvom dlhodobého hojenia bez zataženia (submerged healing), súčasná

implantológia sa posúva smerom k „úspešnosti“ (success rate). Tá je definovaná nielen oseointegráciou, ale najmä estetikou, funkciou a komfortom pacienta. Pacienti dnes očakávajú nielen funkčnú náhradu, ale aj minimalizáciu invazivity zákroku, redukciu pooperačnej bolesti a predovšetkým skrátenie času liečby (Rismanchian, et al., 2025).

Tento tlak na efektivitu viedol k rozvoju protokolov okamžitého zaťaženia (Immediate Loading – IL), pri ktorých je implantát zapojený do funkcie bezprostredne po zavedení alebo v priebehu niekoľkých desiatok hodín (Rismanchian, et al., 2025). Aby bolo možné tento rizikový postup vykonať bezpečne, bolo nutné eliminovať chyby spôsobené ľudským faktorom počas chirurgickej fázy. Vhodnou metódou sa stala navigovaná implantácia (Computer-Aided Implant Surgery – CAIS).

Cieľom tejto prehľadovej práce je podať analýzu a náhľad do problematiky navigovanej okamžite zaťaženej implantácie a porovnať ju s nenavigovanou implantáciou. Text syntetizuje dáta z aktuálnych systematických prehľadov, metaanalýz a klinických štúdií publikovaných najmä v rokoch 2018 – 2025, pričom osobitný dôraz je kladený na biologické princípy oseointegrácie a špecifické techniky manažmentu mäkkých a tvrdých tkanív vrátane konceptov autorov Marca Hürzelera a Otta Zuhra.

Najväčším rozdielom medzi navigovanou implantáciou a implantáciou z voľnej ruky z pohľadu deviácie polohy implantátu je deviácia v smere koronálnom (1,18 mm), apikálnom (0,75 mm) a horizontálnom. Vertikálna odchýlka (0,17 mm) a čas pacienta strávený v kresle (5,81 minút) sa pri týchto dvoch spôsoboch okamžite implantácie výrazne nelíšili. (Gargallo-Albiol, et al., 2020)

Definícia a klasifikácia

Pre správne pochopenie témy je kľúčové vymedziť, čo presne znamená „okamžité zaťaženie“ v kontexte dentálnej implantológie. Podľa konsenzu ITI (International Team for Implantology) sa rozlišujú tri základné protokoly podľa doby zaťaženia:

- **Okamžité zaťaženie (Immediate Loading):** nasadenie protetickej náhrady do oklúzie alebo mimo oklúzie do 1 týždňa po zavedení implantátu, v klinickej praxi najčastejšie do 48 hodín.
- **Skoré zaťaženie (Early Loading):** nasadenie náhrady medzi 1 týždňom a 2 mesiacmi po zavedení.
- **Konvenčné zaťaženie (Conventional Loading):** zaťaženie implantátu po viac ako 2 mesiacoch hojenia.

Okamžité zaťaženie predstavuje protokol, ktorý vyžaduje splnenie prísnych kritérií primárnej stability. V indikovaných prípadoch (dostatočný objem kosti, vysoký moment otáčavosti) ponúka pacientovi okamžitú náhradu zuba s porovnateľnou úspešnosťou ako tradičné odložené protokoly, avšak s vyššími nárokmi na precíznosť vyhotovenia.

Biologické a anatomické princípy

1. Anatomia parodontu a okolo implantátu

Zub je obklopený periodontálnymi ligamentmi, bundle bone, do ktorej sa upínajú Sharpeyove vlákna, a gingívou, ktorá vytvára biologickú šírku. Po extrakcii zuba dochádza k fyziologickej atrofii bundle bone, čo vedie k resorpcii bukalnej lamely a následnému vzniku recesu.

Tkanivá okolo implantátu sú však iné – implantát nemá periodontálne ligamenty a jeho cievne zásobenie pochádza len z periostu a kosti. Stabilná biologická šírka (min. 3–4 mm) je nevyhnutná na prevenciu periimplantitídy.

Pri okamžitej implantácii je výhodou provizórna korunka, ktorá mechanicky podporuje mäkké tkanivá a zabraňuje ich

kolapsu. Navigovaná chirurgia zároveň umožňuje presné umiestnenie implantátu s ohľadom na hrúbku bukalnej kosti (ideálne > 2 mm) a budúci „emergence profile“.

Primárna stabilita

Okamžité zaťaženie je priamo závislé od vysokej primárnej stability (PS), ktorá je jedným z hlavných faktorov ovplyvňujúcich úspešnosť oseointegrácie implantátu. Ďalšími faktormi sú minimalizácia mikropohybov, dostatočné chladenie počas zavádzania implantátu, chirurgické prístroje s kontrolou rýchlosti a krútiaceho zavádzacieho momentu. Po zavedení implantátu sa popisuje hodnota koeficientu stability, na základe ktorej vieme, či je primárna stabilita implantátu dosiahnutá, alebo nie.

Insertion Torque (IT)

– krútiaci zavádzací moment

Je definovaný ako rotačná sila (vyjadrená v Newton-centimetroch, Ncm) nutná na prekonanie trecieho odporu medzi povrchom implantátu a kostným lôžkom počas vloženia implantátu. Bolo zistené, že ideálna IT sa pohybuje medzi 30 – 50 Ncm, to považujeme za bezpečnú zónu pre imediátnu implantáciu (IL). Pod 30 Ncm riskujeme neskorší vznik mikropohybov. Nad 50 Ncm sa sice zvyšuje PS, ale s tým aj riziko kompresie a vzniku tlakovej nekrózy s neskoršou marginálnou kostnou stratou. (Marginal Bone Loss – MBL) (Manfredini, et al., 2025).

V iných protokoloch sa ukázalo, že vyšší IT by mohol mať dokonca ochranný efekt. Metaanalýza Lemos et al. (2025) ukazuje, že pri implantátoch zaťažených okamžite bola miera zlyhania v skupine s nízkym/bežným momentom (<50 Ncm) 4,2 %, a v skupine s vysokým momentom (≥ 50 Ncm) iba 1,1 %. Pri IL je riziko zlyhania pri nízkom IT vyššie než riziko kompresie a vzniku tlakovej nekrózy pri vysokom IT (Lemos, et al., 2021).

Implant Stability Quotient (ISQ)

– koeficient stability implantátu

Hodnota stability implantátu sa merá v rozmedzí 1 – 100 a meria sa metódou RFA (rezonančná frekvenčná analýza) pomocou prístrojov ako je Osstel Beacon. Podľa výrobcu sa odporúčaná hodnota pre IL pohybuje nad 70 ISQ. Nižšie hodnoty vyžadujú úpravu postupu, napríklad dlahovanie alebo vyradenie z oklúzie

Klinický pracovný postup

Táto kapitola podrobne popisuje krok za krokom integrovaný digitálny a chirurgický pracovný postup, ktorý kombinuje princípy atraumatickej extrakcie, navigovaného zavedenia implantátu a jeho okamžité zaťaženie.

Digitálne plánovanie (pre-chirurgická fáza)

Prvým podstatným krokom je zber dát východzej situácie na získanie virtuálneho modelu dutiny ústnej pacienta. Konkrétne ide o vyhotovenie CBCT snímky vo formáte DICOM, čím získame informácie o kosti, a intraorálny skener (IOS) vo formáte STL, ktorý zobrazuje informácie o povrchu. Tieto dáta sa následne v plánovacom softvéri (napr. Implant Studio, coDiagnostiX, Exoplan) prekrývajú a dávajú nám tak celkový pohľad na aktuálnu situáciu (Meda, 2021).

Nasleduje plánovanie virtuálnej protetickej práce do ideálnej protetickej polohy. Softvérom navrhnutú korunku si mô-

žeme upraviť podľa našich potrieb do ľubovoľných rozmerov a polohy s ohľadom na susedné zuby a antagonistov.

Ak implantujeme v mandibule, je nevyhnutné si vyznačiť priebeh nervus alveolaris inferior, okolo ktorého sa ponecháva bezpečná zóna minimálne 1,5-2 mm, aby sa kompenzovala vnútorná odchýlka navigácie a operatér mal istotu, že do týchto štruktúr po predchádzajúcom naplánovaní nezasiahne (Younis, et al., 2024).

Samotný implantát by mal byť následne plánovaný nielen podľa budúcej protetickej náhrady, ale najmä podľa množstva kosti a mäkkých tkanív v danej oblasti. Čo sa týka rozmerov kosti (Hard Tissue Dimension), pre dlhodobú stabilitu a zabránenie resorpcii je kľúčová hrúbka bukálnej lamely, ktorá by mala byť minimálne 2 mm. Ak prirodzená kosť nemá túto hrúbku, odporúča sa vykonať augmentáciu alebo využiť techniky ako Socket-Shield, aby sa udržala výživa a objem bundle bone. Okrem toho musíme dbať aj na vzdialenosť implantátu od susedných zubov, ktorá by mala byť minimálne 1,5-2 mm, čo je priestor potrebný na zachovanie interproximálnej kosti a následne aj interdentálnych papil. Ak ide o dva implantáty uložené vedľa seba, ich vzájomná vzdialenosť by mala byť minimálne 3 mm. Kvalita a kvantita mäkkých tkanív (Soft Tissue Dimension) je rovnako dôležitá ako kosť. Vertikálna výška (hĺbka zanorenia) by mala byť minimálne 3-4 mm apikálne od budúceho okraja gingivy (zenitu korunky). Vytvorenie dlhej transgingiválnej zóny umožňuje vytvoriť prirodzený „emergence profile“ korunky. Príliš plytké zavedenie (<3 mm) by mohlo viesť k tomu, že kovová časť implantátu bude viditeľná, čo znižuje estetiku a zvyšuje riziko rozvoja perimplantitídy. Okrem vertikálnej výšky je dôležitá aj hrúbka mäkkých tkanív (biotyp), pričom ideálny je biotyp s hrúbkou >2 mm. Ak je toto tkanivo príliš tenké, odporúča sa jeho zosilnenie pomocou gingiválneho štepu (najčastejšie z tuber maxillae). Hrubý biotyp lepšie zakrýva implantát a je odolnejší proti vzniku recesov.

Autori Zuhra a Hürzeler vo svojej knihe definujú ideálne hodnoty pre 3D pozíciu implantátu ako pravidlá tzv. „Comfort Zones“. Tieto hodnoty zabezpečujú dlhodobú stabilitu ružovej a bielej estetiky. Prvým pravidlom (orofaciálne) je umiestnenie implantátu približne 2 mm palatinálne vzhľadom na teoretický obrys budúcej korunky, čo vytvára priestor pre bukálnu kosť alebo štep. Toto pravidlo je dôležité z hľadiska stability. Druhé pravidlo (apikokoronálne) vyžaduje umiestnenie implantátu už spomínaných 3-4 mm apikálne od budúceho okraja sliznice, čím vzniká priestor pre biologickú šírku a plynulý emergence profile korunky. A tretie pravidlo (meziodistálne) je o vzdialenosti 1,5-2 mm od susedného koreňa na ochranu cievneho zásobenia kosti a papil (Zuhra, et al., 2012). Po vhodnom umiestnení implantátu vo vybranom softvérovom systéme nasleduje plánovanie a následné produkcia samotnej chirurgickej šablóny z biokompatibilných polymérnych materiálov, ktoré umožňujú 3D tlač, majú dostatočnú pevnosť a je možné ich použiť v dutine ústnej. Šablónu tvoria kovové alebo keramické vodiace puzdrá (sleeves), ktoré mechanicky vedú vrtáky v presnom uhle a hĺbke podľa naplánovaného chirurgického protokolu. Šablónu je dobré vystužiť podpornými lištami, ktoré zabraňujú, aby sa zlomila, a doplniť ju o tzv. prehliadacie okná, ktoré nám umožnia kontrolovať správnu polohu šablóny na okolitých zuboch alebo alveolárnom výbežku počas zákroku.

Atraumatická extrakcia (chirurgická fáza)

Cieľom je snažiť sa neporušiť integritu mäkkých tkanív a zachovať bukálnu a interproximálnu kosť bez zmien. Začíname intrasulkulárnou incíziou pomocou periotomu na prerušenie parodontálnych väzov. Za priaznivých okolností by malo byť možné zub vytriahnuť len pomocou extrakčných klieští. Používame len ťah axiálnym smerom, pričom by sme sa mali vyhnúť luxačným pohybom proti bukálnej lamele, ktorá musí zostať nepoškodená, a snažiť sa nepoškodiť marginálnu gingívu. Ak je odolnosť zuba proti axiálnej extrakcii príliš veľká, je potrebné amputovať korunku a separovať koreň vestibuloorálne pomocou tvrdokovovej frézy. Následne vložíme luxátor medzi separované časti a mierne ich zrotujeme, aby sme spôsobili longitudinálnu fraktúru v koreni bez poškodenia alveolárnej kosti. Pomocou luxátora sa potom snažíme obe časti vytriahnuť von z rany. Neoddeliteľnou súčasťou je aj precízne odstránenie marginálnych a apikálnych granulačných tkanív. Cieľom je zbaviť sa všetkých potenciálne zápalových tkanív a predísť tak následným komplikáciám.

Navigovaná implantácia

Nasleduje samotné zavedenie implantátu pomocou vopred pripravenej a zhotovenej šablóny, teda cez kovové vodiace puzdrá prechádzame jednotlivými implantačnými vrtákmi postupne podľa implantačného protokolu vybraného výrobcu. Dbáme na neustále chladenie, pretože samotné používanie šablóny chladenie počas zákroku zhoršuje. Ideálna pozícia jednotlivých implantátov sa líši v závislosti od ich lokalizácie. Presným chirurgickým plánom máme zabezpečenú dokonalú výslednú pozíciu implantátu, ktorá by mala byť v hornej čelusti mierne posunutá palatinálne a v prípade viackoreňových zubov plánujeme implantáciu do oblasti interradykulárneho septa. Počas zavádzania implantátu zároveň kontrolujeme jeho stabilitu pomocou IT alebo ISQ (pozri vyššie). Priestor medzi implantátom a bukálnou kosťou vyplníme xenogénnym materiálom (napr. BioOss) alebo iným kostným štepom na dlhodobú podporu objemu mäkkých tkanív a prevenciu kolapsu alveolárneho hrebeňa. Jednou z ďalších možností prevencie kolapsu vestibulárnej kompaktné kosti je technika Socket-Shield, pri ktorej počas extrakcie zachováваме bukálnu lamelu koreňa s hrúbkou približne 1,5 mm (Zuhra, et al., 2012).

Okamžité provizorium a manažment mäkkých tkanív

Existujú tri spôsoby zhotovenia provizornej práce. Prvý je, že po zavedení implantátu osadíme provizórny abutment a pomocou flow kompozita zhotovíme sealing socket abutment (SSA) z voľnej ruky. Tento spôsob nenahrádza estetickú časť zuba, ale tvorí účinnú bariéru pre pokojné hojenie a podporu mäkkých tkanív. Druhým spôsobom je vopred zhotovená provizórna korunka (frézovaná/vytlačená na 3D tlačiarňu). Posledná možnosť je použitie vlastnej korunky pacientka extrahovaného zuba, ak je estetika vyhovujúca. Vo všetkých prípadoch vyradujeme provizórnu prácu z oklúzie (non-occlusal loading), aby sme zabránili mikropohybom implantátu a prebehla dobrá osseointegrácia, čo zabezpečuje pozitívnu prognózu implantátu. Dbáme aj na subgingiválnu časť korunky, a jej konkávny profil (subcritical contour), ktorý umožňuje rast objemu tkanív (Meda, 2021).

Kazuistiky

V publikácii prezentujeme 3 kazuistiky, prvá je príkladom okamžitej implantácie bez navigácie a použitia implantačnej šablóny, keďže ide o laterálny úsek maxily, kde požiadavky na presné umiestnenie implantátu a estetický nárok na protetickú rekonštrukciu sú nižšie, implantologické i protetické zákroky sú v laterálnych úsekoch prevažne jednoduchšie a naďalej často realizované bez 3D navigácie. Ďalšie 2 kazuistiky prezentujú okamžitú implantáciu vo frontálnom úseku, kde zavedenie implantátu do ideálnej vopred na základe CBCT naplánovanej pozície zjednodušuje následnú protetickú fázu a umožňuje dosiahnuť najlepší estetický výsledok.

Kazuistika 1

Pacient vo veku 35 rokov bol objednaný na vyšetrenie pre fraktúru zuba č. 15. Po odstránení palatinálnej fraktúrovanej lamely sme zistili, že išlo o komplikovanú fraktúru korunky a koreňa s infaustnou prognózou (obr.1) Pacient sa liečil na astmu, okrem toho bol zdravý, alergie na lieky neudáva, nefajčiar, pravidelne absolvoval dentálnu hygienu a preventívne stomatologické prehliadky. Realizovali sme intraorálnu RTG snímku a CBCT na základe ktorého bola indikovaná extrakcia zuba. Pacientovi boli navrhnuté



Obr. 1 Fraktúra zuba č. 15

Fig. 1 Fracture of the tooth 15



Obr. 2
Atraumatická
extrakcia so
separáciou
fragmentov

Fig. 2
Atraumatic
extraction of
the tooth with
separation



Obr. 3 Okamžitá implantácia
s augmentáciou Bio-Oss

Fig. 3 Immediate
implantation with
Bio-Oss graft

dve možnosti ako nahradiť zub č.15. Prvá možnosť bola zhotoviť fixný protetický mostík na zuby 14 a 16 a druhá bola imediátne implantácia po extrakcii spolu s augmentáciou. Pacient sa rozhodol pre druhú možnosť. Zub č. 15 sme atraumaticky extrahovali so separáciou (obr. 2). Pre laterálny úsek, skúsenosti a zručnosti operátora sme nepoužili 3D plánovanie a nezhotovili implantačnú šablónu. Nasledovalo samotné zavedenie implantátu aj s kostnou augmentáciou, pomocou Bio-Oss® (Geistlich; 0,25-1mm) (obr. 3). Keďže išlo o laterálny úsek zuboradia, zvolili sme provizorium vo forme provizórneho abutmentu s flow-kompozitom (sealing socket abutment – SSA) (obr. 4 a 5). Pri kontrole po mesiaci bola zhotovená kontrolná intraorálna RTG snímka a zhodnotený stav mäkkých tkanív – gingiválny profil (obr. 6, 7, 8). Následne po zhotovení intraorálneho skenu bola zhotovená definitívna protetická práca (obr. 9).



Obr. 4 Socked sealing abutment

Fig. 4 SSA - socked sealing abutment



Obr. 5 SSA – zavedenie „socked sealing abutment“

Fig. 5 SSA - socked sealing abutment



Obr. 6 Kontrola po mesiaci – intraorálna fotka,
intraorálny RTG snímka, gingiválny profil

Fig. 6 One month follow-up – intraoral photograph,
intraoral RTG image, gingival profile



Obr. 7 Kontrola po mesiaci – intraorálna fotka, intraorálny RTG snímka, gingiválny profil

Fig. 7 One month follow-up – intraoral photograph, intraoral RTG image, gingival profile



Obr. 8 Kontrola po mesiaci – intraorálna fotka, intraorálna RTG snímka, gingiválny profil

Fig. 8 One month follow-up – intraoral photograph, intraoral RTG image, gingival profile



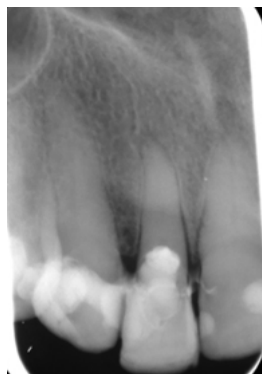
Obr. 9 Definitívna protetická práca

Fig. 9 Definite prosthetic restoration

Kazusitika 2

Pacientka vo veku 54 rokov bola delegovaná endodontistom na súkromnú stomatologickú kliniku za účelom naplánovania ďalšej liečby zuba č. 12. Pacientka bola celkovo zdravá, alergie na lieky neuďavala, je nefajčiarka, pravidelne absolvuje dentálnu hygienu a preventívne stomatologické prehliadky. Na zube č. 12 nebolo možno rekonštruovať tvrdé zubné tkanivá a zhotoviť korunku, čo nám potvrdilo CBCT vyšetrenie. Po CBCT sme zistili, že by po odstránení výplňového materiálu zostala len veľmi krátka ferula, a tým sa výrazne zhoršila prognóza zuba. Ďalej sme zhotovili intraorálnu RTG snímku a fotografiu (obr. 10 a 11). Pacientke bola na základe týchto vyšetrení ponúknutá a odprezentovaná implantologická liečba s okamžitou implantáciou a nasadením provizórnej korunky, vyrobenej z extrahovaného zuba. S navrhovanou liečbou súhlasila. Na základe 3D zobrazenia CBCT bola digitálne naplánovaná poloha implantátu (obr. 12), pričom pomocou 3D tlačiarne bola zhotovená implantologická šablóna zabezpečujúca presné vyhotovenie naplánovanej pozície (obr. 13). Nasledovala atraumatická extrakcia zuba, pri ktorej bolo dôležité zachovať integritu vestibulárnej lamely pre budúcu stabilitu a estetiku implantátu (obr. 14). Implantát bol následne zavedený pomocou zhotovenej šablóny do presnej pozície (obr. 15). Pre zlepšenie estetiky mäkkých tkanív sme pristúpili k od-

beru voľného subepiteliálneho štep z tvrdého podnebia, ktorý bol fixovaný nevstrebateľnou suture (obr. 16 a 18). Na záver návštevy sme na abutment osadili pacientovu vlastnú korunku, ktorú sme úplne vyradili z oklúzie, zhotovili intraorálnu RTG snímku (obr. 17) a výslednú fotografiu tvrdých a mäkkých zubných tkanív (obr. 18). V ďalšom časovom intervale 4 mesiacov bude pacientke zhotovená definitívna protetická korunka.



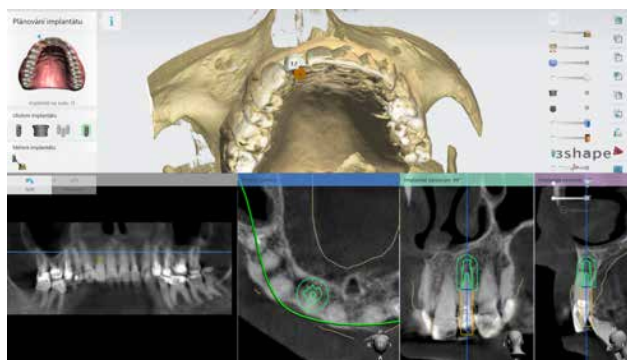
Obr. 10 Intraorálna RTG snímka pred ošetrením

Fig. 10 Intraoral RTG image before treatment



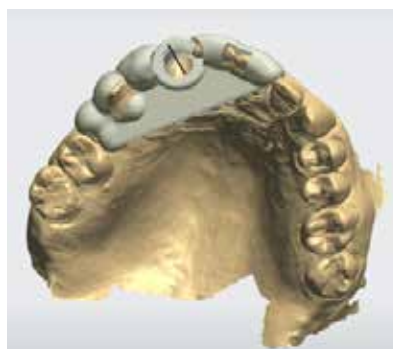
Obr. 11 Fotografia pred ošetrením

Fig. 11 Photograph of teeth and soft tissue before treatment



Obr. 12 Digitálne naplánovaná poloha implantátu na snímke CBCT

Fig. 12 3D planning of implant position



Obr. 13 Šablóna na zavedenie implantátu

Fig. 13 Surgical guide for implant positioning



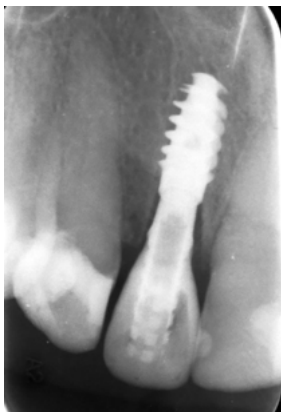
Obr. 14
Atraumatická
extrakcia
Fig. 14 Atraumatic
tooth extraction



Obr. 15 –
Zavedenie
implantátu
Fig. 15 Implant
placement



Obr. 16 Voľný
gingiválny štep
Fig. 16 Soft tissue
graft



Obr. 17 Intraorálna RTG
snímka po zavedení
implantátu
Fig. 17 RTG image after
implantation



Obr. 18 Fotografia ihneď po zákroku
Fig. 18 Photograph right after the procedure

Kazuistika 3

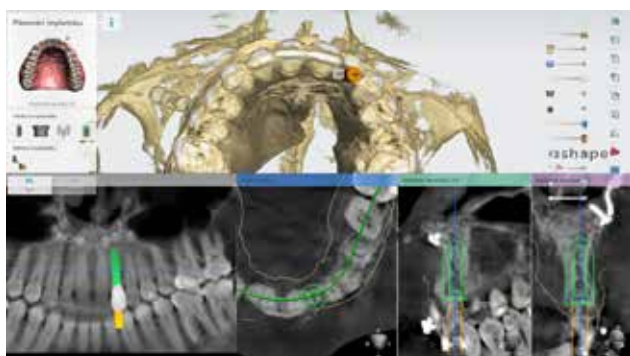
Pacientka, 22-ročná, po ortognátnej operácii a dokončenej ortodontickej liečbe a agenézou zuba č. 22 a perzistenciou zuba č. 62. Zub č. 62 mal kývavosť druhého stupňa a nevyhovujúcu estetiku (obr. 19, 20). Pacientka bola celkovo zdravá, bez alergií. Rozhodli sme sa pre extrakciu zuba č. 62 a jeho náhradu imediátnou implantáciou s okamžitým zaťažením s pomocou digitálneho plánovania a navigácie. Na základe zhotoveného CBCT a intraorálneho skenu sme určili budúcu pozíciu implantátu a podľa nej aj šablónu na jeho zavedenie (obr. 21, 22). Atraumaticky bol extrahovaný zub č. 62 (obr. 23) a pomocou mikroskalpelu elevovaný mukoperiostálny vestibulárny lalok. Nasledovalo zavedenie implantátu do predom stanovenej pozície pomocou 3D tlačenej šablóny (obr. 24). Vzhľadom na to, že bol kostný podklad vestibulárne bol nedostatočný, rozhodli sme sa použiť pre vestibuláru augmentáciu kostnú lamelu a spojivový štep z maxilárneho tuberu (obr. 25). Na provizórny abutment bola osadená vlastná zaleštená korunka pacientky, vyradená z oklúzie. Ranu sme suturovali nevstrebateľným šicím materiálom (obr. 26) a realizovali kontrolný OPG (obr. 27). Po zahojení mäkkých tkanív (obr. 28) a oseointegrácii bol realizovaný intraorálny sken a zhotovená definitívna protetická práca (obr. 29, 30).



Obr. 19 Fotografia pred zákrokom, zub č. 62
– nevyhovujúca estetika
Fig. 19 Photograph before treatment, 62
– poor aesthetics



Obr. 20 Fotografia pred zákrokom, zub č. 62 – nevyhovujúca estetika
Fig. 20 Photograph before treatment, 62 – poor aesthetics



Obr. 21 Digitálne plánovanie pozície implantátu
Fig. 21 Digital planning of the implant's placement



Obr. 22 Digitálne plánovanie pozície implantátu
Fig. 22 Digital planning of the implant's placement



Obr. 23 Atraumatická extrakcia zuba č. 62, zavedenie implantátu
Fig. 23 Atraumatic extraction of 62, placement of the implant



Obr. 24 Stav po zavedení implantátu zuba č. 22
Fig. 24 Placement of the implant 22



Obr. 25 Augmentácia kostnej lamely z tuber maxillae, a spojivový štep
Fig. 25 Bone augmentation from maxillary tuber and connective tissue graft



Obr. 26 Fotografia po zákroku
Fig. 26 Photograph after the procedure



Obr. 27 Kontrolné parciálne OPG po imediátnej implantácii,
Fig. 27 Controlled partial OPG after implantation



Obr. 28 Kontrola po zahojení mäkkých tkanív po 4 mesiacoch

Fig. 28 Follow-up after 4 months



Obr. 29 Definitívna protetická práca

Fig. 29 Definitive prosthetic restoration



Obr. 30 Definitívna protetická práca

Fig. 30 Definitive prosthetic restoration

Záver

Navigovaná okamžitá implantácia predstavuje vedecky podložený, vysoko efektívny a pacientami žiadaný terapeutický koncept. Kombinácia digitálneho plánovania, presnej navigácie a biologicky orientovaných techník umožňuje dosahovať stabilné funkčné aj estetické výsledky s minimálnym zaťažením pacienta.

Z dostupnej literatúry aj klinickej praxe vyplýva, že 3D navigovaná implantácia významne znižuje závislosť výsledku od individuálnej zručnosti operátora, a tým rozširuje bezpečný terapeutický priestor aj pre menej skúsených implantológov. Digitálne plánovanie umožňuje presne definovať priestorové umiestnenie implantátu už v predoperačnej fáze, čo minimalizuje riziko iatrogénnych chýb a zároveň zvyšuje konzistentnosť výkonu a skracuje čas

výkonu. Vďaka superpozícii CBCT dát a veľmi presných 3D intraorálnych skenov zubov možno presne predvídať budúcu polohu protetickej náhrady, jej tvar, ako aj potrebu augmentácie mäkkých či tvrdých tkanív. Navigovaná chirurgická šablóna následne prenáša toto plánovanie do reálneho klinického prostredia s vysokou presnosťou, čím sa redukuje subjektívny faktor pri určovaní polohy implantátu. V kontexte modernej implantológie tak 3D navigovaná implantácia predstavuje nielen technologický pokrok, ale aj efektívny spôsob štandardizácie kvality liečby naprieč rozdielnou úrovňou klinických skúseností.

Hlavné odporúčania pre klinickú prax:

1. **Digitalizácia** – najmä pre bezpečné okamžité zaťaženie je nevyhnutné využitie CBCT a navigácie
2. **Rešpektovanie biológie** – Okamžité zaťaženie musí dodržiavať primárnu stabilitu (IT > 30 Ncm a ISQ > 70). Ak tieto hodnoty nie sú splnené, prikláňame sa k odloženému zaťaženiu.
3. **Individualizácia liečby** – zohľadňujeme pacienta ako celok – fajčenie, kvalita kosti, celkové zdravie a spolupráca.
4. **Vzdelávanie** – digitálny workflow a navigačné technológie vyžadujú skúsenosti a špecifické zručnosti.

Literatúra

1. GARGALLO-ALBIOL, J., BAROOTCHI, S., MARQUÉS-GUASCH, J. a WANG, H. L. Fully guided versus half-guided and free-hand implant placement: systematic review and meta-analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants*. 2020, 35(6), 1159–1169. DOI 10.11607/jomi.7942.
2. GÓMEZ MEDA, R. Successful immediate loading of a PROGRESSIVE-LINE implant with guided surgery and socket shield technique: case report [online]. 2021 [cit. 2025-12-27]. Dostupné na: <https://www.biohorizonscamlog.es/es/servicios/media-center/ciencia-y-practica/casos-clinicos>
3. LEMOS, C. A. A., VERRI, F. R., DE OLIVEIRA NETO, O. B., CRUZ, R. S., LUNA GOMES, J. M., DA SILVA CASADO, B. G. a PELIZZER, E. P. Clinical effect of the high insertion torque on dental implants: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021, 126(4), 490–496. DOI 10.1016/j.prodent.2020.06.012.
4. MANFREDINI, M., GHIZZONI, M., CUSARO, B., BERETTA, M., MAIORANA, C., SOUZA, F. Á. a POLI, P. P. High insertion torque—clinical implications and drawbacks: a scoping review. *Medicina*. 2025, 61(7), 1187. DOI 10.3390/medicina61071187.
5. RISMANCHIAN, M., KHODADADI, R., KHODADADI, T., KHODADADI, T., RISMANCHIAN, H. a RAHIMI, A. Long-term clinical outcomes of immediate loading versus nonimmediate loading in single-implant restorations: an umbrella review. *Dental Research Journal*. 2025, 22(10), 41. DOI 10.4103/drj.drj_574_24.
6. YUONIS, H., LV, C., XU, B., ZHOU, H., DU, L., LIAO, L., ZHAO, N., LONG, W., ELAYAH, S. A., CHANG, X. a HE, L. Accuracy of dynamic navigation compared to static surgical guides and the free-hand approach in implant placement: a prospective clinical study. *Head & Face Medicine*. 2024, 20(1), 30. DOI 10.1186/s13005-024-00433-1.
7. ZUHR, O. a HÜRZELER, M. *Plastic-esthetic periodontal and implant surgery*. 2. vyd. Berlin: Quintessence Publishing, 2012, s. 529–561, 608–630. ISBN 978-1-85097-238-2.

Korešpondujúci autor

MDDr. Dorota Štorcelová

Klinika maxilofaciálnej chirurgie SZU

Fakultná nemocnica s poliklinikou F.D. Roosevelta

Nám. L. Svobodu 1, 975 17 Banská Bystrica

Farmakologická sedácia midazolamom pri ošetrovaní chrupu detských pacientov

Pharmacological sedation with midazolam during dental treatment of pediatric patients

Šmocer, P., Dávid, Kucková, V., Tomová, K., Kizek, P.

MUDr. Peter Šmocer, MDDr. Viktória Dávid Kucková, MDDr. Katarína Tomová, MUDr. Peter Kizek, PhD., MHA, MPH

Klinika stomatológie a maxilofaciálnej chirurgie, UPJŠ LF a UN L. Pasteura v Košiciach

ABSTRAKT

Farmakologická sedácia je významný nástroj v pedostomatológii, umožňujúci bezpečné a atraumatické ošetrovanie pacientov s výraznou úzkosťou alebo nízkou mierou spolupráce. Midazolam, krátkodobý pôsobiaci benzodiazepín, predstavuje najčastejšie používané sedatívum v tejto oblasti. Cieľom článku je poskytnúť prehľad farmakologického profilu midazolamu, jeho farmakokinetických a bezpečnostných charakteristík, indikácií a kontraindikácií, klinického využitia, výhod a nevýhod, ako aj verejnos zdravotného a organizačného rozmeru jeho použitia v pedostomatológii.

Kľúčové slová: midazolam, sedácia, detská stomatológia, farmakológia, úzkosť

ABSTRACT

Pharmacological sedation is an important tool in pediatric dentistry, allowing safe and atraumatic treatment of patients with severe anxiety or limited cooperation. Midazolam, a short-acting benzodiazepine, is the most commonly used sedative in this field. The aim of this article is to provide an overview of the pharmacological profile, pharmacokinetics, safety characteristics, indications and contraindications, clinical applications, advantages and disadvantages, as well as the public health and organizational aspects of its use in pediatric dentistry.

Keywords: midazolam, sedation, pediatric dentistry, pharmacology, anxiety

Úzkosť a strach z ošetrovania patria medzi najčastejšie prekážky úspešného stomatologického zákroku u detí. Behaviorálne techniky sú základom spolupráce, no v niektorých prípadoch zlyhávajú, najmä u veľmi malých alebo nespolupracujúcich pacientov. V takýchto situáciách sa uplatňuje farmakologická sedácia, ktorá znižuje úzkosť, zlepšuje spoluprácu a umožňuje ošetrovanie bez potreby celkovej anestézie [2]. Midazolam sa vďaka priaznivému farmakokinetickému profilu, rýchlemu nástupu účinku a krátkemu trvaní sedácie stal štandardom prvej voľby v pedostomatologickej praxi.

Farmakologický a bezpečnostný profil midazolamu

Midazolam je imidazobenzodiazepín, ktorý pôsobí ako pozitívny modulátor GABA-A receptorov v centrálnom nervovom systéme. Zvyšuje inhibičnú neurotransmisiiu, a tým vyvoláva anxiolýzu, sedáciu, amnéziu a miernu svalovú relaxáciu [3].

Má rýchlu absorpciu a vysokú lipofíliu, čo podmieňuje rýchly prechod cez hematoencefalickú bariéru a skorý nástup účinku. Po perorálnom podaní je biologická dostupnosť 36 – 40 % (firstpass efekt), pri intranazálnom podaní 55 – 83 %. Distribučný objem dosahuje 1 – 3 l/kg a väzba na plazmatické bielkoviny približne 95 %. Metabolizuje sa hepatálne (CYP3A4) na aktívny metabolit 1-hydroxymidazolam; u detí mladších ako tri roky môže byť metabolizmus pomalší. Eliminácia je prevažne renálna,

s polčasom rozpadu 1,5 – 3 h (u dojčiat až okolo 6 h). Inhibitory CYP3A4 (napr. makrolidy, azolové antimykotiká) zvyšujú expozíciu a predlžujú účinok [8, 11].

Najčastejšími nežiaducimi účinkami sú paradoxné reakcie (agitácia, plač), hypoventilácia, ospalosť a pokles saturácie O₂. Pri správnej indikácii, dávkovaní a monitorovaní je riziko závažných komplikácií nízke [1 – 3, 8]. V prípade predávkovania alebo predĺženej sedácie je možné podať flumazenil (0,01 mg/kg i.v., max. 1 mg) [1].

Indikácie a kontraindikácie

Používa sa u detí s výraznou úzkosťou alebo strachom z ošetrovania, po negatívnej skúsenosti, v ranom veku (približne 3 – 12 rokov), u pacientov so špeciálnymi potrebami alebo tam, kde je nutné rýchle, atraumatické ošetrovanie. Pri perorálnom podaní sa zvyčajne používa dávka 0,3 – 0,7 mg/kg; midazolam je považovaný za bezpečný pre deti staršie ako 2 roky a s hmotnosťou nad 12 – 15 kg [1, 3, 8].

Absolútne kontraindikácie zahŕňajú precitlivosť na benzodiazepíny, ťažké respiračné ochorenia, myasthenia gravis, akútnu intoxikáciu alkoholom alebo psychotropnými látkami, akútne neurologické stavy a absenciu adekvátneho vybavenia a vyškoleného personálu. Relatívne kontraindikácie predstavujú hepatálna/renálna insuficencia, neurologické a psychiatrické ochorenia (napr. epilepsia, poruchy autistického spektra), dojčatá mladšie ako 6 mesiacov (nezrelý CYP3A4), obezita (preferovať dávkova-

nie podľa ideálnej telesnej hmotnosti), súčasné užívanie tlmivých látok CNS a akútne respiračné infekcie. Pri relatívnych kontraindikáciách je vhodné znížiť dávku, preferovať perorálne podanie a predĺžiť monitorovanie; pri absolútnych sa midazolam nepodáva [1 – 3,6 – 7, 12].

Klinické využitie

Pred samotným podaním midazolamu je nevyhnutné komplexné predprocedurálne vyšetrenie pacienta s cieľom minimalizovať riziko komplikácií a zabezpečiť maximálnu bezpečnosť výkonu. Lekár získava kompletnú anamnézu (alergie, chronické ochorenia, užívané lieky, predchádzajúce reakcie na sedáciu/anestéziu) a vykoná fyzikálne vyšetrenie so zameraním na dýchanie, srdcovú frekvenciu, saturáciu O₂, telesnú hmotnosť a orientačné zhodnotenie priechodnosti dýchacích ciest. Pacient sa zaraďuje podľa klasifikácie ASA (American Society of Anesthesiologists): ASA I – zdravý pacient; ASA II – pacient

s miernym systémovým ochorením; ASA III – pacient so závažnejším, no stabilizovaným ochorením. Sedácia midazolamom je bezpečná u ASA I a II, pri ASA III iba po konzultácii s anesteziológom a v adekvátne vybavenom prostredí [4, 5]. Z právneho a etického hľadiska je nevyhnutný písomný informovaný súhlas rodiča alebo zákonného zástupcu, ktorý jasne popisuje účel výkonu, liek, dávku a spôsob podania, očakávaný účinok, riziká a alternatívy (behaviorálne techniky, oxid dusný, celková anestézia), ako aj požiadavky na monitorovanie počas výkonu a potrebu dohľadu po jeho ukončení; dokument sa archivuje minimálne 10 rokov [16, 18]. Pracovisko musí byť vybavené pulzným oxymetrom, neinvazívnym monitorovaním tlaku krvi, kyslíkovým zdrojom, ambuvakom, odsávačkou a liekmi na urgentné použitie (flumazenil, adrenalín, antihistaminiká, glukóza). Personál má mať platné školenia prvej pomoci a schopnosť okamžite reagovať na zhoršenie stavu pacienta [17, 20].

Spôsob podania	Dávka	Nástup účinku	Pôsobenie	Poznámka
Perorálne	0,3 – 0,7mg/kg	10 – 20 min	30 – 60 min	najčastejšia forma
Nazálne	0,2 – 0,3 mg/kg	3 – 5 min	30 – 45 min	rýchly nástup, mierne pálenie
Intravenózne	0,05 – 0,1mg/kg	1-2 min	20 – 40 min	viacparametrové monitorovanie

Výhody a nevýhody

Midazolam ponúka rýchly nástup účinku, krátke trvanie sedácie a možnosť titrácie dávky, pričom existuje špecifický antagonist a flumazenil umožňujúci rýchlu reverziu účinku. Je dobre akceptovaný deťmi aj rodičmi a v porovnaní s celkovou anestéziou nesie nižšie riziko komplikácií a rýchlejšiu rekonvalescenciu. Limitáciou je individuálna variabilita účinku, výskyt paradoxných reakcií u malej časti pacientov, riziko respiračnej depresie pri kombinácii s inými tlmivými látkami CNS a požiadavka na vyškolený personál a monitorovanie [12, 13].

Verejnozdravotný a organizačný rozmer

Zavedenie farmakologickej sedácie midazolamom v pedostomatológii má významný verejnozdravotný, etický a organizačný rozmer. Sedácia sprístupňuje ošetrovanie deťom so zvýšenou úzkosťou alebo špeciálnymi potrebami a znižuje potrebu celkovej anestézie, čím sa redukuje záťaž zdravotného systému a zlepšuje dostupnosť starostlivosti. V slovenských podmienkach zatiaľ chýba jednotný právny rámec; európske autority (EAPD, IACSD/SD-CEP, NHS) odporúčajú národné štandardy „safe minimal sedation“, ktoré definujú indikačné kritériá, požiadavky na vybavenie, kvalifikáciu personálu a riešenie komplikácií. Udržateľná implementácia si vyžaduje primerané financovanie – ideálne cez samostatný kód výkonu v zdravotných poisťovniach – a systematické vzdelávanie zubných lekárov formou akreditovaných kurzov. Eticky má sedácia

slúžiť na humanizáciu ošetrovania a musí byť podopretá transparentnou komunikáciou a informovaným súhlasom rodiča. Budúci rozvoj smeruje k štandardizácii, akreditovaným centrom a digitálnym protokolom, ktoré zvyšujú bezpečnosť a kvalitu výkonov [19].

Klinický prípad

Pacient vo veku 7 rokov, dispenzarizovaný pre poruchu autistického spektra. Na naše pracovisko poukázaný spádovým pediatrom pre bolesti v oblasti strednej tretiny tváre vpravo, spôsobené kariéznou deštruovaným zubom č. 26. Vzhľadom na základné ochorenie nebolo možné vykonať konvenčné ambulantné ošetrovanie. V minulosti už absolvoval sanáciu chrupu v celkovej anestézii v mieste trvalého bydliska, ktorá pozostávala z extrakcií kariéznych mliečnych zubov, bez konzervačnej fázy.

Klinicky zistený kariézny zmiešaný chrup s nízkou úrovňou hygieny, devitálny, poklopovo bolestivý, deštruovaný trvalý molár č. 26 s diskretným vyklenutím vo vestibule. Na základe toho bola indikovaná extrakcia postihnuteho zuba. Po realizácii príslušných vyšetrení podaná intranazálne premedikácia midazolamom v celkovej dávke 6 mg. Po nástupe účinku midazolamu podaná infiltračná anestézia Supracainom 2 ml a následne extrakcia príčinného zuba. Perioperačné i včasné pooperačné obdobie bolo bez komplikácií, pacient po nevyhnutnej observácii a monitoringu prepustený v sprievode rodičov do domáceho ošetrovania. Následne bol naplánovaný na komplexnú sanáciu chrupu.



Obr. 1 Intraorálny pohľad na kariézne deštruovaný zub 26 (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 1 Intraoral view of a cariously destroyed tooth 26



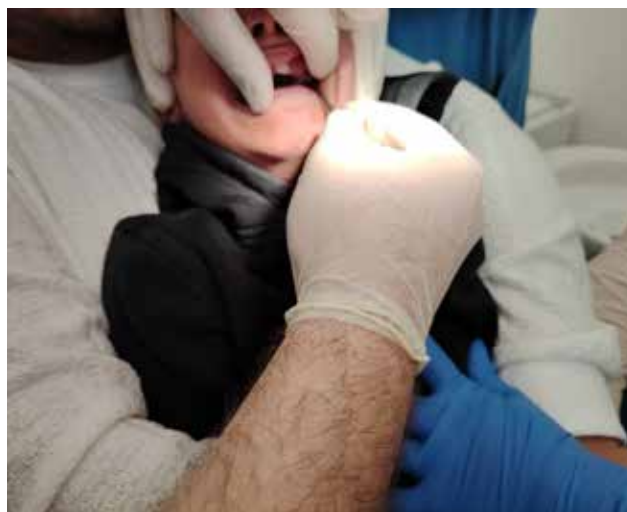
Obr. 2 RTG snímka postihnutého zuba (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 2 Radiographic image of the affected tooth



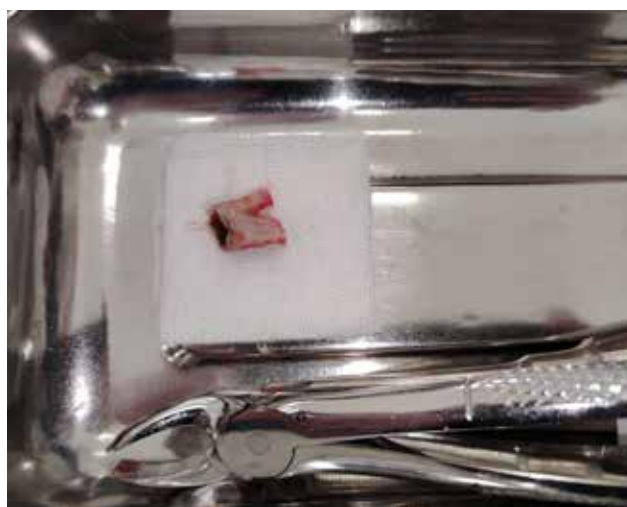
Obr. 3 Intrazálny aplikátor pre podávanie midazolamu (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 3 Intranasal applicator for the administration of midazolam



Obr. 4 Priebeh samotného ošetrenia (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 4 Course of the treatment procedure



Obr. 5 Extrahovaný postihnutý zub č. 26 (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 5 Extracted affected tooth No. 26

Záver

Midazolam predstavuje, pri dodržaní všetkých indikačných a bezpečnostných zásad, efektívnu a bezpečnú možnosť sedácie u detí i dospelých pacientov. Pre jeho rutinné využitie v klinickej praxi je nevyhnutné adekvátne vybavenie špecializovaných pracovísk, vyškolenie zdravotníckeho personálu a rešpektovanie medzinárodne ukotvených organizačno-legislatívnych štandardov. V takomto prípade je možné do klinickej praxe širšie zaviesť túto dostupnú a bezpečnú metódu ošetrovania chrupu u hendikepovaných pacientov.

LITERATÚRA

1. Coté CJ, Wilson S; AAP & AAPD. Guidelines for Monitoring and Management of Pediatric Patients Before, During, and After Sedation for Diagnostic and Therapeutic Procedures. *Pediatrics*. 2019;143(6):e20191000.
2. American Academy of Pediatric Dentistry. Guidelines for Monitoring and Management of Pediatric Patients Before, During, and After Sedation for Diagnostic and Therapeutic Procedures. *Pediatr Dent*. 2019;41(4):E26–E52.
3. Ashley P, Anand P, Andersson K, et al. Best clinical practice guidance for conscious sedation of children undergoing dental treatment: an EAPD policy document. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2021;22(6):989–1002.
4. Doyle DJ, Goyal A, Bansal P, et al. American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification. *StatPearls* [Internet]. 2023 (updated).
5. American Society of Anesthesiologists. ASA Physical Status Classification System. 2020.
6. Hinkelbein J, et al. ESAIC guideline on procedural sedation and analgesia. *Eur J Anaesthesiol*. 2018;35(1):6–24.
7. Cochrane Review. Sedation of children undergoing dental treatment. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 (and updates).
8. Papineni A, Lourenço-Matharu L, Ashley PF. Safety of oral midazolam sedation use in paediatric dentistry: a review. *Int J Paediatr Dent*. 2014;24(1):2–13.
9. Sado-Filho J, et al. Randomized clinical trial on the efficacy of intranasal or oral ketamine-midazolam combinations compared to oral midazolam for outpatient pediatric sedation. *PLoS One*. 2019;14(3):e0213074.
10. van Groen BD, et al. The Oral Bioavailability and Metabolism of Midazolam in Stable Critically Ill Children: A Pharmacokinetic Microtracing Study. *Clin Transl Sci*. 2021;109(1):140–149.
11. Pertti J, Neuvonen, et al. Drug interactions with lipid-lowering drugs: mechanisms and clinical relevance. *Clin Pharmacol Ther*. 2006;80(6):565–81.
12. Jain SA, et al. Midazolam use in pediatric dentistry: a review. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2020;10(6):706–712.
13. Lee-Kim SJ, et al. Nasal versus oral midazolam sedation for pediatric dental patients. *J Dent Child*. 2004;71(2):126–130.
14. Fuks AB, Kaufman E, Ram D, Hovav S, Shapira J. Assessment of two dosages of intranasal midazolam for sedation of young pediatric dental patients. *Pediatr Dent*. 1994;16(4):301–305.
15. NHS England. Clinical standards for dental anxiety management (sedation and GA). 2023.
16. Intercollegiate Advisory Committee for Sedation in Dentistry (UK). Standards for Conscious Sedation in the Provision of Dental Care (V1.1). 2020.
17. Scottish Dental Clinical Effectiveness Programme (SDCEP). Conscious Sedation in Dentistry – implementation guidance. 2022.
18. Dental Council (Ireland). Code of Practice: Dental Conscious Sedation. 2023.
19. European Observatory on Health Systems and Policies. Oral health care in Europe: financing, access and provision. 2022.
20. Vašáková J., Dokoupilová E., Poláčková P.: Využití midazolamu v dětské stomatologii. *Čes stomatol Prakt zubní lék*. 2023;123(1):3–9.

Korešpondujúci autor

MUDr. Peter Šmocer

Klinika stomatológie a maxilofaciálnej chirurgie,
UPJŠ LF a UN L. Pasteura v Košiciach

Prehľad vybraných biomateriálov pre kostné augmentácie v orofaciálnej oblasti, I. časť

Overview of Selected Biomaterials for Bone Augmentation in the Orofacial Region, Part I

Lučivjanská, Z., Stehlík, R., Kizek, R., Borza, B.

MDDr. Zdenka Lučivjanská, MDDr. Radoslav Stehlík, MUDr. Peter Kizek, PhD., MHA, MPH, MDDr. Branislav Borza, PhD.

Klinika stomatológie a maxilofaciálnej chirurgie UPJŠ LF a UN L. Pasteura v Košiciach

ABSTRAKT

Kostné augmentácie v orofaciálnej oblasti sú nevyhnutnou súčasťou rekonštrukčnej chirurgie pri liečbe defektov vznikajúcich v dôsledku atrofie, traumy alebo resekcii. Táto práca poskytuje prehľad vybraných biomateriálov používaných na obnovu kostného tkaniva, hodnotí ich biologické vlastnosti, indikácie a klinickú efektivitu. Autológna kosť zostáva zlatým štandardom pre svoj osteogénny, osteoindukčný a osteokonduktívny potenciál, avšak jej využitie obmedzuje invazivita odberu z donorského miesta a limitovaná dostupnosť. Alogénne a xenogénne materiály ponúkajú vhodné alternatívy s vysokou predvídateľnosťou, najmä pri kombinovaných augmentačných technikách. Aloplastické náhrady poskytujú neobmedzenú dostupnosť, štandardizované vlastnosti a možnosti individualizácie, no chýba im vlastná osteogénna kapacita. Súčasné trendy, ako 3D tlač, bioaktívne povlaky, nanokompozity a kmeňové bunky, zlepšujú kvalitu regenerácie a umožňujú personalizovaný prístup. Optimálna voľba materiálu závisí od typu a rozsahu defektu, požiadaviek na stabilitu a stavu mäkkých tkanív.

Práca je rozdelená do troch tematických častí. V prvej časti sú analyzované autológne štepy a xenogénne materiály, v druhej sa pozornosť sústreďuje na alogénne kostné náhrady a syntetické biomateriály a v tretej časti sa rozoberajú nové trendy v regeneratívnej medicíne a odborné prehľady.

Kľúčové slová: kostná augmentácia, autograft, xenograft

ABSTRACT

Bone augmentation in the orofacial region is an essential component of reconstructive surgery in the management of defects caused by atrophy, trauma, or resection. This review provides an overview of selected biomaterials used for bone regeneration, evaluating their biological properties, indications, and clinical effectiveness. Autologous bone remains the gold standard due to its osteogenic, osteoinductive, and osteoconductive potential, although its use is limited by donor-site morbidity and restricted availability. Allogeneic and xenogeneic materials offer suitable alternatives with high predictability, particularly in combined augmentation techniques. Alloplastic substitutes provide unlimited availability, standardized properties, and opportunities for customization, but lack intrinsic osteogenic capacity. Current trends such as 3D printing, bioactive coatings, nanocomposites, and stem-cell-based approaches enhance regenerative outcomes and support personalized treatment strategies. Optimal material selection depends on the type and extent of the defect, mechanical stability requirements, and soft-tissue conditions. Presented overview is divided into three thematic sections. The first section analyzes autologous grafts and xenogeneic materials, the second focuses on allogeneic bone substitutes and synthetic biomaterials, and the third discusses new trends in regenerative medicine, and a comparative evaluation of the materials.

Keywords: bone augmentation, autograft, xenograft

Úvod

Kostné augmentácie v orofaciálnej oblasti predstavujú skupinu chirurgických postupov zameraných na obnovenie alebo nahradenie strateného kostného tkaniva. Ide o kľúčovú súčasť rekonštrukčnej a regeneračnej chirurgie tvárového skeletu, ktorej cieľom je obnoviť morfológickú integritu, funkciu a estetiku postihnutej oblasti. Strata kosti môže vzniknúť v dôsledku chronických zápalových procesov (napr. odontogénne cysty, osteomyelitidy), po extrakciách zubov, úrazoch, ako dôsledok atrofie súvisiacej s dlhodobým chýbaním záťaže, po resekciiach tumorov alebo vrodených vývojových defektoch [1, 2]. Z hľadiska klinického využitia majú kostné augmentácie široké spektrum indikácií a ich cieľom je nielen dosiahnuť dostatočný objem kosti, ale

aj jej biologickú vitalitu a schopnosť integrácie s okolitými tkanivami, čím sa zabezpečí dlhodobá stabilita a funkčnosť rekonštruovanej oblasti. Úlohou biomateriálov je podporiť proces osteokondukcie (rast novej kosti po povrchu materiálu), osteoindukcie (stimulácia diferenciácie progenitorových buniek na osteoblasty) a ideálne aj osteogenézy (priama tvorba kosti vitálnymi osteogénnymi bunkami) [3]. Požiadavky na ideálny biomateriál na orofaciálne kostné augmentácie sú komplexné: materiál musí byť biokompatibilný, bioresorbovateľný v kontrolovanom čase, mechanicky stabilný a ľahko tvarovateľný tak, aby bolo možné presne rekonštruovať anatomicкую štruktúru kostí. Zároveň by mal umožňovať vaskularizáciu, bunkovú kolonizáciu a postupnú remodeláciu na vitálnu lamelárnu kosť [4].

Autológne kostné materiály v orofaciálnej chirurgii

Autológna (autogénna) kosť predstavuje zlatý štandard v rekonštrukcii kostných defektov orofaciálnej oblasti. Ide o kostné tkanivo odobraté priamo od pacienta, ktoré sa následne transplantuje do defektu tej istej osoby. Vďaka tomu neexistuje riziko imunitnej reakcie ani prenosu infekčných ochorení. Autológny štep obsahuje živé osteogénne bunky, rastové faktory a prirodzenú extracelulárnu matrix, čím disponuje všetkými tromi základnými vlastnosťami potrebnými pre regeneráciu kosti – osteogenézou, osteoindukciou a osteokondukciou [5, 6, 7].

V dôsledku svojej biologickej aktivity a predvídateľného správania sa autológna kosť považuje za najefektívnejší materiál pre augmentáciu alveolárneho hrebeňa, rekonštrukciu defektov po extrakciách, cystách, tumoroch, traumách či po resekciách v rámci ortognátnej chirurgie. Nevýhodou jej použitia je jej invazivita, pre potrebu chirurgického odberu, ktorý zvyšuje záťaž pacienta a predlžuje operačný čas. Taktiež riziko resorpcie je značné, najmä pri spongióznej kosti [8]. V súčasnosti sa autológne štepy často kombinujú s biomateriálmi a rastovými faktormi, čím sa znižuje potrebný objem autológneho materiálu, a zmiernuje sa tak záťaž donorského miesta [9].

Odber autológnej kosti možno realizovať intraorálne (retromolárová, mentálna oblasť, tuber maxillae) aj extraorálne (bedrová kosť, holenná kosť, rebro), pričom voľba závisí od rozsahu defektu, požadovaného objemu kosti a plánovanej rekonštrukcie [10, 11].



Obr. 1 Zafixovaný autológny kostný štep rozdelený na dve časti (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 1 Fixed autologous bone graft divided into two segments

Samostatným typom autológneho materiálu je spracovaný dentín z vlastných extrahovaných zubov pacienta v rámci socket preservation (ochrana pred nežiadúcou poextrakčnou atrofiou kosti), ridge preservation (zachovanie alveolárneho hrebeňa), terapie parodontitídy alebo periimplantitídy, alebo v kombinácii metód, napr. pri riadenej kostnej regenerácii (GBR). Technológia využitia autológnych tvrdých zubných tkanív pre regeneráciu kostných defektov vychádza z metodiky založenej na mletí



Obr. 2 Odberové miesto autológneho štepu z uhla sánky (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 2 Autologous graft harvest site at the mandibular angle

extrahovaných zubov na frakciu veľkosti 300 – 1200 μm . Extrahované zuby sa po mechanickom odstránení všetkých nečistôt, výplní, kameňa a zvyškov periodontálnych štruktúr melú 20 sekúnd v zariadení Smart Dentin Grinder. Po separácii požadovanej frakcie sa získaný materiál dezinfikuje v roztoku Cleanser a následne premýva 5 minút sterilným fosfátom pufrovaným fyziologickým roztokom. Takto spracovaný materiál je pripravený na aplikáciu. Autológny dentín má vysokú biologickú kompatibilitu, keďže pochádza z toho istého pacienta. Uvoľňuje bioaktívne molekuly, ktoré stimulujú osteoindukciu a podporujú diferenciáciu osteoprogenitorových buniek. Štruktúra dentínu s otvorenými tubulami poskytuje výbornú osteokondukciu, podobnú prirodzenej kosti, a umožňuje rýchlu kolonizáciu bunkami. Materiál má mechanickú stabilitu porovnateľnú s kortikálnou kosťou, čo prispieva k udržaniu objemu augmentácie. Recyklácia vlastných extrahovaných zubov je ekonomická a minimalizuje potrebu odberu autológnej kosti, čím odpadá záťaž donorského miesta. Klinické štúdie preukazujú zrýchlenú remodeláciu a tvorbu novej kosti, keďže dentín sa resorbuje pomalšie než spongiózna kosť, čím poskytuje dlhodobý tkanivový nosič, tzv. scaffold pre regeneráciu. [12, 13].

Xenogénne kostné materiály v orofaciálnej chirurgii

Xenogénne materiály (xenografty) sú kostné štepy získané zo živočíšnych zdrojov, najčastejšie z hovädzej (bovinej) kosti. Ich spracovanie zahŕňa odstránenie organických zložiek, proteínov a buniek, čím sa eliminuje riziko imunitnej reakcie alebo prenosu infekcií, pričom sa zachováva anorganická štruktúra kosti. Výsledný bioma-

teriál je biokompatibilný a slúži predovšetkým ako osteokonduktívna matrica pre novotvorbu kosti [1, 6]. Najrozšírenejším xenogénnym materiálom v stomatochirurgii je deproteinovaná bovinná kosť (napr. Bio-Oss®), ktorá si udržiava pórovitú architektúru veľmi podobnú ľudskej trabekulárnej kosti [14].

Xenogénna kosť má predovšetkým osteokondukčné vlastnosti – poskytuje trojrozmerný scaffold, ktorý umožňuje adhéziu, migráciu a diferenciáciu osteoblastov. Neobsahuje živé bunky ani rastové faktory, preto osteogenezu ani osteoindukciu sama osebe nevyvoláva. V kombinácii s autogénnou kosťou alebo rastovými faktormi (napr. PRF, BMP) je možné dosiahnuť vyššie regeneračné účinky. Jednou z významných vlastností xenogénnych materiálov je ich nízka resorpcia. To zabezpečuje dlhodobú objemovú stabilitu augmentovaného miesta, avšak môže dochádzať k perzistencii častíc v tkanive aj niekoľko rokov po augmentácii [16, 17, 18].

LITERATÚRA

1. Nicolae C-L, Pirvulescu D-C, Niculescu A-G, Epistatu D, Mihaiescu DE, Antohi AM, et al. An up-to-date review of materials science advances in bone grafting for oral and maxillofacial pathology. *Materials*. 2024;17(19):4782. doi:10.3390/ma17194782.
2. Fesseha H. Bone grafting, its principle and application: a review. *Osteol Rheumatol Open J*. 2020;1:43-50. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/340935047_Bone_Grafting_Its_Principle_and_Application_A_Review
3. Albrektsson T, Johansson C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. *Eur Spine J*. 2001;10(Suppl 2):S96-S101. doi:10.1007/s005860100282.
4. Baldwin P, Li DJ, Auston DA, Mir HS, Yoon RS, Koval KJ. Autograft, allograft, and bone graft substitutes: clinical evidence and indications for use in the setting of orthopaedic trauma surgery. *J Orthop Trauma*. 2019;33(4): 203-213. doi:10.1097/BOT.0000000000001420.
5. Nkenke E, Neukam FW. Autogenous bone harvesting and grafting in advanced jaw resorption: morbidity, resorption and implant survival. *Eur J Oral Implantol*. 2014;7(Suppl 2):S203-S217. PMID:24977256.
6. Jensen SS, Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24(Suppl):218-236. PMID:19885447.
7. Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007;22(Suppl):49-70. Erratum in: *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008;23(1):56. PMID:18437791.
8. Dimitriou R, Mataliotakis GI, Angoules AG, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Complications following autologous bone graft harvesting from the iliac crest and using the RIA: a systematic review. *Injury*. 2011;42(Suppl 2):S3-S15. doi:10.1016/j.injury.2011.06.015.
9. Schmitt CM, Doering H, Schmidt T, Lutz R, Neukam FW, Schlegel KA. Histological results after maxillary sinus augmentation with Straumann BoneCeramic, Bio-Oss, Puros, and autologous bone: a randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2013;24(5):576-585. doi:10.1111/j.1600-0501.2012.02431.x.
10. Sakkas A, Wilde F, Heufelder M, Winter K, Schramm A. Autogenous bone grafts in oral implantology—is it still a „gold standard“? A consecutive review of 279 patients with 456 clinical procedures. *Int J Implant Dent*. 2017;3(1):23. doi:10.1186/s40729-017-0084-4.
11. Elsalanty ME, Genecov DG. Bone grafts in craniofacial surgery. *Craniofacial Trauma Reconstr*. 2009;2(3):125-134. doi:10.1055/s-0029-1215875.

12. Kučera J, Lofaj F, Nagyová-Krchova Z, Šurín Hudáková N, Vojtko M, Březina V. Stimulation of osteogenic activity of autologous teeth hard tissues as bone augmentation material. *Biology (Basel)*. 2024;13(1):40. doi:10.3390/biology13010040.

13. Wystouch E, Sipika A, Grabowska-Jasik N, Tyrakowski M, Kaczmarzyk T, Szuta M. Use of autologous dentin matrix in bone defects augmentation—a literature review. *Folia Med Cracov*. 2024;64(2):87-91. doi:10.24425/fmc.2024.150155.

14. J Miron RJ. Optimized bone grafting. *Periodontol*. 2000. 2024;94(1):143-160. doi:10.1111/prd.12517.

15. Pietrzak WS, Ali SN, Chitturi D, Jacob M, Woodell-May JE. BMP depletion occurs during prolonged acid demineralization of bone: characterization and implications for graft preparation. *Cell Tissue Bank*. 2011;12(2):81-88. doi:10.1007/s10561-009-9168-6.

16. Aludden HC, Mordenfeld A, Hallman M, Dahlin C, Jensen T. Lateral ridge augmentation with Bio-Oss alone or Bio-Oss mixed with particulate autogenous bone graft: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017;46(8):1030-1038. doi:10.1016/j.ijom.2017.03.008.

17. Zhao R, Yang R, Cooper PR, Khurshid Z, Shavandi A, Ratnayake J. Bone grafts and substitutes in dentistry: a review of current trends and developments. *Molecules*. 2021;26(10):3007. doi:10.3390/molecules26103007.

18. Traini T, Valentini P, Iezzi G, Piattelli A. A histologic and histomorphometric evaluation of anorganic bovine bone retrieved 9 years after a sinus augmentation procedure. *J Periodontol*. 2007;78(5):955-961. doi:10.1902/jop.2007.060308.

Korešpondujúci autor

MDDr. Zdenka Lučivjanská

Klinika stomatológie a maxilofaciálnej chirurgie
UPJŠ LF a UN L. Pasteura v Košiciach

Prehľad vybraných biomateriálov pre kostné augmentácie v orofaciálnej oblasti, II. časť

Overview of Selected Biomaterials for Bone Augmentation in the Orofacial Region, Part II

Lučivjanská, Z., Stehlík, R., Kizek, P., Borza, B.

MDDr. Zdenka Lučivjanská, MDDr. Radoslav Stehlík,
MUDr. Peter Kizek, PhD., MHA, MPH, MDDr. Branislav Borza, PhD.

Klinika stomatológie a maxilofaciálnej chirurgie UPJŠ LF a UN L. Pasteura v Košiciach

Alogénne kostné materiály v orofaciálnej chirurgii

Alogénna kosť (alograft) predstavuje kostné tkanivo odobraté od geneticky odlišného jedinca rovnakého druhu – teda od iného človeka. Na rozdiel od autológnej kosti nepochádza priamo od pacienta, ale získava sa z tkanivových bánk po dôkladnom spracovaní a sterilizácii. Tieto postupy eliminujú bunkové elementy, redukujú imunitnú reakciu a riziko prenosu infekčných agensov, pričom zachovávajú základnú štruktúru kostnej matrice a niektoré biologicky aktívne komponenty.

V maxilofaciálnej chirurgii sa alogénne kostné štepy využívajú na augmentáciu alveolárneho hrebeňa, v implantológii, pri technike sinus lift, na rekonštrukciu po cystektómiách, resekcií tumorov, resp. resekčných výkonoch, ablatívnej chirurgii alebo pourazových stavoch.

Alogénne štepy sa spracovávajú rôznymi technológiami, ktoré určujú ich biologické vlastnosti a klinické využitie [1 – 5].

Najčastejšie používané formy sú:

- Mrazená kosť (fresh frozen bone – FFB): zachováva pôvodnú mikroštruktúru a kolagénové vlákna, no vyžaduje skladovanie pri veľmi nízkych teplotách.
- Deproteinizovaná, demineralizovaná kosť (demineralized bone matrix – DBM): vzniká chemickou extrakciou minerálnej zložky, čím sa uvoľňujú rastové faktory ako BMP (bone morphogenetic proteins), ktoré podporujú osteoindukciu.
- Lyofilizovaná kosť (freeze-dried bone allograft – FDDBA): sterilná, dlhodobo skladovateľná forma s výbornou manipuláciou; poskytuje osteokondukčný rámec, no s limitovanou osteoindukciou.
- Demineralizovaná lyofilizovaná kosť (decalcified freeze-dried bone allograft – DFDBA): spája výhody oboch predchádzajúcich foriem – vysokú stabilitu a schopnosť indukcie novej kosti.



Obr. 3 Pseudocysta v oblasti tela sánky vľavo u 14-ročnej pacientky, ktorá bola náhodne zistená pri RTG vyšetrení (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 3 A pseudocyst in the region of the left mandibular body in a 14-year-old female patient, incidentally discovered during an X-ray examination



Obr. 4 Alogénny kostný štep z tkanivovej banky (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 4 Allogeneic bone graft from a tissue bank



Obr. 5 Stav po 1 mesiaci od revízie defektu a augmentácii pomocou alogénnej kosti (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 5 Status one month after defect revision and augmentation with allogeneic bone



Obr. 6 Stav 6 mesiacov po operácii a úplnom vyhojení kostného defektu (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 6 Status 6 months after surgery with complete healing of the bone defect

Spracovanie alogénneho materiálu zahŕňa sterilizáciu (rádiáciou, etylénoxidom alebo chemickou dezinfekciou), testovanie na infekčné agensy (HIV, HBV, HCV, syfilis) a validáciu podľa štandardov tkanivových bánk. Riziko imunitnej reakcie alebo prenosu infekcie je vďaka prísnemu spracovaniu minimálne. Testovanie na infekčné agensy u alogénnych materiálov je nedoriešený problém, protokol nie je zatiaľ medzinárodne štandardizovaný [11].

Alogénna kosť disponuje predovšetkým osteokondukčnými vlastnosťami – vytvára priestorovú štruktúru, po ktorej môžu migrovať osteoprogenitorové bunky z hostiteľského tkaniva. V prípade zachovania niektorých rastových faktorov sa prejavuje aj mierna osteoinduktívna aktivita, hoci nedosahuje úroveň autológnej kosti.

Osteogenéza, teda priamy prenos živých osteoblastov, pri alogénnych štepoch neprebíha, keďže bunkové elementy sú počas spracovania odstránené. Proces remodelácie prebieha pomocou resorpcie štepu a jeho postupnej náhrady novoutvorenou kosťou hostiteľa.

Výhodou alogénnej kosti je predovšetkým eliminácia potreby druhého operačného poľa, čo znamená skrátený čas zákroku a nižšiu záťaž pre pacienta. Taktiež dostupnosť väčšieho množstva materiálu, vhodného pre rozsiahlejšie defekty a dlhá skladovateľnosť s okamžitou pripravenosťou na použitie je veľkým benefitom. Forma je

voliteľná na základe indikácie ako blok, granuly alebo pasta. Alogénna kosť je dobre kombinovateľná s autogénnou kosťou, xenograftom, rastovými faktormi či membránami, čím sa jej vlastnosti ešte vylepšia. [1 – 6].



Obr. 7 Kombinácia alogénnej kosti a xenograftu pri augmentácii alveolárneho výbežku sánky technikou podľa Khouryho (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 7 Combination of allogeneic bone and a xenograft in augmentation of the mandibular alveolar ridge using the Khoury technique

Aloplastické (syntetické) biomateriály v orofaciálnej chirurgii

Aloplastické materiály (aloplasty) predstavujú synteticky vyrobené biomateriály určené na náhradu alebo regeneráciu kostného tkaniva. Sú navrhnuté tak, aby boli biokompatibilné, bezpečné a štrukturálne podobné kostnej hmote. Na rozdiel od autológnych, alogénnych či xenogénnych štepov nepochádzajú z biologického zdroja, čo eliminuje riziko prenosu ochorení a imunitnej reakcie [1]. Alostasty môžu byť vyrábané vo forme granúl, blokov, cementov, poréznych scaffoldov alebo pást a často sa kombinujú s biologickými faktormi (PRF, kmeňové bunky) alebo membránami pre zvýšenie regeneračného potenciálu [7, 8].

Typy aloplastických materiálov

1. Kalciovo-fosfátové keramické materiály

- Hydroxyapatit (HA): veľmi biokompatibilný, pomaly resorbovateľný, poskytuje objemovú stabilitu; dostupný v makroporéznej alebo mikroporéznej forme.

- Trikalciumpfosfát (β -TCP): rýchlejšie sa resorbuje a nahrádza novoutvorenou kosťou; vhodný pre menšie defekty.

- Kombinácia HA/ β -TCP (bifázické keramické materiály): spája stabilitu hydroxyapatitu s resorpčným potenciálom TCP.

2. Bioaktívne sklá

- Vytvárajú na svojom povrchu vrstvu hydroxykarbonátového apatitu, ktorá podporuje väzbu s hostiteľskou kosťou.

- Majú schopnosť uvoľňovať ióny (Si, Ca, P), čím stimulujú osteoblasty a angiogénu.

3. Polyméry

- Resorbovateľné polyméry (napr. polylaktid – PLA, polyglykolid – PGA, PLGA): využívané najmä ako nosiče pre bunky a rastové faktory v tkanivovom inžinierstve.

- Neresorbovateľné polyméry (napr. polymetylmakrylát – PMMA): používajú sa pri kraniofaciálnych rekonštrukciách ako pevné implantáty.

4. Kompozitné materiály

- Sú kombináciou viacerých zložiek, spravidla anorganických (napr. hydroxyapatit, β -trikalciumpfosfát, bioaktívne sklo) a organických (polyméry, kolagén, chitosan, alginát, PLGA, PEEK). Cieľom je využiť výhody oboch komponentov a kompenzovať ich nevýhody.

- Keramicko-polymérne kompozity – spájajú mechanickú pevnosť a osteokondukciu keramik (HA, TCP) s pružnosťou a bioresorbovateľnosťou polymérov (PLGA, PCL). Príkladom sú porézne scaffoldy s obsahom HA/TCP v polymérnej matici, ktoré napodobňujú prirodzenú štruktúru kosti.

- Kolagénom impregnované keramické granuly – zlepšujú bunkovú adhéziu a napodobňujú prirodzenú extracelulárnu maticu.

- Kompozity s bioaktívnym sklom – umožňujú uvoľňovanie iónov, ktoré stimulujú angiogénu a osteoblastickú diferenciáciu.

- Nanokompozity – využívajú nanoštruktúrované povrchy a nanovláknité polyméry, ktoré sa svojou mierkou blížia prirodzenej kostnej architektúre.

- Výhodou kompozitov je možnosť cieleného nastavenia ich vlastností, ako napríklad rýchlosti degradácie, pórovitosti, pevnosti a bioaktivity. V praxi to znamená, že materiál sa dokáže lepšie prispôbiť konkrétnym klinickým indikáciám.

Aloplastické biomateriály sú prevažne osteokonduktívne, slúžia ako mechanická a štruktúrna opora pre migráciu a proliferáciu osteoblastov. Samotné nemajú osteoinduktívny ani osteogénny potenciál, avšak v kombinácii s rastovými faktormi alebo kmeňovými bunkami môžu dosahovať veľmi priaznivé výsledky. Ich resorpcia a integrácia závisí od chemického zloženia, porozity a štruktúrnych vlastností. Napríklad β -TCP sa resorbuje v priebehu 6 – 24 mesiacov, zatiaľ čo HA môže perzistovať v tkanive dlhodobo [9, 10].



Obr. 8 Syntetický Octacalcium Phosphate Bontree® materiál zmiešaný s plazmou (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 8 Synthetic octacalcium phosphate Bontree® material mixed with plasma



Obr. 9 Materiál počas aplikácie (zdroj: KSaMFCH)

Fig. 9 Material during application



Obr. 10 Materiál aplikovaný do defektu (zdroj: KSaMFCH)
Fig. 10 Material applied to the defect

10. Bose S, Roy M, Bandyopadhyay A. Recent advances in bone tissue engineering scaffolds. *Trends Biotechnol.* 2012 Oct;30(10):546–554. doi:10.1016/j.tibtech.2012.07.005. PMID: PMC3448860.

11. Fishman JA, Greenwald MA, Grossi PA. Transmission of infection with human allografts: essential considerations in donor screening. *Clin Infect Dis.* 2012;55(5):720–727. doi:10.1093/cid/cis519.

Korešpondujúci autor

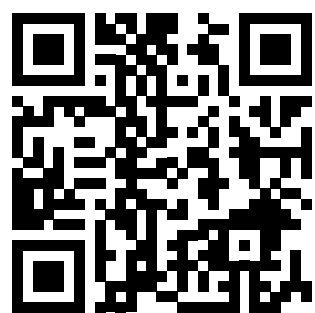
MDDr. Zdenka Lučivjanská

Klinika stomatológie a maxilofaciálnej chirurgie

UPJŠ LF a UN L. Pasteura v Košiciach

LITERATÚRA

1. Nicolae C-L, Pirvulescu D-C, Niculescu A-G, Epistatu D, Mihaiescu DE, Antohi AM, Grumezescu AM, Croitoru G-A. An up-to-date review of materials science advances in bone grafting for oral and maxillofacial pathology. *Materials (Basel).* 2024;17(19):4782. doi:10.3390/ma17194782.
2. Fesseha H. Bone grafting, its principle and application: a review. *Osteol Rheumatol Open J.* 2020;1(1):43–50. doi:10.17140/ORHOJ-1-113.
3. Albrektsson T, Johansson C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. *Eur Spine J.* 2001;10(Suppl 2):S96–S101. doi:10.1007/s005860100282.
4. Baldwin P, Li DJ, Auston DA, Mir HS, Yoon RS, Koval KJ. Autograft, allograft, and bone graft substitutes: clinical evidence and indications for use in the setting of orthopaedic trauma surgery. *J Orthop Trauma.* 2019 Apr;33(4):203–213. doi:10.1097/BOT.0000000000001420. PMID: 30633080.
5. Jensen SS, Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24 Suppl:218–236. PMID: 19885447.
6. Miron RJ. Optimized bone grafting. *Periodontol 2000.* 2024 Feb;94(1):143–160. doi:10.1111/prd.12517.
7. Zhao R, Yang R, Cooper PR, Khurshid Z, Shavandi A, Ratnayake J. Bone grafts and substitutes in dentistry: a review of current trends and developments. *Molecules.* 2021 May 18;26(10):3007. doi:10.3390/molecules26103007. PMID: PMC8158510.
8. Zimmermann G, Moghaddam A. Allograft bone matrix versus synthetic bone graft substitutes. *Injury.* 2011;42(Suppl 2):S16–S21. doi:10.1016/j.injury.2011.06.199.
9. Wang W, Yeung KWK. Bone grafts and biomaterials substitutes for bone defect repair: a review. *Bioactive Materials.* 2017;2(4):224–247. doi:10.1016/j.bioactmat.2017.05.007.



<https://stomatolog.skzl.sk/>

