INDIVIDUÁLNÍ SUBPERIOSTÁLNÍ IMPLANTÁTY – ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ U PACIENTŮ SE ZÁVAŽNÝM NEDOSTATKEM KOSTI V OBLASTI ALVEOLÁRNÍHO VÝBĚŽKU

Praktické sdělení

Veronika Šťastná, Adam Pěnkava, Jiří Genčur, Lukáš Hauer
Stomatologická klinika, Lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice, Plzeň

O AUTORCE

MDDr. Veronika Šťastná *(*1996) v roce 2020 absolvovala obor Zubní lékařství na Lékařské fakultě Univerzity Karlovy v Plzni. Od téhož roku působí na protetickém oddělení Stomatologické kliniky LF UK a FN v Plzni, kde se zaměřuje na komplexní spektrum protetického ošetření pacientů, včetně implantologické péče. Aktivně se podílí na výuce studentů zubního lékařství a na rozvoji inovativních přístupů ve vzdělávání. Věnuje se rovněž využití 3D technologií v protetické stomatologii a implantologii, zejména jejich implementaci do klinické praxe a výuky.*

Kontakt:
stastnav@fnplzen.cz
Stomatologická klinika LF UK a FN Plzeň
Alej Svobody 80
323 00 Plzeň

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CAD – *computer-aided design* (počítačem podporovaný návrh)
CAM – *computer-aided manufacturing* (počítačem podporovaná výroba)
CBCT – *cone beam computed tomography* (výpočetní tomografie kuželovým svazkem)
CT – *computed tomography* (výpočetní tomografie)
DICOM – *digital imaging and communications in medicine* (standard pro lékařská obrazová data)
PSI – *patient-specific implant* (individuální, na míru vyráběný implantát)
RGBA – *red-green-blue-alpha* (barevný model s kanálem průhlednosti)
STL – *standard tessellation language* (formát 3D síťových dat)
ÚČOCH – ústní, čelistní a obličejová chirurgie

SOUHRN: Dentální implantáty představují standardní metodu náhrady chybějících zubů a jsou důležitou součástí moderní stomatologie. Lze je klasifikovat do tří hlavních skupin: endoseální, subperiostální a transoseální. Nejčastěji používanou variantou jsou endoseální implantáty zaváděné přímo do čelistní kosti. V případě nedostatečné nabídky kosti v oblasti alveolárního hřebene může být využití endoseálního implantátu složité a často vyžaduje předimplantační doplnění kosti různými typy augmentačních technik. Alternativními postupy vedoucími ke zlepšení podmínek pro zavedení implantátu jsou např. repozice mandibulárního nervu, zavedení pterygoidních nebo zygomatických implantátů či provedení bone splitu. Tyto metody mohou být účinné, ve srovnání s augmentačními operacemi přinášejí odlišné spektrum komplikací a bývají pro pacienta i lékaře náročné. Alternativou k těmto kombinovaným výkonům je využití individuálních subperiostálních implantátů, které se řadí do skupiny takzvaných patient-specific implants (PSI), které jsou umístěny na povrchu čelistní kosti pod periostem a pevně fixovány do čelistní kosti. Implantát tvoří rám (tělo) přesně kopírující povrch kosti, z něhož vystupují transmukózní pilíře procházející měkkými tkáněmi a sloužící jako opora pro fixní můstek nebo snímatelnou hybridní náhradu. Na rozdíl od endoseálních implantátů zaváděných přímo do kosti získává subperiostální implantát stabilitu především přesnou adaptací k povrchu kosti, u moderních konstrukcí dále posílenou fixačními šrouby. Cílem předloženého sdělení je informovat praktické zubní lékaře o možnosti rehabilitace bezzubých úseků pomocí subperiostálních implantátů nové generace. Nastiňuje vývoj tohoto ošetření v čase a zdůrazňuje důležitou úlohu digitálních technologií a biokompatibilních materiálů. Zahrnuje indikace, postup zavedení, protetickou fázi a možné komplikace.

Klíčová slova: subperiostální implantát, CAD/CAM, individuální implantát, atrofie alveolárního hřebene

PATIENT SPECIFIC SUBPERIOSTEAL IMPLANTS – AN ALTERNATIVE SOLUTION FOR PATIENTS WITH SEVERE BONE DEFICIENCY IN ALVEOLAR PROCESS

Professional article

SUMMARY: Dental implants represent a standard method for replacing missing teeth and they are an important part of modern dentistry. They can be classified into three main groups: endosteal, subperiosteal, and transosseous. The most commonly used type of implant is the endosseous implant, which is placed directly into the jawbone. However, the use of endosteal implants becomes complex in cases of insufficient bone availability. In cases of insufficient bone volume in the alveolar ridge region, the use of an endosseous implant may be challenging and often requires pre-implant bone augmentation using various augmentation techniques. Alternative approaches aimed at improving the conditions for implant placement include mandibular nerve repositioning, pterygoid or zygomatic implants, bone splitting, and other methods. Although these methods may be effective, they present a different spectrum of complications compared to augmentation procedures and are often demanding for both the patient and the clinician. An alternative to these combined procedures is the use of subperiosteal implants which are classified as so-called patient-specific implants (PSI), which are placed on the surface of the jawbone beneath the periosteum and are rigidly fixed to the bone. The implant consists of a framework (body) precisely adapted to the surface of the jawbone, from which transmucosal posts emerge, traversing the soft tissues and providing support for a fixed bridge or an overdenture. In contrast to endosseous implants inserted directly into the bone, subperiosteal implants derive their stability primarily from accurate adaptation to the bone surface, which in modern designs is further reinforced by fixation screws. The purpose of this article is to inform general dental practitioners about the possibility of rehabilitating edentulous jaws using subperiosteal implants. It outlines the development of this treatment over time and emphasizes the important role of digital technologies and biocompatible materials. It includes indications, the placement procedure, the prosthetic phase, and potential complications.

Key words: subperiosteal implant, CAD/CAM, customized implant, jawbone atrophy

Šťastná V, Pěnkava A, Genčur J, Hauer L. Individuální subperiostální implantáty – alternativní řešení u pacientů se závažným nedostatkem kosti v oblasti alveolárního výběžku.
LKS. 2026; 36(10): 194 – 201.

ÚVOD

Subperiostální implantáty jsou známy již více než 80 let. V minulosti bylo od jejich používání postupně upuštěno především z důvodu technické náročnosti a častého výskytu komplikací [1]. Rozvoj moderních biokompatibilních materiálů a digitálních technologií však umožnil jejich renesanci jako relevantní terapeutické alternativy v situacích, kdy je zavedení standardních válcových implantátů limitováno anatomickými či technickými podmínkami. Technologické pokroky umožňují detailní digitální plánování a výrobu dokonale přesného implantátu přizpůsobeného individuální anatomii pacienta. Výsledkem je možnost provedení implantace v jedné fázi, což zvyšuje úspěšnost a snižuje množství komplikací [2].

Individuálně navržené a vyrobené subperiostální implantáty se mohou efektivně uplatnit nejen u pacientů s těžkou atrofií alveolárního výběžku čelisti, ale také při řešení defektů čelistí po resekčních onkologických operacích či ztrátových poraněních při traumatech hlavy a krku [3].

HISTORIE

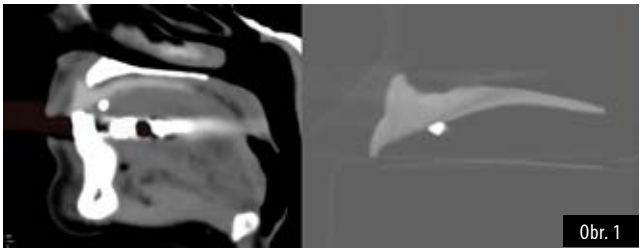
První subperiostální implantáty byly poprvé představeny ve Švédsku v roce 1942 a následně se rozšířily do celého světa. Původní koncept vyžadoval dvoufázový chirurgický přístup, při němž byl po odklopení rozsáhlého mukoperiostálního laloku a obnažení čelistní kosti nejprve proveden otisk do elastického materiálu. Na sádrovém modelu kosti se poté zhotovil voskový model konstrukce implantátu, který byl následně metodou ztraceného vosku odlit nejčastěji z Cr-Co-Mo slitiny a opracován. Při druhém chirurgickém výkonu byla hotová konstrukce vložena mezi periost a povrch alveolárního výběžku čelisti [1].

Pouze omezený počet studií uváděl uspokojivé výsledky. Podle literárních údajů selhalo přibližně 50–60 % implantátů během patnáctiletého sledování [4]. Přesto byly popsány i případy, kdy se ošetření obešlo bez větších obtíží a implantát fungoval dlouhodobě [5]. Vzhledem k náročnosti postupu a vysokému počtu komplikací byly subperiostální implantáty postupně nahrazovány jinými způsoby ošetření.

Pokrok v digitálních technologiích spolu s vývojem nových materiálů nyní opět vzbuzuje zájem o tento typ ošetření. Zásadní roli hraje především rozvoj diagnostických zobrazovacích metod, zejména CT (CB-CT) skenů, pokroky v individuálním digitálním plánování a možnost integrace CAD/CAM technologií do výroby implantátů. Použití titanových slitin s vysokou pevností a biokompatibilitou dále zvyšuje kvalitu a prediktabilitu těchto implantátů [6].

Významným vývojem prošel rovněž způsob fixace subperiostálních implantátů, neboť jejich původní provedení neumožňovalo ukotvení ke kosti [1]. V současnosti je implantátová konstrukce ke kosti fixována osteosyntetickými šrouby, čímž je dosaženo i ideálního rozložení funkční zátěže [7].

Navzdory výraznému zvýšení úspěšnosti tohoto typu ošetření musíme stále čelit komplikacím, jako je dehiscence laloků nad konstrukcí implantátu, zánětlivé komplikace nebo dokonce úplné uvolnění implantátu z místa fixace [8].



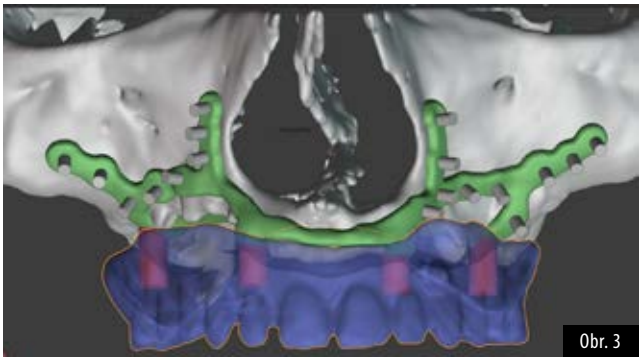
Obr. 1: *Dual scan – CT scan pacienta s nasazenou snímatelnou náhradou a náhrady samotné (přítomny RTG kontrastní markery).*

KLINICKÝ POSTUP

1. Diagnóza a léčebný plán

Stejně jako u každého jiného stomatologického ošetření začínáme důkladným odebráním anamnézy a klinickým vyšetřením. O individuálním subperiostálním implantátu uvažujeme v případě extrémního nedostatku kosti v oblasti alveolárního výběžku, kdy by zavedení klasických endosteálních implantátů vyžadovalo složitou augmentaci kosti nebo využití jiných, technicky náročnějších metod.

Obr. 2: *Převedení dat získaných z CT do formátu STL.*



Obr. 3: *Virtuální model implantátu s wax-upem zubů pro horní čelist.*

Obr. 4: *Titanová konstrukce individuálního subperiostálního implantátu.*

Dalším klíčovým bodem je zhotovení spirálního CT nebo CBCT čelisti, přičemž získaná data slouží k digitálnímu plánování individuálního implantátu. Pokud pacient používá snímatelnou náhradu, můžeme ji využít k získání informace o budoucí poloze zubů například pomocí dual scan techniky [9]. Tato metoda spočívá ve zhotovení dvou samostatných CT skenů, jednoho s nasazenou náhradou označenou RTG kontrastními markery a druhého pouze samotné náhrady. Díky markerům je během digitálního plánování možné oba skeny přesně překrýt a propojit **(obr. 1)**.

2. Návrh a výroba implantátu

Výstupem z CBCT jsou DICOM data, ze kterých je třeba získat polygonální síť použitelnou v modelovacím (CAD) softwaru ve formátu STL. Jedním z nástrojů může být extrakce voxelů s podobnými hodnotami RGBA a jejich převod do trojrozměrné sítě **(obr. 2)**. Na takto získaném virtuálním modelu čelisti je následně navrhován model implantátu **(obr. 3)**. Celá konstrukce se skládá z těla implantátu, které kopíruje povrch kosti, a z protetických pilířů nesoucích budoucí protetickou náhradu. V těle implantátu jsou navíc vytvořeny otvory pro fixační šrouby.

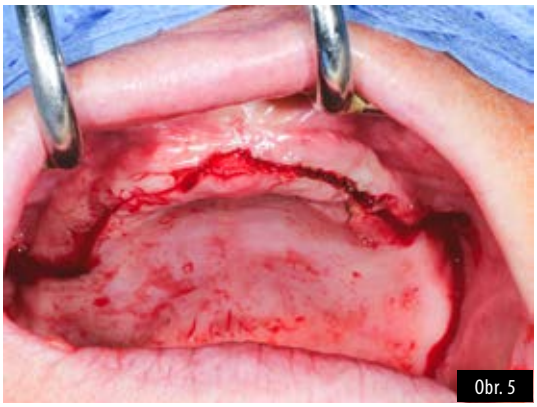
Na základě virtuálního modelu je následně pomocí počítačem podporovaných výrobních procesů zhotoven individuální implantát z titanové slitiny **(obr. 4)**. Technologicky se může využít obrábění kovového ingotu frézou nebo aditivní techniky výroby, jako je selektivní laserové sintrování titanového prášku. Hlavními limity frézování jsou prostorové rozměry implantátu. Spodní plocha konstrukce přiléhající ke kosti je opískována s cílem zvětšení jejího povrchu a dosažení lepšího kontaktu s kostí. Naproti tomu horní část konstrukce je dokonale vyleštěna, aby se minimalizovala adheze bakteriálního plaku [10].

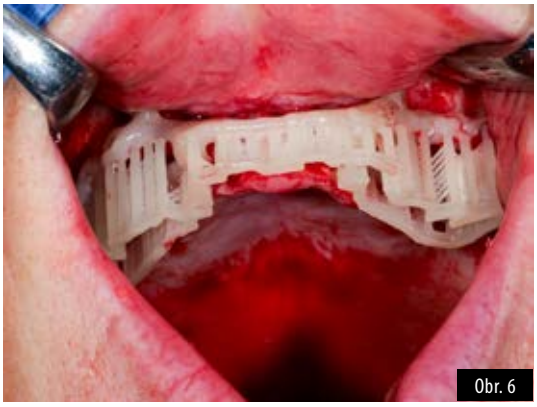
3. Chirurgický výkon

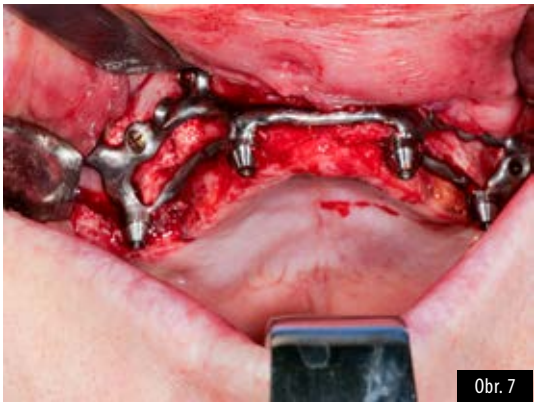
Samotný chirurgický výkon může proběhnout v lokální nebo v celkové anestezii, v závislosti na celkovém stavu pacienta, jeho spolupráci a náročnosti plánovaného ošetření. V případě celkové anestezie je indikována krátkodobá hospitalizace a zpravidla v obou případech může být zvážena jednorázová profylaktická dávka antibiotika.

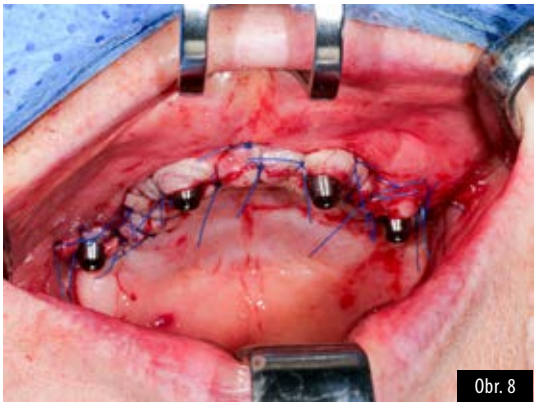
Nejprve je provedena krestální incize a podle potřeby doplněna uvolňujícím řezem do vestibula **(obr. 5)**. Plánování řezu je závislé na anatomii čelisti, plánovaného umístění konstrukčních prvků perforující měkké tkáně a poloze těla implantátů. Elevace mukoperiostálního laloku je nezbytná v celém rozsahu konstrukce. Během preparace je nutné identifikovat a chránit okolní anatomické struktury (*n. infraorbitalis, n. mandibularis* aj.). V případě potřeby je v průběhu výkonu použita kopie konstrukce implantátu získaná 3D tiskem, která slouží k ověření dokonalého dosedu a dostatečného odklopení měkkých tkání, aniž by bylo nutné opakovaně manipulovat se sterilní titanovou konstrukcí **(obr. 6)**. Rigidní fixace implantátu je dosaženo pomocí monokortikálně zavedených osteosyntetických šroubů, jejichž délka závisí na tloušťce kosti, která se v různých oblastech liší (cca 2–10 mm) a vzdálenosti fixačních otvorů vůči nitrokostním strukturám, například *n. mandibularis* **(obr. 7)**. Po dokončení fixace je mobilizován mukoperiostální lalok a rána je uzavřena suturou **(obr. 8)**.

Pacient je instruován o pooperačním režimu: měkká až kašovitá strava, fyzicky šetřící režim a podávání analgetik dle potřeby. Po výkonu v celkové anestezii je pacient obvykle po 1–2 dnech propuštěn do domácí péče.


Obr. 5


Obr. 6


Obr. 7


Obr. 8

Obr. 5: *Krestální incize.*
Obr. 6: *Zkouška dosedu pomocí 3D vytištěné kopie implantátu.*
Obr. 7: *Titanová konstrukce připevněná osteosyntetickými šrouby.*
Obr. 8: *Sutura měkkých tkání.*

4. Zhotovení suprakonstrukce

Po zhojení v časné pooperační fázi je na protetickém oddělení zhotoven otisk otevřenou metodou s použitím polyetherového materiálu běžně využívaného v implantologii. Následuje rekonstrukce mezičelistních vztahů a v další návštěvě samotné odevzdání šroubované provizorní práce z polymethylmetakrylátu **(obr. 9)**. Konstrukce provizoria je navržena s ohledem na minimalizaci tlaku na měkké tkáně a zajištění dostatečného přístupu k hygieně v oblasti transgingiválních prvků.

Po 3 – 4 měsících adaptačního období je zhotovena definitivní protetická rekonstrukce. Na našem pracovišti je preferováno podmíněně snímatelné řešení, tedy konstrukce fixovaná v dutině ústní s možností sejmutí lékařem v případě potřeby. Alternativou jsou hybridní náhrady s retencí pomocí attachmentů integrovaných do transmukózních pilířů subperiostálního implantátu. Z protetického hlediska se používané postupy zásadně neliší od těch u standardních válcových implantátů. Suprakonstrukce jsou navrhovány jako klasické implantáty nesené práce, s gingiválním částí či bez ní, v závislosti na klinické situaci, rozsahu defektu a estetických požadavcích.

Na základě konvenčního otisku a záznamu mezičelistních vztahů je vytvořen digitální návrh protetické rekonstrukce, podle něhož je následně vyfrézována suprakonstrukce z kompozitního materiálu. Do ní jsou vlepeny abutmenty a hotová náhrada je v dutině ústní fixována šroubky k transmukózní části implantátu, jejíž vnitřní konfigurace odpovídá standardním implantologickým systémům. Tento postup umožňuje využití běžných protetických komponent, materiálů i laboratorních postupů známých z konvenční implantologické protetiky.

Zvláštní pozornost je věnována přesné artikulaci ve statické i dynamické okluzi s cílem zajistit rovnoměrné rozložení funkční zátěže, minimalizovat riziko mechanických komplikací a přispět k dlouhodobé stabilitě a biologické toleranci suprakonstrukce **(obr. 10)**.

5. Sledování a kontroly

Pacienti by měli být pravidelně dispenzarizováni minimálně jednou za půl roku z důvodu sledování stavu a včasného záchytu případných komplikací. Kontrolují se protetické aspekty, přístupnost hygieny a stav měkkých tkání v okolí spojovacích prvků, v případě nutnosti je doplněno zobrazovací vyšetření, které je vzhledem k rozsáhlé kovové konstrukci často spojené s řadou artefaktů a hodnocení přilehlé kosti je obtížné **(obr. 11)**. Nezbytnou součástí dlouhodobé úspěšnosti terapie je dokonalá ústní hygiena včetně profesionální péče dentální hygienistky.

6. Komplikace

Mezi nejčastější komplikace patří dehiscence měkkých tkání v oblasti konstrukce implantátu, která ovšem nebývá spojena s jeho selháním. Dále se mohou vyskytovat infekční obtíže, ale i parestezie inervační oblasti *nervus trigeminus* či fraktury konstrukce implantátu [11]. Jedním ze zásadních problémů je nedostatečná kvalita a množství keratinizované sliznice, která je v těchto případech obtížně získatelná a může negativně ovlivnit dlouhodobou stabilitu protetické rekonstrukce [13]. Z tohoto hlediska jsou rizikové situace, kdy je tento typ implantátu použit k rehabilitaci zubních oblouků u pacientů po onkochirurgických výkonech a rekonstrukcích volnými měkkotkáňovými laloky.

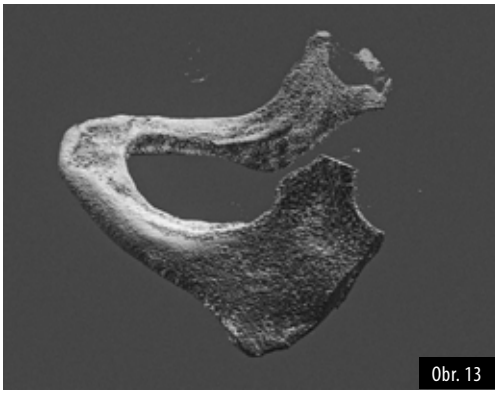
Obr. 9

Obr. 10

Obr. 11

Obr. 9: *Provizorní náhrada z PMMA.*
Obr. 10: *Výsledek rekonstrukce atrofované horní čelisti pomocí PSI.*
Obr. 11: *CBCT horní čelisti s individuálním subperiostálním implantátem.*

Obr. 12


Obr. 13

Obr. 14

Obr. 15

Obr. 12: *Extrémní atrofie alveolárního výběžku kosti dolní čelisti.*
Obr. 13: *Atrofovaná dolní čelist převedená do formátu STL.*
Obr. 14: *Zavedení individuálního implantátu.*
Obr. 15: *Spojovací piny perforující mukoperiostální lalok.*

7. Kazuistiky

Kazuistika č. 1

60letá pacientka podstoupila v minulosti opakovaná implantologická ošetření v horní čelisti, která postupně selhala. Pro extrémní nedostatek kosti a limitované možnosti další augmentace byla jako poslední fixní možnost indikována léčba individuálním subperiostálním implantátem, který byl digitálně navržen a zaveden v celkové anestezii v roce 2023. Protetická rekonstrukce proběhla dle výše popsaného pracovního postupu. V pooperačním období se objevily komplikace v podobě periimplantátové mukositidy a vzniku několika píštělí, které byly řešeny konzervativně. Stav je dále sledován a při poslední kontrole v roce 2026 je protetická práce stále funkční **(obr. 10, 11)**.

Kazuistika č. 2

75letá pacientka byla v roce 2020 odeslána na Stomatologickou kliniku FN Plzeň pro nedostatečnou retenci dolní celkové snímatelné náhrady **(obr. 12)**. Byl zjištěn nepříznivý stav měkkých tkání a pokročilá atrofie mandibuly, což znemožňovalo zavedení standardních endoseálních implantátů bez rozsáhlé augmentace kosti **(obr. 13)**.

V lednu 2021 byl v lokální anestezii zaveden jednodílný individuální subperiostální implantát fixovaný osteosyntetickými šrouby **(obr. 14)**. V tomto případě byly „spojovací piny" perforovány přes odklopený mukoperiostální lalok **(obr. 15)**. Následně byl zhotoven provizorní šroubovaný můstek z PMMA, který po 3 měsících nahradila definitivní kompozitní suprakonstrukce.

V průběhu sledování se objevila parciální dehiscence, která byla řešena konzervativně a nyní je v regresi. Na kontrole v listopadu roku 2025 byla pacientka bez subjektivních obtíží a CBCT vyšetření také neprokázalo žádné známky patologického procesu **(obr. 16, 17)**.

Obr. 16

Obr. 17

Obr. 16: *CBCT dolní čelisti s individuálním implantátem.*
Obr. 17: *PSI po 5 letech ve funkci.*

Kazuistika č. 3

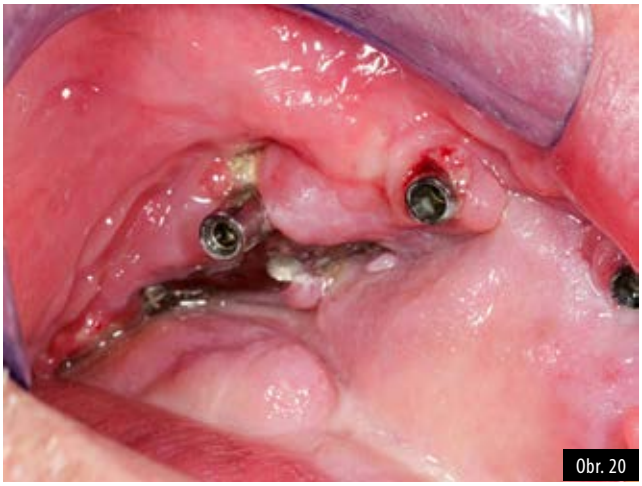
V roce 2019 byl u 60letého muže diagnostikován dlaždicobuněčný karcinom spodiny dutiny ústní vlevo (cT2N0Mx, G2/3). U pacienta byla provedena marginální resekce mandibuly v rozsahu zubů 42 – 37, krční disekce vlevo a defekt byl rekonstruován supraklavikulárním lalokem **(obr. 18)**. Adjuvantní onkologická léčba nebyla indikována. Vzhledem k nemožnosti zavedení endoseálních implantátů a odmítnutí snímatelné náhrady pacientem byl zvolen individuální subperiostální implantát, který byl zaveden v prosinci 2022 a dále zrekonstruován pomocí fixního můstku z frézovaného kompozitního materiálu. Pacient od počátku vykazoval problematickou compliance spočívající v nedodržování pooperačního režimu a nedostatečné úrovni ústní hygieny **(obr. 19)**.

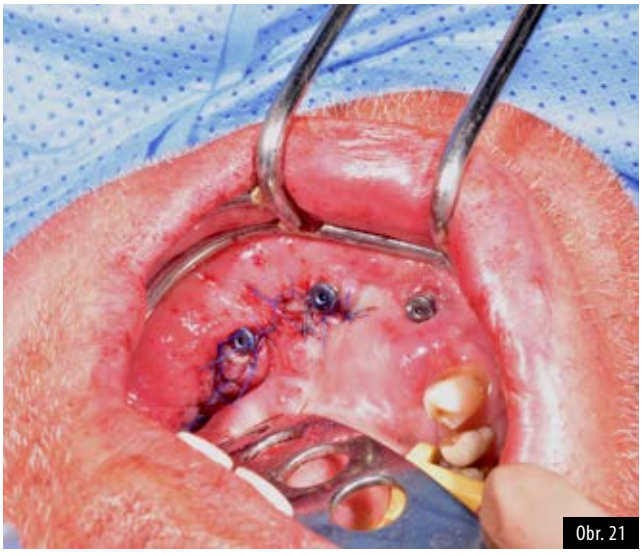
Obr. 18

Obr. 19

Obr. 18: *Rozsáhlý defekt v dolní čelisti po onkochirurgickém výkonu.*
Obr. 19: *PSI v rozsahu zubů 36–42 se zánětlivými komplikacemi, malhygiena.*
Obr. 20: *Dehiscence konstrukce v lingvální oblasti.*
Obr. 21: *Uzávěr dehiscence měkkými tkáněmi.*
Obr. 22: *Stav po zhojení a úpravě dentální hygieny.*

Po čtyřech měsících po odevzdání protetické náhrady se vyskytla dehiscence v lingvální oblasti **(obr. 20)**, která se nadále i přes lokální péči zvětšovala a následně byla ošetřena překrytím lokálními měkkými tkáněmi **(obr. 21)**. Po opakované intenzivní instruktáži pacienta a zlepšení úrovně ústní hygieny došlo ke stabilizaci stavu a v dalším sledování zůstává pacient bez subjektivních obtíží **(obr. 22)**.


Obr. 20


Obr. 21

Obr. 22