

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}

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 počiatočných 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 dlhšej 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 následná 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 vytiahnuť 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 vytiahnuť 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 palatálne 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 zachováme 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



Obrázok 1 – Fraktúra zuba č. 15
Fig. 1 Fracture of the tooth 15



Obrázok 2 – Atraumatická extrakcia so separáciou fragmentov
Fig. 2 Atraumatic extraction of the tooth with separation



Obrázok 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 imediátna 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 zubaradia, 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).



Obrázok 4 – Socked sealing abutment, SSA – socked sealing abutment



Obrázok 5 – SSA – zavedenie „socked sealing abutment“
SSA – socked sealing abutment



Obrázok 6 – Kontrola po mesiaci – intraorálna fotka, intraorálny RTG snímka, gingiválny profil
Fig. 6 One month follow-up – intraoral photograph, intraoral RTG image, gingival profile



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

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



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

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



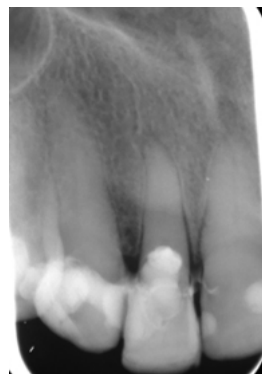
Obrázok 9 – Definitívna protetická práca

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 štepu 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.



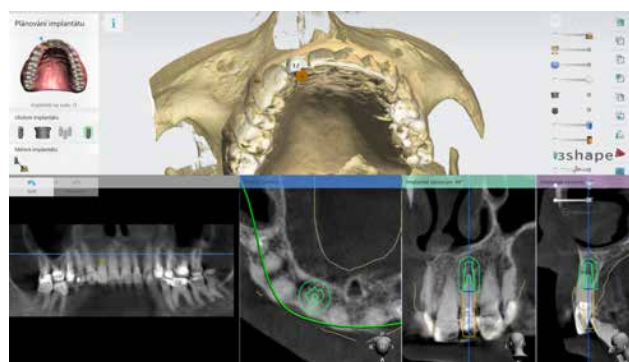
Obrázok 10 – Intraorálna RTG snímka pred ošetrením

Fig. 10 Intraoral RTG image before treatment



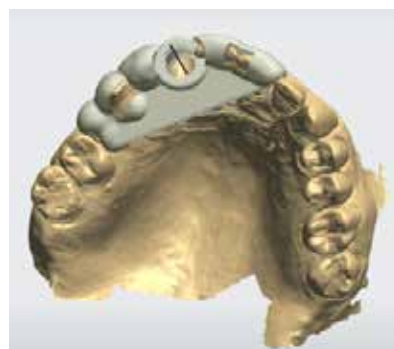
Obrázok 11 – Fotografia pred ošetrením

Fig. 11 Photograph of teeth and soft tissue before treatment



Obrázok 12 – Digitálne naplánovaná poloha implantátu na snímke CBCT

Fig. 12 3D planning of implant position



Obrázok 13

– Šablóna na zavedenie implantátu

Fig. 13 Surgical guide for implant positioning



Obrázok 14 –
Atraumatická
extrakcia
Fig. 14 Atraumatic
tooth extraction



Obrázok 15
– Zavedenie
implantátu
Fig. 15 Implant
placement



Obrázok 16 – Voľný
gingiválny štep
Fig. 16 Soft tissue
graft



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



Obrázok 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 vestibulánu 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).



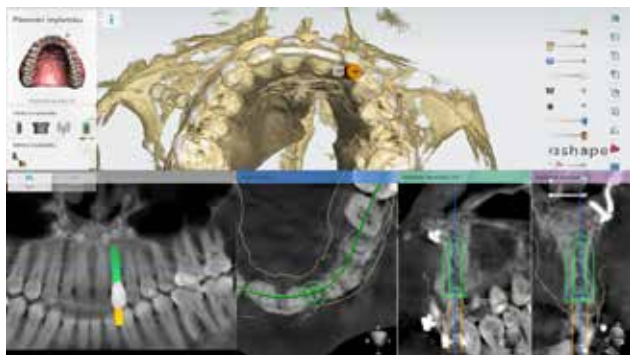
Obrázok 19 – Fotografia pred zákrokom, zub č. 62
– nevyhovujúca estetika

Fig. 19 Photograph before treatment, 62
– poor aesthetics



Obrázok 20 – Fotografia pred zákrokom, zub č. 62 – nevyhovujúca estetika

Fig. 20 Photograph before treatment, 62 – poor aesthetics



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



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



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



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



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



Obrázok 26 – Fotografia po zákroku
Fig. 26 Photograph after the procedure



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



Obrázok 28 – Kontrola po zahojení mäkkých tkanív po 4 mesiacoch

Fig. 28 Follow-up after 4 months



Obrázok 29 – Definitívna protetická práca

Fig. 29 Definitive prosthetic restoration



Obrázok 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 nie 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