

A digitális technológia alkalmazása a teljes foghiány rehabilitációja során

Dr. Nagy Pál, Denteam fogorvosi rendelő
Dr. Jász Máté, DJMED Állkapocs-ízületi és fogászati központ

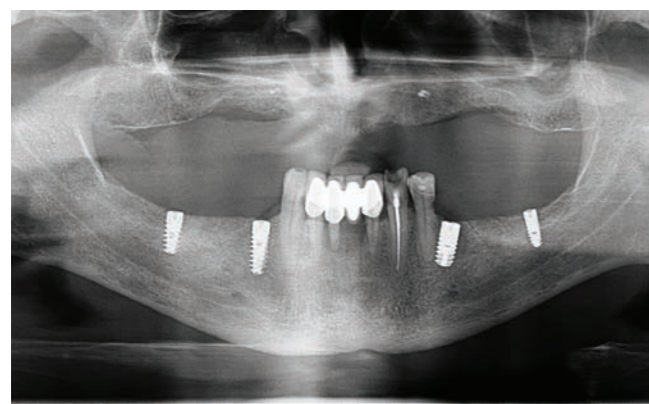
A számítógépes tervezés és kivitelezés adta lehetőségek egyre szélesebb körben terjednek el a fogorvosi és a fogtechnikai munkák során. Kezdetben főleg betétek és vázak gyártására szolgáltak a CAD/CAM-rendszerek, aztán idővel egyre több szakirány hasznosította a digitális technológiát. A szájsebészet területén főleg a navigált implantátumbehelyezés és újabban a csontpótlásban használt CAD/CAM-allograftok nyernek teret. A protetikai rehabilitáció során már nemcsak vázak, hanem stégrendszerek és egyedi implantátumfejek kialakítására is van lehetőség.

Bevezetés

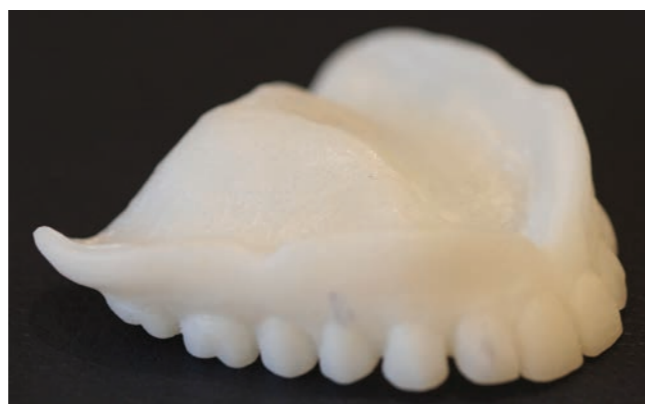
A teljes foghiány rehabilitálása sokszor az egyik legnehezebb feladat a fogorvos számára. Kedvezőtlen klinikai anatómiai adottságok és a páciens magas elvárásai mellett olykor nehéz megfelelni a rehabilitálandó rágófunkció, esztétika és fonáció hármas egységének. A dentális implantátumok alkalmazása nagy előny lehet ezen szempontok érvényre juttatása során.¹ Az implantátumok segítenek a fogsor elhorgonyzásában, ezáltal a fogsor rágóstabilitását javítják.

Az implantátumok számának növelésével lehet a munkóza megtámasztó funkcióját csökkenteni, ezáltal a pótlás alaplemézét redukálni. Az alapleméz-redukció nemcsak a páciens komfortérzetén, hanem a beszéd-képességén is tud javítani.

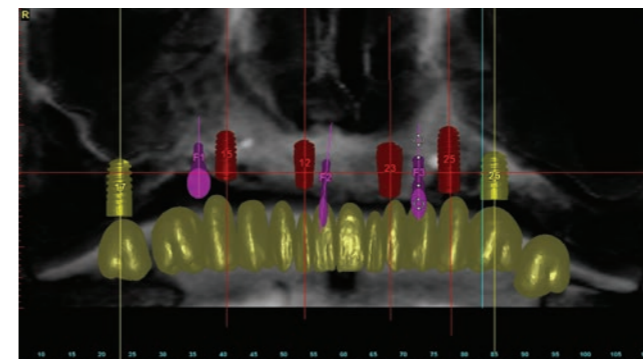
Az implantátumok segítségével elhorgonyzott és csak implantátum- vagy implantomukozális megtámasztású fogművek készítésénél számos, olykor egymásnak ellentmondó szempont együttes figyelembevételekor számíthatunk csak hosszú távú sikerre. A nem körültekintő tervezés, orvosi vagy laboratóriumi



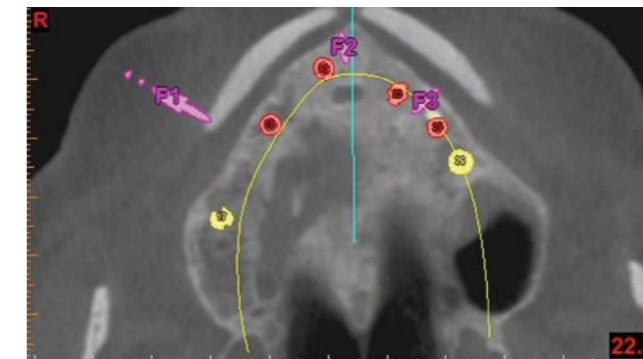
1. kép: Kiindulási állapot a panorámafelvételen.



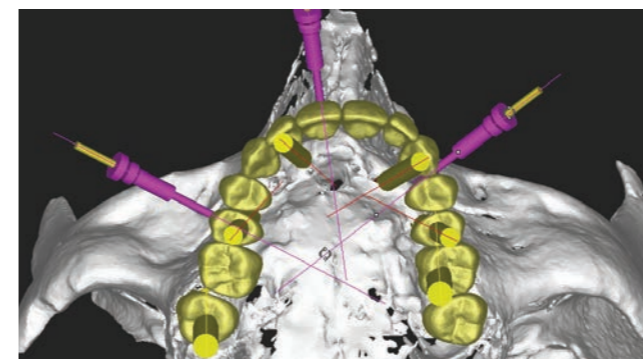
2. kép: Felső fogsor duplikátuma CT-röntgensablonnak.



3. kép: 3D-tervezés panorámanézettel.



4. kép: 3D-tervezés transzverzális nézettel.



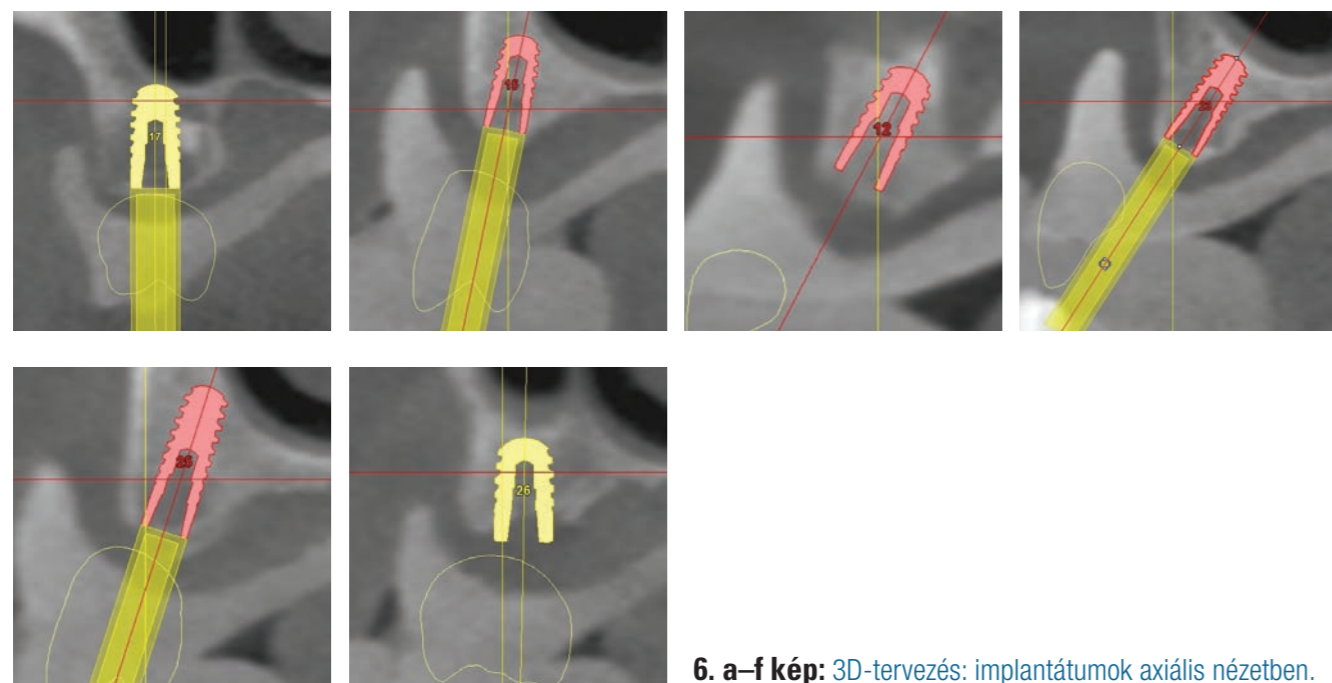
5. kép: 3D-nézet a próbafogakkal és a sablont rögzítő csavarokkal.

munka az implantátumok elvesztéséhez vagy a fogpótlás sérüléséhez vezethet. A számítógép-vezérelt sebészet és CAD/CAM-technika nemcsak az elvégzett munka precizitását növelheti, hanem egyben a munkafolyamatok körültekintőbb tervezését is igényli, amelynek során elkerülhetők a későbbiekben felmerülő hibalehetőségek. A tervezés során talán az egyik legnagyobb előny, hogy megvalósulhat az ún. „backward planning”, amely alapján az implantátumok protetikailag megfelelő pozícióba kerülnek, és nem a sebészileg intuitív módon behelyezett implantátumokra kell kompromisszumos fogpótlást készíteni.² Az eljárás lényege, hogy egy szoftver segítségével nemcsak a CBCT által kapott keményszöveti struktúra jeleníthető meg 3D-ben, hanem a jövőbeli fogpótlás terve is. A releváns protetikai információk birtokában tervezhető meg a sebészeti fázis, amelynek műtéti reprodukálásához készülnek különböző módszerekkel

(sztereolitográfia, 3D-s nyomtatás) a sebészeti sablonok.³ Természetesen a digitális megoldások – főleg a navigációs sebészet – az emelkedett költségek mellett hibalehetőségeket is rejtenek magukban, ezért használatuk indikációja megfontolandó.^{4,9} Jelen közleménynek nem célja a számítógép-vezérelt eljárások előnyeinek és hátrányainak részletes bemutatása, ezért használatát inkább gyakorlati szempontból mutatjuk be egy páciens teljes foghiányának rehabilitálásán keresztül.

Esetbemutató

Rendelőnkben egy 65 éves férfi páciens jelentkezett az alábbi panaszokkal: felső fogsorát nem tolerálja, rágáskor lebillen. Az anamnézisben gyógyszeresen kontrollált hipertóniát találtunk. A fogászati anamnézis során megtudtuk, hogy a fogatlan maxillán korábban négy darab implantátumot kapott, amelyek ismeretlen okokból mind elvesztek. A sztomatológiai szűrés során fogsorsztoomatitisz és cheilitis angularis tüneteivel találkoztunk. A klinikai vizsgálat felső állcsont esetén teljes fogatlanságot mutatott jelentős gerincatrófiával, helyenként sugallva az eltávolított implantátumok helyét. A mandibulán 35, 37, illetve 44, 47 implantátumokon elhorgonyzott csavarozható híd pótlást, míg frontfogakon egy négytagú fémkerámia hidat viselt a páciens. A kiindulási OP-röntgen még pár hónappal az alsó implantátum elhorgonyzású hidak átadása előtt készült (1. kép). A maxillán az implantátumok elvesztése óta teljes



6. a–f kép: 3D-tervezés: implantátumok axiális nézetben.

lemezes kivehető fogsort viselt a páciens. A fogsor frontfogai protrúzióba voltak felállítva, amellyel az interkuspidációs helyzet élharapást mutatott. Ebből és a páciens korábbi fotója alapján feltételeztük, hogy az eredeti okklúziója szkeletális eredetű Angle III-as osztály, amely eltérést protetikailag próbáltak kompenzálni. A fogsornak nem volt meg a bilaterális balansz artikulációja, és már enyhe propulzióval lebillentette a fogsort. A rágóstabilitás minimális volta és a kedvezőtlen frontfogfelállítás miatt indokolt volt egy új definitív fogpótlás készítése.

A páciens kívánsága egy jól rögzülő fogsort volt, lehetőleg szájpadlásra nem kiterjedő alaplemezzel. Az alsó állcsontba történt beültetések miatt korábban készült CBCT-t áttanulmányozva a beültetéshez a maxillán ideális csontkínálat nem állt rendelkezésre, de bizonyos helyeken az implantátum jó pozicionálásával elegendő mennyiségű csontkínálat még épp adott volt. Természetesen az extrakciók és explantációk után bekövetkezett maxilla horizontális atrofija csak tovább rontotta az amúgy is szkeletálisan adott eltérést az állcsontok szagittális relációjában. Optimális esetben a felső frontterület bukkális augmentációja javallt eljárás

az implantátumok jobb protetikai behelyezhetősége miatt.^{5,13} A páciens bár az újabb implantációs műtétől nem állt el, de csontpótlásokat már nem szeretett volna átélni. Tekintettel a korábbi implantációs kudarcra és a felső állcsont csekély csontkínálatára, a kezelési terv hat darab implantátum teljesen navigált beültetése volt. Atrofizált gerinc esetén a számítógéppel tervezett és sablonnal irányított beültetés sokszor kiküszöböli vagy legalábbis csökkenti a csontaugmentáció szükségességét.^{4,6} Megfelelő csontkínálat és implantátumméretek mellett elképzelhető lett volna híd vagy hídprotézis is protetikai ellátásként, de az állcsontok frontális horizontális eltérése miatt az okklúziós korrekció csak hibridprotézissel volt megoldható. A mandibulán a 41-es fogat reménytelen prognózisúnak találtuk, ezért az alsó fronthíd cseréje és a 41-es fog extrakciója mellett egy új ötagú fémkerámia hídpótlás volt a terv. Ennek ívét kissé lingválisabban helyezve, tovább kompenzálható a kedvezőtlen harapási helyzet.

A navigációs sebészethez szükségünk volt egy röntgenárnyékot adó anyagból (bárium-szulfát) készített radiológiai sablonra, amelyet esetünkben a legegyszerűbben a felső fogsort duplikációjával készíthettük el



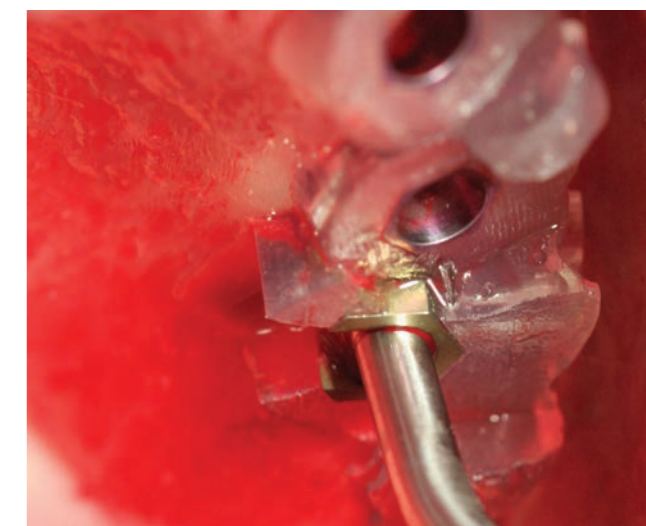
7. kép: Navigációs sablon.



8. kép: Sebészi sablon rögzítve szájban.



9. kép: Implantátumfészkek kialakítása fúróperselyen keresztül.



10. kép: 26-os implantátum helyén belső sinus lift.

(2. kép). Régi fogsort hiányában készíteni kell egy diagnosztikus felviaszolást, amely szintén lemásolható CT-sablonná. Ez tudja biztosítani tervezéskor, hogy az implantátumok a fogpótlás szempontjából ideális pozícióba kerülhessenek, mindemellett a páciens számára is vizualizálható a kezelése előtt a protetikai terv.⁷ Ha azonnali terheléshez ideiglenes fogsort is szeretnénk készíttetni, akkor a nyálkahártya vastagsága is kiszámolható a sablon és a csont közötti távolság ismeretében. A radiológiai sablonnal a szájban készült egy új CBCT-felvétel. A felvétel során fontos, hogy a fogsort jól

illeszkedjen a meghatározott centrális okklúziós pozícióban, ne mozdulhasson el, ezért érdemes előre készíttetni például szilikonblokkokat, amikre a páciens rá tud harapni. Az így elkészült DICOM formátumú fájlt tudják hasznosítani a tervező szoftverek. A Simplant (Materialise Dental, gyártó: Dentsply Implants, Hasselt, Belgium) program segítségével történt az implantátumok 3D-s helyzetének meghatározása. A hat darab implantátum elhelyezkedése nem szimmetrikus (3. kép), mert azt csak csontpótlással lehetett volna megoldani, amit a páciens elutasított. Szuprastruktúrával rendelkező



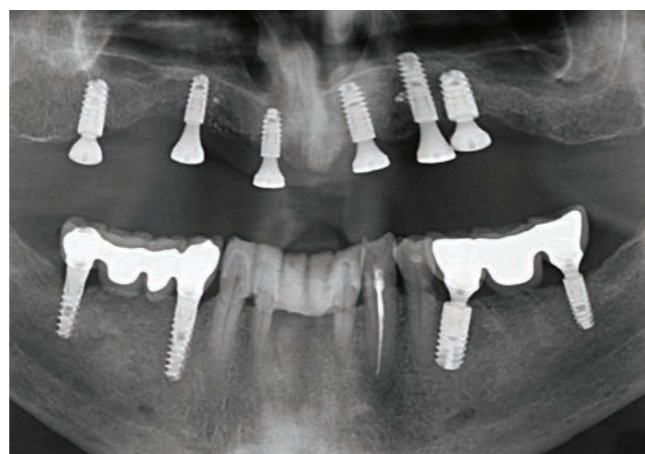
11. kép: A behelyezett implantátumok transzgingivális gyógyulással.



12. kép: Posztoperatív kontroll röntgen.



13. kép: 7 nappal a műtét utáni állapot.



14. kép: Posztoperatív 4 hónappal kontroll röntgen.

hibridprotézis esetén bőven elegendő, ha mindkét oldalra jut egy-egy implantátum a front-, premoláris és moláris régióba (4. és 5. kép).¹⁴ A mi esetünkben az implantátumok 12, 15, 17 és 23, 25, 26 pozícióba kerültek (6. a-f kép). Némely esetben bukkoorális dimenzióban pont annyi csont állt rendelkezésre, amennyi minimálisan szükséges az implantátumok beágyazására, ezért is volt kritikus, hogy az implantátumok oda kerüljenek, ahova a CT-n megterveztük. Ez sebészi sablon nélkül szinte lehetetlen. Itt jegyezzük meg, hogy egy vizsgálat mérései alapján a számítógép-vezérelt és sablon által navigált implantátumbehelyezés is vezethet pontatlansághoz. A beültetés utáni mérések átlagosan 1,1 mm

mélységben és 7,9 fokos szögeltérést mutattak a tervezéshez képest.⁸ Ez a hibaszázalék talán még mindig kisebb, mint ami a kézi behelyezés pontatlanságából adódhat.

A 26-os implantátum beültetését belső sinus lifttel terveztük, ez esetben az implantátum 3D-s terve pont a sinus alapjának kortikálisáig kell érjen (6. f kép). A mukóza megtámasztású sablon szimultán csontpótlást nem tesz lehetővé, viszont a műtét minimálinvazivitása miatt csekély a posztoperatív trauma.¹⁵ A lebonyolított sebészet sikeraránya hasonló, mint a lebonyolított végzett beültetés.⁹ A sablon a Dentsply cég hasselti gyárában készült sztereolitográfias módszerrel (7. kép).

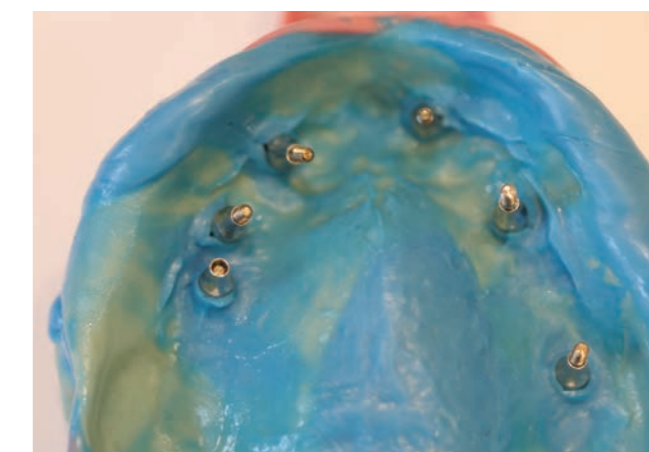
A műtét lokális anesztéziában elvégezhető. A mukóza-megtámasztású sebészi sablon állcsonthez való rögzítését három darab rögzítő szeg (pin) biztosította (8. kép). Az eredeti protokoll szerint a sablon rögzítése után az első lépés egy ínytrepánnal a lágyszövetek implantátumméretének megfelelő körcikkének eltávolítása. Azonban a feszes íny konzerválása érdekében érdemes a sablon által bejelölten, de még a szöggel történő rögzítése előtt kis incíziókat végezni és a környező feszes ínyt fellazítani, amin keresztül a különböző fúrók és az implantátum pont befér (9. kép). A navigált műtét során hat darab Ankylos C/X (gyártó: Dentsply Implants, Mannheim, Németország) implantátum került beültetésre. A 26-os implantátum belső sinus lift segítségével került a kellő mélységbe (10. kép). Az implantátumok behelyezése és a sablon levétele után érdemes ellenőrizni, hogy az implantátumok ténylegesen körbe vannak-e véve csonttal, oda kerültek-e, ahova terveztük, mert kis változtatásokra még mód van. A tervező szoftver az implantátumok pozíciójának és a nyálkahártya vastagságának ismeretében lehetővé tenné egy ideiglenes fogsor készítését, amellyel az implantátumokat meg lehetne azonnal terhelni. Ez az irodalmi adatok alapján a kellő forgatónyomatékok elérésekor nem rizikótényező az oszseointegrációra nézve.¹⁰ A páciens korábbi implantációs kudarca miatt inkább a hagyományos késleltetett terhelés mellett döntöttünk, és az implantátumok ínyformázó csavarral ellátva transzgingiválisan

gyógyultak (11. és 12. kép). A fogsor alaplemezeinek nyálkahártya felé néző felszínét ki kell frézelní a gyógyulási csavaroknak megfelelően, hogy rágáskor csak a mukóza kapja a terhelést. Pár nappal a műtét után már traumának nyoma nem volt (13. kép). Négy hónapot vártunk a gyógyulással, amelynek ideje alatt a páciens az átalakított, alábélelt régi fogsorát hordta.

A gyógyulási idő leteltével, a kontroll röntgen után (14. kép) kezdtünk a hibridprotézis készítéséhez. Az implantációs protetika sikerének talán két legkritikusabb része a pontos okklúzió és az implantátumokra feszülésmentesen illeszkedő stég- vagy vázrendszer. Az utóbbinak előfeltétele – természetesen a pontos lenyomaton kívül – a precíz technikai munka. Ezért a hibridprotézis alapjául egy CAD/CAM-gyártású suprastruktúrát választottunk, amely szétetikailag és biomechanikailag is optimálisabb a készülő fogpótlás számára.¹¹ Az implantátumok helyzetének pontos átviteléhez a mintára javasolt a kétszeri lenyomatozási technika. Először elegendő egy sima, nyitott kanalas lenyomatot venni (15. és 16. kép). Ez alapján a technikus készít egy mintát, amelyen az analógokba visszahelyezve a lenyomati fejeket, azokat összeköti Pattern Rezinnel (17. kép). Ezt később beszekcionálja, hogy szájba helyezhető legyen, és készít rá egy egyéni kanalat (18. kép). Ennek segítségével készül a második kör lenyomatozás, amely egy nyitott kanalas egyfázisú, egyidejű implantációs lenyomat poliéterrel vagy közepes konzisztenciájú A-szilikonnal



15. kép: Lenyomati elemek szájban, 1. kör lenyomatozás.



16. kép: 1. kör lenyomat: nyitott gyári kanalas, kétfázis, egyidőben.



17. kép: Mintán lenyomati fejek összekötve rezinnel, és beszekcionálva.



18. kép: Egyéni kanál 2. kör lenyomathoz.



19. kép: 2. kör lenyomathoz lenyomati fejek rezinnel összesínevezve.



20. kép: 2. kör lenyomat: egyéni kanál, monofázisos.

(20. kép). Természetesen előtte a szájba helyezett lenyomati fejeket összesínezzük a rezinnel (19. kép), hogy kivételkor a helyzetük a lenyomatban ne deformálódjon.

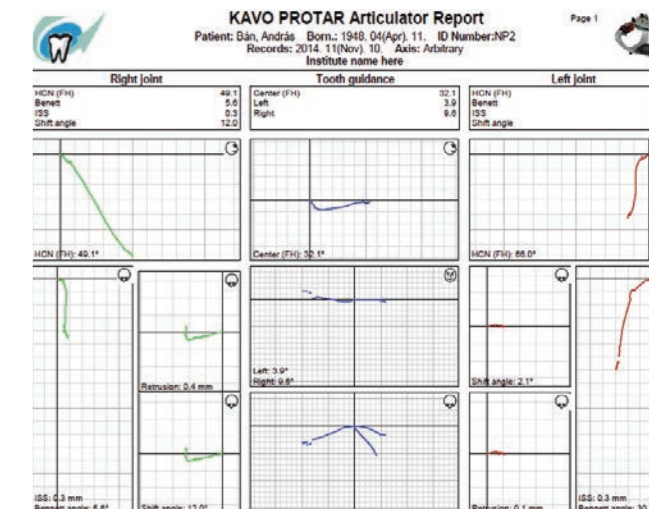
Az antagonista frontrégiót is előkészítettük, és ott is levettük a precíziós-situációs lenyomatot. A lenyomatok alapján készített mestermintákra a labor elkészíti a CO-helyzet meghatározásához a támasztócsavarral (nyílhegy regisztráció) ellátott sablonokat. A protetikuss kollégával arcív segítségével meghatároz-

tuk a maxilla ízületéhez viszonyított pozícióját (21. a kép) és támasztócsavaros sablonokkal a centrális reláció vertikális és horizontális dimenzióját. ARCUS digma II (gyártó: KaVO, Biberach, Németország) készülék használatával az ízületi mozgások egyéni értékeit regisztráltuk (22. b kép).

A mi esetünkben az Ankylos implantátumokra a szuprastruktúra a kónuszos csatlakozás miatt csak fejegettség szintre készíthető el, ezért a teljes ínymaszkkal



21. kép: a. Arcíves regisztráció; b. ízületi mozgások egyéni értékei.



22. kép: Próba fogsor mintán.



23. kép: Próba fogsor szájban, bemért CO-s helyzet ellenőrzése.

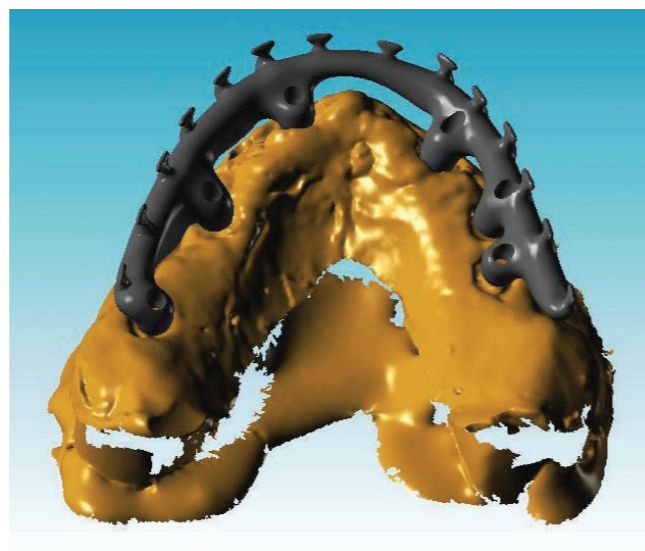
készült mintán ki kellett választanunk a szulkusz magasságának megfelelő köztielemeket (Ankylos Balance Basis), amelyekre a szuprastruktúrát a későbbiekben felszavaztunk. A későbbi munkafolyamatok folytatásához elengedhetetlen volt, hogy készítsünk egy diagnosztikus fogsort (22. kép), amellyel nemcsak az okklúzió leellenőrzését végezhetjük (23. kép), hanem a szájban a protézisnek rendelkezésére álló teret is reprodukálni tudtuk. Jelen esetben ez egy CAD/CAM akrilát hídpro-

tézis volt. A továbbiakban ezt a frézközpontnak elküldve információul szolgált arra, hogy mennyi hely áll rendelkezésre a szuprastruktúra kifaragásához.

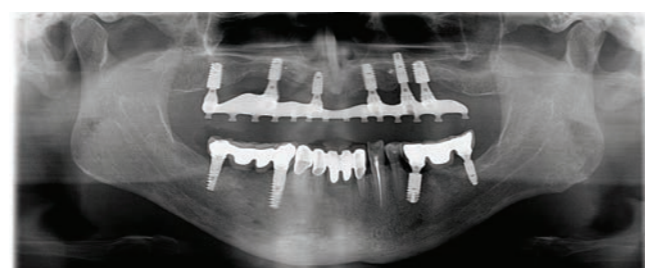
A szuprastruktúra a hibridprotézis anatómikus bázisa, amely optimális felszíne és retenciós elemei révén könnyen leplezhető műfogakkal és fogsorrezinnel. CAD/CAM-módszerrel történő készítéséhez el kellett küldeni a frézközpontnak az ínymaszkos mintát, a köztielemeket és a diagnosztikus fogsort, amelyeket be



24. kép: Beszkennelt próbafogsor a vázrendszer 3D-tervezéséhez.



25. kép: Szuprastruktúra 3D-terve.



26. a–f kép: Hibridprotézis átadása.

kellett szkennelni a 3D-s tervezéshez (24. és 25. kép). A suprastruktúra a Dentsply cég saját fejlesztésű CAD/CAM-rendszerével, az Atlantis™ ISUS (Dentsply Implants, Hasselt, Belgium) segítségével készült el. A suprastruktúrák titán vagy kobalt-krómból, egy tömbből kerülnek kifaragásra, elkerülve ezáltal az öntésből adódó esetleges hibákat (porozitás, zsugorodás

stb.). Ha a diagnosztikus fogsor is pontosan illeszkedett az implantátumokra, akkor a suprastruktúra próbájánál sem adódhat probléma, hiszen ugyanarra a mintára készült. A Sheffield-teszt elvégzésével vizsgáltuk az implantátumokon a passzív, feszülésmentes illeszkedést.¹²

A fogpróba elvégzése után adhattuk át az elkészült végleges hibridprotézist, ami ezúttal az alsó front fém-

kerámia híd átadásával is egybeesett (26. a–f kép). Az okklúziót a pótlásokkal sikerült ollóharapásig kompenzálni. A páciens arckarakterisztikája az új fogsorral kielégítő volt, és az ajakzugok beesése is megszűnt, ami a cheilitis angularis gyógyulásához is hozzájárult.

Láthatjuk tehát, hogy a digitális technológiában rejlő lehetőségek kihasználásával már nemcsak a sebési és protetikai munkafázisokat tudjuk előre meg-

tervezni, hanem mind a hagyományos implantátum-beültetés során elkövethető, mind a protetikai fázis során felmerülő hibalehetőségeket csökkenteni tudjuk. Az szoftverek által nyújtott alaposabb tervezés és a CAD/CAM-technológia segítségével megvalósított precízebb kivitelezés a fogpótlások és az implantátumok hosszabb élettartalmához vezethetnek, amely a páciens megelégedettségét szolgálja.

Irodalom

- Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark PI, Jemt T. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1990 Winter;5(4):347–59.
- Rosenfeld AL, Mandelaris GA, Tardieu PB. Prosthetically directed implant placement using computer software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. Part 1: diagnostics, imaging, and collaborative accountability. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006 Jun;26(3):215–21.
- Rosenfeld AL, Mandelaris GA, Tardieu PB. Prosthetically directed implant placement using computer software to ensure precise placement and predictable prosthetic outcomes. Part 2: rapid-prototype medical modeling and stereolithographic drilling guides requiring bone exposure. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2006 Aug;26(4):347–53.
- Neugebauer J, Stachulla G, Ritter L, Dreiseidler T, Mischkowski RA, Keeve E, Zöller JE. Computer-aided manufacturing technologies for guided implant placement. *Expert Rev Med Devices.* 2010 Jan;7(1):113–29.
- Kuchler U, von Arx T. Horizontal ridge augmentation in conjunction with or prior to implant placement in the anterior maxilla: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29 Suppl:14–24.
- Scotti R, Pellegrino G, Marchetti C, Corinaldesi G, Ciocca L. Diagnostic value of NobelGuide to minimize the need for reconstructive surgery of jaws before implant placement: a review. *Quintessence Int.* 2010 Nov-Dec;41(10):809–14. Review.
- Tardieu PB, Vrielinck L, Escolano E, Henne M, Tardieu AL. Computer-assisted implant placement: scan template, simplant, surgiguide, and SAFE system. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007 Apr;27(2):141–9.
- Valente F, Schirotti G, Sbrenna A. Accuracy of computer-aided oral implant surgery: a clinical and radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009 Mar-Apr;24(2):234–42.
- Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, Jung RE. A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clin Oral Implants Res.* 2009 Sep;20 Suppl 4:73–86.
- Wentaschek S, Scheller H, Schmidtman I, Hartmann S, Weyhrauch M, Weibrich G, Lehmann KM. Sensitivity and Specificity of Stability Criteria for Immediately Loaded Splinted Maxillary Implants. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014 Dec 23.
- Spyropoulou PE, Razzoog ME, Duff RE, Chronaios D, Saglik B, Tarrazzi DE. Maxillary implant-supported bar overdenture and mandibular implant-retained fixed denture using CAD/CAM technology and 3-D design software: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2011 Jun;105(6):356–62.
- Kan JY, Rungcharassaeng K, Bohsali K, Goodacre CJ, Lang BR. Clinical methods for evaluating implant framework fit. *J Prosthet Dent.* 1999 Jan;81(1):7–13. Review.
- Milinkovic I, Cordaro L. Are there specific indications for the different alveolar bone augmentation procedures for implant placement? A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014 May;43(5):606–25.
- Capelli M, Zuffetti F, Del Fabbro M, Testori T. Immediate rehabilitation of the completely edentulous jaw with fixed prostheses supported by either upright or tilted implants: a multicenter clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2007 Jul-Aug;22(4):639–44.
- Cassetta M, Di Carlo S, Pranno N, Sorrentino V, Di Giorgio G, Pompa G. The use of stereolithographic surgical templates in oral implantology. *Ann Ital Chir.* 2013 Sep-Oct;84(5):589–93.