

Cone-beam CT-képek alapján tervezett 3D-s albuminozott allograft kivitelezése

Construction of Albumin-Coated 3D Allograft Based on Cone-beam CT Images

Kónya János,¹ Kulcsár Klaudia²

Dent-Art-Technik Kft., Győr, Magyarország

¹ labor@dentarttechnik.hu

² kulcsar.klaudia@dentarttechnik.hu

Összefoglalás

A tanulmányban bemutatott 3D blokk termékek a szájszében alkalmazott csonthiány pótlására szolgálnak ahhoz, hogy a szükséges csontalappal nem rendelkező páciensek számára lehetővé váljon az implantáció, amelyek kellő számú beültetésével rögzített fogpótlással akár a rágóképesség teljes helyreállítása lehetséges. A fogászati implantátumok beültetéséhez szükséges hiányzó csontszövet pótlása alveoláris és mandibuláris szájszébészeti albuminnal kezelt liofilizált humán csontszövet használatával történő rekonstrukció. A tanulmány hangsúlyt fektet a Cone-beam CT-felvétel (CBCT) elemzésére, tervezésére, feldolgozására, valamint a 3D-s albuminozott allograft megmunkálására, kivitelezésére. Emellett kiterjed a korábban és jelenleg használt csontpótló eljárásokra, valamint a BoneAlbumin és a megfelelő alapanyag ismertetésére és kiválasztására, a csonttömegpótlás hazai és külföldi helyzetére, de ezek mellett tartalmaz esetbemutatót, illetve következtetéseket is.

Kulcsszavak: 3D blokk, allograft, BoneAlbumin, 3D bonegraft, humáncsont.

Abstract

The 3D block products presented in this study are used in dental surgery to provide bone replacement for patients who do not possess a sufficient amount of bone tissue for implantation. If dental implants are supported by a proper amount of allografts, the mastication ability of the patient can be totally restored. The required bone replacement for the insertion of dental implants is a reconstruction utilising lyophilized human bone tissue treated with alveolar and mandibular odontological albumin. This study puts emphasis on the analysis, planning and processing of Cone Beam CT images (CBCT), and on the machining and production three-dimensional albumin-coated allograft. The study also extends to former and current bone grafting techniques, and provides a review on BoneAlbumin and the selection of suitable materials. This paper also investigates the domestic and international bone grafting market. Furthermore, it contains a case study and conclusions.

Keywords: 3D block, allograft, BoneAlbumin, 3D bonegraft, human bone.

1. Bevezetés

A tanulmányban bemutatott 3D-s csont-blokk termékek a szájszében alkalmazott csonthiány pótlására szolgálnak ahhoz, hogy a szükséges csontalappal nem rendelkező páciensek számára lehetővé tegyék a hagyományosnak nevezett körszimmetrikus implantátumok használatát,

amelyek kellő számú beültetésével rögzített fogpótlással a rágóképesség teljes helyreállítása lehetséges. A csontblokkok segítségével előre tervezett módon tudjuk helyreállítani a maxilla és a mandibula hiányzó anatómiai részleteit, amelyek csont elvesztésből, csontleépülésből vagy balesetből származnak.

A gyártás folyamata azzal kezdődik, hogy a megrendelő szájszészettől beérkezik laborunkba az adott páciensről egy Cone-beam CT-felvétel (CBCT). Ezt követi a CBCT-felvétel elemzése, majd meghatározásra kerül a pótlendő csonthiány és az elhelyezendő implantátumok száma, típusa és mérete. A megvalósításban a következő lépés a modellezés, ahol a CBCT-felvétel virtuális feldolgozása, a hiányzó csont modellezése, az implantátumok és végső fogmű tervezése történik.

Ezt követi a tervezés, ami után a tervek szakorvosi ellenőrzése történik. A konzultációt követően az esetleges módosítások elvégzése után a csont-alapanyag kiválasztása történik.

Ez tulajdonképpen a gyártás előkészítését foglalja magába. Majd az egyik legfontosabb és legmeghatározóbb lépés, a megmunkálás következik. Erre úgynevezett tiszta körülmények között kerül sor, majd a megmunkált csontszövet a szövetbankba visszazállításra kerül a megfelelő utókezelésre. A folyamat legutolsó lépése a műtét, amikor szájszészeti beavatkozás során az egyéni szabott csontblokk beültetésre kerül.

A tanulmányban részletesen bemutatott csontelemek egyediségét a műtétet megelőző virtuális tervezés, az egyedi megmunkálás, az albuminos kezelés adja, mely csökkenti a beavatkozás traumáját, elősegíti és felgyorsítja a gyógyulást, valamint lerövidíti az átépülés időtartamát. Ezek összességének köszönhetően megvalósul az implantációs területen a tervezett csontvolumen, így a csontblokkok segítségével előre tervezett módon tudjuk helyreállítani a maxilla és a mandibula hiányzó anatómiai részleteit.

2. Korábbi, illetve jelenleg ismert módszerek rövid bemutatása

A csonthiányok pótlására, feltöltésére különböző emberi vagy állati eredetű, illetve szintetikus anyagok alkalmazása vált gyakorlattá. A csonthiányos állapot megváltoztatására négy lehetséges módszer áll rendelkezésre.

Az első módszer, amikor a csontot csontmegmunkálással tesszük alkalmassá. Ilyenkor a páciens meglévő állcsontgerincének plasztikus átalakítása történik, azzal a céllal, hogy lehetővé tegyék a kívánt implantátum behelyezését.

A második módszer a csontpótlás (graft) alkalmazása. A csontpótláskor alkalmazott anyagok a származásuk szerint négy különböző csoportra oszthatók:

Autograft – A graft ugyanabból a személyből származik;

Allograft – A donor és a recipiens ugyanazon faj két, genetikailag nem megegyező egyede;

Xenograft – A graft más fajból származik, mint amelybe beültetésre kerül;

Szintetikus anyagok – Hydroxiapatit, biokerámia, béta-tricalcium-foszfát, kalcium-szulfát.

A harmadik módszer az, amikor a csontmegmunkálást és a csontpótlást együttesen alkalmazzák és használják. Ilyenkor a szájszészettek a műteti technikát illetően laterális augmentációt, sinus liftinget, illetve bone splittinget (csonthatás) alkalmaznak. A felhasználható csontpótló anyagok lehetnek autograft, allograft, xenograft, illetve szintetikus anyagok.

A negyedik módszer az úgynevezett irányított csontregenerációs (GBR) technika használata. Ennek a módszernek a keretében felszívódó és a nem felszívódó membránokat használnak [1].

A szájszészeti gyakorlatban korábban, illetve jelenleg a legelterjedtebb a saját csont (forgács vagy csontblokk), a szintetikus kalcium-foszfát alapú, illetve az állati eredetű granulátumos csontpótló.

Az eddigi alkalmazások során a legjobb minőségű csontpótló anyagnak a saját csont, azaz autograft bizonyult. Azonban ennek a lehetősége nagyon korlátozott, hiszen a csontpótlásra olyan pácienseknél van szükség, akiknél csonthiány áll fent. Ezáltal nem áll rendelkezésre kellő mennyiségű csontvolumen, így általában a saját csont más csontpótló anyagok kiegészítésével kerül beültetésre.

Ebben az esetben a saját csontot több vagy másik területről szokták kinyerni. A kis mennyiségű csonttól egészen a nagy csontmennyiség szükségletéig általában a beültetés műteti területéről vagy annak környezetéből kerül kivételre az autograft.

Azonban ha rendkívül nagy mennyiségű saját csontra van szükség, akkor a páciens csípőcsontjából való csontforgácsot, vagy csontblokkot alkalmaznak a beültetés során.

Emellett napjainkban az egyszerű használat, a gyakorlati tapasztalat és a műteti sikeresség miatt kezd a gyakorlatban ismertté, valamint alkalmazottá válni az albuminózott allograft csontpótló anyag.

A tanulmány a következő pontokban főként ennek megvalósítására és lehetőségeire tér ki.

3. A megfelelő alapanyag kiválasztásának részletes bemutatása

3.1. BoneAlbumin

A BoneAlbumin humáncsont allograft kutatásával Dr. Lacza Zsombor PhD ortopédsebész, kutatóorvos, illetve az új eljárást kidolgozó munkacsoport vezetője foglalkozik. A kutatások 2006 óta folynak, kezdetben állatkísérletekkel, illetve anyagvizsgálattal kezdődtek. Ezt követték a megfelelő engedélyek megszerzése után az első humán beültetések. A sikeres laboratóriumi, klinikai és szövettani eredmények után megalapításra került az OrtoSera Dental cég. 2015-ben indultak el a fogászati, szájsebészeti, illetve implantológiai vizsgálatok [1].

„A hagyományos allograftok, xenograftok, szintetikus anyagok, tulajdonságaikat tekintve, mind csökkentebb értékűek, mint a saját csont, emiatt mindkét eljárási tendencia (a saját és a nem saját csont) rendelkezik előnyökkel és hátrányokkal.” [2]

„Ezen két eljárási lehetőség előnyeit igyekszik ötvözni az az új eljárás, melynek során élő, egyébként kivizsgált emberből, ortopédiai műtét során kivett csontból állítanak elő alloplastikus anyagot, melyet megfelelő eljárásokat követően albuminnal kezelnek. Az így létrehozott BoneAlbumin egy, az előzőektől jelentősen különböző tulajdonságú anyagként került a fogászati implantológia eszköztárába (Skaliczki G. és mtsai – 2013, Klára T. és mtsai – 2014, Horváthy D. és mtsai – 2016, Schandl K. és mtsai – 2016)” [1].

A kutatásoknak, illetve vizsgálatoknak köszönhetően megállapításra került, hogy a BoneAlbumin számos pozitív tulajdonsággal, illetve előnnyel rendelkezik. Aktív hatóanyagának bizonyult, jelentős szerepe van a regenerációban, gyorsítja a csontosodást, kedvező felületet biztosít a progenitor sejtek kitapadásához, további albumintermelést indukál, valamint csökkenti és gátolja a baktériumok és kórokozók elszaporodását.

3.2. Alapanyag

„A győri megyei kórházban tevékenykedő Nyugat-magyarországi Regionális Szövetbank szakemberei dr. Csöngé Lajos vezetésével csontélettani, csontszövettani vizsgálatokon és eljárásokon keresztül tanulmányozták az albuminnal kezelt humán allograft tulajdonságait, viselkedését, az egyes csontpótló fajták előállításának fontosabb lépéseit. Megállapításuk szerint az ideális csontdonor nem idősebb 40 évnél, az előállításához pedig spongiosa vagy corticospongiosa részekre van

szükség. A csontörlemény, granulátum szemcsemérete különböző lehet, 0,5 mm-nél kisebb, 1,5 mm – 2 mm közötti, illetve 2 mm-nél nagyobb. A csontblokkokat pedig az előre megadott méretben lehetséges előállítani. A csontpótlógyártás során – Urist protokoll szerint – az emberi preparátumból nyert csontot dezantigenizálják, részlegesen dekalcinálják, önmésztésen, majd kémiai sterilizáláson vezetik keresztül. Ezt követően történik az albumin hozzáadása a preparátumhoz. A csontgraft beépülését segíti a BoneAlbumin graft oszeokondució, oszeoindució és osteogenezist indukáló hatása” [1].

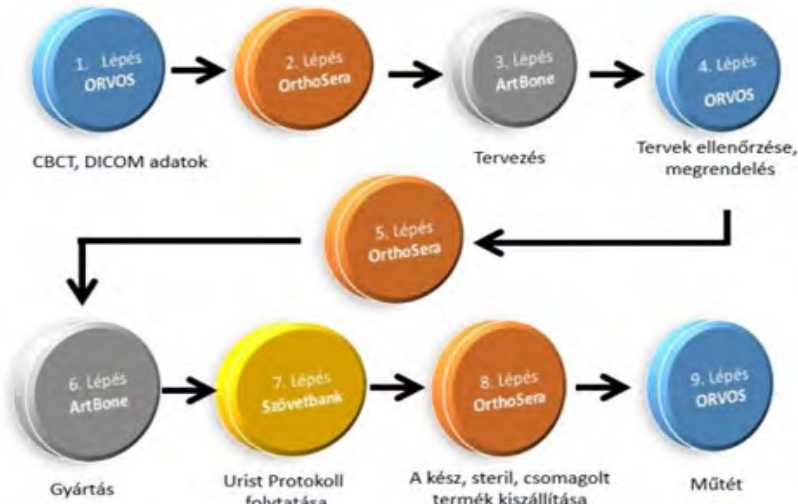
Ami a felhasználás liberalizációját illeti, a BoneAlbumint 2010 óta alkalmazzák sikeresen az ortopédiai területen, a szájsebészeti alkalmazása, felhasználása 2015. március óta, a sikeres fogászati vizsgálatokat követően egyre gyorsabb ütemben terjed.

3.2.1. A megfelelő alapanyag kiválasztása a CBCT alapján tervezett 3D-s kivitelezésű albuminozott allografthoz

A fogászati implantátumok beültetéséhez szükséges hiányzó csontszövet pótlása, alveoláris és mandibuláris szájsebészeti felületrekonstrukció albuminnal kezelt liofilizált humán csontszövet használatával történik. A traumatológiai sebeszet, az ortopéd sebeszet a humáncsontszövetet több évtizede sikeresen használja különböző csontszerkezet-hiányossággal rendelkező rekonstrukciós műtéteknél.



1. ábra. Jelöléssel ellátott csontszövet megmunkálás előtt



2. ábra. Tervezési és kivitelezési folyamatára

A csontblokk-előkészítés és végső sterilizálás fiziológias módja szabályozott körülmények között történik a Petz Aladár Megyei Oktató Kórház szövetbankjában, ahol a liofilizált csontszöveteket egy, a csomagoláson feltüntetett anatómiai dokumentációval látják el. Ezen jelölik a csontszövet előkészítési állapotát, a struktúráját, valamint a donációs csontelem anatómiai részét.

A győri Petz Aladár Megyei Oktató Kórház rendelkezik a termék előállításához szükséges ISO- és MEES-tanúsítványokkal, mely a csontszövet előkészítését, valamint a steril csomagolását jelenti. Az alapanyagként szolgáló humán csontszövet az 1. ábrán látható csomagolásban érkezik meg a laborba megmunkálásra.

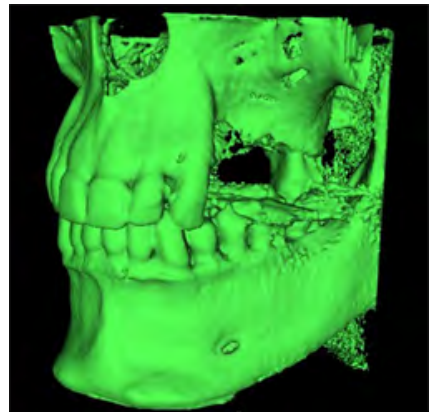
4. A szájsebészetben alkalmazott csontblokk megvalósítási lépéseinek részletes bemutatása folyamatára segítségével a kivitelezést végző fogtechnikai labor szemszögéből

A tervezési és kivitelezési folyamatot részletesen a 2. ábra mutatja be.

4.1. Elemzés

A gyártás folyamata azzal kezdődik, hogy a megrendelő szájsebésztől beérkezik laborunkba online, e-mailen, CD-n vagy egyéb elektronikus adathordozón, illetve elektronikus formában az adott páciensről egy CBCT-felvétel. Egy CT-elemző szoftverben, előzetes tanulmányozás után, kinyerjük azokat a rétegeket, azt a csontfelszínt,

amire a csontpótlás tervezéséhez szükségünk van (3. ábra). Ezt a folyamatot a legjobb eredmény érdekében két különböző szoftverben is elvégezzük. Ezt követi az elemzés, amelynek keretében megvizsgáljuk a kinyert csontfelszínt, majd meghatározásra kerül a pótlandó csonthiány és az

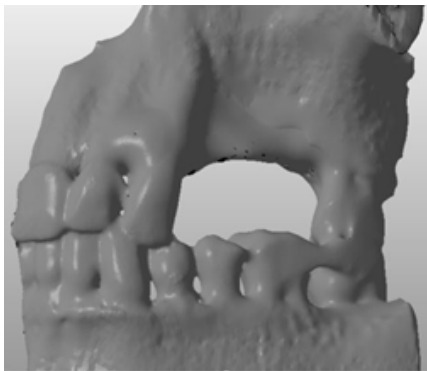


3. ábra. A CBCT felvételtől kinyert STL csontfelszín

elhelyezendő implantátumok száma, típusa és mérete. [3, 4]

4.2. Virtuális modellezés

A modellezés során egy fogászati tervező szoftverben a CBCT-felvétel felhasználásával készült csontfelszínre elkészítjük az ideális fogművet, figyelembe véve az esztétikai, mechanikai, funkcionális és antagonisták viszonyokat (4. ábra). Az elkészült ideális fogmű felhasználásával pozicio-

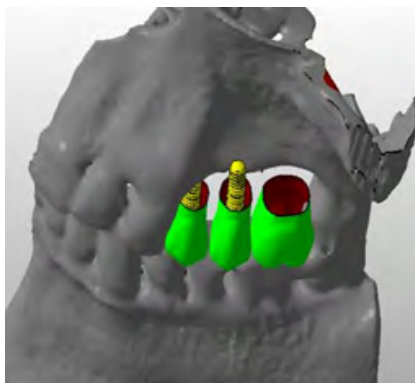


4. ábra. Virtuálisan korrigált STL-csontfelszín

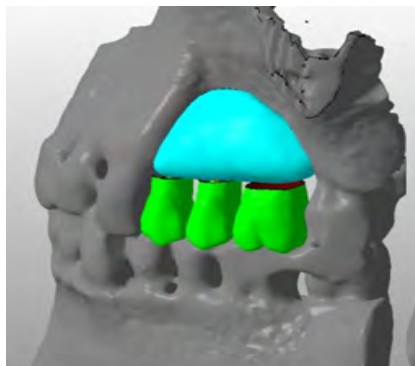
náljuk a csontban a korábban a szájsebész fogorvos által meghatározott számú és típusú implantátumot (5. ábra) [5, 6].

4.3. Tervezés

A korábban kinyert csontfelszín és az általunk készített ideális fogmú komplex 3D-s virtuális modelljét egy újabb tervező szoftver felhasználásával készítjük el (6. ábra). Ezen tervek elkészítése-



5. ábra. Fogmú és implantátumok helyzetének tervezése

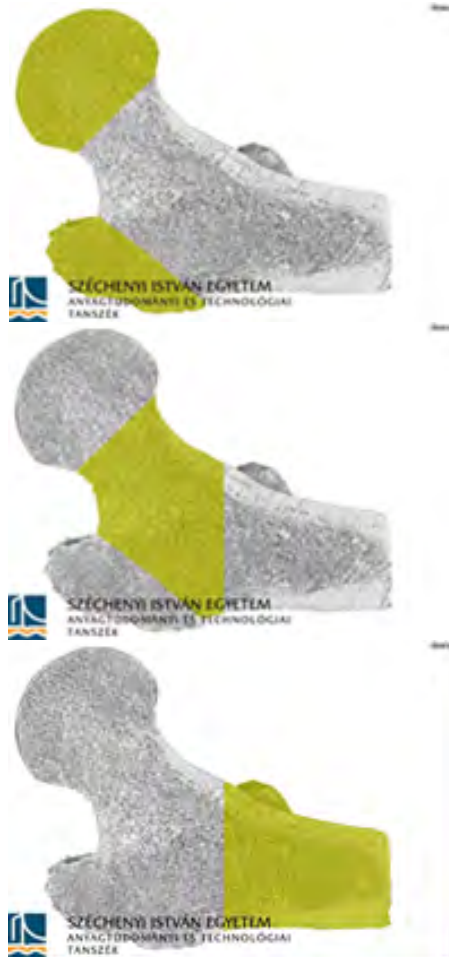


6. ábra. A tervezett csontpótlás

kor számos tényezőt figyelembe kell venni. Egyik legfontosabb és legmeghatározóbb a pótlandó csontmennyiség, a csontblokk mérete. A tökéletes integráció teljes mértékben befolyásolja a tervezést, hiszen a méretek kialakításakor számolni kell az esetleges csontvesztéssel. Ezek mellett a második fontos tényező a csontblokk határvonalainak meghatározása. A tökéletes határok megállapításához az úgynevezett „nil nocere” elvet alkalmazzuk. Emiatt a tervezéskor figyelembe vesszük a szomszédos fogakat, a meglévő csontdimenziókat, az ideg- és nyálkahártya-viszonyokat. [7-9]

A fent említett tényezők mellett ebben a szakaszban kerül sor a tervek szakorvosi ellenőrzésére, kiegészülve a megrendelő szájsebésszel folytatott konzultációval.

4.4. A csontblokk megmunkálása



7. ábra. A trabecularis szerkezet osztályozása

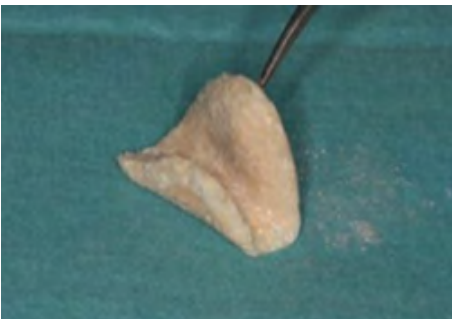
A megmunkálás úgy kezdődik, hogy az elfogadásra került, tervezett geometriájú és volumenű csontelem gyártás-előkészítésre kerül, a gyártáshoz szükséges méretű és trabecularis szerkezetű (7. ábra) csontblokk kiválasztásával. A kivitelezés a Dent-Art Technik által kifejlesztett speciális microretenciós felületrögzítéssel, segédanyag használata nélkül valósul meg. A virtuális orientáció meghatározása után a 3D-s megmunkáló központ nullponti befogásához illesztjük (8. ábra).

A megmunkálás „tisztá” körülmények között történik. Az implantációhoz szükséges csontblokk kialakítása tisztított, vizes csiszolással, összetett él geometriájú, gyémánt bevonatú szerszámokkal történik. Ez az eljárás a legjobb és legmegfelelőbb, hiszen ha faragással, marással, szárazon történne a megmunkálás, akkor nagymértékben sérülne a csont szerkezete. A csiszolás által elkerüljük a trabecularis szerkezet túlzott erózióját. Ennek a folyamatnak az időtartama 25-45 perc.

A megmunkálás után a rögzítőcsap helye eltávolításra kerül a formázott csontelemről, majd az illeszkedést és behelyezhetőséget vizsgálattal végezzük el valós körülmények között, a csontfelületről készült 3D-s nyomtatott, sterilizálható modell segítségével (9. ábra).



8. ábra. Megmunkálásra előkészített csontblokk a gépbe helyezésre



9. ábra. A megmunkált csontblokk

A csontblokk ezek után csomagolásra kerül a szükséges dokumentációval, és visszakerül a szövetbankba utókezelésre, azaz tisztításra, sterilizálásra, liofilizálásra és diffúziós albuminos bevonásra.

4.5. Műtét

A tanulmányban részletesen bemutatott 3D-s tervezésű és megmunkálású csontblokk használata esetén a műtétkor nincs szükség jelentősebb csontfelületi korrekciókra, hiszen a virtuális modellezésnek köszönhetően olyan pontos az előállított csontblokk, hogy azonnal tökéletesen a helyére illeszthető. A recipiens, azaz a csontpótlandó felületen a rögzítés titán mikrocsavarokkal történik, amelyek a későbbi implantátumok beültetésekor eltávolításra kerülnek (10. és 11. ábra).

A csontblokk vaszkularizációját, beépülését nagymértékben meggyorsítja és biztonságosabbá teszi az, hogy nagy felületen történik az illeszkedés, illetve érintkezés. Az ilyen szájszészeti műtétek esetében, amikor a tanulmányban bemutatott allograftot alkalmazzák, nem szükséges a csonthiány megszüntetésére szolgáló pótlást granulátummal kiegészíteni, hiszen ez az eljárás biztonságosabb és gyorsabb, mint amikor a páciensnél a saját csontblokkból nyert pótlást alkalmazzák. Azonban ennél az eljárásnál rendkívül fontos, hogy a műtét végén a seb feszülésmentes



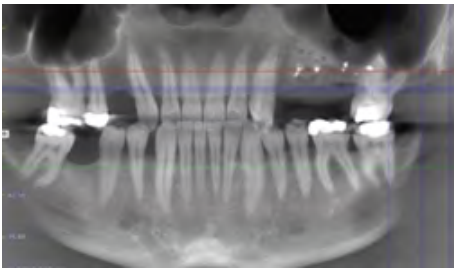
10. ábra. Recipiens terület beültetés előtt, perforálva (Dr. Csák Csaba)



11. ábra. A behelyezett, rögzített csontblokk (Dr. Csák Csaba)



12. ábra. Feszmentes lebennyel zárt műtéti terület (Dr. Csák Csaba)



13. ábra. Műtét utáni CBCT-kontroll (Dr. Csák Csaba)

lebennyel, nyálkahártyával legyen zárva, valamint másik fontos műtéti tényező, hogy antibiotikumos védelem szükséges (12. és 13. ábra).

5. A tanulmányban bemutatott eljárás, illetve csontelemek hazai és külföldi helyzete

A termékünk speciális helyzetben van, nemzetközi piacon való megjelenése az adott ország egészségügyi és donációs törvényeit figyelembe véve lehet forgalomba hozni, mivel a mi termékünk emberi donorból származó csontszövet feldolgozásából jött létre, ezért nem csupán az előzőekben megfogalmazott, hanem vallási értelmezés is gátat szabhat neki.

Magyarországon elsők között liberalizálták a csontszövet ilyen jellegű felhasználását.

Külföldi terméként német cég gyárt hasonló terméket (Botiss), amely élő donorokból származó csontalapanyaggal dolgozik (comb-csontműtétknél felszabaduló alapanyagot használ fel). Ez a cég nem alkalmaz a csonton semmilyen szövetnövekedést, befogadást serkentő, beépülést generáló segédanyagot. A serkentő segédanyagok használata mellett az általunk megformált csontblokk klinikai beépülése gyorsabb és hatékonyabb.

A csontblokk alapanyagát több külföldi cég is előállítja, de a megfelelő 3D-s megmunkálását európai szinten csak egy cég végzi.

Elsődleges célunk a hazai piac kielégítése. Magyarország nagyon jó helyet foglal el a fogászati turizmusban, ebből kifolyólag a beültetett implantátumok száma magas. Az általunk készített műtéti csontpótló segédlet tovább tudja fokozni az implantátumok beültetésének, helyben maradásának vagy tartósságának az esélyeit.

A termék forgalmazását az albuminos kezelést szabadalmaztatott cég végzi. Külföldi megjelenése, széles körű reklámja, a termékben rejlő lehetőségek megismertetése egész Európában megkezdődött. A törvényi előírásokat, illetve a szkeptikus véleményeket a szaporodó műtéti beavatkozások sikere fogja megváltoztatni.

A termék kutatási és kísérleti fázisban van, melynek pozitív eredményei további fejlesztésre és technológiai tökéletesítésre köteleznek minket. Többek között a termék továbbfejlesztését, a tervezett implantátumok későbbi behelyezését segítő műtéti sablonok készítésével, valamint az ehhez kapcsolódó azonnali ideiglenes pótlások elkészítésével kívánjuk bővíteni. A piaci bevezetés kezdetén vagyunk, viszont óriási érdeklődés kíséri a témában történő kutatásainkat, műtéti eredményeinket.

6. Következtetések

Ahogy a tanulmányból kiderül, egy sok lehetőséget magában hordozó új csontpótlási eljárásról van szó. Mivel nagyon korszerű és innovatív technológiáról beszélünk, rendkívül sok előnnyel rendelkezik a többi csontpótlási eljárással szemben. A CBCT-felvétel alapján tervezett 3D-s albuminózott allograft kivitelezésének előnyei a BoneAlbumin pozitív tulajdonságaiból, illetve a 3D-s virtuális tervezés által biztosított széles spektrumú megoldásokból származik.

A humán allograft egyik legfontosabb előnye, hogy tökéletes szöveti integrációval rendelkezik. Ennek következtében gyorsabban indul meg a csont beépülése és regenerációja. Ez a kedvező folyamat azt eredményezi, hogy akár 3 hónap alatt megtörténhet az átépülés, így a megalkotott csontpótló terület teljes mértékben alkalmas lesz az implantátum befogadására. A csontpótló anyag beépülése során az eredeti szövetstruktúrával csaknem megegyező csontszerkezet alakul ki, amely ideális értékeket mutat a denzitásban, a keménységben és a szilárdságában.

További előnye, hogy a graft-host határon kisebb a demarkáció. A páciens szempontjából nagyon fontos, hogy műtét után enyhébb a posztoperatív fájdalom. Azonban ezek mellett nem elhanyagolható az sem, hogy az operáció során könnyebb és gyorsabb az applikáció.

Mivel a blokkot nem kell műtét közben a fogadó felülethez alakítani, valamint nem szükséges pinnel rögzíteni a membránt, ezáltal lényegesen rövidül a műteti idő. A donor és a recipiens csontfelszín szoros és nagy felületű találkozásának köszönhetően gyorsabban és biztonságosabban megy végbe a vaszkularizáció.

Valamint nem utolsósorban szintén kedvező tulajdonság és fontos szempont, hogy nem kell második műtétet végezni a donorterületen, így rövidebb a kezelési idő is.

Az előnyök másik részét a 3D-s virtuális tervezés által biztosított széles körű megoldási lehetőségek adják. Maga a virtuális tervezés a többféle fogászati, általános alkalmazású és ipari felhasználású szoftver segítségével biztosítja a tökéletes modellt, az implantátum tervezését és az ideális fogmű elkészítését. A CBCT-felvételek szolgálnak a virtuális tervezés, valamint modellezés alapjaként.

A szoftveres tervezés egyik legfontosabb előnye, hogy lehetőség van a CBCT-készülék által generált zajok, árnyékok, képzavarok és artifaktok szűrésére, ezáltal biztosítva a pontosabb illeszkedési felszínt a tervezni kívánt csontpótláshoz. A virtuális tervezésben rejlő szinte végtelen opcióval ideálisan, a páciens számára a legtökéletesebben meg tudjuk tervezni a beültetett csontblokkok pontos méretét és helyzetét. A szoftverek által nyújtott mobilitás azért is előny, mert különböző szimulációkat lehet végezni, ezzel megakadályozva az esetleges nem várt következményeket. Továbbá lehetővé teszi több jó megoldás esetén az összehasonlítást és segít megtalálni az ideálist.

Összességében elmondhatjuk, hogy a BoneAlbumin forradalmian új biológiai technológiájának, valamint a 3D-s virtuális tervezésnek köszönhetően az általunk a páciens számára létrehozott egyedi geometriával rendelkező csontblokk lehetőséget ad a rágóképesség helyreállítására. Ezáltal a páciens rendezett, funkcionális protetikai helyreállítása valósul meg, amely teljes közérzetjavulást eredményez.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Gáspár L.: *Csontmegmunkálás és csontpótlás az implantológiában*. Dental Press Hungary Kft., Budapest, 2016.
- [2] Gáspár L.: *BoneAlbumin human allograft alkalmazásának tapasztalatai*. *Implantológia*, 14/1. (2017) 46–56.
- [3] Aranyarachkul P., Caruso J., Gantes B., Schulz E., Riggs M., Dus I., Yamada J. M., Crigger M.: *Bone density assessments of dental implant sites: 2. Quantitative conebeam computerized tomography*. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 20/3. (2005) 416–424. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15973953>
- [4] Shahlaie M., Gantes B., Schulz E., Riggs M., Crigger M.: *Bone density assessments of dental implant sites: 1. Quantitative computed tomography*. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 18/2. (2003) 224–231. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12705300>
- [5] Gonda T., Kamei K., Maeda Y.: *Determining favorable maxillary implant locations using three-dimensional simulation software and computed tomography data*. *International Journal Prosthodontics*, 30/1. (2017) 58–61. <https://doi.org/10.11607/ijp.4972>
- [6] Moriwaki H., Yamaguchi S., Nakano T., Yamanishi Y., Imazato S., Yatani H.: *Influence of implant length and diameter, bicortical anchorage, and sinus augmentation on bone stress distribution. Three-dimensional finite element analysis*. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 31/4. (2016) 84–91. <https://doi.org/10.11607/jomi.4217>
- [7] Kober C., Hellmich C., Stübinger S., Zeilhofer H. F., Sader R.: *„Anatomical simulation” of the biomechanical behavior of the human mandible*. *International Journal of Computerized Dentistry*, 18/4. (2015) 333–342. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26734667>
- [8] Oh T. S., Park J. S., Choi J. W., Kwon S. M., Koh K. S.: *Risk factor analysis of bone resorption following secondary alveolar bone grafting using three-dimensional computed tomography*. *JPRAS* 69/4. (2016) 487–492. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2015.11.002>
- [9] Kiling, Y., Erkmén E., Kurt A.: *Biomechanical evaluation of different fixation methods for mandibular anterior segmental osteotomy using finite element analysis, Part two: Superior repositioning surgery with bone allograft*. *Journal of Craniofacial Surgery*, 27/1. (2016) 36–40. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000002173>

ERRATUM

Az Erdélyi Múzeum-Egyesület mint kiadó és az Acta Materialia Transylvanica szerkesztősége sajnálattal értesíti a szerzőket és az olvasókat, hogy a folyóirat 2018-as évfolyam 1 és 2. lapszámaiban a cikkek magyar nyelvű változatainál a DOI-azonosítók prefixei hibásan jelentek meg.

A cikkek fejléceiben a magyar nyelvű változatnak megfelelő DOI prefix helyesen: **10.33923**, nem 10.2478.

A prefixek 2023 szeptemberében a lapszámok honlapján:

<https://eme.ro/publication-hu/acta-mat/acta2018-1.htm> illetve

<https://eme.ro/publication/acta-mat/acta2018-1.htm>

és

<https://eme.ro/publication-hu/acta-mat/acta2018-2.htm> illetve

<https://eme.ro/publication/acta-mat/acta2018-2.htm>

minden cikkben javításra kerültek, feltüntetve az eredeti, hibás és az új, helyes azonosítót is.

A DOI-azonosítók helyes számra történő cserélése a Magyar Tudományos Művek Tárában (MTMT) is megtörtént.

A hibáért minden szerző és olvasó szíves elnézését kérjük és tisztelettel kérjük, hogy ezentúl az új, helyes azonosítót legyenek szívesek használni!

Az Erdélyi Múzeum-Egyesület Kiadó és az Acta Materialia Transylvanica Szerkesztősége nevében:


Bitay Enikő
főszerkesztő

ERRATUM

The Erdélyi Múzeum-Egyesület as Publisher, and the Editorial Office of Acta Materialia Transylvanica regret to inform the authors and readers that the prefixes of the DOI identifiers of the Hungarian versions of the articles in issues 1 and 2 of the journal in 2018 were incorrectly published.

In the article headings, the DOI prefix corresponding to the Hungarian version of the article is **10.33923**, not 10.2478.

In September 2023, the prefixes were corrected in all articles on the websites of the journal issues:

<https://eme.ro/publication-hu/acta-mat/acta2018-1.htm> respectively

<https://eme.ro/publication/acta-mat/acta2018-1.htm>

and

<https://eme.ro/publication-hu/acta-mat/acta2018-2.htm> respectively

<https://eme.ro/publication/acta-mat/acta2018-2.htm>

showing the original incorrect one crossed out and the new, correct identifier.

The replacement of the DOI identifiers with the correct number has also been done in the Hungarian Repository of Scientific Works (MTMT).

We apologize to all authors and readers for this error, and respectfully request that you use the new, correct identifier from now on!

On behalf of the Erdélyi Múzeum-Egyesület Publisher and the Editorial Office of Acta Materialia Transylvanica:



Bitay Enikő

Editor-in Chief