

SZÁJSEBÉSZETI CÉLRA TERVEZETT FOGKÖZI CÉLZÓ TERVEZÉSI FOLYAMATA ÉS ANNAK NEHÉZSÉGEI

THE DESIGN PROCESS OF INTERDENTAL TARGETING DESIGNED FOR ORAL SURGERY AND ITS DIFFICULTIES

Csorba Béla István ^{1*}, Dr. Urbán Gábor ²

¹ Innovatív Járművek és Anyagok Tanszék, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Neumann János Egyetem,
Magyarország

² Szájsebész, szaktanácsadó

<https://doi.org/10.47833/2021.1.ENG.004>

Kulcsszavak:

Implantátum
Fog
Tervezés
fűrő
szájsebészet

Keywords:

Implant
Dental
Design
Drill
Oral Surgery

Cikktörténet:

Beérkezett 2021. március 4.
Átdolgozva 2021. március 20.
Elfogadva 2021. április 5.

Összefoglalás

Olyan műtéti fűrősablon tervezése volt a cél, ami sokrétűen állítható és több páciensnél alkalmazható. A tervezés során figyelembe kellett venni a költséghatékonyságot, a könnyű, gyors előállítását, a használhatóságot és az orvosi szempontból az alkalmazhatóságot.

A készülékkel szemben támasztott követelmények között az egyik legfontosabb a biológiai megfelelés volt (anyagválasztás), emellett a kialakítás formája is lényeges volt, mert a készülék nem okozhat sérülést.

A tervezés folyamatában észlelt hibák, illetve nehéz gyárthatóság, vagy nem kellő megbízhatóság segítettek abban, hogy ráleljünk a megfelelő irányra. Ha kellett koncepciót váltottunk, ha kellett csak módosítottunk. Ennek folyamánként született meg a végleges változat, ami még a gyártás során további finomhangolást igényelhet.

Abstract

The aim of this research was to design an adjustable drill bushing device, which is applicable to more than one patient. In addition to cost-effectiveness, easy and fast production, the design had to be also easy for doctors to use.

Among the requirements for the device, the most important was biological compliance (choice of material), on the other hand, of course the shape of the design must not cause injury in the mouth.

During the designing the detected errors, difficult manufacturing or insufficient reliability can help to create the final design. Thus, if we had to change a concept, we had to just modify it. As a result, the final version was born, which may require further fine-tuning during the manufacturing.

* Csorba Béla István. Tel.: +36 203 714 164
E-mail cím: csorba.bela@gamf.uni-neumann.hu

1. Bevezetés

A szájsebészetben gyakran alkalmaznak olyan készülékeket, amelyek a fogpótlást elősegítő implantátum pontos behelyezését szolgálják. Manapság rengeteg eszköz van ezen cél megvalósítására, viszont az egyik legnagyobb hátránya az, hogy ezen eszközök csak egy beteg esetében használhatók. Ily módon minden egyes beteg fogpótlásához egyedi készüléket kell készíteni, amely nagyban megdrágítja a fogpótlás költségét. Ezen felül a fogpótláshoz szükséges implantátumok helyzetének pontos beállítása is bonyodalmat okoz.

Ezen cikk tartalma egy lehetséges megoldást ad ezen problémákra. A megtervezett készülék - amelynek tervezési folyamata e cikkben bemutatásra kerül - a fogpótláskor felmerülő minden lehetséges problémára megoldást kínál. Emellett a készülék használatával csökkenthetők a fogpótlás költségei, és ami az egyik legnagyobb előnye, hogy a készülék több beteg esetében is használható, mondhatni univerzális.

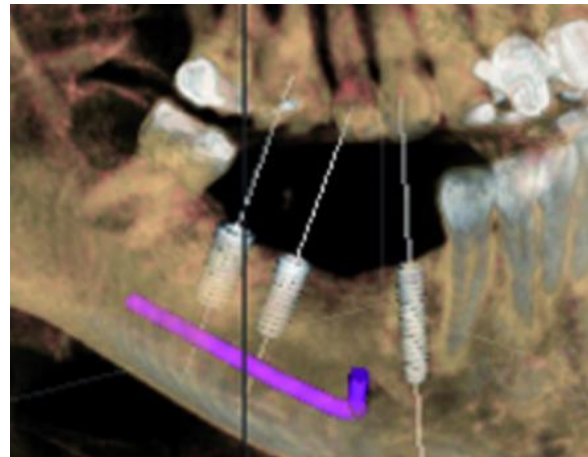
A készülék tervezése során a szájsebészet gyakorlati tapasztalataira támaszkodtunk.

2. Koncepció

A koncepció az volt, hogy olyan fogközi célzó készüléket tervezzünk, ami két fog között kialakult, egy, vagy több foghiány pótlásához többször is felhasználható sterilizálás után. A foghiányok területére vagy párhuzamosan kell két furatot készíteni (két foghiány esetén), vagy az implantátumokra tervezett szögtört fejeknek kell párhuzamosaknak lenni. Ha 10° feletti a szögeltérés az implantátumfejek között, akkor a fogtechnikusnak nehéz a koronákat úgy kialakítani, hogy a fogorvos a szájba behelyezhesse a fogművet.



1. ábra Párhuzamos implantátum elhelyezkedés



2. ábra Párhuzamosan és szögben eltérő helyzetben álló implantátum

Az 1. ábrán [1] párhuzamosan behelyezett implantátumok láthatók, amelyekre 10° -os fejek vannak rácsavarozva, majd erre kerülnek a fogkoronák.

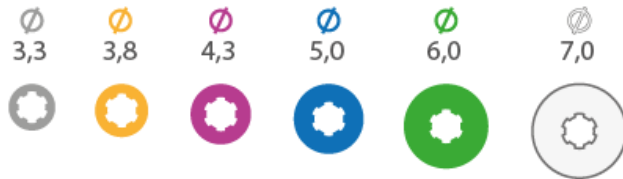
A 2. ábrán [2] látható, hogy csak két implantátum párhuzamos egymással, a harmadik szögben áll ezekhez képest. Itt szükséges alkalmazni a szögtört fejet, vagy olyan fej használatát, amelyik kúpos, és nagyobb a kúp szöge, mint a tengelyeltérés az implantátumok között. Ezeket úgynevezett multi-unit fejeknek hívják. A lila színnel jelölt rész az állcsontban futó ideget szimbolizálja. Látható, hogy az implantátum nem éri el. Ha elérné, akkor az ideg sérül, vagyis érzés-, vagy mozgászavar lép fel az adott területen. Ez lehet átmeneti és végleges is.

3. Követelmények a célzóval szemben

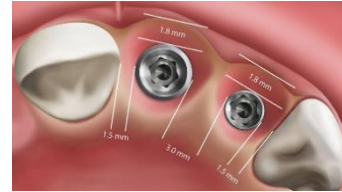
A fogközi célzó tervezése során a következő szempontokat kellett figyelembe venni.

3.1. Implantátum nagyság, csontköpeny méret

A behelyezendő implantátumok átmérője (3. ábra) [3] és hossza is változó, az implantátum átmérőhöz egy 3mm-el nagyobb csontköpeny szükséges az implantátum megmaradása érdekében (4. ábra) [4]. Ha ez a méret kisebb, akkor a két implantátum közötti csontterület nem kap elég vérellátást, ezért leépül. Ez abban jelenik meg, hogy a kész fogmű alatt egyre nagyobb rés keletkezik, ahogy a csont leépülés folyamata zajlik, mivel a csont kisebbedésével a felette lévő íny is mélyebbre kerül. Előbb-utóbb az implantátum is kilátszik az íny alól. Ez 2-3 év alatt az implantátum elvesztéséhez vezet.



3. ábra Implantátum méretek



4. ábra Szükséges csontköpeny méretek

3.2. Fogkorona méretek, implantátumra csavarható fejek

Az egyes implantátumok tetejére (az ún. Abutmen-re, vagy fejekre) különböző átmérőjű fogkoronák készülnek, ráadásul ezek a koronaméretek függetlenek az implantátum átmérőjétől. Keskeny implantátumra is kerülhet széles korona és fordítva.

Az implantátumba csavarható fejek (5. ábra) többféle szögben készülnek, vannak 0°, 15°, 17°, 20°, 30° kialakításúak. A fogtechnikus szempontjából a pótlás elkészítéséhez a fejek párhuzamosága a legfontosabb, általában 10-20° eltérés is lehetséges attól függően, hogy milyen típusú fejről van szó. [5]

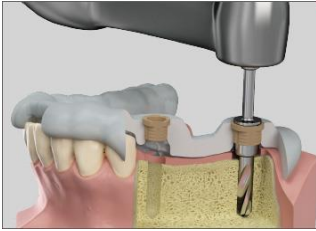
Ez azt jelenti, hogy a párhuzamosan betervezett fejekhez képest az implantátumok szöge a párhuzamostól eltérhet, de csak az adott fej szögértékének megfelelően. Ennek megfelelően egy röntgenképen látszólag össze-vissza álló implantátumok megfelelő fejekkel tökéletes párhuzamosságot hozhatnak létre.



5. ábra Fejkialakítások

3.3. Sebészi könyökfűrő elhelyezése

A sebészi könyökfűrőnek (6.b ábra) [6] el kell férnie a célzó felett, vagyis a célzó 6-8 mm-nél nem lehet magasabb a szájnyitási korlátozottság miatt. Ennél nagyobb érték esetén a célzó a fűrővel együtt nem férne be a beteg szájába, sőt a hátsó fogak pótlását gyakorlatilag nem lehetne megvalósítani (6.a és 6.c ábra). [7]; [8]



6.a ábra Könyökfúró fúrás közben hátsó fog esetén



6.b ábra Könyökfúró



6.c ábra Implantátum helyének fúrása hátsó fogak esetén

3.4. Készülék mérete, kialakítása, beállíthatósága, átláthatósága

Az egész tervezett készüléknek elég kicsinek kell ahhoz lenni, hogy elférjen a beteg szájában, nem nyelheti le és éles szélek sem lehetnek rajta, amik nem kívánatos sérüléseket okozhatnak. Magának a készüléknek olyan kialakításúnak kell lennie, hogy az orvos számára egyértelmű legyen a készülék működési elve, könnyen ellenőrizhető legyen a beállítások mértéke (véghelyzetben ütközik, kisebb jelölések az egyes darabokon, stb.).

4. Fúróvezető sablonok típusai

Manapság a fogászatban többféle célzó típus létezik. Ezek közül a legfontosabbak a 7-es számmal jelölt ábrákon láthatóak.

A 7.a ábrán [9] egy fogtechnikus által, kézzel készített nagyon egyszerű műanyag célzó látható, amely nem igazi célzó, de segítenek az orvosnak a tájékozódásban, ami teljes foghiány esetén nagyon fontos, mivel nincs viszonyítási pont.



7.a ábra Műanyag célzó

Az 7.b – 7.f ábrákon digitális CT alapján megtervezett, 3D nyomtatóval legyártott műtéti sablonok láthatók, illetve azok sokszínűsége. [10] [11] [12] [13] [14]

Mindegyikre jellemző, hogy egy titán perselyt tartalmaz, amibe kisebb átmérőjű titán csöveket is be lehet csúsztatni (ún. szűkítőket), és ezen keresztül lehet felfúrni megfelelő méretűre az implantátum helyét, szűkítő nélkül pedig be lehet helyezni sablonon keresztül az implantátumot is. Ezek a sablonok nagyon precízek, de előállításuk komoly szakértelmet és időt igényel, emiatt drágák. Emellett fúráskor a hűtést is akadályozzák, mert eltakarják a fúrás helyét, emiatt csak a szakaszosan lehet fúrni.



7.b ábra 3D nyomtatott sablon 1.



7.c ábra 3D nyomtatott sablon 2.



7.d ábra 3D nyomtatott sablon 3.



7.e ábra 3D nyomtatott sablon 4.



7.f ábra 3D nyomtatott sablon 5.

Az 7.g ábrán [15] egy speciális fémeszköz látható, ami újra használható sterilizálás után és az elsőnek megfúrt lyukhoz képest segíti a következő furat helyének-irányának elkészítését. A pontos helyet a fémeszközön látható számérték mutatja.

A 7.h ábrasorozat [16] egy speciális műtéti sablont mutat be, ahol a fúróra van szerelve két csap, ami a sablonon kialakított két csőbe csúszik bele, így a furat helye teljesen szabad, ami a vízhűtés miatt fontos. Mivel ez is ugyanazzal a digitális technikával készül, az ára ennek megfelelően szintén magas.



7.g ábra Fémeszköz



7.h ábra Speciális műtéti sablon

Az eddig bemutatott megoldások és információk birtokában a tervezés célja egy olyan fogközi célzó készülék tervezése volt, amely sterilizálás után több betegnél is, emellett többet tud, mint a 7.h ábrán bemutatott célzó. Véleményünk szerint költséghatékony lenne ennek a célzónak a beszerzése egy fogászati centrum számára és egy váratlan helyzetben is azonnal használható.

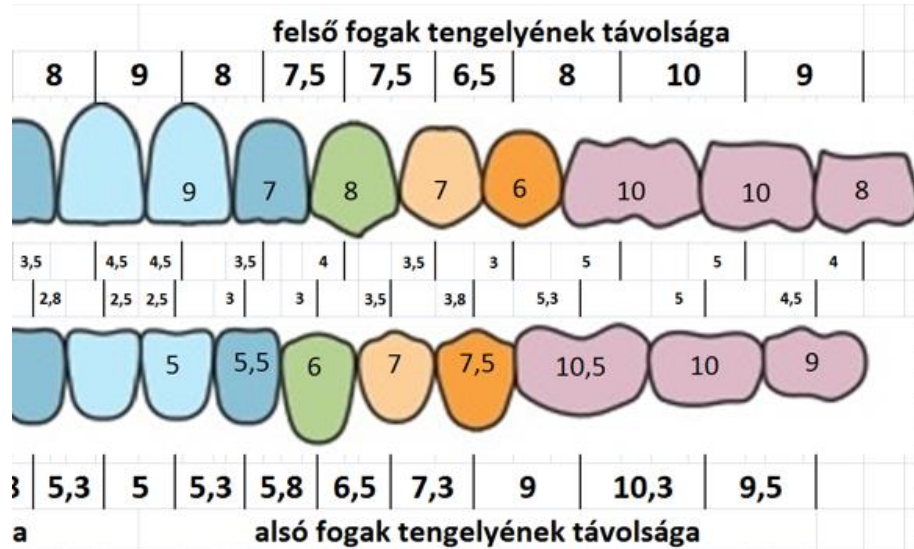
Érdekességképp egy furattal rendelkező célzó ára kb. 60.000 Ft és a furatszámától függően kb. 110000.-Ft-ig terjed az egy állcsonton használható műtéti sablon ára.

5. Fúrési protokoll

Az implantátumok helyének pontos elkészítéséhez szükségesek bizonyos szabályok, előírások betartása, amelyeknek meg kell felelni, hogy a fogpótlás sikeres legyen. Ezen szabályokra a 8. ábra [17] ad magyarázatot.

Az ábrán a fogak sorrendje, főbb méretei (a fogakba írt számértékek), a fogtengelyek egymástól mért távolsága (vastaggal szedett számok) és a fogszélektől mért következő fog tengelytávolsága (kis mérettel írt számok) olvasható le. Ezek csak irányelvek, mindig az adott betegre kell adaptálni ezeket az értékeket. A távolságértékek mm-ben vannak megadva.

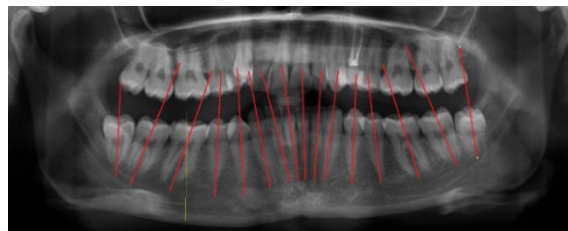
Műtét közben ezek segítenek abban, hogy a lehető legpontosabb helyre kerüljön az implantátum. Ez elméletileg a fog koronájának tengelyével párhuzamos implantátumot jelent, ami pontosan a korona tengelyében, vagy az alatt helyezkedik el (az implantátum közepén támasztja alá a koronát). Ezen értékeket be kell tudni állítani a készüléken is.



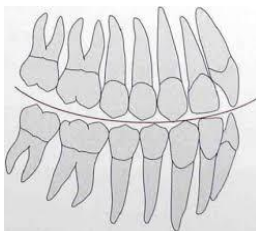
8. ábra Távolság értékek mm-ben

A 9. a ábrán [18] lévő röntgenképen úgy látszik, mintha a fogak egy szintben lennének, de a valóságban ez nem így van. Van olyan fog, amelyik alacsonyabban vagy magasabban van egy másik foghoz képest. Ez a szintkülönbség szintén gondot okoz, ennek kiküszöbölése is feladat, amely feladat megoldását is tudnia kell a készüléknek.

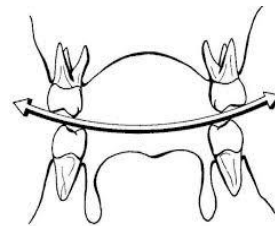
Emellett arra is kell figyelni, hogy a tengelyek ritkán párhuzamosak, mivel a fogak térgörbe mentén illeszkednek, melyet szemből és oldalról is alátámasztanak, ezek látszódnak a 9.b és 9.c ábrán. [19] [20] Ezt a térgörbét, ívet a szájsebészetben Spee-görbéknek nevezik. Ezen ívek miatt a fogak tengelye a rágósíkhhoz képest szöget zár be. Ezért legtöbbször nem függőlegesen, hanem ferdén fúrunk a csontba.



9.a ábra Röntgenkép



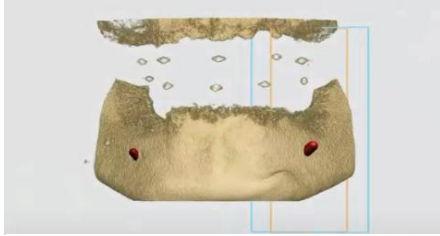
9.b ábra Spee görbe oldalról



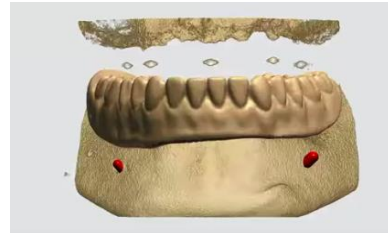
9.c ábra Spee görbe szemből nézve

6. Tervezési sajátosság: visszafelé történő tervezés

A szájszabészetben egy speciálisnak mondható tervezési módot alkalmaznak, amely az implantátum pontos helyének meghatározására szolgál. [21] Ennek magyarázatához a 10. számmal jelölt képsorozat szolgál.



10.a ábra 3D CT csontkínálatról

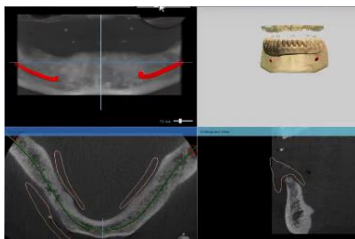


10.b ábra 3D CT kép csontkínálatról és a rajta elhelyezett fogazatról

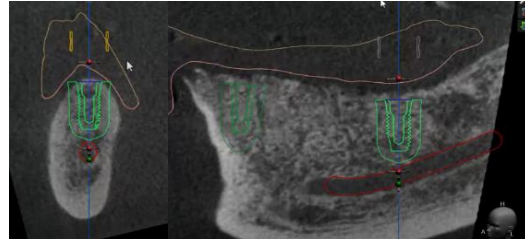
Ahhoz, hogy jól funkcionáló és esztétikus fogakat lehessen készíteni, először a pótlandó fogakat meg kell tervezni (fogméret, fogalak, elhelyezkedés). A betegről készített 3D-s CT felvételek alapján lehet felmérni azt a csontkínálatot, ami az adott betegnél rendelkezésre áll (10. a és 10. b ábra). [22] [23]

Ha a 3D CT felvételt CAD programban kiegészítjük a megtervezett fogak digitális képével, akkor a foghoz képest és a csontkínálatnak megfelelően a jó helyre tudjuk betervezni az implantátumokat (a fog tengelyében fog elhelyezkedni az implantátum, nem lesz túl mélyen, vagy magasan, nem sérti az ideget) (10.c ábra). [24]

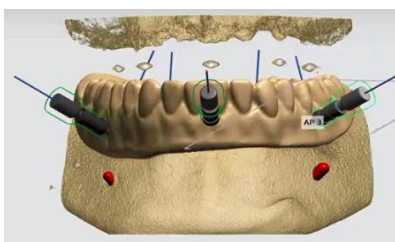
Ha kész a digitális terv, akkor arról a speciális fogászati CAD program legenerálja a fúróvezető perselyeknek a helyét, dőlését, magasságát (10.d ábra). [25] [26]



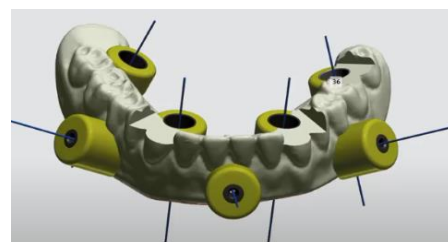
10.c ábra 3D CT és CAD program kombinálása



10.d ábra CAD program által generált persely hely



10.e ábra Hüvelyeket tartó sablon



10.f ábra Rögzítő csavarok

A hüvelyek köré szintén a program tervezi meg automatikusan azt a sablont, ami tartja a hüvelyeket, illetve valamilyen módon vagy az ínyre, vagy a fogakra felfekszik (10.e ábra). [27] Ezáltal biztosítja, hogy az implantátum abban a pozícióban lesz a beteg szájába behelyezve, ahogy azt megterveztük, másképp a furatok sem kerülnek a helyükre. Ezt a pozícionálást és az elmozdulás megakadályozását segítik elő a rögzítő csavarok, ez látható a 10.f ábrán. [28]

7. A készülék kialakításának lépései

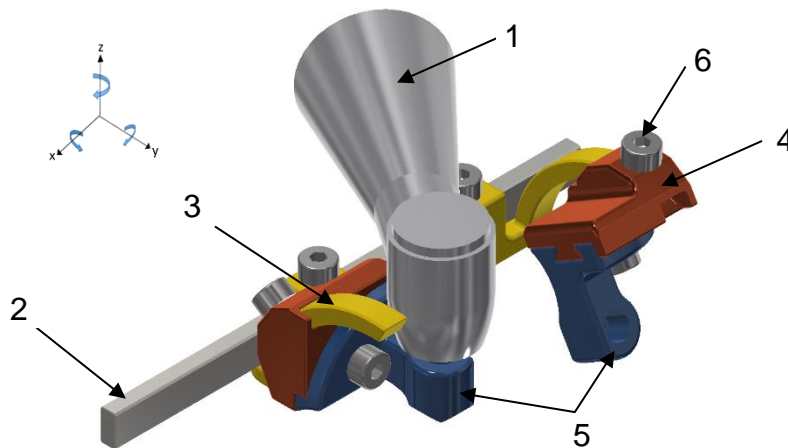
A készülék megtervezéséhez és kialakításához a gépészetben alkalmazott CAD szoftverek bármelyike alkalmas. [29] Esetünkben az Autodesk Inventor Professional szoftver volt számunkra legalkalmasabb. A szoftver könnyen kezelhető, és a tervezés során ha módosításra került sor, akkor gyorsan meg lehetett oldani a program segítségével a változtatásokat.

7.1. Első konstrukciós változat (11. ábra) [30]

Az első konstrukciós változatban két implantátum helyét lehet elkészíteni. A tervezés során az előbbiekben ismertetett követelményeket próbáltuk figyelembe venni. A szerkezet súlya minimális, a hosszú rúd (2) problémát okozhat a szájba történő behelyezéskor, viszont a készülék megtartásához szükséges a hosszabb kialakítás. A választott anyag minden konstrukciós változat esetében a titán, mivel ez az anyag nem káros a szervezetre.

Ennél a tervnél kiderült, hogy a sebészi könyökfúrónak (1) nincs elég helye nagyobb szögben való mozgatásához, vagyis nekiütközhet az egyes darabokhoz. A 3-as számmal jelölt darab kialakítása merevségi problémákat is felvet, mert a keskeny hosszú rúdrész letörhet a darabról, ha nagyobb igénybevétel éri a darabot. A 4-es számmal jelölt darab kialakítása gyártási problémát vetít előre, ugyanis a darab méretéből és kialakításából kiindulva hagyományos megmunkáló központokon a legyártás nehézkes, emellett megfelelő szerszám sincs ehhez a művelethez, amely elkészítése komoly költségeket vonhat maga után, drágítva ezáltal a készülék árát.

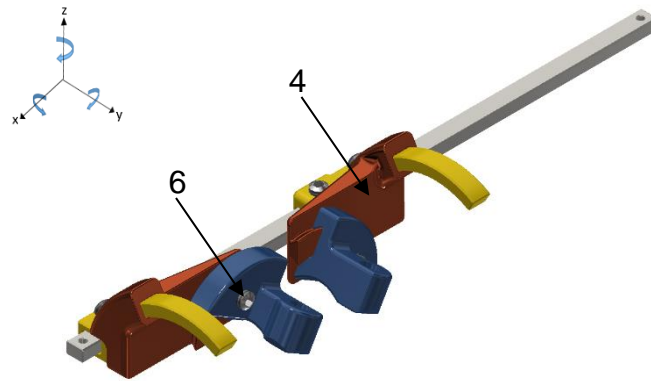
Működés szempontjából a készüléknél a függőleges irányú (z tengely), illetve a rúd tengelyére merőleges irányú (y tengely) mozgás nem lehetséges. A beállíthatóság és átláthatóság biztosítottak mondható. Az implantátumok megfelelő mérete, illetve a csontköpeny minimálisan szükséges mérete a két implantátum között megoldottnak mondható, amely az 5-ös számmal jelzett darabok egymás mellé helyezésével lemérhető. Ezen darabokban található egy-egy süllyesztett furat, amellyel meghatározható a maximálisan fúrható furat mélysége, mely által az idegek sérülése kiküszöbölhető. A darabok rögzítése egy adott pozícióban belsőkulcsnyílású csavarokkal történik (6).



11. ábra Első konstrukció

7.2. Második konstrukciós változat (12. ábra) [31]

Ez a konstrukció nagyon hasonló, szinte ugyanaz, mint az előző, viszont a 4-es számmal jelölt darab kialakításán módosítottunk. A módosítás után a fúró már nem ütközik semminek, van már elég hely a fúró nagyobb szögben való mozgatásához. A függőleges irányú (z tengely), illetve a rúdra merőleges irányú (y tengely) mozgás továbbra sem lehetséges, tehát az elvárt funkciókat nem teljesíti a készülék. Az egyes darabok rögzítése belsőkulcsnyílású csavar helyett már hernyócsavarral történik (6). A készülék súlya hasonlóan az előzőhöz ~14-15g.



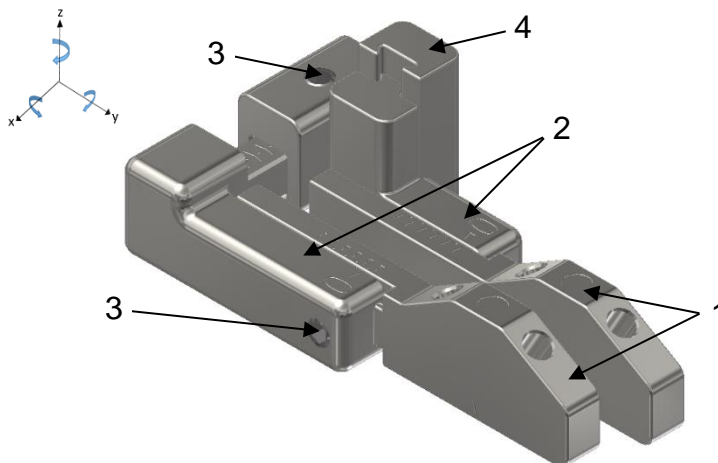
12. ábra Második konstrukciós változat

7.3. Harmadik konstrukciós változat (13. ábra) [32]

Ezen konstrukciós változat egyes elemei merőben mások, mint az előző esetekben. Az egyszerűsödés oka leginkább az volt, hogy a darabok gyárthatósága könnyebb legyen, de emellett figyelembe kellett venni a készülékekkel szembe támasztott követelményeket is. A készülék súlya itt is kicsinynek mondható, kb. 15 g.

A szerkezeten látható, hogy a fúróvezető fejek (1) csak egy fix szöget képesek tartani, ezért más szögigény esetén ezeket a fejeket ki kell cserélni egy másik adott szögű fejre. Minden egyes szögértékhez külön fejet kell legyártani, ezáltal variálhatóvá válik a készülék és mindig az éppen szükséges fej beszerelhető. Az egyes darabok itt is hernyócsavarral (3) rögzíthetők az adott pozícióban. A 4-es számú darab tartja az egész szerkezetet.

Hátránya a készüléknek az, hogy a furatokkal ellátott fejek nem képesek elfordulni, viszont x , y , z tengelyek irányában el tudnak mozdulni. Az elmozdulás mértéke látható, leolvasható és beállítható a készüléken. Erre szolgálnak a rovátkák és a kezdő pozíció jelzése, amelyek az 1-es és 2-es számú darabokon vannak jelölve.



13. ábra Harmadik konstrukciós változat

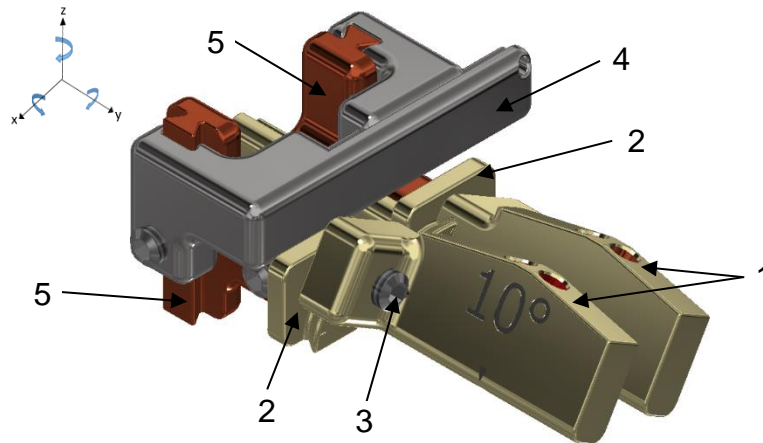
7.4. Negyedik konstrukciós változat (14. ábra) [33]

Ebben a konstrukcióban az 1-es jelű darabok már elfordulásra is képesek y tengely körül a 2-sel jelölt darabokon kialakított sínpálya mentén. Minden darab helyzetét itt is hernyócsavarral lehet rögzíteni (3). A 1-es jelű darabok cserélhető fejek, attól függően, hogy épp milyen szögben kell majd fúrni furatot a csontba. A fejekon lévő szám adja meg, hogy milyen szögben lehet fúrni. Három irányba mozgatható (x , y , z tengely mentén) és egy tengely (y) körül elforgatható a készülék. Az 5-ös jelű darabok tartják a 2-es jelű darabokat, illetve a hozzájuk csatlakozó cserélhető fejeket (1). A

rúd (4) rövidebb, így a beteg szájába történő behelyezésekor a sérülés veszélye minimális, viszont a készülék kézben tartása nehézkes. A rúd végén lévő furatba damil van fűzve az esetleges lenyelés elkerülése végett.

A szerkezet beállíthatósága könnyűnek mondható, maga a szerkezet súlya is minimális, alig 10 g.

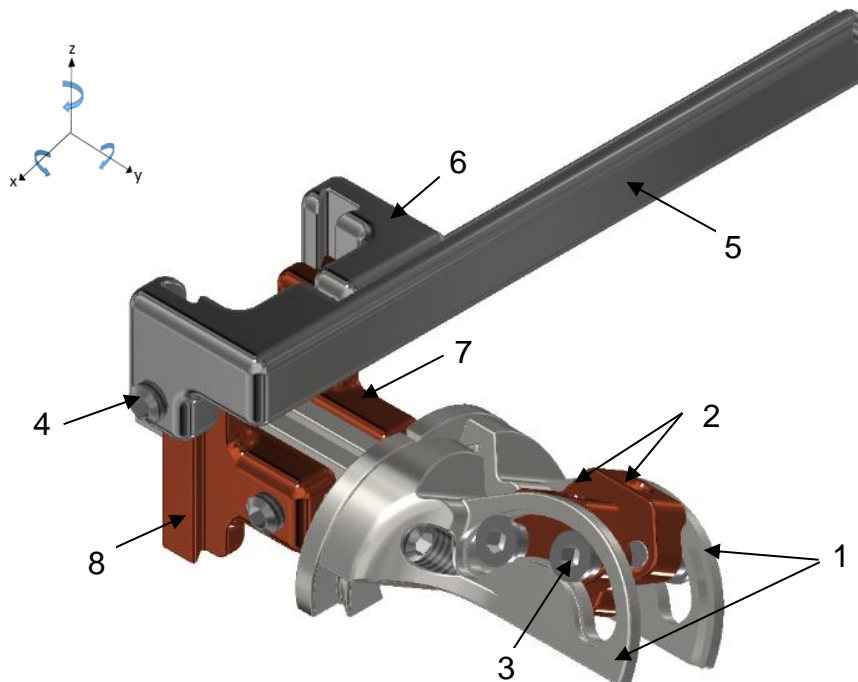
Hátránya még a készüléknek hogy a rúd rövidegsége miatt csak az elől lévő fogak pótlásához lehet alkalmazni, a hátsó régiókban nem, épp a készülék kicsiny mérete, illetve a készülék kézben tartása miatt.



14. ábra Negyedik konstrukciós változat

7.5. Ötödik, végleges konstrukciós változat (15. ábra) [34]

Ez a készülék kialakítás már tudja mindazokat a funkciókat, amelyeket elvárunk tőle.



15. ábra Ötödik, végleges konstrukció

A készülékben már minden olyan irányban tudjuk mozgatni az egyes darabokat, amire szükség van. Emellett a fúró is kényelmesen elfér. A fúrás tengelyét nem csak előre-hátra döntve, hanem oldalra is függetlenül állíthatjuk mind a két kar esetén (1), ráadásul rendkívül közel is tudunk

egymáshoz fűzni, ami túimplantátumok esetén nagyon fontos (két implantátum egy foghoz). Ezen darabok (2) állítása két csavarral (3) történik. A csavarok ezen daraboknál egyedi csavarok.

A többi elem hernyócsavarok (4) megszorításával rögzíthető egy adott pozícióban. Ezen pozíciók pontos helyzetét a 3D-s röntgenkép alapján lehet meghatározni. A rúd (5) hosszabb, ennél fogva irányítható, mivel ezt fogja a szájbész. A rúdhoz csatlakozik a 6-os darab, amely segítségével a 7-es darab z, illetve x irányba történő elmozdulását lehet megvalósítani. A 8-as darab szintén a rúdhoz kapcsolódik. Mindkét darabot hernyócsavarral lehet rögzíteni a rúdhoz.

8. Anyagválasztás, gyártás

Minden egyes darab anyaga titán [35]. Könnyű és erős szerkezetre van szükségünk ahhoz, hogy a készüléken belül ne legyen törés, vagy deformálódás a használat során fellépő erők hatására. A titán esetében felmerülhet az ára, de ha a készülék többszöri felhasználhatóságát is figyelembe vesszük, akkor a kezdeti nagyobb költség kifizetődik. A célzó egyes darabjait azok bonyolult formája, gyárthatósága, illetve költséghatékonysága miatt 3D nyomtatással érdemes elkészíteni [36]. A 3D nyomtató gépek vagy valamilyen műanyag származékkal, vagy titánnal dolgoznak. [37]

A 3D nyomtatás pontossága befolyásolja azt az utómunkát, amit az egyes darabokon esetleg el kell még végezni. Egyszerűbb darabok esetében a hagyományos megmunkáló központok is szóba jöhetnek, igaz a kis méret itt is okozhat problémát.

Köszönetnyilvánítás

Elsődlegesen szeretnék köszönetet mondani a cikk megszületéséhez szerzőtársamnak Dr. Urbán Gábor szájbésznek, aki szakértelmével és ötleteivel hozzájárult ezen munka megszületéséhez. Az ő kitartó lelkesedése és ötleteinek sokasága nagyban segítette az elkészült konstrukció létrejöttét.

Emellett köszönetet mondanék Ivánovics Gergely kollégámnak a hasznos tanácsokért a cikk létrejöttéhez és annak tartalmához.

Köszönet illeti még Kovács Zsolt Ferenc csoportvezetőt, illetve Dr. Weltsch Zoltán tanszékvezetőt a támogatásukért!

Irodalomjegyzék

- [1] <http://www.naturaldental.hu/blog/straumann-implantatumok/>
- [2] egyedi CT felvétel
- [3] saját szerkesztés
- [4] <https://i.ytimg.com/vi/K7c91E93rbQ/hqdefault.jpg>
- [5] <http://www.drkeykha.com/images/article/%D8%A7%D8%A8%D8%A7%D8%AA%D9%85%D9%86%D8%AA.jpg>
- [6] https://www.sanitaria.hu/sg200l_sebeszeti_konyokdarab
- [7] <https://www.c-tech-implant.com/wp-content/uploads/2018/04/guide-surgery-surgical-protocol-c-tech-implant-05.jpg>
- [8] <https://www.deardocor.com/images/ddwc/features/how-technology-aids-dental-implant-therapy/dental-implant-surgical-guide.jpg>
- [9] <https://cdeworld.com/media/10267>
- [10] <https://www.clinicadentalcrookemarbella.com/wp-content/uploads/2019/02/guided-surgery.jpg>
- [11] <https://kiralyfogaszat.hu/implantatum-beultetese-furosablonnal/>
- [12] <https://www.clinicadentalcrookemarbella.com/wp-content/uploads/2019/02/guided-surgery.jpg>
- [13] <https://www.c-tech-implant.com/wp-content/uploads/2018/04/guide-surgery-surgical-protocol-c-tech-implant-01.jpg>
- [14] <https://www.image3dconversion.com/case-study/Surgical%20Guides/6.jpg>
- [15] <https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fsemmelweis.hu%2Fszajsebeszet%2Ffiles%2F2017%2F02%2FSzezielle-Implantatchirurgie.-M%25C3%25B6gliche-Zeitepunkte-der-Implanatation..pdf&psig=AOvVaw1a3JEXZuyho8gMzDc3zCnw&ust=1612291101776000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwjV8bfEqsnuAhXYzSoKHfR1DA0Qjhx6BAgAEBI> 14. dia
- [16] <https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/dad20d64f57ffd59db8ea5a2cd9aeeaca1e50f06/9-Figure13-1.png>
- [17] saját szerkesztés
- [18] egyedi röntgenkép

- [19] <https://hu.srimathumitha.com/zdorove/115755-krivaya-shpee-eto-hto-takoe.html>
- [20] <https://mkik.hu/download/125/fogtechnikus-jegyzet>
- [21] Orentlicher G., Horowitz A., Abboud M.: [Computer-guided implant surgery: indications and guidelines for use. Compend Contin Educ Dent . Nov-Dec 2012;33\(10\):720-32; quiz 733. PMID: 24964483](#)
- [22] Greenberg A. M.: Digital Technologies for Dental Implant Treatment Planning and Guided Surgery, Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America Volume 27, Issue 2, May 2015, Pages 319-340
<https://doi.org/10.1016/j.coms.2015.01.010>
- [23] egyedi 3D CT kép
- [24] egyedi 3D CT kép
- [25] egyedi CAD kép
- [26] Gargallo-Albiol J., Shayan Barootchi, Marqués-Guasch J., Hom-Lay Wang: Fully Guided Versus Half-Guided and Freehand Implant Placement: Systematic Review and Meta-analysis, Int J Oral Maxillofac Implants. Nov/Dec 2020;35(6):1159-1169. <https://doi.org/10.11607/jomi.7942>
- [27] egyedi kép
- [28] https://scontent.fymy1-1.fna.fbcdn.net/v/t15.5256-10/p160x160/23382424_500770423628550_6493439391283806208_n.jpg?nc_cat=107&ccb=2&nc_sid=08861d&nc_ohc=OnMj7BtDK6sAX-cxUq2&nc_ht=scontent.fymy1-1.fna&oh=a1849dd9f5e5ee0c834f3dafdb6a7070&oe=601F4949
- [29] M.-A. Fauroux, M. De Boutray, E. Malthie'ry, J.-H. Torres: New innovative method relating guided surgery to dental implant placement, <https://doi.org/10.1016/j.jormas.2018.02.002>
- [30] saját készítés
- [31] saját készítés
- [32] saját készítés
- [33] saját készítés
- [34] saját készítés
- [35] <https://www.webbeteg.hu/cikkek/sebeszet/23590/implantatumok-fembol>
- [36] Sompop Bencharit DDS; MS; PhD, Staffen A. BS†, Yeung M. BS†, Whitley III D. DDS§, M. Laskin D. DDS MSII, R. Deeb G. DDS MD.: In Vivo Tooth-Supported Implant Surgical Guides Fabricated With Desktop Stereolithographic Printers: Fully Guided Surgery Is More Accurate Than Partially Guided Surgery, Journal of Oral and Maxillofacial Surgery Volume 76, Issue 7, July 2018, Pages 1431-1439, <https://doi.org/10.1016/j.joms.2018.02.010>
- [37] Pieralli S., Spies B. C., Hromadnik V., Nicic R., Beuer F., Wesemann C.: How Accurate Is Oral Implant Installation Using Surgical Guides Printed from a Degradable and Steam-Sterilized Biopolymer?, J. Clin. Med. 2020, 9(8), 2322; <https://doi.org/10.3390/jcm9082322>