FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2004. március 26-27.

GYORS PROTOTÍPUS GYÁRTÁS ALKALMAZÁSA A HUMÁNGYÓGYÁSZATBAN

Szakái Zoltán, Zsoldos Ibolya

Introduction

We want to help to the technical preparation of the implantation of individual prosthesis by using the newest means of computer aided manufacturing.

There are such cases when the factory-made implantations available are not suitable to replace the missing bone or joint. We have solved the replacement of an osteal skull defect with the Rapid Prototyping method in this paper. The advanced techniques has assured greater accuracy and simpler operative-technique in this case.

1. Bevezetés

Koponyatető pótlásának műszaki előkészítéséhez kívánunk segítséget nyújtani, a számítógéppel támogatott gyártástervezés eszközeinek alkalmazásával.

Vannak olyan esetek, amikor pl. a koponyacsont egy része eltávolításra kerül, és azt nem konzerválják. Ekkor a lágy rész védelem nélkül marad, ami esztétikailag is kifogásolható. Az eddigi megoldás az volt, hogy a műtéti beavatkozást végző orvos ott a helyszínen kézzel készíti el a pótlást.

A jelen munkában, megoldást mutatunk, egy gyógyászati probléma műszaki megoldására, miszerint a műtét megkezdése előtt készítenék el a pótlást. Egy konkrét esetben elkészült a koponyatető pótlás modellje, és maga a beültetésre kerülő darab is. A megtervezett, műtét műszaki előkészítése csökkenti a beavatkozás időtartamát és a kockázatot, ezáltal javul a beteg felépülési esélye.

2. Koponyatető pótlás gyártásának lépései

2.1. CT felvétel készítése

A protézis megvalósításának első lépése a CT kép elkészítése. A CT alkalmazásakor a felvételeket metszetek sorozatában veszik fel, egy adott testrészeről. A páciens úgy fekszik, hogy az adott testrésze egy hengerbe van, amelynek egyik oldalán egy röntgensugár detektor, vele szemben, pedig egy röntgensugár forrás van. A detektor és a forrás körbe forgatható. A röntgensugár itt nem fényérzékeny lemezre ütközik, hanem a detektorba jut, ami egy számítógéphez kapcsolódik. Egy bizonyos síkról körben több szögből készítenek felvételt és ezeket a számítógép integrálja.

Egy síkmetszet felvételeinek összessége adja a rétegpásztázást. A henger a test tengelye mentén elmozdítható, a réteg felvételezést általában több síkban meg szokták ismételni.

A művelet fájdalommentes és kb. 15 percet vesz igénybe. A CT felvételt követi egy adatfeldolgozás, amelynek már digitalizált kép az eredménye. Az így kapott képet úgynevezett DICOM formátumban (kiterjesztéssel) lehet elmenteni.[7]

Ehhez a munkához Magyarországon a Debreceni Orvostudományi Egyetemen készítették a CT felvételeket.

2.2. A CT kép kidolgozása

A CT kép egy program (Mimics) segítségével dolgozható ki a rétegfelvételekből rekonstruált testrész. A program színek alapján különbséget tesz, lágyrész és a csontszövet között, minden rétegben. Majd a rétegek egyesítéséből készül el a 3D kép. A 2D rétegfelvételekre 3D felületet illesztenek sztereológiai módszerekkel.[1,3,4,5]

A munkánkhoz szükséges CT kép feldolgozást, Belgiumban a Materialise nevű cégnél készítették. Az 1. ábrán összeillesztet rétegekből készített 3D-s kép látható, amelyen jól kivehetőek a CT felvétel rétegei. A rétegeket zárt görbék alkotják. Ezekből a görbékől kialakított térbeli alakzatra kell fektetni sztereológiai módszerekkel a burkoló felületet. Miután elkészül a koponya testmodellje, már jól látható a sérült rész, és a továbbiakban felhasználható az adott probléma megoldásában.

1. ábra. A CT kép alapján készített 3D modell

2.3. A 3D protézis modell előállítása

A modellel ellenőrizni lehet a CT képből készült 3D modellhez való illeszkedését az implantátumnak. Ügyelni kell arra, hogy a pótlás pontosan illeszkedjék a koponya természetes vonalához. Ezen művelet során a két virtuális modellt, tetszőleges 3D tervező szoftver segítségével lehet összeállítani.

Koponyatető gyorsprototípus modellje a Warinex Rt. -nél készült Budapesten.

2.4. A gyors prototípus modell gyártása

A gyors prototípus modell (Rapid Prototyping továbbiakban: RP) egy olyan berendezéssel készül, amely rétegről rétegre hozza létre a testet. Az eljárást egyedi vagy kis sorozatok gyártására fejlesztették ki a gépgyártás területén. A munkánk során két RP gyártási eljárást próbáltunk ki az egyik a Laminated Object Manufacturing (LOM), a másik 3D Printing, (3DP).

Az első esetben használt berendezés a LOM 2030E amely papírból alkotja meg a protézis ősmintáját. A koponya protézis ősmintája 0,145-0,15 mm vastagságú papírból készült. Gép a készítendő munkadarabot rétegekre osztja fel, majd azokat papírból lézerrel kivágja, és összeragasztja. A berendezés így mindig egy papírtömböt hoz létre, amelyben jól elkülöníthető az alkatrész modellje és a hulladék. A felesleges anyagot kézzel kell leválasztani (kisebb fogászatban is használatos segédeszközökkel, késsel). Az alkatrész felülete még érdes, érezhetőek a rétegek. Csiszolással alakítottuk ki a kívánt felületminőséget. Azért, hogy a papírból készült modell ne ragadjon a szilikongumihoz, lakkozni kell a modell felületét. [2]

3DP technológiánál használt berendezés a ZPrinter 310, amellyel előállítható bármilyen alakú modell, szinte bármilyen anyag (kerámiák, polimerek, fémek, vagy kompozit) felhasználásával. A legtöbb RP technológiához hasonlóan ez is rétegenként alakítja ki a modellt a számítógépen elkészített 3D-s modell szeletekre bontásával. A koponyatető pótlás modell elkészítéséhez gipsz port használtunk. [6]

2.5. Öntőszerszám készítése

Az öntőszerszám gyártásához az előzőekben elkészített RP modellt használtuk fel. A szerszám funkciójának maradéktalan teljesítéséhez fontos a beöntőnyílás helyének jó megválasztása, hogy a gyártáskor a pótlásban ne keletkezhessen légbuborék. A beöntő nyílást mindig a görbült felület konvex oldalán kell elhelyezni. A szerszám szilikongumiból készült, amelyből az ősminta kivételéhez kézzel feszítettük szét a szerszámot. Így nem egy szabályos osztófelület alakul ki, de egyszerűen kivehető a modell, és az ismételt összeillesztés biztosan egyféleképpen történhet.

2.6. A koponyatető pótlás gyártása

A szerszámfeleket használat előtt rögzíteni kell egymáshoz, hogy a formáját megtartsa, (a felhasznált anyag lágy, könnyen deformálódik).

Az emberi szervezetbe csak biokompatibilis anyag építhető be, ezen anyagnak olyannak kell lennie, hogy megfeleljen a gyártási követelményeknek is (önthető legyen).

A követelményeknek megfelel a polimetil-metakrilát (PMMA), amelyből készítettük Magyarországon az első gyorsprototípus gyártó technológiával előre gyártott koponyatető pótlást.

3. Az első klinikai teszt

- A gyors prototípus gyártó eszközökkel készült koponyatető pótláson nem lehet előre kialakítani a véráram biztosítása, és rögzítéshez szükséges furatokat. A furatokat az elkészült pótláson még a sterilizálás előtt kell kialakítani.
- Az elkészült koponyatető pótlás körvonala nem illeszkedik teljesen a koponyacsontozathoz a CT felvétel pontossága (a rétegek között csak közelíteni lehet a felületeket egymáshoz) miatt. Ezért a műtét során faragni (kisebb mértékben mint a hagyományosan kézzel készült pótlás esetében) szükséges a csontot.
- A műteti idő kb. fél órára csökken, mivel a koponyát fedő bőrréteg felnyitása után már csak a pótláshoz kell igazítani a koponyát, és rögzíteni kell az implantátumot néhány öltéssel.

4. Összefoglalás

A jelen munkában, megoldást mutatunk, egy gyógyászati probléma műszaki megoldására. Az elkészült szerszám feladata, hogy ez által a beültetésre kerülő koponyatető pótlás még a műtét előtt elkészülhessen. A már kész pótlás sterilizálva és csomagolva használható fel a beavatkozás során.

Az első műteti beavatkozást ezen munka alapján Magyarországon, a Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centrumában az Általános Orvostudományi Kar Ortopédiai Klinika Biomechanikai Laboratóriumában került kipróbálásra.

5. Irodalomjegyzék

- [1] BERKE - HEGEDŰS - KELEMEN - SZABÓ
Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai, Keszthelyi Akadémia Alapítvány, Keszthely 1996
- [2] Gerbhardt, A.: Rapid Prototyping: Werkzeuge für die schnelle Produktentwicklung
LOM 2030E System User's Manual 1998
- [3] Materialise, Rapid prototyping in reconstruction of large calvarial defects,
Case presented by Dr. Josip S. Bili, Dept. of Cranio-Maxillo-Facial Surgery, Medical School, University of Würzburg, Germany.
- [4] Sztereológia és képelemzés Gácsai Zoltán
WellPress Kiadó Kft. 2001
- [5] URL: <http://www.materialise.be>
- [6] URL: <http://www.zcorp.com>
- [7] T.D. Milster, L.A. Selberg, H.H. Barrett, A.L. Landesmann, and R.H. Seacat III
DIGITAL POSITION ESTIMATION FOR THE MODULAR SCINTILLATION CAMERA
IEEE Transaction on Nuclear Science, Vol.32., No.1., 748-751 Feb. 1985

Szakái Zoltán Ph.D hallgató

Szent István Egyetem Műszaki Tudományi Doktori Iskola
Hungary 2100 Gödöllő Páter K.1 0628/ 522 000 (1490)
szakalz.ggyt.mgk@mgk.gau.hu

Zsoldos Ibolya egyetemi docens

Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar
Gépgyártás és Javítástechnológia Tanszék
Hungary 2100 Gödöllő Páter K.1 0628/ 522 000 (1490)
zsoldos.ggyt.mgk@mgk.gau.hu