

Fabricación de prótesis a medida para neurocirugía basada en tecnología de impresión 3D

Manufacture of customized prostheses for neurosurgery based on 3D printing technology

Autoras/es: Figari Bizzotto, Sabina¹; Tropea, Osvaldo²; Corti, Gastón³; Baikaukas, Gustavo²; Herrera, Martín²; Feldman, Santiago².

1. Ingeniería clínica. Hospital de Alta Complejidad en Red El Cruce Dr. Néstor C. Kirchner, Florencio Varela.
2. Servicio de Neurocirugía. Hospital de Alta Complejidad en Red El Cruce Dr. Néstor C. Kirchner, Florencio Varela.
3. Profesional externo.

Contacto: Sabina Figari Bizzotto, sabafigari@gmail.com, sabina.figari@hospitalelcruce.org

Resumen

Existen casos en cirugía craneal que requieren reconstrucción de defectos óseos por trauma, corrección defectos congénitos, infección de plaqueta ósea, entre otros. El principal objetivo de la reconstrucción de un defecto óseo en la zona craneal es proveer de protección a regiones y órganos vulnerables (cerebro, coberturas meníngeas). Se estudian alternativas con la finalidad de realizar un procedimiento que garantice buenos resultados estéticos y funcionales. Por ello se propuso desarrollar moldes utilizando impresión 3D de bajo costo para confección en quirófano de craneoplastias personalizadas en pacientes craneotomizados.

Palabras clave: Neurocirugía; Impresión Tridimensional (3D); Diseño de Prótesis; Craneotomía

Abstract

There are cases in cranial surgery that require reconstruction of bone defects due to trauma, correction of congenital defects, bone platelet infection, among others. The main objective of the reconstruction of a bone defect in the cranial area is to provide protection to vulnerable regions and organs (brain, meningeal coverages). Alternatives are studied in order to perform a procedure that guarantees good aesthetic and functional results. For this reason, it was proposed to develop molds using low cost 3D printing for the manufacture in the operating room of personalized cranioplasty in craniectomized patients.

Keywords: Neurosurgery; Printing Three-Dimensional(3D); Prosthesis Design; Craniotomy

Introducción

Existen casos en cirugía craneal que requieren reconstrucción de defectos óseos por trauma, corrección defectos congénitos, infección de placa ósea, entre otros. El principal objetivo de la reconstrucción de un defecto óseo en la zona craneal es proveer de protección a regiones y órganos vulnerables (cerebro, coberturas meníngeas). Se estudian alternativas con la finalidad de realizar un procedimiento que garantice buenos resultados estéticos y funcionales.

Objetivos

Se describe el proceso de desarrollo de moldes utilizando impresión 3D de bajo costo para la confección en quirófano de craneoplastías personalizadas en pacientes craniectomizados.

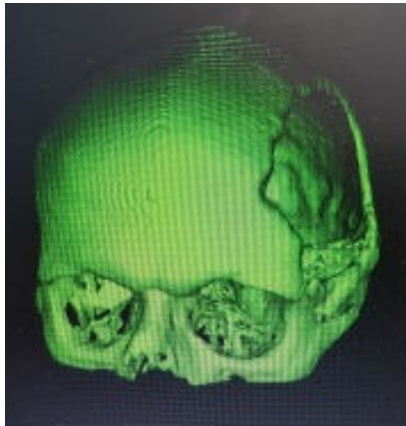


Imagen 1. Defecto óseo

Materiales y Métodos

Junto al equipo de neurocirugía, se seleccionaron los primeros casos para hacer pruebas piloto. Se detectaron tres casos de aplicación. Dos ya fueron realizados, correspondientes a craneoplastías unilaterales.

A partir de las tomografías (formato DICOM), se reconstruyó la imagen para la obtención del biomodelo mediante software especializado para procesamiento de imágenes médicas. Posteriormente se reconstruyó el defecto óseo mediante software CAD. Una vez obtenido el defecto óseo, se realizó el negativo (molde) utilizando el mismo software CAD.

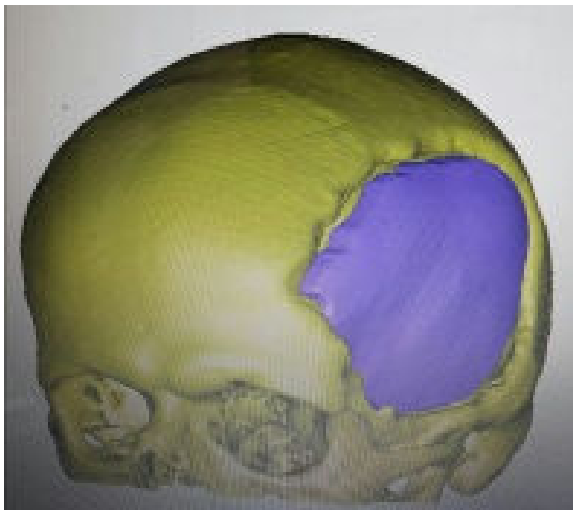


Imagen 2. Segmentación y reconstrucción



Imagen 3. Generación de modelos negativos y recubrimientos de látex.

Resultados

Se hicieron pruebas en laboratorio de probetas de los moldes realizados, con el fin de evaluar el comportamiento y manipulación del molde en material impreso flexible, resultando apto el material flexible conocido como FilaFlex (material flexible con base de poliuretano). El material flexible facilita la acción de desmolde posterior al fraguado del material acrílico.

Por otra parte se hicieron pruebas en esterilización. Con respecto a los resultados del análisis de esterilización, todos los métodos utilizados existentes en el HEC arrojaron resultados exitosos en los controles químicos y biológicos.

Posteriormente se hicieron pruebas en laboratorio de los moldes definitivos, realizando craneoplastías mediante material acrílico autocurable, que llevaron a un rediseño del molde.



Imagen 4. Pruebas en laboratorio.

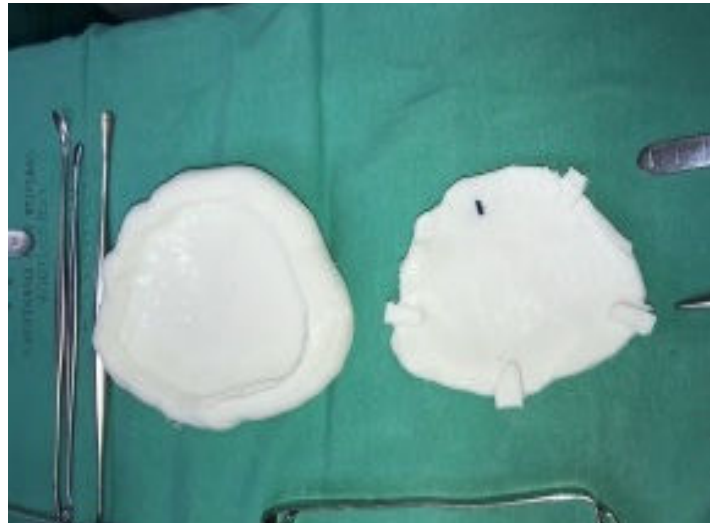


Imagen 5. Molde para craneoplastía preparado para la colocación de la plaqueta



Imagen 6. Colocación de plaqueta



Imagen 7. Resultados

Conclusiones

Se trabajará conjuntamente con el equipo de neurocirugía para realizar craneoplastía bilateral, con el objeto de perfeccionar la metodología propuesta con el fin de llevar a cabo la Fabricación de prótesis a medida a bajo costo. Se evaluarán oportunamente los costos y tiempos asociados a los procesos de fabricación y en quirófano de obtención de la prótesis final.

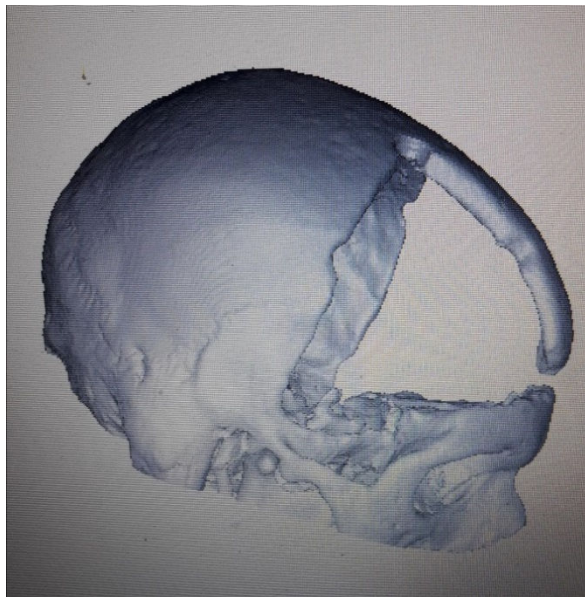


Imagen 8. Caso para craneoplastía bilateral

Bibliografía

1. Uwe Klammert, Uwe Gbureck, Elke Vorndran, Jan Rodiger, Philipp Meyer-Marcotty, Alexander C. Kubler. 3D powder printed calcium phosphate implants for reconstruction of cranial and maxillofacial defects. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery* (2010) 38, 565 e 570.
2. Stieglitz, Lennart Henning; Gerber, Nicolas; Schmid, Thomas; Mordasini, Pasquale; Fichtner, Jens; Fung, Christian; Murek, Michael; Weber, Stefan; Raabe, Andreas; Beck, Jürgen (2014). Intraoperative fabrication of patient-specific moulded implants for skull reconstruction: single-centre experience of 28 cases. *Acta Neurochirurgica*, 156(4):793-803. DOI: 10.1007/s00701-013-1977-5.
3. Eun-Kyung Park, MD, Jun-Young Lim, MS, In-Sik Yun, MD, PhD, Ju-Seong Kim, MD, Su-Heon Woo, MS, Dong-Seok Kim, MD, PhD, and Kyu-Won Shim, MD, PhD. A. Cranioplasty Enhanced by Three-Dimensional Printing: Custom-Made Three-Dimensional-Printed Titanium Implants for Skull Defects. *The Journal of Craniofacial Surgery*. Volume 27, Number 4, June 2016.
4. Bum-Joon Kim, M.D.,* Ki-Sun Hong, M.D., Ph.D.,* Kyung-Jae Park, M.D., Ph.D., Dong-Hyuk Park, M.D., Ph.D., Yong-Gu Chung, M.D., Ph.D., Shin-Hyuk Kang, M.D., Ph.D. Customized Cranioplasty Implants Using Three-Dimensional Printers and Polymethyl-Methacrylate Casting. *J Korean Neurosurg Soc* 52 : 541-546, 2012.
5. V. Csáky, R.J. Neto, T.P. Duarte & J. Lino Alves, M. Couto & M. Machado. A framework for custom design and fabrication of cranio-maxillofacial prostheses using investment casting. *Engineering Optimization IV – Rodrigues et al. (Eds) © 2015 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-1-138-02725-1.*
6. Jovani Castelan, Lirio Schaeffer, Anderson Daleffe, Daniel Fritzen, Vanessa Salvaro, Fábio Pinto da Silva. Manufacture of custom-made cranial implants from DICOM® images using 3D printing, CAD/CAM technology and incremental sheet forming. *Rev. Bras. Eng. Bioméd.*, v. 30, n. 3, p. 265-273, set. 2014.
7. Steven J. Esses, Phillip Berman, Allan I. Bloom, Jacob Sosna. Clinical Applications of Physical 3D Models Derived From MDCT Data and Created by Rapid Prototyping. *AJR*:196, June 2011.