

# Nuevas Tecnologías para la Sanidad Militar

Crego Vita DM.<sup>1</sup>, García Cañas R.<sup>2</sup>, Areta Jiménez FJ.<sup>3</sup>

*Sanidad mil. 2017; 73 (1): 28-30, ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN

El tratamiento de las bajas de combate en zona de operaciones presenta un conjunto de desafíos, entre los que se encuentra el reto logístico de proporcionar a los cirujanos militares materiales quirúrgicos estériles. La impresión 3D puede ofrecer una solución para superar el desafío logístico mediante la utilización de resinas termoplásticas resistentes, duraderas y biocompatibles, que pueden ser moldeadas en cualquier forma, mediante fabricación por adición, para producir instrumentos quirúrgicos estériles y bajo demanda, en escalones sanitarios desplegados fuera del territorio nacional.

**PALABRAS CLAVE:** Impresión 3D, Cirugía ortopédica, Ácido poliláctico (PLA), Fabricación por adición, Cuerpo Militar de Sanidad.

## New Technologies for Military Health System

**SUMMARY:** The treatment of combat casualties in the area of operations presents a set of challenges, including the logistical challenge of providing sterile surgical materials to military surgeons. 3D printing can offer a solution to overcome the logistical challenge by using resistant, durable and biocompatible thermoplastic resins, which can be formed into any shape, by additive manufacturing, to produce sterile and on demand surgical instruments in a deployed medical echelon outside the national territory.

**KEYWORDS:** 3D printing, Orthopaedic surgery, Polylactic acid (PLA), Additive manufacturing, Spanish Military Health Corps.

El tratamiento en zona de operaciones de las bajas de combate presenta una serie de retos que no son comparables a las dificultades con las que se encuentra la Sanidad Militar en territorio nacional. Uno de esos retos es el esfuerzo logístico que supone proyectar y mantener un escalón sanitario de nivel 2 o superior (Role 2) para garantizar sus capacidades durante toda la misión. El transporte y mantenimiento de material estéril para realizar tanto procedimientos básicos de curas como gestos quirúrgicos salvadores de vidas o extremidades es una de las limitaciones que presentan nuestros escalones sanitarios. Por otro lado, es difícil calcular el tipo y cantidad de instrumental que va a ser requerido por el personal sanitario para el cumplimiento de su misión.

Actualmente se han desarrollado herramientas tecnológicas sencillas pero completas que ayudan a solucionar los retos logísticos que sufre cualquier empresa que necesita proyectar sus actividades en zonas alejadas (empresas extractoras de crudos de petróleo y gas natural, organizaciones no gubernamentales que realizan tareas de ayuda humanitaria en zonas hostiles, proyectos en el espacio como los que desarrolla NASA, estaciones de estudio biológico...). Una de las herramientas más extendidas y que más ha ayudado ha sido internet. Ya no es necesario llevar

grandes cantidades de papel para registrar datos, ni almacenar archivos de informes. La información se gestiona virtualmente, sin ocupar espacio. De igual modo, se están desarrollando resinas termoplásticas: resistentes, duraderas y biocompatibles. Pueden ser moldeadas en cualquier forma mediante fabricación por adición para producir instrumentos manufacturados en cualquier momento y en cualquier lugar.

Esta tecnología está siendo utilizada en el mundo sanitario para producir implantes a medida. En 2009 el Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos publicó que la tecnología de fabricación por adición podía ser empleada para satisfacer las necesidades de instrumentales en lugares remotos<sup>1</sup>. Ese concepto ha sido explorado durante el año 2012 por la agencia DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) mediante el desarrollo de un proyecto para la investigación de instrumental quirúrgico empleando la manufactura por adición en un hospital de campaña. Gracias a ese proyecto demostraron que la impresión de material quirúrgico bajo demanda en lugares remotos y bajo condiciones adversas era posible y segura<sup>2</sup>.

Durante los años 2013 y 2014 se han llevado a cabo otros trabajos en los que se han diseñado modelos específicos de instrumental quirúrgico para ser fabricados por impresoras 3D, mejorando su resistencia, su vida útil, disminuyendo el tiempo de impresión y abaratando hasta límites sorprendentes sus precios<sup>3</sup>. Así, Rankin et al. publicaron en su trabajo: "*3D printing surgical instruments: Are we there yet?*" las siguientes conclusiones: el coste de un separador quirúrgico fabricado mediante tecnología por adición en material de ácido poliláctico (PLA) es una décima parte del coste en acero inoxidable. Los separadores manufacturados en PLA son suficientemente resistentes como para ser empleados durante varias cirugías. El instrumental fabricado en

<sup>1</sup> Cte. Médico

<sup>2</sup> Cap. Médico

<sup>3</sup> Teol. Médico

Hospital Central de la Defensa Gómez Ulla. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Madrid. España.

**Dirección para correspondencia:** Diana M<sup>a</sup> Crego Vita. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Central de la Defensa. Glorieta del Ejército 1. 28047, Madrid. España. [dcrevit@oc.mde](mailto:dcrevit@oc.mde)

Recibido: 23 de abril de 2016

Aceptado: 6 de junio de 2016

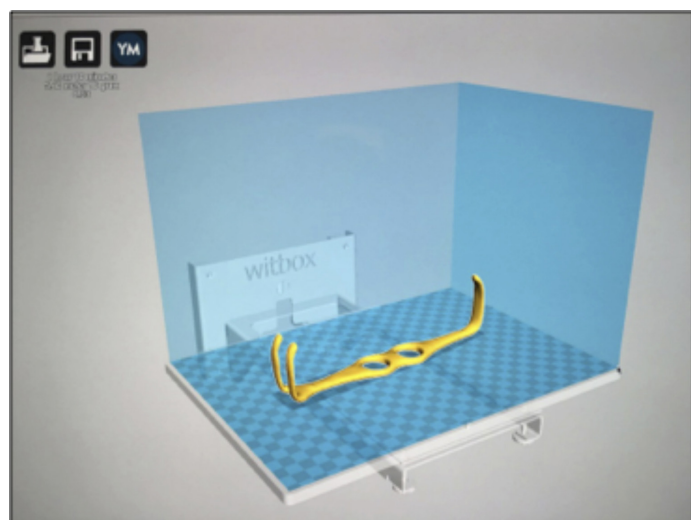
una impresora 3D se puede emplear inmediatamente desde la impresora al salir estéril de la misma, ahorrando tiempo. Si a estas conclusiones añadimos que no es necesario llevar un número elevado de cajas de instrumental hasta zona de operaciones, ya que una impresora 3D permitiría su impresión a demanda, podemos imaginar el potencial de esta nueva tecnología y sus evidentes ventajas logísticas.

No hemos sido los únicos en interesarnos por estas nuevas tecnologías en las Fuerzas Armadas. Por el momento ha sido el Ejército del Aire el primero en apuntarse a la revolución de la impresión 3D introduciendo una impresora 3D en la Maestranza aérea de Madrid para la fabricación y reparación de piezas durante el mantenimiento de aeronaves; así como el Instituto Tecnológico la Marañosa que analiza las posibilidades de las impresoras 3D.

Desde el servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Central de la Defensa “Gómez Ulla” estamos comprometidos con las nuevas tecnologías y la excelencia en el campo de la cirugía del politraumatizado y las bajas de combate. Creemos que el uso de estas tecnologías sencillas, baratas y eficaces puede aportar ventajas evidentes tanto en zona de operaciones como en territorio nacional aliviando la cadena logística. Por ello estamos desarrollando un proyecto en el que seleccionamos instrumental quirúrgico que pueda ser susceptible de ser manufacturado en zona, tanto por su facilidad en la impresión como por su elevada frecuencia de uso que obliga a transportar múltiples instrumentos idénticos. El instrumental se realiza en PLA pues es el mismo material que se emplea en suturas reabsorbibles que han demostrado ser inocuas para el ser humano, como ya lo han empleado otros autores<sup>4</sup> (Figuras 1 y 2).

De manera resumida este trabajo incluye:

- Seleccionar el instrumental quirúrgico general más adecuado para este proyecto: finalizado. Se realiza en base a los instrumentales generales empleados en cirugía ortopédica. Hemos seleccionados aquellos que por su versatilidad son solicitados en más del 80% de cirugías ortopédicas y traumatológicas.
- Desarrollo del software necesario para crear los planos de cada uno de los instrumentales: aún en proyecto, es en rea-



**Figura 1.** Diseño de separador tipo Mathieu.

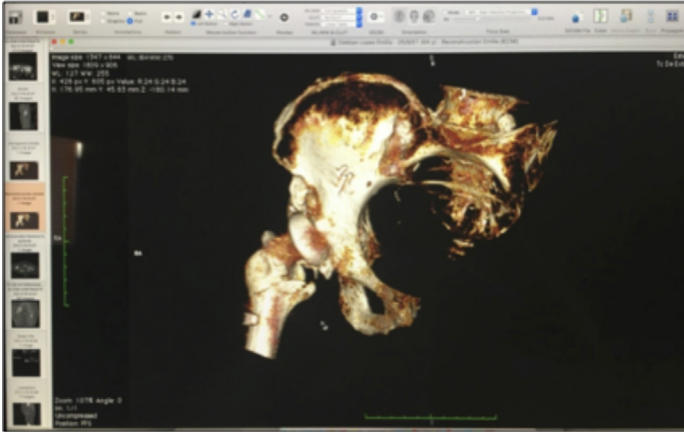


**Figura 2.** Impresión en PLA de separador tipo Mathieu, listo para ser usado.

lidad el lenguaje de la impresora 3D, nos permite crear los planos de cada instrumento a imprimir. El software tiene extensión “.stl” (“*STereo Lithography*”) que es el formato con el que trabajan la mayoría de impresoras y nos permitiría crear un archivo STL para cada uno de los instrumentos.

- Impresión de estos instrumentales para manipulación no real y valoración de posibles errores en el diseño: desarrollándose actualmente. Mediante la carga cíclica sobre cada uno de los instrumentales realizados buscamos la fatiga de material hasta su rotura fijando así el número de ciclos que puede soportar. (Consideramos un ciclo, la carga manual máxima que somos capaces de ejercer sobre el separador durante al menos 5 minutos, simulando así los momentos de mayor estrés del instrumental en quirófano).
- El último paso, y aún en proyecto, incluiría enviar, junto con el resto del escalón sanitario, una impresora 3D, los archivos STL de cada instrumental y las bobinas necesarias de PLA para impresión.

Previamente a este proyecto, el servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología ha venido trabajando con software específico para reconstrucción multiplanar de pruebas de imagen (software de libre licencia *Horos* versión 3.0). Realizando planificaciones prequirúrgicas sobre modelos simulados que reproducen con gran exactitud las lesiones del paciente. Estos modelos nos permiten simular gestos quirúrgicos antes de llegar al quirófano, comprobando así de manera virtual que la planificación es correcta y conduce a los resultados deseados (Figura 3). La impresión 3D de esa reconstrucción de imágenes radiográficas, en este caso es un paso más allá, que nos permite tener ese modelo virtual del paciente en tres dimensiones y en la mano e incluso llevar esa reproducción al quirófano para mejorar la visión espacial durante la cirugía. Esta nueva aplicación de la tecnología 3D ya se presentó en 2015 en el congreso “¿Qué hay de nuevo?” organizado en el Hospital General Universitario “Gregorio Marañón”<sup>5</sup>. Este uso de la tecnología de impresión 3D nos permite sacar partido de la manufactura por adición también en territorio nacional.



**Figura 3.** Imagen de la interfaz del software de gestión de imágenes radiográficas (*Horos versión 3.0*).

Estamos convencidos que debemos mantener el impulso de la tecnología 3D habida cuenta de las innegables ventajas que aporta con un gasto reducido. Lo que explicamos en este trabajo aún es un proyecto del que sólo hemos empezado a desarrollar una pequeña parte. Creemos firmemente en la utilidad de esta tecnología y transmitiremos en una segunda fase la evolución del proyecto. En una última fase buscaríamos el apoyo de los ejércitos para poder proyectar una impresora 3D durante un ejercicio y probar su uso durante el mismo para observar

los problemas o dificultades reales que nos podamos encontrar en medios alejados y hostiles. Todos los miembros de las Fuerzas Armadas debemos permanecer atentos y actualizados en nuestros respectivos campos de trabajo, pues el conocimiento de las nuevas tecnologías podría facilitar nuestra labor y mejorar los resultados no sólo en el campo sanitario, como hemos visto con el ejemplo de la Maestranza Aérea de Madrid, sino en muchos otros.

## BIBLIOGRAFÍA

- Kondor S, Grant G, Liacouras P, Schmid JR, Parsons M, Rastogi VK, et al. On Demand Additive Manufacturing of a Basic Surgical Kit. *J Med Device*. 2013;7(3):030916–1.
1. Health National Institute of. Manufacturing processes of medical, dental, and biological technologies. SBIR. 2009;09–113.
  2. Kondor S, Grant CG, Liacouras P, Schmid M. Personalized Surgical Instruments. *J Med Device*. 2013;7(September 2013):7–8.
  3. Rankin TM, Giovinco NA, Cucher DJ, Watts G, Hurwitz B, Armstrong DG. Three-dimensional printing surgical instruments: are we there yet? *J Surg Res* [Internet]. 2014;189(2):193–7. Available from: <http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/three-dimensional-printing-surgical-instruments-are-we-there-yet-0bMugsNB6G>
  4. Pérez Mañanes R. Imagen e impresión 3D en COT: custom & customer. Comunicación presentada en: ¿Qué hay de nuevo? La Cirugía Ortopédica y Traumatología en la era digital. Aplicaciones 3D. Hospital General Universitario “Gregorio Marañón”. 2015, noviembre. Madrid, España.