



Impresión 3D: réplicas de corazones a la medida

La impresión 3D de modelos cardiacos reales permite anticiparse a la cirugía y realizarla de forma más precisa

El Hospital 12 de Octubre participa en un estudio norteamericano que medirá el impacto quirúrgico

La cirugía maxilofacial lidera este campo, pero el corazón es el órgano más complejo para imprimir



Federico Gutiérrez Larraya, jefe de Cardiología Pediátrica del Hospital La Paz, sostiene la réplica en 3D del corazón de un paciente real. Los materiales que emplea son polímeros y silicona.

MADRID
MC. TORRENTE
mctorrente@unidadeditorial.es



Es posible imprimir corazones biológicos para realizar trasplantes? Ahora mismo no, pero el camino emprendido por la medicina en la impresión 3D alimenta esperanzas. "En un futuro podrán imprimirse corazones incluso con células autólogas", admite Enrique García Torres, cardiólogo infantil del Hospital Universitario 12 de Octubre, de Madrid.

Este centro participa en el primer estudio clínico multicéntrico liderado por el Hospital Infantil de Filadelfia, cuyo objetivo es medir el impacto de las réplicas 3D de corazones de pacientes con cardiopatías congénitas con cirugía quirúrgica. "Como cirujano, tener en tus manos una réplica exacta en 3D del corazón que vas a intervenir permite anticiparte a la cirugía, visualizar y planificar con precisión cada uno de los pasos, identificar posibles complicaciones y, en definitiva, realizar una cirugía de alta complejidad de forma mucho más ágil", resume Enrique García.

Además, permite acortar los tiempos de estancia hospitalaria y, por tanto, abaratar costes, como explica a Diario Médico Yoav Dori, investigador principal del estudio y cardiólogo de intervención en el Hospital Infantil de Filadelfia: "En Estados Unidos el coste de un día en la UCI oscila entre los 50.000 y 75.000 dólares. En comparación, una impresión 3D es significativamente menor, ya que no llega a los 1.000 dólares. Por tanto, esperamos que el empleo de modelos en 3D ahorre costes y acorte tiempos de estancia. España no es un país más atrasado que Estados Unidos, pero quizás sí hay menos incentivos a la investigación. Aún así, basta recordar que Materialise, empresa líder en programas de segmentación de software (necesarios para el 3D) es belga, y el sistema de salud de Bélgica es más similar al de España que al de Estados Unidos".

BENEFICIOS

Estados Unidos comenzó hace ya una década a imprimir modelos cardiacos en 3D. "En España, la impresión de modelos tangibles en 3D aún no está tan desarrollada; sin embargo, existen grupos de trabajo que entienden y han identificado los beneficios que pueden derivarse del estudio tridimensional del corazón. El Hospital Virgen del Rocío, de Sevilla, ha diseñado modelos a partir de reconstrucciones en 3D por resonancia magnética, y su grupo de cardiólogos y cirujanos continúa investigando en esta área", resume Enrique García.

"En Estados Unidos el coste de un día en la UCI oscila entre los 50.000 y 75.000 dólares. El empleo de modelos 3D acortará tiempos de estancia y ahorrará costes"

No sólo España está investigando en este campo. Así, Finlandia acaba de emplear la técnica 3D por primera vez en cirugía cardíaca, por iniciativa del Centro Cardiopulmonar del Hospital Central de la Universidad de Helsinki.

Aun así, las diferencias entre Estados Unidos y Europa son claras. "Allí hay edificios enteros en hospitales que se dedican a la bioimpresión e impresión

3D", señala Federico Gutiérrez Larraya, jefe de Cardiología Infantil en el Hospital La Paz, que comenzó esta técnica, y considera que intelectualmente España no tiene nada que envidiar a Estados Unidos. "Mis médicos son impresionantes, y los procesos de selección para hacer Cardiología en España son mucho más duros", admite.

Esta tecnología permite personalizar los casos: "Con el modelo real puedo diseñar la pieza exacta que le falta al paciente. También permite el entrenamiento de grupos en el laboratorio de aerodinámica, aunque tiene limitaciones: el corazón real está latiendo. Y es útil para mostrar la particularidad de la cardiopatía a la familia y al paciente", apunta Federico Gutiérrez.

Para un cirujano, tener una réplica cardíaca en 3D permite anticiparse a la operación, planificar los pasos, y realizar una cirugía de alta complejidad de forma mucho más ágil"

La complejidad del corazón es innegable. "Hay órganos más sencillos, estructuras que no laten, como el cerebro, el hígado o la tráquea. La sístole y la diástole del corazón cambian un 60 por ciento el tamaño de las estructuras. Incluso dentro del propio ciclo, los diámetros

CARDIOPATÍAS

El Congreso de la Sociedad Radiológica Norteamericana acogió en diciembre de 2014 los resultados de siete trasplantes de cara que se llevaron a cabo desde 2011 con la ayuda de la tomografía y de la impresión en 3D.

OTROS HITOS

Cara.

El Congreso de la Sociedad Radiológica Norteamericana acogió en diciembre de 2014 los resultados de siete trasplantes de cara que se llevaron a cabo desde 2011 con la ayuda de la tomografía y de la impresión en 3D.



Mandíbula y cráneo

Una holandesa de 22 años fue implantada en 2014 con el primer cráneo elaborado en impresora 3D por un equipo del Hospital de Utrecht. Dos años antes, otra mujer belga recibió una mandíbula de titanio creada con esta técnica.



Oreja.

Una de las experiencias originales con la impresora 3D en España tuvo lugar en el año pasado en el Hospital San Juan de Dios, de Barcelona, donde el equipo de Francisco Parri la usó para reconstruir la oreja de un joven.



Tráquea.

La férula traqueobronquial impresa en 3D salvó la vida de tres pequeños que nacieron con traqueobroncomalacia. Los artifices, médicos y bioingenieros de la Universidad de Michigan, emplearon material bioabsorbible.





(www.opheart.org) con el objetivo de recaudar fondos para el desarrollo de la impresión de corazones 3D.

Los recursos humanos y materiales son vitales. "La primera fase consiste en la obtención de imágenes a partir de un estudio, en la gran mayoría de los casos por resonancia magnética. Después, la creación de un modelo tridimensional por parte de un especialista (radiólogo/cardiólogo) con experiencia en segmentación cardíaca", explica Enrique García Torres. Su colega del Hospital La Paz, Federico Gutiérrez, añade: "Necesitas un andamio. Una impresora 3D funciona igual que una de chorro de tinta, que te pinta un plano. Si tú hicieras con mil folios plano sobre plano tendrías un objeto tridimensional. El proceso lleva una parte manual, porque con una lija tienes que dar forma y quitar lo que sobra, el polvo. Eso no lo puedes hacer en un quirófano. Por eso, nosotros lo subcontratamos".

EQUIPO

Federico Gutiérrez Larraya explica quién integra el equipo necesario para realizar este proceso. "Estamos implicadas unas 30 personas. El coste es muy elevado, porque está en función del material que escojas (en el Hospital La Paz utilizan polímeros y silicona) y,

tros varían un 30 por ciento", continúa el cirujano del Hospital La Paz. A ello hay que sumar las más de 200 cardiopatías que se combinan de forma muy diversa.

"Las patologías que probablemente se beneficien más son aquellas que, debido a su complejidad, muchas veces acaban en reparaciones univentriculares y otras donde la cirugía intraventricular puede representar un reto", señala Enrique García. "Es una herramienta que podría hacernos cambiar la forma de abordar el problema y desarrollar nuevas técnicas quirúrgicas", señala quien ha salvado a bebés como el de Anne García, que ha constituido en Estados Unidos la Fundación Opheart



Centro de referencia. Enrique García es cardiólogo infantil del Hospital 12 de Octubre, centro de referencia nacional CSUR desde 2010 en la Asistencia Integral del Neonato con Cardiopatía Congénita y Compleja.

cuanto más volumen tenga el modelo, más caro. El precio de la pieza puede oscilar entre 800 y 2.000 euros", matiza, al tiempo que destaca el papel de los ingenieros de materiales: "La parte que más tiempo consume de la

"Hay unas 30 personas implicadas en la impresión 3D. El coste del modelo depende del material y del volumen. El precio de una pieza oscila entre 800 y 2.000 euros"

impresión 3D es la preparación: gestionar cómo vas a imprimir".

Enrique García comenta que "no todas las impresoras 3D son adecuadas para obtener réplicas precisas".

LÍDERES

Según Federico Gutiérrez, hay otras áreas de la medicina donde la impresión 3D está más desarrollada, "pero es un mundo que no late. Así, la cirugía maxilofacial lidera este campo, porque trabajan en tiempo real. Es decir, a los pacientes que están interviniendo les están fabricando la pieza que les falta para reconstruir. Si a ti te falta la mandíbula por un cáncer, te van a reconstruir la mandíbula a partir de tu peroné. Para ello, emplearán unas guías metálicas que van a fabricar para ese paciente. Y esas guías metálicas se hacen por fabricación 3D".

El objetivo es, en todo caso, salvar vidas, como recuerda Yoav Dori, del Hospital Infantil de Filadelfia: "La tecnología 3D cada vez estará más disponible y esperamos que, con los resultados de nuestro estudio, podamos beneficiar más al paciente".

DIARIO MEDICO.COM

Vea aquí el video con Federico Gutiérrez, del Hospital La Paz.

"Imprimir órganos viables no será posible antes de 25 años"

José Becerra, catedrático de Biología Molecular de la Universidad de Málaga, analiza la bioimpresión

MADRID
M^o CARMEN TORRENTE
mctorrente@unidadeditorial.es

La bioimpresión, con elementos biológicos como células, no ha madurado, según José Becerra, catedrático de Biología Celular de la Universidad de Málaga, director de Bionand e investigador del Ciber BBN (Bioingeniería Biomaterial Nanomedicina).

"Hacer órganos viables no funcionará antes de 25 años, pero la tecnología 3D invita a investigar en este campo", pronostica.

ENSAYOS

José Becerra comenta, sin embargo, que los biomateriales se han desarrollado mucho en los últimos años. Se han hecho ensayos variados, que se autorizan cuando el pronóstico del paciente es muy malo y con ayuda de tecnología de las células madre. "En Estados Unidos en 2013 se construyó por impresión 3D una tráquea que se intentó sembrar con células del paciente, y este murió a



José Becerra, director de Bionand y catedrático en la UMA.

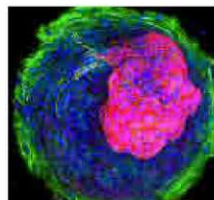
los pocos días. Una tráquea es un tubo con cierta simpleza estructural y funcional", y recuerda otro caso que sí tuvo éxito en Estados Unidos.

"Anthony Atala implantó una vejiga, que es más simple que la tráquea. Hizo como un globo, de un material biocompatible (polímeros, que son moléculas de cadenas orgánicas, de síntesis, y permiten

controlar su solidificación)", afirma. "Nosotros trabajamos con huesos, que tienen una parte inorgánica, y se dejan invadir por piezas metálicas de titanio. El problema está en la relación metal-hueso, que no siempre se integra. Por eso ahora trabajamos en piezas de titanio porosas, con huecos que podrán rellenarse de material biológico".

'Organoides' elaborados con células pluripotentes

Junto a las impresiones en 3D, los llamados **organoides**, fabricados a partir de células de pluripotencialidad inducida (iPS), amplían las posibilidades de modelar órganos en el laboratorio para el estudio de enfermedades



Organoides inspirado en el corazón.

y posibles tratamientos. Esta semana, *Nature Communications* da cuenta del desarrollo en la UC en Berkeley de una de esas estructuras, un tejido cardíaco tridimensional que se asemejaría a un pequeño corazón que late.

Esternón.

El Servicio de Cirugía Torácica del Complejo Asistencial de Salamanca implantó con éxito en 2014 el primer esternón fabricado en una impresora 3D de España. La prótesis sustituyó a la región afectada por una lesión tumoral.



Vértebra.

En el Hospital de la Universidad de Pekín se realizó hace un año el primer implante de una vértebra impresa en 3D. El paciente era un niño con cáncer óseo, al que se injertó la vértebra diseñada a partir del modelo original.



Rótula.

Con el empleo de una impresora domiciliaria para obtener el molde de una rótula, el equipo de cirujanos de Javier Vaquero, del Hospital Gregorio Marañón (Madrid), ganó en autonomía para el equipo médico y en la reducción de costes.



Vasos sintéticos.

La Universidad china de Shanghai ha impreso vasos sanguíneos artificiales. A diferencia de otros injertos sintéticos, estos vasos se realizaron con materiales que favorecen la elasticidad y el crecimiento de nuevas células.

