

LA TECNOLOGÍA DE LAS IMPRESORAS 3D PARA LA OBTENCIÓN DE ÓRGANOS

Clave: CIN2017A10071

Escuela: Colegio Anglo Mexicano de Coyoacán

Autores: Steinlein Alvarez Stefanie

Ibarra Barrera Rafael Alejandro

Asesor: Nora Miriam Uribe Vergara

Área: Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud

Disciplina: Ciencias de la Salud Medicina

Tipo de investigación: Documental

Ciudad de México.

Febrero del 2017.

RESUMEN

En México la cultura de donación de órganos es mínima, lamentablemente esto se traduce en pérdida de muchas vidas, el presente documento analizará la importancia que ha llegado a tener la bioimpresión 3D de órganos a trasplantar, la 'bioimpresión 3D' puede fabricar "tejido estable a escala humana de cualquier forma y tamaño", lo que permitiría "imprimir tejido vivo y estructuras de órganos para la implantación quirúrgica". Dado que esta comienza a convertirse en realidad gracias al esfuerzo de ingenieros, expertos en ciencias de materiales, físicos, biólogos moleculares, expertos en células madre y médicos. Nuestra investigación es documental centrada en cuatro casos médicos en los cuales se aplicó esta tecnología. Nuestros principales resultados son en primer lugar que ya existen compañías a nivel mundial que están explotando esta tecnología, que aún está en desarrollo, la bioimpresión 3D es un gran logro de la ciencia y que el uso de ella salvará muchas vidas.

SUMMARY

In México the culture of organ donation is minimal, unfortunately this results in loss of many lives, this paper will discuss the importance has come to have the 3D bioimpresión organ transplant, the '3D bioimpresión' can make "stable tissue human scale of any shape and size, "allowing" print living tissue and organ structures for surgical implantation. " As this begins to become reality thanks to the efforts of engineers, experts in materials science, physicists, molecular biologists, and physicians mother cells. Our research is focused on documentary four medical cases in which this technology was applied. Our main resultadosson first existing companies worldwide who are exploiting this technology, which is still in development, 3D bioimpresión is a great achievement of science and that using it will save many lives.

Índice temático

| | |
|-----------------------------------|----|
| Planteamiento del problema..... | 1 |
| Objetivo..... | 1 |
| Hipótesis..... | 1 |
| Antecedentes y justificación..... | 1 |
| Marco teórico..... | 2 |
| Metodología..... | 11 |
| Resultados..... | 11 |
| Conclusiones..... | 11 |

LA TECNOLOGÍA DE LAS IMPRESORAS 3D PARA LA OBTENCIÓN DE ÓRGANOS

INTRODUCCIÓN

Planteamiento De Problema

¿Saber si la tecnología de las impresoras 3D es una buena alternativa para la generación de órganos?

Objetivo General

Evaluar si la impresión 3D es una opción real de suministro de órganos para trasplante.

Objetivo Específico

Conocer si las personas aceptarían un órgano hecho por una impresora 3D para trasplantárseles.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Hipótesis

Es la impresión 3D de órganos una opción real para el suministro de órganos a trasplantarse, ya que si se usan sus propias células madres disminuiría el riesgo de rechazo del paciente.

Antecedentes y Justificación

En México existe poca información sobre la donación de órganos, la gente no tiene la cultura de donación, por lo que existe una escasez importante de donantes. La lista de espera para recibir un órgano es de mucho tiempo por diversas causas.

La tecnología médica actual avanzó al grado de poder obtener órganos mediante la tecnología de impresoras 3D, lo que representa una importante alternativa para solucionar este problema.

Marco Teórico

En medicina los trasplantes de órganos son algo bastante difícil y complejo de llevar a cabo. Muchas veces el organismo rechaza un órgano con células ajenas, lo cual puede llegar a complicar severamente la vida del paciente, siendo muy difícil tratar este tipo de casos.

En la Academia Kanagawa de Ciencia y Tecnología de la ciudad de Tokio, el doctor Makoto Nakamura ha encontrado una alternativa a este problema, la cual puede calificarse sin lugar a dudas como tecnología de punta. Se trata de una impresora de órganos.

Funcionando básicamente como la impresora que tienes al costado de tu ordenador, esta impresora de órganos se encarga de diseñar órganos humanos a través de la reproducción de células del propio paciente, lo cual evita el problema de que el organismo rechace órganos compuestos de células de un organismo ajeno.

Desde su aparición, las impresoras 3D han sido de gran ayuda a la medicina creando desde prótesis funcionales hasta huesos a la medida, pero los científicos quieren ir más allá. El nuevo desafío de las impresoras 3D van por crear órganos humanos que se puedan imprimir en máquinas especiales y, a través de los cuales se terminaría no sólo con las grandes listas de espera para los trasplantes, sino que también con la mayoría de los casos de rechazo.

Desde hace años se ha intentado cultivar tejidos humanos en laboratorios, especialmente utilizando células madre, pero en el caso de los órganos los resultados no han sido exitosos.

La bioimpresión, promete mezclar el trabajo de laboratorio con impresoras muy especiales, capaces de tomar células cultivadas en laboratorio y, mediante un proceso especial, transformarlas en un tipo de órganos a la medida del paciente.

De 2008 a 2011, el número de artículos científicos que hacen referencia a bioprinting casi se triplicó. La inversión en el campo se ha incrementado también.

Hay tres factores que están impulsando la tendencia: las impresoras más sofisticadas, los avances en medicina regenerativa, y el software CAD refinado.

Las Impresoras más sofisticadas

Aunque las nuevas estructuras impresas no están listas aún para ser implantadas en pacientes, recuerdan, los primeros resultados del estudio apuntan a que tienen "el tamaño, solidez y funcionalidad adecuadas para ser usadas en humanos".

"Esta nueva impresora de tejidos y órganos es un avance importante en nuestro objetivo de fabricar tejido de repuesto para pacientes", explica Anthony Atala, Director del Instituto de Medicina Regenerativa del Wake Forest (WFIRM, sus siglas en inglés).

Según el experto, la 'bioimpresora 3D' puede fabricar "tejido estable a escala humana de cualquier forma y tamaño", lo que permitiría "imprimir tejido vivo y estructuras de órganos para la implantación quirúrgica".

Para este trabajo, el WFIRM ha contado con financiación del Instituto de Medicina Regenerativa de las Fuerzas Armadas estadounidenses, que aspira a aplicar esta tecnología en soldados heridos en combate, dada la escasez de donantes de tejidos para implantes. La precisión de esta nueva impresora 3D significa que, en un futuro próximo, se podría replicar fielmente los tejidos y órganos más complejos del cuerpo humano.

Los avances en medicina regenerativa

El campo emergente de la medicina regenerativa podría revolucionar el tratamiento de las enfermedades cardíacas y los trastornos neurodegenerativos, resolver el problema de la escasez de donantes de órganos y restaurar por completo músculos, tendones y otros tejidos dañados.

Se está descubriendo que la clave consiste en ofrecer al cuerpo una especie de equipo básico, formado por varias proteínas, fibras o células, o en clonar las células madre semi especializadas presentes en los pacientes adultos, y permitir que el organismo tome el control a partir de entonces. Estas intervenciones permiten que el organismo regenere el tipo y la cantidad de tejido necesario, algo que no podría hacer por sí solo.

Los tratamientos ya han reparado algunos corazones enfermos y han ayudado a los cirujanos a regenerar músculos dañados.

El software Cad refinado

Los sistemas de diseño asistido por computadora (CAD, acrónimo de ComputerAidedDesign) pueden utilizarse para generar dibujos y modelos con muchas características de un determinado producto, por ejemplo el tamaño, medidas, cálculos y la forma de cada componente y pueden ser almacenados como dibujos bi y tridimensionales.

Una vez que estos datos dimensionales han sido introducidos y almacenados en el programa el diseñador puede ordenarlos, manipularlos o modificar las ideas del diseño con mayor facilidad y así crear el diseño del producto. Además, pueden compartirse e integrarse las ideas combinadas de varios diseñadores, ya que es posible mover los datos dentro de redes de cómputo, con lo que los diseñadores e ingenieros situados en lugares distantes entre sí pueden trabajar como un equipo.

En un concepto más amplio los programas CAD permiten simular el funcionamiento de un producto. Hacen posible verificar si un circuito electrónico propuesto funcionará tal y como está previsto, si un puente será capaz de soportar las cargas pronosticadas sin peligros e incluso si una salsa de tomate fluirá adecuadamente desde un envase de nuevo diseño.

Cuando los sistemas CAD se conectan a equipos de fabricación también controlados por computadora conforman un sistema integrado llamado CAD/CAM (CAM, acrónimo de ComputerAidedManufacturing) y cuando son llevados a un análisis de ingeniería más específico se habla de la integración CAD/CAM/CAE.

Ejemplos de programas CAD son MicroStation y AutoCad

LAS VENTAJAS DE ESTA INNOVADORA TECNOLOGIA DE LAS IMPRESORAS 3D

VENTAJAS:

1. Versatilidad.
2. Flexibilidad y prototipado rápido.
3. Reducción de costos.
4. Personalización.
5. Nueva industria y sector.
6. Aplicaciones múltiples aún por descubrir.
7. La ingeniería de tejidos
8. Reconstrucción facial.
9. Extensión de la vida.
10. Convergencia Industrial
11. Puede utilizar polímeros para crear material y no utilizar las células madre adultas, así como células embrionarias
12. Se pueden realizar prótesis,
13. La penetración celular y la siembra no se controla, lo que resulta en el tejido con la maduración no uniforme
14. Los órganos se componen de muchos tipos de células
15. La difusión de oxígeno a través de grandes construcciones
16. Otra de las dificultades es la vascularización

DESVENTAJAS:

1. Disminución de puestos de trabajo
2. Vulneración de los derechos de autor.

3. Usos malintencionados de la tecnología.
4. Aumento de productos inútiles.

Trasplante del cayado de la aorta

Signos

La primera vez que puso un pie el infantil Nicklaus hospital, de cinco años de edad, Mia González sufría de una malformación cardíaca extremadamente rara, diagnosticado como un arco aórtico doble, una condición en la cual el flujo de aire es restringido por el envoltorio anillo vascular alrededor de la tráquea o el esófago.

Diagnóstico

Después de cerca de 10 estancias en el hospital, los médicos se dieron cuenta de que Mia tenía una malformación en su aorta, el vaso que bombea la sangre desde el corazón. Ella de 4 años de edad, se necesitaría una operación para cerrar la parte de su aorta que se ejerce presión sobre la tráquea y por lo que es difícil respirar, tragar y deshacerse de la flema cuando llegó un resfriado.

Tratamiento

"Al hacer un modelo 3D de sus muy complejos vasos del cayado aórtico, hemos sido capaces de visualizar más que parte de su arco debe ser dividido para lograr el mejor resultado fisiológico .La impresión 3D objeto avanzada RP es un proveedor de 3D impreso modelos anatómicos para la preparación quirúrgica, usando una impresora Stratasys Objet500 Connex3 Multi-material 3D. Estos modelos 3D no sólo reproducen el aspecto físico de la paciente en cuestión, pero con una flexibilidad similar a los órganos humanos, la carne y los huesos, debido a la capacidad de la Objet500 Connex3 combinar múltiples texturas y tipos de material en una sola impresión.

"Hoy en día, Mia está totalmente recuperada y es más saludable y más feliz que nunca. La cirugía rápida y exitosa fue posible gracias a la capacidad de Burke para analizar y concluir cuál es el mejor curso de acción era en la réplica 3D del corazón de González.

Implante de tráquea.

El segundo caso es de un niño llamado Kaiba que tiene 19 meses de edad que le hicieron un trasplante de tráquea con una impresora 3D.

Médicos 'imprimieron' una tráquea para salvar la vida de un bebé.

Los doctores usaron partículas de plástico y una impresora 3D para crear el órgano de un niño que solía dejar de respirar casi a diario

Síntomas

En el caso de KaibaGionfriddo, los médicos no podían perder ni un segundo. Debido a un defecto congénito, la tráquea del bebé de Ohio no dejaba de colapsarse, haciendo que su respiración se detuviera y, frecuentemente, también su corazón. El caso sucedió cuando Kaiba tenía seis semanas de nacido. El niño “se puso azul y dejó de respirar”

El problema de Kaiba era que un bronquio no estaba totalmente formado

Diagnósticos

Siguieron más episodios y Kaiba tuvo que utilizar una máquina para ayudarse a respirar cuando tenía dos meses. Los médicos le dijeron a la pareja que su condición era grave y que “había muchas probabilidades de que no saliera vivo del hospital”, Kaiba se sometió a la operación el 9 de febrero de 2012.

La prótesis fue injertada alrededor del bronquio defectuoso. El plástico está diseñado para degradarse y ser absorbido gradualmente por el organismo en tres años, conforme se genere tejido sano para reemplazarlo, dijo el ingeniero biomédico que dirigió el trabajo Scott Hollister.

Tratamiento

Para hacer esto posible, los médicos “imprimieron” en un solo día 100 tubos diminutos, utilizando láseres guiados por computadora para apilar y fusionar delgadas capas de plástico en varias formas y tamaños. Al día siguiente, con permiso especial de la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos, implantaron uno de esos tubos en Kaiba, la primera vez que esto se hacía.

Diagnóstico

Cuando la condición afecta a la tráquea y los bronquios se llama traqueobroncomalacia, y los casos graves, como el de Kaiba, son aproximadamente el 10 por ciento de todos los casos. Varios de los médicos les habían dicho a los padres que había pocas probabilidades de que el bebé saliera vivo del hospital cuando uno de los médicos refirió a la familia a la Universidad de Michigan, donde un equipo de otorrinolaringología y otro de ingeniería médica desarrollaban nuevos artefactos.

De pronto, un bebé que los médicos habían pronosticado que posiblemente no saldría vivo del hospital, respiraba normalmente por primera vez. Tenía tres meses cuando fue intervenido el año pasado y ahora tiene casi 19 meses de edad. Desde entonces no ha tenido una sola crisis respiratoria.

“Ahora es un niño muy sano”, dijo el pediatra otorrinolaringólogo Glenn Green, del Hospital Pediátrico C.S. Mott en la Universidad de Michigan, donde se realizó la operación. La intervención se describe en la gaceta de medicina New England Journal of Medicine que saldrá el jueves.

Trasplante de vértebra.

De la misma manera, el cirujano Liu Zhongjun consiguió llevar a cabo exitosamente el primer implante artificial de vértebra impreso en 3D. Zhongjun realizó este procedimiento en un niño de 12 años que padecía de cáncer de hueso y que normalmente hubiera sido suplantado por una pieza de titanio.

Con el método tradicional la cabeza del paciente tendría que haber sido enmarcada con tubos metálicos sin poder apoyarse durante un período de tres meses. Sin embargo, con el uso de nueva tecnología se logra simular con precisión la forma de la vértebra y reducir el tiempo de recuperación.

Implante de cráneo completo

Una mujer holandesa de 22 años, se convirtió en la primera persona del mundo en recibir una prótesis completa de cráneo elaborada con una impresora 3D.

La operación se debió luego de que se le detectara una rara enfermedad que comprimía progresivamente su cerebro. La paciente sufría graves dolores de cabeza, ya que su cráneo se había engrosado cerca de 5 cm y causaba la presión cerebral.

La cirugía fue realizada en el Hospital Universitario de Utrecht, Holanda, por un equipo a cargo del neurocirujano Bon Verweij. Durante 23 horas aproximadamente buscaron evitar la progresión del trastorno y que se viera afectada la capacidad cerebral de la joven o se deformara su rostro. Tras esperar unos meses los resultados logrados por la operación, el equipo médico afirmó que la intervención fue exitosa, logrando que la mujer recuperara las capacidades perdidas e incluso pudiera reintegrarse a su trabajo.

Gel abre el camino para la impresión 3d de órganos

Para mejorar la impresión en 3D, simplemente añade gel. Esta es una técnica nueva que se utiliza para soportar formas complejas que se desmoronarían bajo su propio peso en la impresión 3D normal.

Esta recién descubierta combinación de fuerza y delicadeza será crucial si queremos algún día imprimir las estructuras biológicas que componen los órganos, vasos sanguíneos y otros tejidos.

El gel, que tiene la consistencia de un desinfectante de manos, está hecha de un polímero de ácido acrílico. Funciona como un andamio, lo que permite la impresión de patrones intrincados que colapsarían sin su apoyo.

Esta complejidad es importante. Los investigadores siempre han querido imprimir en 3D órganos humanos completos, pero éstos necesitan sistemas de vasos sanguíneos finos divididos para suministrar oxígeno y nutrientes. Esta nueva técnica permite la impresión en las dimensiones correctas para hacer esto, creando esferas de sonido estructuralmente tan delgadas como dos hojas de papel y hebras 10 veces más delgadas mediante la incorporación del gel en los objetos.

Una dificultad en el uso de la impresión 3D tradicional para crear el tipo de estructura que se encuentra en nuestros órganos, es que se colapsan mucho antes de ser terminados. La impresión con gel de apoyo resuelve este desafío, previene a las creaciones de tener flacidez o que se pandeen antes de que se solidifiquen.

Thomas Angelini es quien encabeza esta investigación en la Universidad de Florida en Gainesville y su equipo ya ha utilizado la técnica para imprimir material fuera de las células vivas – incluyendo células de riñón canino y vasos sanguíneos humanos. Los investigadores también pueden usar silicón, hidrogel y otros polímeros, e hizo una réplica del cerebro de un colega con la consistencia suave del hidrogel para probarlo. Los órganos internos son tan individuales como las caras, por lo que basaron el cerebro en imágenes detalladas de la materia gris del profesor.

“Podríamos prever un futuro en el que, antes de la cirugía cerebral, el cirujano podría imprimir el cerebro de hidrogel en 3D y practicar en él”, dice Angelini. “Entonces, el cirujano sabe exactamente cómo llevará a cabo la cirugía.”

“Ellos han hecho, creo, un avance significativo”, dice Jennifer Lewis, de la Universidad de Harvard. “Es una hermosa pieza de trabajo.” Una de las limitaciones, dice, es que hasta ahora el gel no es orgánico, por lo que no podría mantener vivo el tejido impreso en 3D.

El gel tampoco puede ser utilizado para estructuras impresas por debajo de un cierto tamaño ya que las partículas muy pequeñas se pueden deslizar fuera de él, como un pez a través de una red.

El uso de la impresión 3D para hacer tejido y órganos todavía tiene un largo camino por recorrer, pero Angelini es optimista. “Creo que nuestro método representa un buen comienzo hacia eso”, dice. “Realmente creo que vamos a llegar allí.”

Órganos viables para la impresión 3d

Riñón, Corazón, Tráquea, Hígado, Células, Cartilago, Músculos, Huesos, Piel, Cráneo, Vertebra .

¿Por qué el sistema nervioso y el cerebro no son viables para la impresión 3d?

No son viables porque el sistema nervioso está formado por el encéfalo y la médula espinal, se encuentra protegido por tres membranas, las meninges. En su interior existe un sistema de cavidades conocidas como ventrículos, por las cuales circula el líquido cefalorraquídeo.

El cerebro está formado por seis componentes: hemisferios cerebrales o telencéfalo, diencefalo, mesencéfalo, cerebelo, protuberancia y bulbo raquídeo y todavía el día de hoy no existe la suficiente tecnología para poder realizar la impresión de los mismos.

Metodología

Análisis y estudio de 4 casos en donde se realizaron varios trasplantes de órganos hechos con las impresoras 3D.

Resultados

Con la información obtenida de los casos que se analizaron es claro que tanto Kaibael niño que tuvo el trasplante de tráquea, pudo volver a respirar normalmente y pudo continuar su vida sin limitaciones y con Mia Gonzáles la pequeña que tuvo el trasplante de corazón a sus 3 años hoy ya puede volver a bailar y a jugar como tanto le gustaba ,en un niño de 12 años que tuvo un implante de vertebra y en una mujer holandesa de 22 años que se convirtió en la primera persona del mundo en recibir una prótesis completa de cráneo elaborada con una impresora 3D.Los 4 fueron exitosos por el procedimiento que hicieron los médicos de cada uno y también gracias a la impresora 3D donde y a sus propias células madre pudieron obtener sus órganos a trasplantar.

Conclusiones

Considerando que en la actualidad el proceso de impresión de los órganos en 3D es muy complejo, no podemos descartar que a mediano plazo los pacientes que requieren un trasplante tengan acceso a él, ya que la herramienta principal son sus propias células madres. Tanto es así que para muestra bastan los casos antes mencionados y que son obra de la tecnología 3D.

APARATO CRÍTICO

Fuentes Electrónicas

- JAVIER MARTÍ. (Madrid 23 MAY 2013). Un bebé salva la vida gracias a una prótesis creada con una impresora 3D. 11 de noviembre, de Diario El País Sitio web:
http://tecnologia.elpais.com/tecnologia/2013/05/23/actualidad/1369304154_122812.html
- Por Carina Storrs, especial para CNN. (6 octubre, 2015). Cómo un corazón impreso en 3D le cambió la vida a una niña. 11 noviembre , de CNN Sitio web:
<http://cnnespanol.cnn.com/2015/10/06/como-un-corazon-impreso-en-3d-le-cambio-la-vida-a-una-nina>
- EsActualidad. (Publicado el 23 may. 2013). Imprimen una tráquea en 3D y le salvan la vida a un bebé. 13 noviembre , de youtube Sitio web:
https://m.youtube.com/watch?v=8qXF_QeLebU
- TYLER KOSLOW ON THU. (OCTOBER 8, 2015). 3D Printing Aids Surgery to Repair 5-Year-Old Mia's Heart. 14 noviembre , de The Authority on 3D Printing Sitio web: <http://3dprintingindustry.com/2015/10/08/3d-printing-aids-surgery-to-repair-5-year-old-mias-heart/>
- Brandon Griggs. (Jueves, 03 de abril de 2014). El próximo paso en la impresión en 3D: los órganos humanos. 15 noviembre , de CNN México Sitio web:
<http://mexico.cnn.com/tecnologia/2014/04/03/el-proximo-paso-en-la-impresion-en-3d-los-organos-humanos>
- ISABEL VALENZUELA. (12 de octubre 2014). El futuro de la impresión 3D: órganos humanos. 10 noviembre, de Batagan Sitio web:
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. (Fecha, 29 de mayo de 2015). ÓRGANOS HUMANOS CREADOS POR IMPRESIÓN 3D. 16 diciembre, de Investigación Científica Ciudad Universitaria Sitio web:
<http://www.sabermas.umich.mx/archivo/secciones-anteriores/enterate/149-numero-19/300-organos-humanos-creados-por-impresion-3d.html>
<http://comunicarciencia.bsm.upf.edu/?p=1274>

- Wake Forest Institute for Regenerative Medicine). (15.02.2016). Desarrollan una impresora 3D capaz de fabricar tejido y órganos a escala humana. 10 enero, de 20 minutos Sitio web: <http://m.20minutos.es/noticia/2674027/0/impresora-3d/tejido-organos/implante-humanos>