

**¿PODRÍAN LOS BIOMATERIALES DE USO CARDIOVASCULAR TENER  
EL MISMO COMPORTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA NATIVA  
DEL CUERPO HUMANO?**

Por:

ANTONIA BUSTAMANTE OMAÑA

Asesora:

ANDREA ISAZA

Enfermera

COLEGIO MARYMOUNT

PROYECTO DE GRADO

MEDELLÍN

2014

## Tabla de contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1 Objetivo general.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Biomateriales.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Biomateriales cardiovasculares .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Implantes vasculares .....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Implantes vasculares sintéticos .....	9
2.2.2 Implantes vasculares biológicos.....	9
<b>2.3 Implantes valvulares cardíacos .....</b>	<b>10</b>
2.3.1 Válvulas cardíacas mecánicas .....	10
2.3.2 Válvulas cardíacas biológicas .....	11
<b>2.4 Adaptación del bioimplante.....</b>	<b>12</b>
<b>3. Conclusiones.....</b>	<b>14</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>15</b>

## Introducción

Existen muchas definiciones para el concepto de biomateriales, pero la más acertada podría ser “los biomateriales son materiales con características biológicas que replacen una función de los tejidos naturales o de los órganos de un sujeto vivo. Es decir, es un material farmacológicamente inerte diseñado para ser implantado o incorporado dentro del sistema vivo”. Durante varias décadas se han investigado diferentes tipos de materiales que puedan servir para reemplazar estructuras y tejidos cardiovasculares que hayan presentado fallas, ya sea por patologías congénitas o adquiridas a lo largo de la vida del paciente.

Primero fueron introducidas las prótesis artificiales en la cirugía cardiovascular en 1952 cuando Hufnagel, cirujano estadounidense, implantó la primera válvula cardíaca artificial, luego Voorhees introduce el primer injerto vascular artificial. A través de los años, se han ido desarrollando múltiples procedimientos reconstructivos, tratando de lograr la biocompatibilidad de los diferentes implantes, incluyendo los fabricados con materiales sintéticos, las prótesis con tejido biológico fabricado a través de la ingeniería de tejidos, así como la transferencia de tejido de un humano a otro.

## Resumen

Múltiples alteraciones estructurales del corazón y el sistema vascular traen como consecuencia disfunciones en la acción circulatoria; dependiendo en la severidad de dicha lesión puede llegar a ser necesario el reemplazo o la intervención sobre algunas estructuras por medio de diferentes implantes que pueden ser de tipo biológico o sintético. Las posibilidades abiertas con la incursión de diferentes biomateriales, con gran compatibilidad biológica y excelentes comportamientos biomecánicos, permiten disponer en la actualidad de una variedad de elementos para el manejo quirúrgico de pacientes con diversas patologías cardiovasculares, incrementando su calidad de vida.

Los biomateriales de uso cardiovascular surgen de los desarrollos de nuevos materiales, mediante procesos expeditos que brindan nuevas texturas, diversos comportamientos mecánicos y tolerancias al esfuerzo y a la agresión histoquímica, lo que garantiza un adecuado comportamiento al ser implantados en el organismo humano. (Bustamante, Biomateriales de uso cardiovascular, 2007)

**¿Podrían los biomateriales de uso cardiovascular tener el mismo comportamiento de la estructura nativa del cuerpo humano?**

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

- a) Evaluar el comportamiento mecánico, químico y bioeléctrico de biomateriales cardiovasculares bajo condiciones de implantación en el cuerpo humano.

### **1.2 Objetivos específicos**

- a) Identificar como es el funcionamiento y la estructura nativa mediante el estudio de una persona sana que no haya sido sometida a procedimientos de implantación.
- b) Evaluar la respuesta del organismo ante el implante de dichos biomateriales: implantes sintéticos y biológicos vasculares; y válvulas cardíacas mecánicas y biológicas.
- c) Comparar el comportamiento de los biomateriales con las respuestas de otros materiales, considerando los resultados publicados por otros autores.
- d) Visualizar procesos de implantación de biomateriales en el cuerpo humano mediante visita a cirujanos que realicen procedimientos cardiovasculares en los que se pueda observar la implantación de estos y cuales son sus resultados

## 2. Biomateriales

Los biomateriales son materiales con características biológicas, tales como piel, cartílago, vasos sanguíneos, hueso u otro elemento que reemplaza una función de los tejidos naturales o de los órganos de un sujeto vivo. Es decir, es un material farmacológicamente inerte diseñado para ser implantado o incorporado dentro del sistema vivo. Estos materiales toleran el estar en contacto con fluidos y tejidos vivos, durante un amplio periodo de tiempo, sin perder sus características físico-químicas. De esta forma, obra como parte del tejido nativo, con la finalidad de mejorar el funcionamiento de este, sin afectar al resto del organismo y sin ser afectado por él. (*La ciencia para todos* . (s.f.). Recuperado el 3 de Noviembre de 2014, de Biblioteca digital.)

Los implantes son elementos que permiten ser posicionados sobre alguna estructura anatómica, pueden ser de tipo natural (biológico) o artificial (sintético), y son utilizados con el objetivo de reemplazar alguna estructura biológica que ha fallado o mejorar una ya existente. Los implantes pueden ser por lo tanto de materiales biológicos o sintéticos (metálicos, textiles, plásticos, polímeros).

### 2.1 Biomateriales cardiovasculares

El campo de los biomateriales es extenso y estos pueden ser usados para cumplir la función de diferentes órganos y tejidos, en el campo cardiovascular estos pueden incluir el

corazón artificial, los dispositivos de soporte circulatorio, las prótesis valvulares cardíacas y los injertos vasculares, los puentes cardiopulmonares, entre otros. Sin embargo, a pesar de todos los avances en la ciencia y en la tecnología de implantes, éstos no son todavía perfectos, y se sigue trabajando en el mejoramiento de ellos y su funcionalidad. Las investigaciones hechas para el mejoramiento de los biomateriales, se enfocan en entender los mecanismos moleculares responsables de la trombogénesis (proceso de formación de coágulos o trombos, (Universidad de Salamanca, 2007-2014), la interacción de las proteínas y los elementos celulares de la sangre, con la superficie del biomaterial, todo esto para que exista la biocompatibilidad.

También existe la posibilidad de falla mecánica cuando se hace uso de biomateriales, aunque la carga de los implantes cardiovasculares es relativamente baja comparándola con implantes ortopédicos, ya que se puede esperar que el material implantado en el aparato cardiovascular funcione adecuadamente durante varios años o durante cientos de millones de ciclos cardíacos. De otro lado, los implantes también pueden generar reacciones adversas en el cuerpo, afectando su entorno y entre ellos las células sanguíneas. La hemólisis o descomposición de los glóbulos rojos, puede ocurrir como reacción al material o como resultado al estrés de flujo debido al movimiento de la sangre por la superficie del material que ha sido implantado, causando un trauma hemático. Como consecuencia el estado y la condición física del paciente van a empeorar, ya que la capacidad de la sangre de transportar oxígeno se va a ver afectada por la hemólisis.

El biomaterial al ser un cuerpo extraño en el organismo puede generar un crecimiento excesivo de tejido alrededor del dispositivo, como reacción adversa. Éste

puede ser causado por una reacción exagerada del tejido circundante que desencadena una reacción de encapsulación natural a cualquier cuerpo extraño. Los injertos vasculares, especialmente los que tienen un diámetro muy pequeño, están expuestos a presentar hiperplasia (aumento en la producción de células) en el sitio de las suturas, la cual reduce el diámetro del injerto y como consecuencia reduce la funcionalidad de éste. (Bustamante, Biomateriales de uso cardiovascular, 2007)

## **2.2 Implantes vasculares**

La patología arterial se deriva generalmente de placas ateromatosas que afectan la pared y capas internas del vaso, y que subsecuentemente restringen la luz del mismo, lo que se complica con la formación de trombos y la obstrucción del flujo sanguíneo. Para la reconstrucción de dichos vasos se emplean implantes vasculares de distintos materiales.

En las grandes arterias, como la aorta o la arteria iliaca, son de elección los injertos sintéticos de politetrafluoroetileno expandido ePTFE., sin embargo cuando se trata de reconstruir arterias de pequeño diámetro estos injertos no son los ideales, ya que estos presentan un mayor riesgo de trombosis y obstrucción. En procedimientos como este, han sido utilizados injertos, tanto venosos como arteriales, autólogos como vena safena, arteria radial, etc. También se han usado los aloinjertos arteriales criopreservados (proceso en el que los tejidos son congelados a muy bajas temperaturas para poder así disminuir las funciones vitales de una célula u organismo y poderlo mantener en condiciones de vida



suspendida durante mucho tiempo), pero la alta frecuencia de oclusión y los problemas relacionados con deformación aneurismática han hecho que los resultados no sean óptimos.

Por esto, la necesidad de desarrollar nuevos modelos de prótesis vasculares que puedan ser usadas en la reconstrucción de vasos de pequeño diámetro todavía existe. (Bustamante, Biomateriales de uso cardiovascular, 2007)

### **2.2.1 Implantes vasculares sintéticos**

- a) Textiles: tejido plano, tejido de punto, trenzados, electrohilados.
- b) No textiles: diferentes polímeros que son fabricados mediante extrusión. (Fernández & Niño, Caracterización y propiedades mecánicas de implantes textiles vasculares, 2013)

### **2.2.2 Implantes vasculares biológicos**

- a) Autólogos: se refiere a tejidos vasculares que son reimplantadas en el mismo individuo de donde provienen.
- b) Homólogos: los implantes de este tipo son segmentos vasculares provenientes de un sujeto de la misma especie humana, lo que implica extraer el tramo de un donante e implantarlo en otro humano.

- c) Heterólogos: Son segmentos vasculares provenientes de un sujeto de diferente especie a la humana, regularmente de origen animal, destinadas a ser implantadas en un humano. (Fernández & Niño, Caracterización y propiedades mecánicas de implantes textiles vasculares, 2013)

### **2.3 Implantes valvulares cardíacos**

Las válvulas son estructuras anatómicas que controlan el flujo unidireccional de la sangre a través del corazón, e impiden que la sangre fluya en dirección contraria. Hay dos tipos de válvulas, de entrada y de salida ventricular; y dos por cada ventrículo.

- a) La válvula tricúspide: controla el flujo sanguíneo entre la aurícula derecha y el ventrículo derecho.
- b) La válvula pulmonar: controla el flujo sanguíneo del ventrículo derecho a las arterias pulmonares.
- c) La válvula mitral: permite que la sangre pase de la aurícula izquierda al ventrículo izquierdo.
- d) La válvula aórtica: permite que la sangre pase del ventrículo izquierdo a la aorta. (Texas Heart Institute, 2013)

#### **2.3.1 Válvulas cardíacas mecánicas**

Son prótesis valvulares hechas de materiales artificiales, como metal (acero inoxidable, titanio, nitinol) o cerámica (carbón pirolita). Los modelos más recientes de estas

válvulas tienen un periodo largo de durabilidad y una funcionalidad aceptable, pero habitualmente las desventajas incluyen la necesidad de terapia de anticoagulación permanente (uso de anticoagulantes como warfarina), el sangrado debido a la anticoagulación y como su funcionalidad es diferente a la de las válvulas cardíacas naturales, también pueden generar trauma hemático y hemólisis. (Álvarez, 2004)

### **2.3.2 Válvulas cardíacas biológicas**

Son prótesis valvulares hechas de tejido humano o animal, generalmente éstas son válvulas aórticas y mitrales bovinas o válvulas hechas de tejido pericárdico bovino. Estas válvulas por lo general duran entre 12 y 15 años, debido a un deterioro del tejido y al proceso de calcificación (acumulación de calcio en el tejido, que causa endurecimiento de éste); pero muestran mejor hemodinamia que las mecánicas, y por esto no es necesario el uso de anticoagulantes. (Álvarez, 2004)

Biomateriales basados en tramas de colágeno son empleados en varias aplicaciones como, prótesis valvulares, parches y reparos. El uso de estos requiere de un proceso de pre-tratamiento para que se preserve el tejido, se reduzca la inmunogenicidad del material y esterilizar el tejido. Múltiples técnicas se han explorado con el propósito de encontrar el procedimiento ideal para estabilizar la estructura colágena del tejido y que de igual forma conserve su elasticidad natural y integridad mecánica. Estos biomateriales tienen ventajas mecánicas, químicas y biológicas sobre los materiales sintéticos relacionadas con el estrés de la célula y el trauma hemático.

Actualmente, las investigaciones también se centran en dispositivos y biomateriales para la asistencia circulatoria. Las propuestas están relacionadas con las características mecánicas y la biodegradación del polímero cuando está en contacto con la sangre. Todas estas investigaciones están encaminadas a permitir el diseño de bombas sanguíneas e implantes que sean más similares funcionalmente al corazón natural. (Bustamante, Biomateriales de uso cardiovascular, 2007)

#### **2.4 Adaptación del bioimplante**

El transporte inadecuado de sustratos (nutrientes, oxígeno) entre el sistema vascular y el material implantado limita la utilidad de una variedad de aplicaciones médicas. La respuesta que tiene el organismo frente al cuerpo extraño o biomaterial implantado es el principal factor que limita dicho transporte entre la microcirculación y el implante.

La respuesta típica con el bioimplante se caracteriza por tres fases:

- a) Formación de una capa delgada de macrófagos, células encargadas de mantener la integridad del tejido conectivo removiendo sustancias extrañas o detritos celulares, adyacente al biomaterial implantado.
- b) Cápsula avascular (sin vasos) limitada por colágeno denso.
- c) Región externa de neovascularización.

Los primeros ensayos con tejido obtenido a partir de ingeniería tisular demuestran que pueden funcionar y sobrevivir en un medio artificial, pero después de la implantación la viabilidad celular y la funcionalidad disminuyen a tales extremos que limitan la utilidad de la ingeniería de tejidos. La principal causa de esto es la falta de un sistema microvascular funcional, lo que hace que el transporte de elementos orgánicos en el tejido implantado sea limitado.

La investigación en el campo de los biomateriales cardiovasculares se ha concentrado en buscar materiales que sean altamente resistentes a la absorción de proteínas y así a la adhesión de células que llevan a una inconveniente integración entre el material implantado y el tejido circundante, tal como las plaquetas, monocitos y macrófagos.

(Bustamante, Biomateriales de uso cardiovascular, 2007)

### 3. Conclusiones

Se han utilizado varios tipos de materiales para el reemplazo de estructuras anatómicas cardiovasculares, entre ellos materiales artificiales que incluyen textiles, polímeros, o ciertos metales, y de otro lado biomateriales que incluyen tejidos animales (xenoimplantes) y humanos (homoimplantes). La experiencia adquirida con estos materiales ha optimizado el procesamiento y la manufactura con el fin de adecuar su funcionalidad, sin embargo quedan por resolver muchos aspectos desde este punto de vista para que un implante pueda llegar a reemplazar en las mismas condiciones a un tejido natural.

Aunque generalmente este tipo de materiales es bien recibido por el organismo y presentan una buena hemodinamia, su tiempo de duración y funcionalidad todavía no es lo suficientemente largo y sus características mecánicas, químicas y biológicas no han podido llegar a ser idénticas a la estructura nativa del cuerpo, es por esto que se siguen buscando materiales que sean altamente resistentes a la absorción o destrucción de proteínas y a la adhesión de células para que su interacción con el organismo sea cada vez mejor, y estos puedan llegar a comportarse realmente como la estructura nativa del cuerpo humano.

## Bibliografía

- I. Álvarez, R. H. (2004). Válvulas cardíacas protésicas. *Revista de Posgrado de la Via Cátedra de Medicina* (137), 19-32.
- II. Biomateriales. (s.f.). *La ciencia para todos*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2014, de Biblioteca digital:  
[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/37/htm/sec\\_14.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/37/htm/sec_14.htm)
- III. Bustamante, J. (2007). Biomateriales de uso cardiovascular. *Revista de los estudiantes de medicina de la Universidad Industrial de Santander* , 20 (1), 23-59.
- IV. Bustamante, J., & Villegas, A. (1999). Prótesis Valvulares Mecánicas. *Revista Colombiana de Cardiología* , VII (4).
- V. Fernández, A. M., & Niño, M. C. (2013). *Caracterización y propiedades mecánicas de implantes textiles vasculares*. Tesis, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.
- VI. Fernández, A. M., & Niño, M. C. (2013). *Caracterización y propiedades mecánicas de implantes textiles vasculares*. Medellín.
- VII. *Texas Heart Institute*. (2013). Recuperado el Agosto de 2014, de Sitio Web de Texas Heart Institute: [http://www.texasheart.org/HIC/Anatomy\\_Esp/valve\\_sp.cfm](http://www.texasheart.org/HIC/Anatomy_Esp/valve_sp.cfm)

- VIII. *Universidad de Salamanca*. (2007-2014). Recuperado el 9 de Noviembre de 2014, de Diccionario médico, editorial Universidad Salamanca:  
<http://dicciomed.eusal.es/palabra/trombogenesis>