

DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO BIOMÉDICO A PARTIR DE POLIDIOXANONA REFORZADA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE FRACTURAS EN METACARPÍANOS

Ricardo Díaz¹, Aarón Castillejo¹, Gabriela Contreras², Manuel Martínez¹, Marcos Sabino³

1) Ingeniería Mecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Correo electrónico: ricardodiazucv@yahoo.com, gabyapnea@gmail.com

2) Centro de Bioingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. Correo electrónico: aacastilejo@yahoo.com

3) Grupo B⁵IDA, Departamento de Química, Universidad Simón Bolívar, Apdo. Postal. 89000. Venezuela. Correo electrónico: msabino@usb.ve

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las técnicas para lograr una buena consolidación de la fractura no ha sido sólo tarea de los médicos traumatólogos. En las últimas décadas, se han venido despertado inquietudes en otras disciplinas de la investigación e ingeniería que buscan mejorar, ofrecer y comprobar procedimientos correctivos en lesiones óseas o de otros tejidos. En el caso del tejido óseo, las fracturas de los metacarpianos, han venido cobrando interés. A pesar de que éstos son diminutos huesos largos [1] no dejan pasar desapercibido su vital importancia en la ejecución de los movimientos básicos de la mano, cuyo órgano es indispensable para mantener la interacción directa entre el medio exterior y el ser humano [2,3]. Es asimismo importante destacar el rol que han venido desempeñando los biomateriales, sobre todo los polímeros biodegradables (como los poliésteres) en el desarrollo de implantes que permitirán la regeneración de un tejido dañado a medida que son bioabsorbidos [4]. Entre ellos, uno que presenta propiedades de interés es la polidioxanona, la cual al ser reforzada con agentes nucleantes presenta propiedades mecánicas de interés para su consideración o utilización en diseños dentro de la biomecánica.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Proceso de diseño. Se realizaron una serie de investigaciones y parámetros necesarios para definir el problema el cual se centró en crear un dispositivo que bloquee las fracturas diafisarias en el quinto metacarpiano específicamente. Dentro de los parámetros más importantes en el proceso de diseño fue estudiar las fuerzas críticas sobre las juntas

XII Coloquio Venezolano de Polímeros, Universidad de Oriente, Cumana 2007

metacarpianas e interfalángicas bajo movimientos habituales de la mano (tales como prehensión y sujeción de objetos) y que estas puedan ser recuperadas un par de semanas después de la intervención o colocación del implante.

2.2. Estudio biomecánico. Para describir la distribución de fuerzas es necesario vincular aspectos biológicos, principios físicos e ingenieriles. Estas fuerzas son obtenidas por movimientos de agarre tipo pinza, tomando en cuenta diferentes sistemas de referencia y movimientos relativos [4].

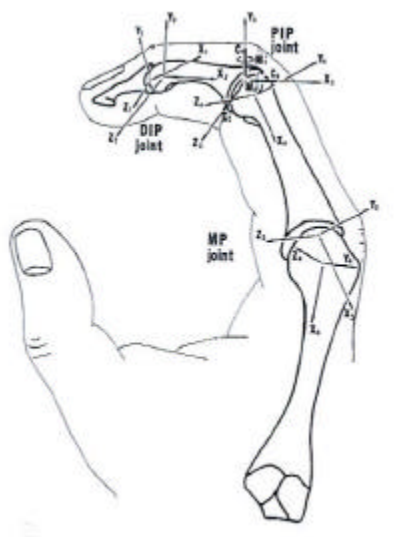


Figura 1. Sistema de ejes coordenados

La figura 1, permite visualizar como sería esa distribución de fuerzas y como se podrían determinar las fuerzas mínimas que debería soportar el dispositivo.

2.3. Dispositivo biomédico propuesto. Para la toma de decisión del diseño del prototipo se realizó una sesión de tormenta de ideas (“*brain storming*”) considerando que se debía estabilizar la fractura por su forma geométrica y favorecer al proceso de regeneración ósea usando un biopolímero; dado que tanto la geometría de la pieza como el material juegan vital importancia en el proceso de osteosíntesis de la lesión [1]. De este largo proceso resultó, un diseño que se presenta en la figura 2.

2.4. Biomaterial seleccionado. Se sometieron 15 biomateriales de diferente naturaleza a una matriz de evaluación que permite ponderar ventajas/desventajas de acuerdo al diseño o geometría seleccionada. De los materiales biodegradables evaluados resultó la poli(p-dioxanona) (un poliéster-eter alifático biodegradables-bioabsorbible) nucleado con 5% de nitrato de boro (NB) [5] el que obtuvo la mayor valoración, considerando una serie de

XII Coloquio Venezolano de Polímeros, Universidad de Oriente, Cumana 2007

parámetros al compararse con otros posibles biomateriales biodegradables, además de los estudios de investigación realizados anteriormente y publicados que soportan esta selección. El NB, como carga en la PPDx no solo mejora sus propiedades mecánicas sino que establece los valores del módulo elástico de la PPDx+NB a valores comparables a los del módulo del hueso y además [5] permite que el dispositivo sea visto tanto en radiografías como en intensificadores de imagen desde el punto de vista clínico.

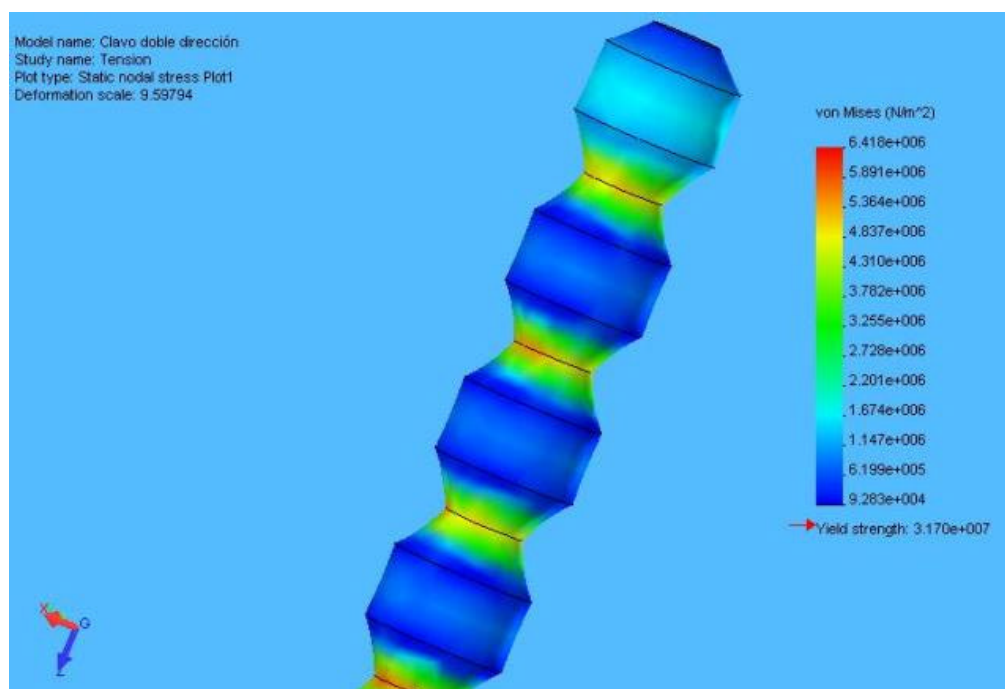


Figura 2. Dispositivo preliminar y su respectivo análisis por elementos finitos

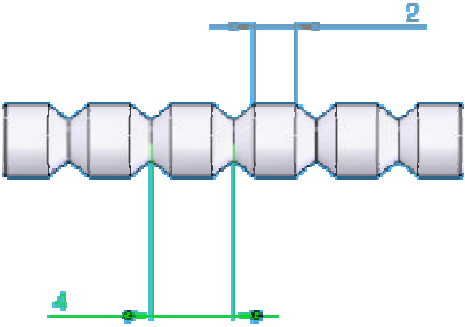
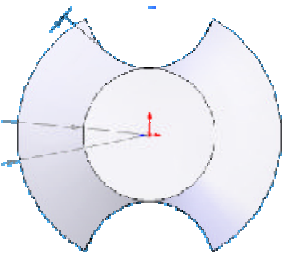
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Favorecer el crecimiento de tejido trabecular, mantener un adosamiento superficial adecuado, absorber ligeras cargas en la lesión durante la recuperación, entre otras, son las características que definen el nuevo diseño según los criterios e hipótesis planteadas en la investigación. Este sistema con características de cilindro acanalado (Figura 2) permite bloquear la fractura diafisaria a través de su geometría, el cual fue el resultado de una metodología de diseño aplicada en varias etapas. El nuevo dispositivo posee la flexibilidad y resistencia apropiada conferida por el biomaterial seleccionado (PPDX+NB) satisfaciendo los requisitos de diseño basados en aspectos ergonómicos y biomecánicos de la mano.

El análisis sobre el diseño y funcionalidad del prototipo propuesto puede entonces ser

XII Coloquio Venezolano de Polímeros, Universidad de Oriente, Cumana 2007

resumido en la siguiente tabla:

CLAVO INTRAMEDULAR BLOQUEADO PARA EL 5to HUESO METACARPIANO	
Sección	Función
	<ol style="list-style-type: none">1. Estimula la formación de tejido óseo hacia el interior del dispositivo2. Bloquea los movimientos y desplazamientos axiales.3. Disminuye los riesgos de fractura del dispositivo luego de ser insertado
	<ol style="list-style-type: none">4. Las ranuras semicirculares opuestas impiden el movimiento torsional del hueso, estabilizando completamente la fractura.5. La forma cilíndrica del diseño permite la fácil adaptación dentro del rimado intramedular.

4. CONCLUSIONES

El diseño final seleccionado del clavo intramedular bloqueado conforma un conjunto de ventajas capaces de estabilizar la fractura, disipar los esfuerzos producto de los movimientos habituales de la mano, crea una buena interfase ósea y garantizar la bioabsorción. Además de permitir un seguimiento clínico-radiológico. A través del análisis usando elemento finitos se logro mostraron que la PPDx + 5%NB es lo suficientemente resistente para ser utilizada en implantes biomédicos, además que permite obtener el prototipo a través de un moldeo desde el fundido del polímero cargado. También las propiedades del

XII Coloquio Venezolano de Polímeros, Universidad de Oriente, Cumana 2007

biomaterial, le confieren flexibilidad al sistema intramedular lo cual permite una mejor manipulación médica al momento de la inserción del dispositivo dentro del hueso [6, 7].

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Contreras G., Tesis Doctoral, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 2005
- [2] Bernard M, Light T “*Diagnóstico y tratamiento en ortopedia*”. Mexico, 1998
- [3] Kaplan E, Riordan D “*Functional and Surgical Anatomy of the Hand*”, 3a edición. USA, Morton Spinner (1984)
- [4] Chao E, An K, Cooney W, Linscheid R “*Biomechanics of the hand a basic research study*”. N.J., World Scientific (1989)
- [5] Sabino MA, Sabater L, Ronca G, Müller AJ, *Polymer Bulletin*, **48**, 291 (2002)
- [6] Woods T, Brown S, Merritt K, Mcnamee S, *Medical Device Reporting*, **38**, 3 (2000)