



VIII

CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León



OPTIMIZACIÓN MECÁNICA DE IMPLANTE FEMORAL POR DISEÑO CAD

Yareli Salazar, M. Páez, J. Gallardo, Victor García, Yadira Moreno

RESUMEN

Se estudia en el presente trabajo la optimización del vástago de un implante femoral, teniendo como objetivo la innovación del prototipo del fémur para personas que requieren una sustitución de un articulación natural que se encuentra dañada.

Uno de los propósitos de esta investigación es adentrarnos a la aplicación de técnicas modernas en su producción, como utilizando software de diseño para tener una mayor precisión y exactitud.

Lo fundamental es lograr la osteo integración y estabilidad mecánica entre las partes blandas del hueso para así lograr longevidad de la prótesis. El diseño optimiza los resultados, ya que por medio de las radiografías previas y con ayuda de los softwares de diseño se obtendrá un análisis más confiable del vástago logrando así que la prótesis se adapte al paciente y no el paciente a la prótesis.

Palabras claves: biomecánica, prótesis, fémur, software, optimización, vástago.

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos muy antiguos, el hombre por su afán de mejorar el campo de la protésica, ha sido participe de la evolución de este campo que abarca desde la época de las antiguas pirámides hasta la Segunda Guerra Mundial. Con la gran cantidad de soldados y civiles lesionados lograron que se desarrollaran tratamientos novedosos para enfrentar diversos casos de fracturas, pérdidas de extremidades o algún soporte temporal.

La evolución de la protésica es larga y está plagada de historia, desde tiempos primitivos pasando por el sofisticado presente y por la exigencia de la estética de las personas de hoy en día, hasta las increíbles visiones futuristas. Al igual que sucede en cualquier otro campo algunas ideas e invenciones han funcionado durante un tiempo específico, pero con el avance tecnológico se han dejado de lado o se han vuelto obsoletas. Con el paso del tiempo ha habido muchos perfeccionamientos desde las primeras patas de palo y los primeros ganchos de mano y el resultado ha sido la fijación y el moldeado altamente personalizados que se encuentran los dispositivos actuales.

Uno de los avances más importantes se realizaría en los años 60 en Inglaterra. Aquí un traumatólogo logró un avance tan importante que años después la reina de Inglaterra le conferiría el título caballero: Sir John Charnley. Lo que Charnley logró fue la sustitución de articulaciones enfermas por piezas de metal y plástico, el llamado remplazo articular.

VIII

CONGRESO NACIONAL DE
TECNOLOGÍA
APLICADA A
CIENCIAS DE
LA SALUD

15-17
JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS
DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León

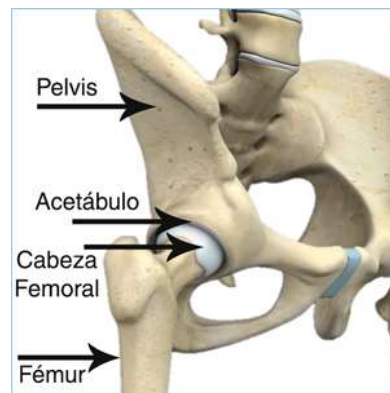


TEORÍA

Artroplastia total de cadera

Tomaremos como referencia una de las prótesis más comunes: la artroplastia de cadera. La cadera es una de las articulaciones más grandes del cuerpo. Es una articulación esférica (de cabeza y cavidad). La cavidad articular está formada por el acetábulo, que es parte del hueso grande de la pelvis. La parte esferoidal es la cabeza del fémur, el extremo superior del hueso del muslo.

Las superficies óseas de la cadera están cubiertas con cartílago que reviste y amortigua los huesos, lo que permite moverse fácilmente. Una membrana sinovial rodea la cadera saludable, esta membrana produce una cantidad de líquido que reduce la fricción durante el movimiento. Bandas de tejido llamadas ligamentos (cápsula de la cadera) conectan la cabeza de la cadera a la articulación.



La cabeza y la cavidad están articuladas, un tejido suave que cubre los extremos de los huesos y les permite moverse fácilmente. Un tejido fino llamado membrana sinovial rodea la articulación de la cadera. En una cadera saludable, esta membrana produce una cantidad de líquido que reduce la fricción durante el movimiento de la cadera. Bandas de tejido llamadas ligamentos (cápsula de la cadera) conectan la cabeza de la cadera a la articulación y proveen estabilidad.

Figura 1. Anatomía de la cadera normal

Reemplazo total de cadera

Un reemplazo total de cadera es un procedimiento quirúrgico que reemplaza la articulación de la cadera, incluyendo el acetábulo (la cavidad de la cadera) y la cabeza del fémur. El cartílago y el hueso de esta articulación se han desgastado debido a la artritis o a la enfermedad degenerativa de la articulación. Cuando un reemplazo total de cadera es necesario, el cartílago está desgastado. El hueso debajo del cartílago empieza a desarrollar espolones y varias irregularidades que producen dolor y que disminuyen la movilidad.

Se realiza una pequeña incisión alrededor de la articulación de la cadera. Normalmente, la incisión se realiza en la parte anterior o en la parte lateral de la cadera. Los músculos, los tendones, y la cápsula de la articulación se mueven de la articulación para exponer la cabeza del fémur y él pueda ser asegurado en la posición correcta.

Se puede usar cemento para asegurar el implante en su lugar, acetábulo. La cadera se posiciona para exponer la articulación. Luego, la cabeza y el cuello del fémur se remueven y el acetábulo se limpia en preparación del implante artificial. Se vacía un canal dentro del fémur para que el tubo metálico del implante pero esta decisión dependerá de la preferencia de su cirujano.

Luego, la cabeza femoral metálica (bola) se fija en el tubo metálico del implante. La articulación de la cadera se une de nuevo y todos los tejidos que rodean la articulación se regresan a su posición normal. En la mayoría de los pacientes, un reemplazo total de cadera puede aliviar el dolor completamente o casi completamente.

VIII

CONGRESO
NACIONAL DE
TECNOLOGÍA
APLICADA A
CIENCIAS DE
LA SALUD15-17
JUNIO, 2017"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS
DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León

Mostrando el procedimiento en las siguientes figuras se visualiza de la siguiente manera:



Figura 2. Cartilago dañado



Figura 3. Incisiones



Figura 4. Removiendo la
cabeza femoral



Figura 5. Ajustando
implantes artificiales



Figura 6. Uniendo de nuevo la
articulación con la cadera

Innovación en implantación de prótesis CNC

El diseño de prótesis femorales ha sido objeto de muchos estudios e investigaciones en los departamentos de ingeniería mecánica, más aún, en los últimos años debido al desarrollo de las tecnologías modernas, con las cuales, se puede contar con procesos muy completos que incluyen la simulación de maquinado de modelos mecánicos con ayuda de imágenes obtenidas a partir de tomógrafos.

Las imágenes de tomógrafos (Díaz, 2007) son obtenidas a partir del fémur del paciente, creando un modelo tridimensional "in vivo" de la parte interna y externa del fémur proximal. Con estos datos se procede a diseñar, en un software CAD y elementos finitos el modelo geométrico de la prótesis. En las figuras 7 y 8 se aprecia el proceso de seccionado del fémur proximal "in vivo" con el tomógrafo, y la generación del modelo protésico en base a dichas secciones.

VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León

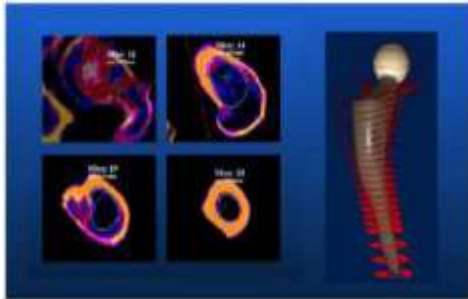


Figura 7. Secciones tomográficas de fémur para modelar prótesis femoral.

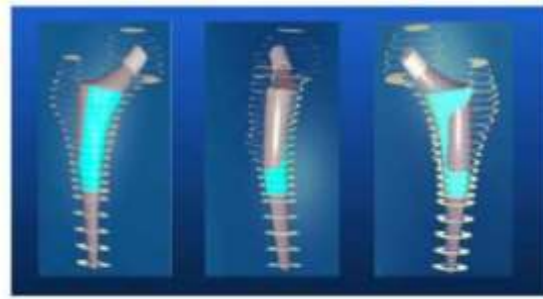


Figura 8. Secciones tomográficas de fémur proximal y el diseño exacto de la prótesis

PARTE EXPERIMENTAL

Se tomo una prótesis estándar la cual fue estudiada con anterioridad, investigamos sus propiedades pero sobre todo el tiempo que duraba aproximadamente en el cuerpo humano y cuales eran su complicaciones, partiendo de ahí se comenzó la optimización realizando el análisis de carga, de comprensión tensión, ángulos de inclinación, reducción de material que tanto podía afectar y si sería viable la reducción, el cambio de geometría que tendría la pieza al hacer los cambios mencionados, se obtuvo la curva de esfuerzo-deformación para el material seleccionado, cambio en el dimensionamiento y cambio de forma, al igual que se realizo el análisis de mallas, se obtuvo el módulo de elasticidad y factor de seguridad, una vez obtenido se tomaron en cuenta los biomateriales y análisis de elementos finitos.

OPTIMIZACIÓN

Antes



Después



Figura 8. Optimización mecánica del vástago anterior y una vista preliminar del vástago deseado.

VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León

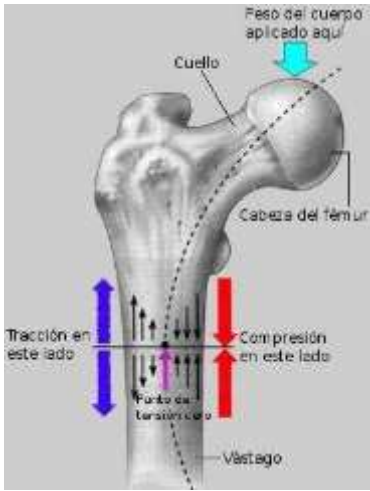


Figura 9. Cargas tensión y compr aplicadas al fémur.



Figura 10. Diseño en CAD de optimización deseada.

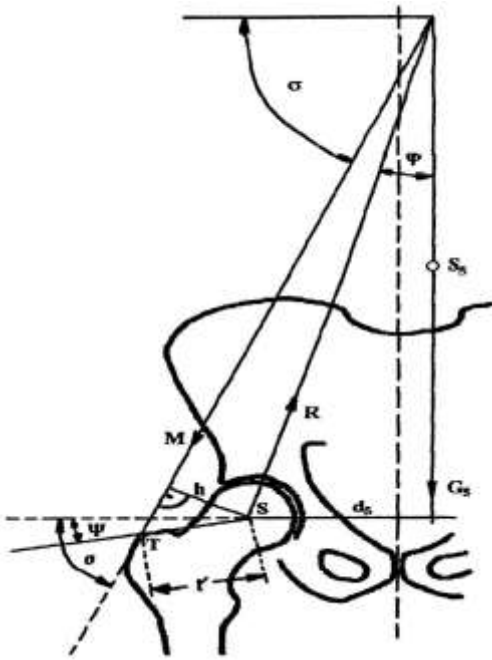


Figura 11. Ángulos de inclinación.

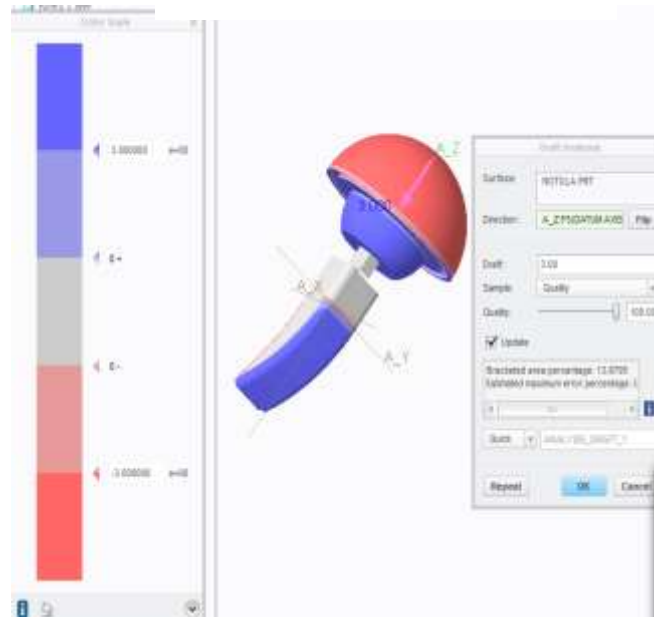


Figura 12. Distribución de cargas a lo largo de la pieza protésica.

VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León

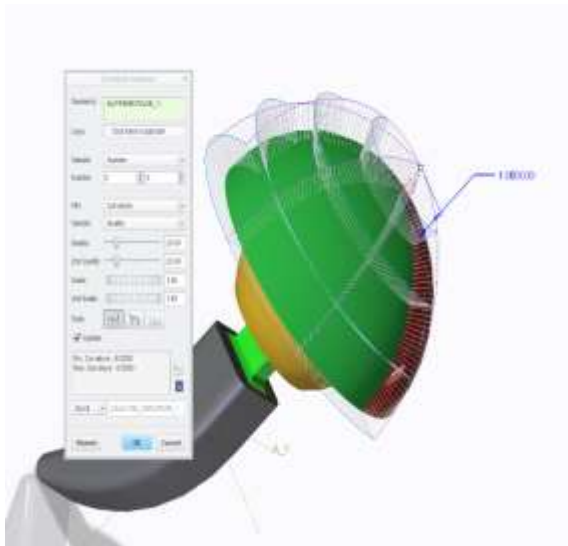


Figura 13. Vista de distribución de peso en la cabeza femoral.



Figura 14. Colocación de implante femoral en el hueso.

Aplicación	Materiales utilizados
Esquelético	
Reemplazo de articulaciones (cadera, rodilla)	Titanio, Aleaciones TI-AL-V, acero inoxidable, polietileno (PE)
Placas óseas	Acero inoxidable, aleaciones de cobalto – cromo
Cemento óseo	Polimetilmetacrilato (PMMA)
Reparación de defectos óseos	hidroxiapatita (HAP)
Tendones y ligamentos artificiales	Teflón, Dacrón
Implantes Dentales	Titanio, óxido de aluminio, fosfato de calcio
Sistema Cardiovascular	
Injertos vasculares	Dacrón, teflón, poliuretano (PU)
Válvulas del corazón	Tejidos modificados, acero inoxidable, fibra de carbono
Catéter	Silicona, teflón, PU
Reemplazo de Órganos	
Corazón Artificial	PU
Sustituto de la piel	Silicona, colágeno compuesto
Riñón artificial (diálisis)	Celulosa, poliacrilonitrilo
Máquina de corazón-pulmón	Silicona
Órganos de los sentidos	
Reemplazo Coclear	Electrodos de platino
Lentes intraoculares	PMMA, silicona, hidrogeles
Lentes de Contacto	Acrilatos de silicona, hidrogeles
Apego Corneal	Hidrogeles de colágeno

Figura 15. Tabla de biomateriales aptos para permanecer temporal o definitivamente dentro del cuerpo.

VIII

CONGRESO NACIONAL DE
TECNOLOGÍA
APLICADA A
CIENCIAS DE
LA SALUD

15-17
JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS
DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León



CONCLUSIONES

A lo largo de este proyecto de prótesis de fémur sabíamos que sería una tarea complicada hacer una versión mejorada ya que para eso hubo investigaciones previas de autores que tienen otro tipo de diseño. Lo que apreciamos al buscar la optimización de la pieza es que la persona que tenga la necesidad de una pieza protésica tenga la oportunidad de economizar en todo el proceso que conlleva desde el proceso quirúrgico, la pieza artificial sea de un costo más bajo, la vida de la pieza a utilizar sea más larga a lo habitual, pero sobre todo de no exponer su cuerpo a un cambio drástico innecesario, por lo mismo su pieza estará adecuada al paciente.

Enfocando la ingeniería en la medicina, se llegó a varios análisis mecánicos como el soporte, las reacciones, el peso en la zona del hueso donde se posiciona el vástago, tensiones, medidas, diseño, entre otros conceptos importantes que dio desarrollo a la prótesis final.

Este proyecto tiene como objetivo cambiar la manera de ver el proceso de creación de piezas protésicas, que nosotros no tengamos que adecuarnos a la prótesis, tal cual lo vimos en el procedimiento quirúrgico, en lugar de eso que la prótesis se adapte exactamente a nuestro hueso usando la ingeniería inversa, que sea lo menos invasiva la cirugía, que el hueso no sufra tanto desgaste y sobre todo sea exactamente lo que necesitamos, no lo que creemos que nos queda por nuestro peso, estatura y anatomía ósea.

BIBLIOGRAFÍA

Dr. Jesús Vázquez Escamilla (1995). Revista mexicana de ortopedia y traumatología. Revisión sobre ortopedia general y traumatología, Vol.9 num.4 Julio – agosto, 1995

Ripoll y Del Prado, Sport clinic, Servicio de traumatología y cirugía ortopédica. Reemplazo total de cadera, archivos obtenidos 2014, Pertenece: <http://www.ripollydeprado.com/ver/reemplazo-total-de-cadera/>

American academy of orthopaedic surgeons, Reemplazo total de cadera, archivos obtenido: Octubre 2012, Pertenece: <http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=A00682>

Discapnet, fundación ONCE, Prótesis de cadera, archivos obtenidos 2009 Pertenece: http://salud.discapnet.es/Castellano/Salud/Recursos/FAQS/Paginas/Protesis_cadera.aspx

Tu traumatólogo, Prótesis de cadera, archivos obtenidos 2014, Pertenece: <http://www.tutraumatologo.com/protesisdecadera.html>

A brief history of prosthetics, in motion, volumen 17 número 7, Un breve recorrido por la historia de la protésica por Kim Norton, Noviembre – diciembre 2007, Pertenece: https://www.amputee-coalition.org/spanish/inmotion/nov_dec_07/history_prosthetics.pdf

Congreso iberoamericano de ingeniería mecánica, Diseño, análisis por CT y construcción por CAD/CAM de endoprotesis femoral personalizada, Octubre 2007 Pertenece: <http://congreso.pucp.edu.pe/cibim8/pdf/03/03-14.pdf>