

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

Manufactura de Maquina de Desgaste de Prótesis de Rodilla

Ingrid Guzmán Lembo, Aarón Saldaña Villegas, Alejandro Reyes Barbosa, Jair Guadalupe Escobar Celestino, Mauricio Gómez Rodríguez Alan Alberto Ramírez Rocha, José Alejandro Torres Cantú, Jonathan Gilberto Estrada Morales, Omar Alejandro Rivera Flores, Blanca Irasema Cardona García, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, San Nicolás de los Garza, México.

Ingridguzmanlembo@outlook.com,saldanaaron@gmail.com,escobar-13@live.com,
alex_94reyes@hotmail.com,alan_141195@hotmail.com,jatc.15@hotmail.com,alexrivera_95_21@hotmail.com

Resumen.

Las actividades diarias y los esfuerzos realizados en la rodilla durante el tiempo, marcan un daño degenerativo causando un roce del cartílago de la rodilla el cual es un síntoma inequívoco de un proceso de degeneración y desgaste progresivo que sufre una articulación del cuerpo humano tan expuesta a la sobrecarga de los movimientos y actividades. En esta articulación se produce, de forma más clara que en otras articulaciones, un proceso de cambio y degeneración de sus componentes. Por lo que se ha planeado desarrollar un prototipo de maquina de medición de desgaste de rodilla. Para evaluar el desgaste de materiales como para el par de la aleación CrCoMo (Cromo-Cobalto-Molibdeno) del componente femoral y el inserto polietileno de peso molecular.

Para la manufactura de la máquina de medición de desgaste de rodilla se requieren obtener datos de medición de desgaste de rodilla con ciertos criterios de movimiento en los cuales se analizara el plano cartesiano y de acuerdo al ciclo de la marcha de una persona promedio tomando en cuenta la anatomía de la rodilla, la cual será una parte fija simulando la tibia y la parte móvil que será el fémur, realizar una simulación al diseño del mecanismo previo y de esta manera confirmar que nuestro prototipo sea funcional y por consiguiente proceder a la realización de los cálculos y diagramas de esfuerzos de los puntos críticos para poder hacer la planificación apropiada de los materiales necesarios, cantidades y accesorios a utilizar. Posteriormente proceder a la manufactura y ensamblaje de los elementos de la máquina.

Introducción:

Las actividades diarias y los esfuerzos realizados durante el tiempo marcan un desgaste degenerativo causando un desgaste del cartílago de la rodilla el cual es un síntoma inequívoco de un proceso de degeneración y desgaste progresivo que sufre una articulación del cuerpo humano tan expuesta a la sobrecarga de los movimientos y actividades.

En esta articulación se produce, de forma más clara que en otras articulaciones, un proceso de cambio y degeneración de sus componentes por el mero hecho de su utilización. Por lo que se ha planeado desarrollar un prototipo de máquina de desgaste de rodilla.

Este proyecto se enfoca a estudiar el desgaste de las prótesis para rodilla con el fin de, generar un dispositivo que permita simular la marcha humana de la manera más natural posible y obtener avances para contribuya a solucionar uno de los problemas principales en prótesis, el mantener la máxima longevidad posible del implante, con el cual se reducirán costos por cirugía de revisión con el consecuente impacto económico para las instituciones que

realizan esta operación, así como el impacto psicológico que tienen sobre el paciente dándole una mejor calidad de vida.

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



Para la manufactura de la máquina de desgaste de rodilla se tiene que observar primeramente el diseño del mecanismo para ver si se tiene los materiales que pide el diseño, con las especificaciones adecuadas, ver que la simulación sea correcta, para que nuestro mecanismo sea funcional y para así proceder a la realización de la manufactura del mecanismo.

También debemos de tomar medidas de la prótesis ya que esta estará sujeta por nuestro mecanismo, el material seleccionado deberá de soportar las diversas cargas y movimientos a los que sea sometido sin afectar a la prótesis.

Con el fin de evaluar el desgaste de materiales para la fabricación de prótesis de rodilla, el cual constituye uno de los principales problemas de estos implantes, se ha desarrollado un simulador que aplica sobre probetas de dichos materiales cargas y desplazamientos semejantes a los que soporta la prótesis una vez implantada.

Como la pareja de materiales CrCoMo de ultra alto peso molecular es la más extendida en la fabricación de este tipo de prótesis, se ha ensayado en el simulador un tratamiento de implantación enfocada a esta aleación de materiales.

Componentes

- Componente femoral

Esta parte de la prótesis de rodilla es la que se sustituye parte del fémur. El componente femoral tiene la misma forma que el fémur y dependiendo del tipo de prótesis de rodilla, total o parcial, puede tener forma bilobulada (dos lóbulos) o tener sólo un lóbulo. Para anclar los diferentes componentes de la prótesis de rodilla al hueso, se puede optar por hacer uso del cemento óseo o no, dependiendo de la calidad del hueso del paciente.



- Componente tibial

Como su nombre indica, este componente es el que va anclado a la tibia. Esta prótesis tiene forma plana y en el caso de que la prótesis sea total, este componente alberga las dos prominencias resultantes de la parte femoral de la prótesis en dos concavidades situadas en la parte superior del componente tibial. A este componente se le ancla un platillo de polietileno de alta densidad, que es la parte que estará en contacto con la parte metálica del componente femoral, haciendo la función del menisco.

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

- Componente rotuliano

Este componente de la prótesis de rodilla es el que se implanta en la rótula y no siempre es necesario. En muchos casos simplemente se limpia para adaptarla y encajarla a la nueva prótesis.

Este componente está formado por una parte metálica que está en contacto con el hueso de la rótula y una parte de polietileno de superficie lisa (para permitir el deslizamiento) que se encuentra en contacto con el componente femoral. Esta implantación no siempre es necesaria y depende tanto del grado de deterioro de la rótula como del criterio del cirujano.

- Materiales

Los materiales usados en la fabricación de las prótesis de rodilla no han variado de forma sustancial respecto a los que se usaban hace 15-20 años. A lo largo del desarrollo de esta técnica quirúrgica se han ido probando y descartando teorías que combinaban principios químicos y físicos en busca de los mejores materiales para conformar cualquier prótesis de rodilla, pero los usos de muchos de ellos se han ido desechando por problemas de durabilidad y funcionalidad principalmente.

De forma general podemos predeterminedar un tipo de material predefinido para cada uno de los componentes que conforman la prótesis de rodilla:

- Superficies articulares de la rodilla: Vitallium (mezcla de un 30% de cromo, un 7% de molibdeno y una mezcla de cobalto, níquel y otros materiales...).
- Componente femoral de la prótesis de rodilla se suelen utilizar 2 tipos de elementos: una super-aleación de cobalto o una aleación de titanio conocida como Ti6Al4V.
- Componente tibial de la prótesis de rodilla: principalmente la aleación cromo-cobalto, seguida por la aleación de titanio comentada previamente.
- Inserto: polietileno como mezcla de componentes plásticos de elevada resistencia que confiere la posibilidad de flexión, extensión y rotación del componente femoral sobre el tibial.

Independientemente de la clasificación de los materiales y de las generalidades comentadas anteriormente hay que comentar y recordar que existen una gran cantidad de tipos distintos de prótesis de rodilla de titanio y de otros componentes en el mercado. Estos tipos distintos de prótesis de rodilla varían y se adaptan a las necesidades de cada paciente, a la patología subyacente como causa determinante de la degeneración de la articulación y del estado de los elementos óseos sobre los cuales va a descansar dicha prótesis de rodilla.

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

- Manufactura de la máquina

La máquina se diseñará y manufacturará, consta principalmente de los siguientes mecanismos:

- a) Carga.
- b) Soporte.
- c) Generación de trayectoria.
- d) Motriz.
- e) Deposición.

-Mecanismo de carga. Con este sistema, se suministrará el ángulo y la carga de acuerdo con la Norma ISO/FDS14, entre la cabeza femoral y la tibia.

La carga aplicada, se registra mediante un sensor manufacturado con galgas extensométricas.

Las partes principales del sistema de carga, se muestran en la Figura 1 y son:

- a) Manómetro tipo Bourdon
- b) b) Actuador hidráulico
- c) c) Sensor de carga
- d) d) Copa femoral
- e) e) Estructura. **(Figura 4.1)**



Figura 4.1

VIII

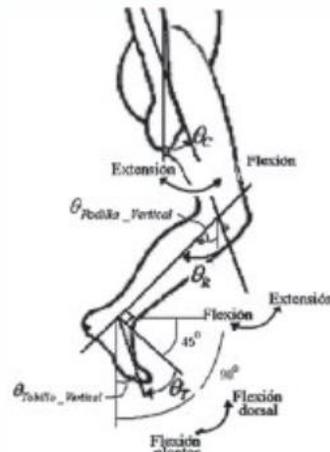
CONGRESO
NACIONAL DE
TECNOLOGÍA
APLICADA A
CIENCIAS DE
LA SALUD15-17
JUNIO, 2017"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS
DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León

Figura 4.2

- Soporte

La función del soporte, será sostener y soportar la carga suministrada a la prótesis. Este sistema, permitirá la rotación en dos ejes perpendiculares entre sí. Las chumaceras que soportarán el aro, se fijan a la estructura general, mientras que las chumaceras que soportan la barra transversal donde se acopla la prótesis, quedan libres. Estos dos grados de libertad, en conjunto con el sistema motriz generarán la trayectoria de la prótesis durante un ciclo de marcha. El sistema también permite la rotación de la prótesis en el eje vertical. Esto se logra mediante un rodamiento y un dispositivo que se adaptará a la forma del vástago de la prótesis, el ensamble del rodamiento en la barra transversal del soporte. Con la rotación de la cabeza femoral, en combinación con los movimientos asociados a los dos grados de libertad del dispositivo de deposición, se logra recubrir el hemisferio superior de la cabeza femoral y la tibia.

Mecanismo para la generación de la trayectoria

Para generar la trayectoria que describe la prótesis durante un ciclo, se diseñó un sistema de engranes planetarios. Las dimensiones de los engranes se calculó en función de la elipse. El mecanismo para la generación de la trayectoria se compone por:

- Engrane con dientes internos "fijo".
- Engrane con dientes externos "móvil".
- Rótula o base de sujeción del extremo inferior de la prótesis.
- Trayectoria generada por los engranes.
- Soporte del engrane móvil.

-Mecanismo motriz

El sistema motriz, se calculará en función de la distribución de cargas o fuerzas. Éste constará principalmente de un motor de corriente continua de 1.5 HP, 1,800 rpm y un variador de velocidad.

-Mecanismo de deposición

El dispositivo de deposición constará principalmente de: Tornillo de ajuste de carga, transductor de fuerza y fresa de deposición. La carga entre la fresa de deposición y la cabeza femoral, se aplica en dirección vertical a través del tornillo de ajuste y se registra mediante el transductor de fuerza.

El desplazamiento de la fresa sobre el hemisferio superior de la prótesis, se logrará mediante la rotación de la base del tornillo de ajuste, que tiene como pivote el eje de centro de la cabeza femoral y la tibia.

-Máquina de desgaste y deposición por triboadhesión.

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

Conclusiones

Desacuerdo a la investigación que se realiza se determinó que el diseño de esta máquina de que mide el desgaste una prótesis de rodilla como recomendaciones a futuro se propone mejorar el sistema de manufactura, tomando en cuenta que el método elegido fue un prototipo que se ensambló de manera manual teniendo como objetivo en éste sentido reproducir el diseño y evaluar las principales problemáticas existentes en el desgaste de una prótesis de rodilla, para lograr llevar a cabo los ensayos mecánicos después de hacer simulaciones en fluidos corporales similares a los del cuerpo humano.

Si bien el campo de la Ingeniería Biomédica es joven en nuestro país hay mucho trabajo por realizar y mejorar en cuanto a su desarrollo y metodología, tanto en los procedimientos teóricos como experimentales aplicados a las ciencias aplicadas de la ingeniería, la medicina, y ambas en conjunto.

Bibliografía

[1]Gutiérrez Santacruz Cesar Billy, Tesis de Licenciatura "Análisis de falla en prótesis humanas", Facultad de Ingeniería, UNAM, 2008

[2]Morejón Alonso Lizette Mendizábal Mijares, Eduardo, Delgado García-Menocal José Ángel, Davidenko Natalia, Quiroz Farias Alicia, Miguel Ángel Olmos Gómez Miguel Ángel, Cementos óseos acrílicos modificados con hidroxiapatita. Parte I y II. Cinética de polimerización. Propiedades mecánicas estáticas y comportamiento bioactivo, Revista CENIC Ciencias Químicas, Vol. 37, No.2, 3, 2006. [Revisión Junio 2009]

[3]<http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-cirugia-ortopedica-traumatologia-129-articulo-evaluacion-del-comportamiento-materiales-protesis-13007247>

[4]http://tulesion.com/cirujanos_ortopedicosespecialista_en_protisis_de_rodilla.3php

[5]<http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-cirugia-ortopedica-traumatologia-129-articulo-evaluacion-del-comportamiento-materiales-protesis-13007247>

[6]<https://www.operarme.es/noticia/50/que-tipo-de-protisis-de-rodilla-existen-protisis-monocompartimentales/>

[7]http://tulesion.com/cirujanos_ortopedicosespecialista_en_protisis_de_rodilla.3php

[8]<http://ingemecanica.com//tutorialsemanaltutorialn110.html>