

# 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 Y DISEÑO DE "PTR"

Cecilia Beatriz Espinoza Hernández, Jose Luis González González , Saúl Roberto García Sánchez, Luis Armando Robles Salazar , Armando Vázquez Olvera , Fernando A. Rodríguez Zermeño , Jaime Macías García , Martín Roberto Pier Alvarado , Yahir Alejandro Montoya Villagrán , Arturo González Garza , Brandon Manuel Pérez B. , Octavio Garza Salas , César Orlando Moreno De Hoyos , Luis Alejandro Rodríguez Escobedo

UANL, NUEVO LEÓN.

### 1.- RESUMEN

Los seres humanos estamos expuestos a distintas lesiones, una de las más comunes es sufrir desgaste en la rodilla, esto es causado por diversos factores desde un golpe ó caída, obesidad, factores genéticos y hereditarios, entre otras cosas.

Cuando se carece de cartílago y aparece el rozamiento en la zona del fémur y la tibia se coloca una PTR, esta debe ser de material biocompatible para que la persona pueda llevar una vida cotidiana más parecida a la real.

Se desea diseñar una pieza que se acople de la mejor manera a la rodilla humana, esta no debe causar molestia alguna y por otro lado se pretende economizar en cantidad pero enriquecer en calidad, la prótesis consta de una componente para recubrir el fémur, otra para la tibia, así como un inserto de polietileno para que exista congruencia.

Las piezas están realizadas de cromo-cobalto-molibdeno y su tiempo estimado de vida va entre los 10 y 20 años.

Palabras clave: Artrosis, PTR, biocompatibilidad



# 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



## 2.- INTRODUCCIÓN

El contacto entre el inserto femoral metálico y el inserto tibial de polietileno en un reemplazo total de rodilla, resulta en una compleja distribución de esfuerzos tanto sobre la superficie como al interior del polietileno y ocurren distintos tipos de deformación.

La capa de polietileno se comprime por la acción del componente metálico, generando esfuerzos de compresión en dirección normal a la superficie del inserto. Este esfuerzo de compresión es muy grande sobre la superficie, donde el metal está en contacto con el polietileno, y el valor máximo ocurre al centro del área de contacto. La indentación del inserto metálico también causa deformación de la superficie del polietileno en dirección tangente a la superficie. Cercano al extremo del área de contacto, la superficie es estirada lo que ocasiona esfuerzos de tensión en esa zona del polietileno.

La rodilla es la articulación más grande en el cuerpo y se requieren rodillas saludables para realizar la mayoría de las actividades cotidianas.

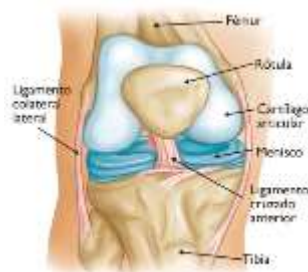
La rodilla está formada por el extremo inferior del hueso del muslo (fémur), el extremo superior de la espinilla (tibia) y la rótula. Los extremos de estos tres huesos en el lugar que se tocan están cubiertos con cartílago, una sustancia suave que protege a los huesos y les permite moverse fácilmente.

Los meniscos están ubicados entre el fémur y la tibia. Estas cuñas en forma de C actúan como "absorbedores de impacto" que acolchan la articulación.

Ligamentos largos sostienen al fémur y la tibia juntos y proveen estabilidad. Los músculos largos del muslo dan fortaleza a la rodilla.

Todas las restantes superficies de la rodilla están cubiertas por un fino revestimiento llamado membrana sinovial. Esta membrana libera un líquido que lubrica al cartílago, reduciendo la fricción prácticamente a cero en una rodilla saludable.

Normalmente, todos estos componentes trabajan en armonía. Pero la enfermedad o una lesión pueden distorsionar esta armonía, con el resultado de dolor, debilidad muscular y reducción de la función



# 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



### 3.-OBJETIVO

Los objetivos particulares de este trabajo son:

- Tratar de optimizar en cuanto a material para la realización de la prótesis.
- Mejorar el diseño de la misma.
- Comparar los resultados geométricos.



### 4.-CUANDO ES RECOMENDABLE EL REEMPLAZO

Hay cuatro pasos básicos para un procedimiento de reemplazo de la rodilla.

- Preparación del hueso: Las superficies del cartílago dañado en los extremos del fémur y la tibia se remueven junto con una pequeña cantidad del hueso subyacente.
- Posicionamiento de los implantes de metal: El cartílago y el hueso removidos son reemplazados con



# 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



- componentes metálicos que recrean la superficie de la articulación. Estas partes de metal puede ser cementadas o "calzadas a presión" en el hueso.
- Resuperficialización de la rótula: La superficie debajo de la rótula se corta y se resuperficializa con un botón de plástico. Algunos cirujanos no resuperficializan la rótula, según el caso.
- Inserción de un espaciador: Un espaciador plástico de uso médico se inserta entre los componentes de metal para crear una superficie de deslizamiento suave.

## 5.- DESCRIPCION DEL SISTEMA

En el presente trabajo se estudia el implante de polietileno de una prótesis de rodilla ultracongruente que está formada además por la componente femoral y por la componente tibial, ambas fabricadas en aleación de Cr-Co, como puede observarse en la figura siguiente.



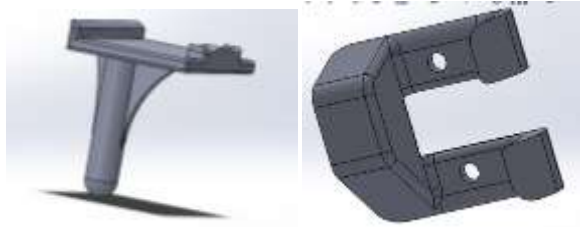


# VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

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



## 6.- MATERIALES Y TABLAS

Los biomateriales son aptos para permanecer temporal o definitivamente dentro del cuerpo humano, sin que produzca biotoxicidad.

En el caso de el remplazo de articulaciones, como la cadera y la rodilla se utilizan materiales Titanio

Aleaciones TI- AL-V

Acero inoxidable

Polietileno (PE)

Las características principales de estos materiales son:

Biocompatibilidad, Bioinercia, Bioactividad

Los materiales que se consideran implantables se muestran en al siguiente tabla.

MATERIAL	COMPOSICIÓN	CONDICIÓN
Ac. Inox. Austenítico AISI 316	Fe-18Cr-14Ni- 2Mn	Forjado
AISI 316 LVM	Fe-21Cr-10Ni- 4Mn-3Mo-0.5N	Forjado
Aleaciones Cromo-Cobalto	Co-28Cr-6Mo Co-28Cr-6Mo Co-35Ni-20Cr- 10Mo	Culada Forjado Fundición Forjado
Titanio comercialmente puro	Ti (> 99.9%)	Forjado
Aleaciones de Titanio	Ti-6Al-4V Ti-3Al-2.5V Ti-6Al-7Nb	Forjado Forjado Forjado

Fuente: Metales y aleaciones para la sustitución de tejidos duros

Las características principales de estos materiales son:

Biocompatibilidad

Se denomina a la capacidad del material para ser usado en alguna aplicación específica dentro del cuerpo humano sin que este reaccione de manera inadecuada y detecte a la prótesis como cuerpo extraño activando las diferentes líneas de defensa del organismo es decir que los anticuerpos no reaccionan a la presencia de este en contacto con los tejidos receptores.

Bioinercia



# 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



Es la capacidad de un biomaterial de no provocar reacción alguna en los tejidos vivos circundantes después de su implantación en el organismo. Cabe recalcar que ciertos casos puede presentarse una mínima respuesta inmunológica de tipo inflamatoria.

### Bioactividad

En algunos casos, los biomateriales tienen la capacidad de estimular o provocar una acción biológica en tejido receptor. Es así, que un material bioactivo provoca una respuesta biológica específica en su relación con los tejidos favoreciendo así su integración

Los tipos de estos Biomateriales son muy variados, por ejemplo:

### Biometales

Los metales se utilizan en muchas situaciones biomédicas, mismas que en muchas aplicaciones son muy específicas como es el caso de sustituir tejidos dañados o defectuosos con el fin de restablecer una función.

Los principales materiales metálicos utilizados para aplicaciones clínicas como implantes están basados en aleaciones de hierro, cobalto y titanio.

Los elementos de aleación ayudan a las propiedades mecánicas del material aleado ya que si usáramos estos materiales en estado puro el resultado sería mejor pero no es así ya que estos materiales en estado puro son considerados tóxicos, pero en cantidades adecuadas no lo son por ejemplo es el caso del cobalto, el níquel o el vanadio

Los materiales que se consideran implantables se muestran en al siguiente tabla.

Módulo de Young (MPa)	Coficiente de Poisson
940	0.46

Propiedades mecánicas del polietileno.

Tensión (MPa)	Deformación plástica
13.774	0
21.740	0.0401
26.265	.152

Tensión -Deformación



# 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



## Las aleaciones de Cromo-Cobalto

Tienen mejor resistencia a la corrosión que los aceros inoxidable por lo que son utilizadas para prótesis que tengan contacto con tejidos vivos a largo plazo. Y ya que combina una buena resistencia a la corrosión a largo plazo y dureza, con frecuencia se las usa en dispositivos de sujeción permanente y en componentes de reemplazo de articulaciones

Estas aleaciones como biometales se pueden dividir en dos tipos: la aleación moldeable Co-Cr-Mo y las aleaciones forjadas Co-Ni-Cr-Mo.

En aleaciones cobalto – cromo se añade Molibdeno para producir un grano más pequeño mismo que produce mayor resistencia después de ser moldeado o forjado.

## Aleaciones de titanio

La aleación que más se utiliza en aplicaciones ortopédicas es Ti-6 Al-4 V (F1472), debido a su biocompatibilidad, resistencia a la corrosión en ambientes biológicos y resistencia mecánica por esto se la utiliza como el reemplazo de articulaciones completa

## Nitruro de silicio

El nitruro de silicio es el material dominante para los usos de la cerámica estructurales en ambientes de alta tensión mecánica y térmica. El nitruro de silicio también es un material cerámico con características extraordinarias como un material biológico y es sumamente bien tolerado por el organismo biológico. Además, el material tiene un alto coeficiente de desgaste, es decir posee una alta resistencia al desgaste. En comparación con otras cerámicas, el nitruro de silicio tiene excelentes características como un material de prótesis para la implantación.

## Alumina

El óxido de aluminio se usado desde hace algunos años en reemplazo del polietileno en artroplastia de cadera ya que es un material con alta resistencia a la fricción [13]. Las características que hacen de este material adecuado para el reemplazo de cadera es la excelente resistencia a la corrosión, alta resistencia al desgaste, alta solidez y la biocompatibilidad



# 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



Tabla de logaritmo de vida.

MATERIAL	LOGARITMO DE VIDA		
	3 instantes ( $10^6$ - $10^7$ - $10^8$ )	4 instantes ( $10^6$ - $10^7$ - $10^8$ )	5 instantes ( $10^6$ - $10^7$ - $10^8$ )
Control	3.51	3.16	Vida infinita
Templado	3.83	3.84	Vida infinita
50 kGy	2.83	4.15	6.40
100 kGy	3.38	4.76	6.50
200 kGy	4.33	5.62	Vida infinita

Lo que se ve es que el material que tiene un peor comportamiento es el que tiene una densidad de 50 kGy y hubo tres materiales que tuvieron vida infinita en los tres instantes y ya de cuatro y cinco instantes ya no tuvieron vida infinita y el material de mejor comportamiento de mi punto de vista el que agarraría para cuatro instantes sería el material templado y para cinco instantes sería el de densidad de 200kGy.

## 7.- CONCLUSION

En este trabajo se dejó en claro la propuesta de diseño de la prótesis con cierta optimización, se expuso el material en términos de vida de uso de acuerdo a la fatiga a la que se ve sometido. El principal objetivo de este trabajo ha sido desarrollar una metodología y un procedimiento que incluya en el diseño de prótesis de rodilla una fase de estimación de vida a fatiga, este estudio se ha simplificado el movimiento de la articulación considerando

exclusivamente posiciones discretas y simplificando las cargas que en la realidad se producen en el inserto de polietileno. Cuanto menor es el ángulo mayor es la estimación de vida a fatiga. Hay que remarcar además que siempre se están considerando situaciones normales de marcha aunque hay otras situaciones como subir o bajar cuestas, subir o bajar escaleras, correr, etc. que también habrá que tener en cuenta a la hora de conseguir resultados fiables. Finalmente, no se puede olvidar en el proceso de diseño la poca robustez que presentan las propiedades del material en cualquiera de las opciones analizadas, así, variaciones pequeñas en términos de tensión producirán grandes diferencias en términos de vida.