

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



Profesor Patrocinante:

Dr. Emilio Dufeu D.

Informe de Memoria de Título
para optar al título de:

Ingeniero Civil Biomédico

**Estudio biomecánico aplicado a artroplastía total de
rodilla para evaluación de esfuerzos**

Concepción, Enero de 2014

Enero 2014

Gonzalo Andrés Sepúlveda Aguayo

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Profesor Patrocinante:
Dr. Emilio Dufeu D.

Estudio biomecánico aplicado a artroplastía total de rodilla para evaluación de esfuerzos

Gonzalo Andrés Sepúlveda Aguayo

Informe de Memoria de Título
para optar al Título de

Ingeniero Civil Biomédico

Enero 2014

Resumen

La principal motivación para realizar el presente trabajo, se debe a que la población actual se encuentra en vías de envejecimiento, en donde las personas presentan algún grado de complicación en sus rodillas y otras articulaciones.

Particularmente en mi caso, existe deterioro de la articulación, ya habiendo sido intervenido quirúrgicamente, lo que es poco común para personas de mi edad, por lo que una mayor comprensión de la artroplastía total de rodilla es necesaria para todo aquel que se encuentra en esta situación.

En el presente documento se expone el estudio biomecánico aplicado a artroplastía total de rodilla, donde el procedimiento quirúrgico, consiste en el reemplazo total de la articulación femoro-tibial (rodilla) por una prótesis de tres compartimientos.

El objetivo general planteado, consiste en determinar la distribución de esfuerzo mecánico en los segmentos de hueso próximos a la prótesis.

Para cumplir con lo propuesto, se estudian inicialmente todos los aspectos que guardan relación con las características físicas de la persona, es decir, estatura, masa y fuerzas musculares involucradas, de manera de comprender las cargas que actúan en la articulación.

Seguidamente, se procede al diseño de los segmentos de hueso, como de la prótesis tricompartmental en el programa CATIA V5 r18. Dicha labor es realizada en base a imágenes de resonancia magnética, las cuáles son usadas en la reconstrucción de los segmentos de hueso, junto con imágenes y patentes parcialmente disponibles, para lograr el diseño de las piezas de la prótesis.

Finalmente mediante la aplicación del Método de elementos finitos, se simula el comportamiento de la prótesis y de los huesos aledaños, sometidos a cuatro condiciones diferentes. En donde se modifican las características óseas de los segmentos de hueso, manteniendo las propiedades mecánicas en las piezas de la prótesis.

Como conclusión se menciona la importancia de evitar la sobrecarga de la articulación debido a la masa del paciente, además del rol que desempeña la densidad ósea, ya que, en la medida que los huesos son menos densos, si bien se observan menores valores de esfuerzos en las proximidades de la prótesis, se aprecian mayores desplazamientos de los segmentos completos de hueso, de forma que se incrementa la posibilidad de fractura en su totalidad.

Tabla de Contenidos

LISTA DE TABLAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
ABREVIACIONES.....	X
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.2. TRABAJOS PREVIOS	2
1.2.1 Estudios sistémicos de rodilla.....	2
1.2.2 Experimentación y simulación	4
1.2.3 Discusión	7
1.3. HIPÓTESIS DE TRABAJO	7
1.4. OBJETIVOS	8
1.4.1 Objetivo General	8
1.4.2 Objetivos Específicos.....	8
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES	8
1.6. TEMARIO	8
CAPÍTULO 2. TIPOS DE PRÓTESIS	10
2.1. INTRODUCCIÓN	10
2.2. CLASIFICACIÓN	10
2.2.1 Prótesis unicompartimental y Bicompartimental.....	10
2.2.2 Prótesis de bisagras.....	11
2.2.3 Prótesis femoro-Patelar.....	12
2.2.4 Prótesis Tricompartimental	13
2.3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	15
CAPÍTULO 3. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES	16
3.1. INTRODUCCIÓN	16
3.2. BIOMATERIALES CERÁMICOS	16
3.3. BIOMATERIALES POLIMÉRICOS.....	17
3.4. BIOMATERIALES METÁLICOS	18
3.4.1 Aleaciones Cromo-Cobalto.....	20
3.4.2 Aleaciones de Titanio	21
3.5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	23
CAPÍTULO 4. CONSIDERACIONES BIOLÓGICAS	24
4.1. INTRODUCCIÓN	24
4.2. CONSIDERACIONES ANATÓMICAS	24
4.2.1 Grado de Movilidad	24
4.2.2 Ejes de Miembro inferior	26
4.3. CENTRO DE GRAVEDAD, LONGITUDES Y FUERZAS MUSCULARES	27
4.3.1 Centros de gravedad.....	28
4.3.2 Longitudes.....	28
4.3.3 Fuerzas musculares.....	29
4.4. MECÁNICA DEL HUESO	30
4.5. CÁLCULOS ESTIMATIVOS DE FUERZAS	33
4.6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	34
CAPÍTULO 5. SIMULACIÓN.....	35
5.1. METODOLOGÍA	35
5.2. PIEZAS RESULTANTES	36
5.3. ANÁLISIS DE CASOS	39

5.3.1	Caso 1: Densidad ósea alta	40
5.3.2	Caso 2: Densidad ósea promedio.....	42
5.3.3	Caso 3: Densidad ósea baja	44
5.3.4	Caso 4: Fuerza aplicada a 45°.....	46
5.4.	RESULTADOS OBTENIDOS	48
5.4.1	Segmento de Fémur	48
5.4.2	Segmento de Tibia.....	49
5.5.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	50
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES		51
6.1.	SUMARIO	51
6.2.	CONCLUSIONES	52
6.3.	TRABAJO FUTURO	53
BIBLIOGRAFÍA		54
ANEXO A. CÁLCULO SOBRE RODILLA		57
ANEXO B. DETALLES DE SIMULACIÓN		59
B.1.	DETALLES CASO 1: FÉMUR	59
B.2.	DETALLES CASO 1: TIBIA	60
B.3.	DETALLES CASO 2: FÉMUR	61
B.4.	DETALLES CASO 2: TIBIA	62
B.5.	DETALLES CASO 3: FÉMUR	63
B.6.	DETALLES CASO 3: TIBIA	64
B.7.	DETALLES CASO 4: FÉMUR	65
B.8.	DETALLES CASO 4: TIBIA	66

