Índice

1.- Objetivo y alcance ........................................................................................................... 10

2.- El sistema óseo ............................................................................................................ 12

2.1 Funciones óseas ........................................................................................................... 14

2.2 Composición y estructura ósea .................................................................................. 15

2.3 La articulación de la rodilla ....................................................................................... 16

2.3.1 El fémur .................................................................................................................. 18

2.3.2 La tibia y el peroné ................................................................................................ 20

2.3.3 La rótula ................................................................................................................ 21

2.3.4 Los meniscos ....................................................................................................... 22

2.3.5 Los ligamentos .................................................................................................... 24

2.4 Enfermedades de la rodilla .................................................................................... 24

2.4.1 Artritis reumatoide ............................................................................................... 25

2.4.1.1 Definición ........................................................................................................ 25

2.4.1.2 Causas de la artritis reumatoide ...................................................................... 26

2.4.1.3 Síntomas de la artritis reumatoide .................................................................. 27

2.4.1.4 Diagnóstico de la artritis reumatoide .............................................................. 27

2.4.1.5 Tratamiento de la artritis reumatoide ............................................................ 28

2.4.2 Artrosis ................................................................................................................ 30

2.4.2.1 Definición ........................................................................................................ 30

2.4.2.1.1 Articulación normal ................................................................................. 31

2.4.2.1.2 Articulación artrósica .............................................................................. 32

2.4.2.2 Causas de la artrosis ..................................................................................... 32

2.4.2.2.1 Envejecimiento ....................................................................................... 33

2.4.2.2.2 Herencia .................................................................................................. 33

2.4.2.2.3 Obesidad ................................................................................................. 33

2.4.2.2.4 Trastornos por sobrecarga ....................................................................... 33

2.4.2.2.5 Lesiones locales ...................................................................................... 33

2.4.2.2.6 Exceso de uso ........................................................................................ 33

2.4.2.3 Síntomas de la artrosis ................................................................................ 34

2.4.2.4 Diagnóstico de la artrosis ............................................................................. 34

2.4.2.4.1 Aspiración del líquido articular ................................................................. 34

2.4.2.4.2 Radiografías ............................................................................................. 34

2.4.2.4.3 Análisis de sangre ................................................................................... 35

2.4.2.5 Tratamiento de la artrosis .......................................................................... 35

2.4.2.5.1 Tratamientos con calor y frío ................................................................. 36

2.4.2.5.2 Medicamentos ......................................................................................... 36

2.4.3 Gonartrosis ...................................................................................................... 36

2.4.3.1 Definición ..................................................................................................... 36
3.- Biomecánica de la rodilla

3.1 Fundamentos de física para la biomecánica articular .................................................. 42
3.2 Factores que afectan a la elasticidad y la resistencia de los materiales biológicos......... 43
3.3 Funcionamiento de la rodilla .......................................................................................... 44
  3.3.1 La estabilidad de la rodilla ..................................................................................... 49
3.4 Biomecánica de la rodilla ............................................................................................... 54
  3.4.1 Geometría de las superficies articulares y propiedades mecánicas del cartílago
      articular de la rodilla y los meniscos ................................................................. 56
    3.4.1.1 Geometría de las superficies articulares ........................................................ 56
    3.4.1.2 Propiedades mecánicas del cartílago articular de la rodilla ............................. 59
    3.4.1.3 Propiedades mecánicas y funcionamiento del menisco ..................................... 59
3.5 Cinemática de la rodilla ................................................................................................. 61
  3.5.1 Articulación femoro-tibial ....................................................................................... 61
  3.5.2 Articulación femoro-patelar .................................................................................... 72
3.6 Cinética de la rodilla ...................................................................................................... 74
  3.6.1 Articulación femoro-tibial ....................................................................................... 75
  3.6.2 Articulación femoro-patelar .................................................................................... 83
3.7 Estudio de las solicitaciones mecánicas que soportan las estructuras de la rodilla ...... 89
  3.7.1 Modelos analíticos de las articulaciones ............................................................... 90
  3.7.2 Representación de las superficies articulares y áreas de contacto ......................... 92

4.- La artroplastia de rodilla

4.1 Objetivos de la artroplastia de rodilla .......................................................................... 96
4.2 Tipos de prótesis ........................................................................................................... 96
  4.2.1 Prótesis unicompartimental .................................................................................. 97
  4.2.1.1 Tipos de prótesis unicompartimental ............................................................... 98
  4.2.2 Prótesis bicompartimental .................................................................................. 99
  4.2.3 Prótesis de charnela o bisagra (Constrained) ....................................................... 100
  4.2.4 Prótesis tricompartimental o total ...................................................................... 102
    4.2.4.1 Historia de las prótesis totales ....................................................................... 102
  4.2.4.2 Tipos de prótesis totales ................................................................................ 103
    4.2.4.2.1 Prótesis totales con y sin sustitución del ligamento cruzado posterior ....... 103
    4.2.4.2.2 Prótesis total de meniscos móviles ............................................................. 107
4.2.4.3 Elementos de las prótesis totales ............................................................... 107
  4.2.4.3.1 Componente femoral .................................................................................107
    4.2.4.3.1.1 La superficie articular del componente femoral .................................109
    4.2.4.3.1.2 Diseño femoral y sustitución del ligamento cruzado posterior .............110
    4.2.4.3.1.3 La superficie de fijación del componente femoral .............................110
  4.2.4.3.2 Componente tibial .....................................................................................111
    4.2.4.3.2.1 La superficie articular del componente tibial .......................................111
    4.2.4.3.2.2 Los meniscos móviles ......................................................................113
    4.2.4.3.2.3 La superficie de fijación del componente tibial .................................114
  4.2.4.3.3 Componente patelar ..................................................................................117
    4.2.4.3.3.1 La superficie articular del componente patelar ..................................118
    4.2.4.3.3.2 La superficie de fijación del componente patelar ...............................120

4.3 Fijación de las prótesis ............................................................................................ 121
  4.3.1 Superficies porosas ..................................................................................... 121
  4.3.2 Hydroxiapatita ............................................................................................ 123
  4.3.3 El cemento óseo acrílico (PMMA) ............................................................... 125
  4.3.4 El componente tibial................................................................................... 125
  4.3.5 El componente femoral................................................................................ 126
  4.3.6 El componente patelar................................................................................. 128

4.4 Cirugía de la artroplastia total de rodilla .............................................................. 130
  4.4.1 Instrumental quirúrgico ............................................................................... 130
  4.4.2 Técnica quirúrgica....................................................................................... 132
    4.4.2.1 Cortes a realizar ....................................................................................... 132
    4.4.2.2 El acceso ................................................................................................. 132
    4.4.2.3 La operación ............................................................................................ 133

5.- Biomateriales en las prótesis de rodilla ................................................................ 144
  5.1 Biomateriales metálicos..................................................................................... 145
    5.1.1 Aleaciones de titanio ................................................................................... 145
      5.1.1.1 Aleación Ti-6Al-4V .................................................................................. 148
    5.1.2 Aleaciones de cromo-cobalto .................................................................... 153
      5.1.2.1 Aleaciones CrCoMo (ASTM F75) (Vitallium®) ...................................... 153
      5.1.2.1 Aleaciones CoNiCrMo (ASTM F562) ....................................................... 154
  5.2 Biomateriales cerámicos .................................................................................. 155
    5.2.1 Hidroxiapatita (HA): Ca10(PO4)6(OH)2 ....................................................... 155
  5.3 Biomateriales poliméricos ................................................................................ 156
    5.3.1 polietileno de ultra alta densidad (PUAD) ................................................... 157
      5.3.1.1 Propiedades materiales del polietileno .................................................... 158
      5.3.1.2 Desgaste del polietileno ........................................................................ 160
    5.3.2 Cemento óseo acrílico (PMMA) ................................................................. 161
5.3.2.1 El activador: N, N-DIMETIL-P-TOLUIDINA (DMPT) ........................................ 163
5.3.2.2 El polímero .................................................................................................. 164
5.3.2.3 El material radio-opaco .............................................................................. 164
5.3.2.4 Los antibióticos ......................................................................................... 164
  5.3.2.4.1 Calidad del antibiótico .......................................................................... 165
  5.3.2.4.2 Termoestabilidad del antibiótico .............................................................. 165
  5.3.2.4.3 Distribución homogénea del antibiótico en el polímero ......................... 166
  5.3.2.4.4 Características de difusión del antibiótico ................................................ 166
  5.3.2.4.5 Mezclado del cemento .......................................................................... 166
  5.3.2.4.6 Superficie del cemento ........................................................................... 166
5.3.2.5 clasificación de los cementos ..................................................................... 166

6.- Diseño de las prótesis de rodilla ................................................................. 168
6.1 Principios para el diseño de una prótesis de rodilla ........................................... 169
6.2 Biomecánica de las sustituciones de rodilla ...................................................... 169
6.3 Factores de diseño .......................................................................................... 171
  6.3.1 Diseño de las superficies protésicas ............................................................... 172
  6.3.2 Tensiones sobre el componente tibial ............................................................ 179
    6.3.2.1 Tensiones generadas por el contacto articular ............................................. 180
    6.3.2.2 Tensiones en la interfase hueso-implante ................................................... 183
    6.3.2.3 Fijación .................................................................................................... 186

7.- Proceso de fabricación de una prótesis de rodilla ........................................... 193
7.1 Descripción de la prótesis a fabricar ................................................................. 194
7.2 Componente femoral de CrCoMo ..................................................................... 195
  7.2.1 Esquema del proceso de fabricación del componente femoral .................... 196
  7.2.2 Moldeo a la cera perdida ............................................................................. 197
  7.2.3 Esmerilado .................................................................................................. 198
    7.2.3.1 La rueda de esmeril ............................................................................... 199
  7.2.4 Proyección de partículas abrasivas ............................................................... 200
  7.2.5 Pulido por suspensión acuosa de partículas abrasivas ................................. 201
  7.2.6 Esterilizado .................................................................................................. 201
    7.2.6.1 Método de esterilización por óxido de etileno (ETO) ................................. 201
7.3 Plato tibial de Ti-6Al-4V ................................................................................. 203
  7.3.1 Esquema del proceso de fabricación del platillo tibial.................................. 204
  7.3.2 Aleaciones de titanio ...................................................................................... 205
    7.3.2.1 Extracción .................................................................................................. 205
    7.3.2.2 Espumas de titanio ................................................................................. 205
    7.3.2.3 Fundición del titanio ............................................................................... 205
    7.3.2.4 Fabricación de productos semi-elaborados ............................................... 207
7.3.3 Forjado del titanio
7.3.4 Tratamiento térmico relajación de tensiones y recocido
7.3.5 Chorreado del titanio
7.4 Inserción de polietileno (Componente tibial y patelar)
7.4.1 Producción del polietileno
7.4.2 Esquema del proceso de fabricación del inserto de polietileno (tanto en tibial como el patelar)
7.4.3 Moldeo por inyección
7.4.4 Esterilización del polietileno
7.5 Vástago de titanio
7.5.1 Esquema del proceso de fabricación del vástagos
7.6 Marcado
7.7 Empaquetado
7.8 Cemento óseo
7.8.1 Mezclado
7.8.2 Esterilizado
7.8.3 Condiciones de almacenaje y manejo
7.8.4 El cemento óseo y la FDA

8- Normativa de biomateriales, nomenclatura y procesos de fabricación para las prótesis de rodilla 222
8.1 ISO
8.2 ASTM
8.3 UNE

9- Conclusiones 230

10.- Glosario 233

11.- Referencias 236

12.- Bibliografía 239
12.1 Bibliografía básica
12.2 Links
12.2.1 Arthroplastia de rodilla
12.2.2 Anatomía
12.2.3 Fabricantes y distribuidores ................................................................. 241
12.3 Revistas ........................................................................................................ 243

Anexos

A – Artículos de simposiums y de revistas
B – Páginas web y artículos de revistas electrónicas
C – Catálogos, tríptico y autorización.
D – Material Bibliográfico
E – Vídeo de una artroplastia de rodilla.