



FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

GRADO EN MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Resultados clínico-radiológicos en fracturas
periprotésicas de rodilla**

Clinical-radiological findings in periprosthetic
knee fractures

Autor: D. Gonzalo Gómez Gómez

Director/es: Dña. María Isabel Pérez Núñez

Santander, Junio 2017

ABREVIATURAS

- **IMC:** Índice de masa corporal.
- **LCP:** Ligamento cruzado posterior.
- **HUMV:** Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.
- **ATR:** Artroplastia total de rodilla.
- **PTR:** Prótesis total de rodilla.
- **PTC:** Prótesis total de cadera.
- **Ca:** Calcio.
- **mg:** Miligramos.
- **AP:** Antero-posterior.
- **MIPO:** Minimally invasive plate osteosynthesis.
- **LISS:** Less invasive stabilization system.
- **n:** Número de valores.
- **p:** Nivel de probabilidad.
- **IQ:** Intervención quirúrgica.
- **TAC:** Tomografía axial computarizada.
- **DM:** Diabetes mellitus.
- **ICH:** International Conference on Harmonisation.

ÍNDICE

RESUMEN/ABSTRACT	3
1. INTRODUCCIÓN	5
2. HIPÓTESIS.....	24
3. OBJETIVOS.....	24
4. JUSTIFICACIÓN.....	24
5. MATERIAL Y MÉTODOS	25
5.1 Análisis estadístico.....	27
5.2 Casos clínicos.....	28
6. RESULTADOS	30
6.1 Limitaciones del estudio.....	35
7. DISCUSIÓN	36
8. CONCLUSIONES	40
9. FINANCIACIÓN.....	40
10. CONSIDERACIONES ÉTICAS	40
AGRADECIMIENTOS.....	39
BIBLIOGRAFÍA	40

RESUMEN

La fractura periprotésica de rodilla, es una patología poco frecuente, pero en las últimas décadas se ha objetivado un claro aumento de su incidencia. Se debe al mayor número de personas con PTR y al aumento de edad y enfermedades de base que padecen los pacientes con este tipo de fracturas. En la mayoría de los casos requieren tratamiento quirúrgico, en donde la técnica MIPO y las placas LISS, han supuesto un avance en cuanto a los resultados obtenidos. El objetivo de este trabajo es evaluar los resultados clínico-radiológicos en las fracturas periprotésicas de rodilla.

Métodos: Se estudian retrospectivamente, desde enero del 2005 hasta enero de 2017, 43 pacientes con fracturas femorales distales sobre una prótesis total de rodilla, durante un tiempo medio de 40 meses (6,2-132,5). Se incluyen en el estudio fracturas periprotésicas tipo I y II según la clasificación de Rorabeck y Taylor. Se evalúa: edad, sexo, IMC, tipo de fractura, antecedentes personales (osteoporosis, diabetes, arteriopatía y consumo de tabaco), resultados postoperatorios (alineamiento y movilidad), técnica quirúrgica (tiempo de descarga, técnica abierta o percutánea, nº de orificios de la placa LISS) y complicaciones (pseudoartrosis, infecciones). Se realiza un análisis estadístico con el software SPSS 19.0 para estudiar la relación de los factores que están relacionados con la presencia de pseudoartrosis postquirúrgica.

Resultados: Se estudian 43 pacientes (40 mujeres; 3 hombres) con un rango medio de edad de 78 años (57-93) y con un IMC medio de 33 (25-44). No se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos CON y SIN pseudoartrosis respecto a la edad ($p=0,984$) o el IMC ($p=0,591$). El 81,4% de las fracturas son tipo II, 35 casos, siendo de tipo I los 8 casos restantes. Los antecedentes personales encontrados fueron 19 casos de osteoporosis, 15 de diabetes, 9 de arteriopatía y tan solo 3 de fumadores. No se encontró relación estadística entre estos antecedentes personales y la pseudoartrosis, siendo en todos los casos $P>0,05$. En el 83,7% de los pacientes ($n=36$) se utiliza una técnica quirúrgica MIPO, sin relación estadísticamente significativa respecto a la presencia de pseudoartrosis ($p=0,354$) y en 29 de los 43 pacientes de la muestra, se utilizó una placa larga (11 o 13 orificios), en la que tampoco existe relación en relación a la pseudoartrosis ($p=0,434$).

Se obtienen buenos resultados postquirúrgicos en el 90,7% de los pacientes ($n=39$). Tan solo en el 9,3 % restante ($n=4$), no se obtiene consolidación de la fractura con la primera IQ, y requirieron de una segunda IQ con aporte de injerto y nuevo material de osteosíntesis. Existe un caso de alineamiento con valgo excesivo (15°), siendo la alineación media de $5,9^\circ$. El rango de movilidad de rodilla se mantuvo en $0-90^\circ$ en el 100% de los casos ($n=43$).

Conclusiones: Las placas bloqueadas de estabilidad angular (LISS) es una técnica que presenta buenos resultados clínicos funcionales con una tasa de consolidación del 90,7% en nuestra serie. No hemos encontrado asociación estadística entre diabetes, IMC, arteriopatía, consumo de tabaco, osteoporosis y presencia de pseudoartrosis. Respecto a la técnica utilizada, no se ha encontrado relación respecto a la longitud del implante, técnica abierta o cerrada o tiempo de descarga y la presencia de pseudoartrosis.

ABSTRACT

Even though periprosthetic fracture around the knee is not a frequent pathology, the number of cases has increased significantly in the last decades. The observed trend can be explained by a rise in the occurrence of TKA combined with an increase of the average patient age and associated diseases. Additionally, the use of MIPO technique and LISS plates have led to improved results after surgical treatment, which is required in most cases. The aim of this study is to evaluate clinical-radiological results in periprosthetic knee fractures.

Methods: In a retrospective study, 43 patients with distal femoral fractures over a knee prosthesis for an average period of 40 months (6.2-132.5) from January 2005 to January 2017 are considered. Both type I and type II periprosthetic fractures are considered, according to Rorabeck and Taylor classification. Factors considered include: age, gender, BMI, fracture type, patient history (osteoporosis, diabetes, arteriopathy and smoking habits), postsurgical results (alignment and mobility), surgery details (discharge time, open or percutaneous technique, number of holes in LISS plate) and related complications (pseudoarthrosis and infections). A statistical analysis has been carried out, by means of the software SPSS 19.0, to study the relation between mentioned factors and postsurgical pseudoarthrosis.

Results: A total of 43 patients (40 women and 3 men) with a mean age of 78 years (57-93) and a mean BMI of 33 (25-44). No significant differences have been observed for the groups presenting and not presenting pseudoarthrosis with respect to age ($p=0.984$) or BMI ($p = 0.591$). Of all the cases studied, 35 (81.4%) correspond to fractures of type II while the remaining 8 cases are type I fractures. Regarding the medical history of the patients assessed, 19 cases had osteoporosis, 15 diabetes, 9 arteriopathy and 3 were smokers. No statistical correlation was found between medical history factors and pseudoarthrosis and $p>0.05$ was found in all cases. MIPO surgical procedures were used in the 83.8% of the cases ($n=36$), but a significant relation to the occurrence of pseudoarthrosis has not been found ($p=0.354$). For 29 out of the 43 patients a long plate was used (11 or 13 holes), which neither could be linked to postsurgical pseudoarthrosis ($p=0.434$).

Positive postsurgical results were found for 90.7% of the patients studied ($n=39$). Only for a 9.3% ($n=4$) of the cases, the fracture was not consolidated after the first surgical intervention and required an additional procedure with grafting and new osteosynthesis material. The average alignment was 5.9° , but one of the patients showed an excessive valgus in alignment (15°). A 0° - 90° knee mobility range was maintained in all studied cases ($n=43$).

Conclusions: LISS technique presents positive clinical results, with a consolidation rate of 90.7% on the set studied. No significant relation was found between diabetes, BMI, arteriopathy, smoking or osteoporosis and postsurgical pseudoarthrosis. Additionally, no statistical evidence was found linking the surgical procedure details (length of plate, open/ percutaneous technique and discharge time) and the occurrence of postsurgical pseudoarthrosis.

1) INTRODUCCIÓN

1) ANATOMÍA Y BIODINÁMICA DE LA RODILLA.

La articulación de la rodilla interesa al médico práctico, por ser la articulación más expuesta y menos protegida contra las lesiones mecánicas. La articulación de la rodilla es una trocleartrosis que une el fémur a la tibia y a la rótula, de modo que por su especial construcción reviste una importancia medular en el proceso de marcha, carrera y salto, a la vez que le corresponde una función estática de primer orden. La rodilla es uno de los elementos más complejos a nivel articular, aunque solo esté dotada de un solo sentido de libertad de movimiento, la flexión-extensión, aunque de manera accesoria posee un segundo sentido de libertad, la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna, que solo aparece cuando la rodilla ha sido flexionada (1).

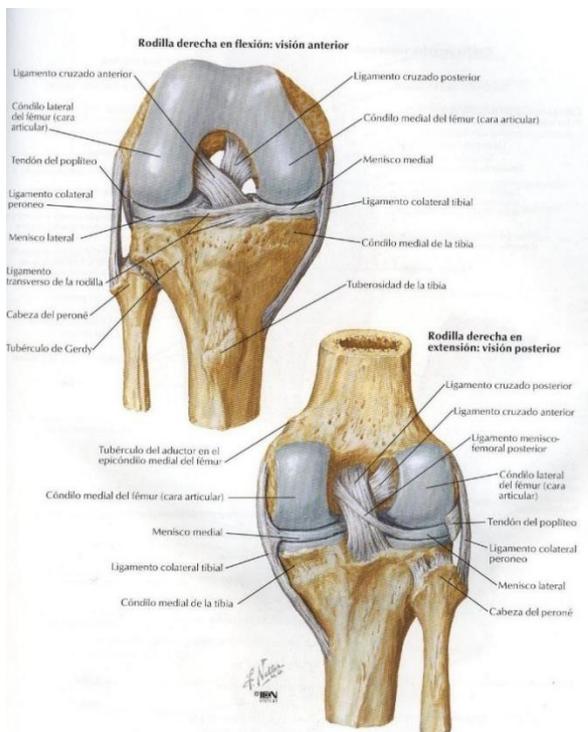


Figura 1: Ilustración de la rodilla derecha, visión anterior en flexión y visión posterior en extensión. Figura obtenida del Netter F.H. Atlas de Anatomía Humana, 2ª edición.

En la rodilla, existen elementos de vital relevancia para comprender el origen de las lesiones que se producen en esta articulación. Entre estos elementos se encuentran los meniscos, los ligamentos cruzados y el cartílago articular que tapiza toda la superficie articular de los tres huesos que forman la articulación. Es importante saber que lesiones a nivel del cartílago son crónicas debido a su pobre vascularización por lo que son las máximas responsables de los procesos artrósicos. En algunos casos, la artrosis de rodilla hace que sea necesario la implantación de prótesis articulares con todas las complicaciones que derivan de ellas, como son las fracturas periprotésicas.

2) ARTROPLASTIA DE RODILLA

Causas:

Entre las diferentes causas que pueden ocasionar la realización de una artroplastia de rodilla, podemos encontrar artritis inflamatorias (por ejemplo, la artritis reumatoide), accidentes traumáticos, neoplasias, deformidades congénitas...Pero la causa más frecuente es la artrosis de rodilla o gonartrosis, causada por el desgaste.

En pacientes con gonartrosis, el objetivo principal de la colocación de la prótesis de rodilla es mejorar el dolor, la rigidez y la movilidad de la articulación y por consiguiente la calidad de vida del paciente. A su vez se pretende que las complicaciones y revisiones de las prótesis se den lo mínimo posible.

Por lo tanto, se recomienda la realización de artroplastia total de rodilla a los pacientes que presentan criterios clínicos y radiológicos de gonartrosis severas en edades comprendidas entre los 60-80 años, con IMC < 30 kg/m² y que hayan agotado todas las posibilidades de control de esta patología con tratamiento médico conservador adecuado.

La artroplastia total de rodilla, es el tipo de artroplastia más realizado y la que nos interesa en este estudio. Se componen de un componente rotuliano, otro tibial y otro femoral. Existe múltiples diseños, siendo el más común un sistema modular que presenta una base metálica en el componente tibial, para transferir de modo más uniforme las presiones a las metáfisis óseas e injertos de polietileno con el fin de asegurar una resistencia óptima al desgaste de la prótesis.

Otro diseño es la prótesis de rodilla en bisagra que se reserva para pacientes que tienen una destrucción ósea o la función de los tejidos blandos, como son los ligamentos, esté seriamente comprometida.

Cada uno de los diseños puede ir asociado a sacrificio o mantenimiento del LCP y al empleo de diferentes técnicas de fijación (cementada, no cementada o híbrida).



Figura 2: Ilustración que muestra el antes y el después de una rodilla artrósica tras artroplastia total de rodilla. Figura obtenida de la web MedlinePlus.

LCP:

- Conservación de LCP: aumenta el rango de movilidad y disminuye la sollicitación mecánica sobre el implante aumentando las tensiones de contacto. Consigue una menor incidencia de fracaso, mejorando la conservación de la estructura ósea y aumenta la propiocepción de cara a mejorar la vida diaria.
- Sacrificio del LCP: tiene un a mejor corrección de deformidades, facilita el equilibrio de la rodilla, elimina la retroversión excesiva que podría comprometer la fijación del implante, disminuye las tensiones de contacto y el desgaste el polietileno.

Técnicas de fijación:

- Cementadas: se cementan tanto fémur como tibia. La mayoría de las intervenciones y por lo tanto de estudios científicos se han desarrollado con esta técnica de fijación.
- No cementadas: Parecen presentar mayor incidencia de fracaso.
- Híbridas: solo se cementa el componente tibial. Actualmente parece la mejor opción en hueso no osteoporótico.

Complicaciones de la artroplastia total de rodilla:

Tromboembolismos, infección, alteraciones femoropatelaes (Inestabilidad, pérdida de componente rotuliano, fallo del componente rotuliano, fractura rotuliana, salto rotuliano audible, lesiones del menisco externo), parálisis del nervio peroneo, lesión vascular, inestabilidad femorotibial, úlceras, desgaste del polietileno, fallo aséptico, rigidez, dolor protésico inexplicable y **fracturas periprotésicas**.

Dentro de estas complicaciones, entraremos más en detalle con las fracturas periprotésicas.

3) FRACTURAS PERIPOSTÉSICAS

La fractura periprotésica es una patología poco frecuente en general, si bien se ha constatado en las últimas décadas un claro aumento de su incidencia en relación con el creciente número de reemplazos articulares que se efectúan. Son una entidad potencialmente grave por la morbimortalidad y disfuncionalidad que acarrear. En la mayoría de los casos requieren tratamiento quirúrgico y suponen, normalmente, un reto para el cirujano ortopédico. Su patogénesis está relacionada con factores dependientes tanto del paciente, como de la técnica quirúrgica empleada. Por esta razón la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de esta patología resultan indispensables a la hora de establecer un correcto abordaje terapéutico de los pacientes con este tipo de fracturas (2).



Figura 3: Radiografía anteroposterior de una rodilla derecha con una fractura periprotésica femoral tras una artroplastia total de rodilla. Imagen cedida por HUMV.

Epidemiología:

El aumento de la esperanza de vida en nuestro medio está ocasionando un envejecimiento de la población en las últimas décadas, lo que ha provocado un incremento considerable del número de artroplastias totales de rodilla practicadas anualmente. Esta situación ha supuesto no solo un incremento de las cirugías de revisión, sino una clara elevación de la incidencia de las fracturas periprotésicas y de las cirugías necesarias para resolverlas (3). De todas maneras, un estudio llevado a cabo en 2015 por Toogood and Vail con una revisión de 30624 pacientes, defiende que la proporción de fracturas periprotésicas se está manteniendo relativamente constante. Aun así, incide en la necesidad de que tanto cirujanos como los sistemas sanitarios en general sigan desarrollando sus prestaciones para combatir eficientemente este problema (4).

Datos epidemiológicos de interés:

- La incidencia actual de las fracturas periprotésicas de rodilla, oscila entre el 0,3 y el 5,5 % tras una primera artroplastia total de rodilla (5), incluso llegando a un 30% después de recambios de la misma (6).
- El momento en el que se producen, las fracturas periprotésicas intraoperatorias de rodilla suponen un 0,39% de las ATR, de las cuales un 0,3 se localizan en el fémur distal y un 0,1 en la tibia proximal. En cuanto a las posoperatorias la incidencia de tener fracturas periprotésicas asciende a hasta el 2,5% en las fracturas femorales y un 0,3% en las tibiales tras una ATR (7).
- La edad de los pacientes con este tipo de complicaciones, si son mayores de 70 años tienen 2,9 veces más riesgo de este tipo de fracturas que los pacientes de menor edad. Esto previsiblemente está relacionado con la osteoporosis senil (8).
- El género de los pacientes, es de predominio femenino, siendo estas entre el 52 y el 70% de todos los pacientes con fracturas periprotésicas. También se piensa que pueda estar relacionado con la osteoporosis postmenopáusica (9).
- Mortalidad: Según Shields y cols. la mortalidad después de una fractura periprotésica de rodilla posterior a una artroplastia total de rodilla es de 14% a los 3 meses y del 18,6% a al año. Además 4/5 de las muertes ocurren en los tres primeros meses del postoperatorio. La edad es el único factor que se ha visto asociado a esta elevada mortalidad (10).

Factores de riesgo:

Los factores de riesgo de las fracturas periprotésicas se dividen según el momento de producción, según sean o no modificable y si están relacionados con el propio paciente o por la técnica quirúrgica (11).

Tipos de factores		Factores modificables	Factores no modificables
Factores predisponentes intraoperatorios	Relacionados con el paciente	Insuficiencia, deficiencia de vitamina D	Mujer, edad avanzada
		Osteoporosis	Estado posmenopáusico
		Artritis reumatoidea?	Osteogénesis imperfecta
			Deformidad congénita del fémur
			Deformidad adquirida del fémur
	Relacionados con la técnica quirúrgica	Osteoporosis → resistencia ósea	
		Planificación preoperatoria	
		Abordaje	
		Tipo de implante	
		Tipo de fijación	
		Reducción	
		Relajación muscular	
		Concentración de estrés	
	Factores predisponentes posoperatorios	Relacionados con el paciente	Osteomalacia
Osteoporosis			Estado posmenopáusico
Artritis reumatoidea?			
			Diagnóstico preoperatorio de fractura osteoporótica
Caídas			
Relacionados con la técnica quirúrgica		Patología pericapsular	
		Remodelación ósea periprotésica-protección de cargas perimplante (<i>stress shielding</i>)?	
		Subsidencia	
		Luxación	
		Alojamiento aséptico	
		Alojamiento séptico	

Tabla 1: Clasificación de los factores de riesgo de las fracturas periprotésicas. Tabla obtenida del artículo de la SECOT, Tratamiento Multidisciplinar de las Fracturas Osteoporóticas Fracturas Periprotésicas.

1) Factores de riesgo relacionados con el paciente:

- **Sexo y edad:** el riesgo de fracturas periprotésicas aumenta en pacientes mayores de 70 años y mujeres, por la mayor predisposición de padecer osteoporosis. Por otro lado, un estudio de 2013 de Singh y cols. (12) afirma que los pacientes jóvenes, menores de 50 años, también son pacientes de riesgo debido a un estilo de vida más activo. Por lo tanto, son más propensos a caerse y además van a necesitar precozmente una cirugía de recambio protésico, lo que incrementa la posibilidad de fractura de este tipo.

- IMC baja: aumenta el riesgo de fractura periprotésica de rodilla, cuanto menor índice de masa corporal se tenga, es decir, cuanto menos peso y talla. Se considera que un IMC por debajo de 19Kg/m² aumenta el riesgo de fractura de forma estadísticamente significativa. Este hecho se relaciona con la presencia de un menor estímulo osteoblástico (13).

En la misma línea, la obesidad no se considera un factor de riesgo (14).

- Hábitos tóxicos: por un lado, el consumo de tabaco es un factor de riesgo de aparición de fracturas ya que produce toxicidad en el hueso, lo que ocasiona una disminución de la actividad osteoblástica. Además, se asocia a una menor absorción intestinal de Ca (15).

El alcohol también tiene un efecto tóxico directo en el hueso y a su vez, produce daño hepático, hipogonadismo y aumento del riesgo de caídas, lo cual incrementa el riesgo de fractura (16).

El café aumenta la excreción y disminuye la absorción intestinal de Ca. Aun así, no es un factor de riesgo muy relevante ya que no habría problema si la ingesta de Ca es adecuada (17).

- Fármacos: existen estudios que ponen de manifiesto la relación de muchos fármacos con el aumento de riesgo de fractura: paracetamol, inhibidor de la bomba de protones, quimioterápicos, hormonas tiroideas, antidiabéticos orales, neurolépticos, heparinas de bajo peso molecular, diuréticos...

Pero la causa más frecuente de osteoporosis inducida por fármacos es la producida por glucocorticoides. Produce tanto una disminución de la formación de hueso, como un aumento de la resorción del mismo. El 0,5% de la población general y el 1,7% de las mujeres mayores de 55 años reciben corticoides. El aumento del riesgo de fractura se produce sobre todo en los seis primeros meses y aumenta especialmente a partir del tercer mes. La dosis a partir de la cual se considera que existe un riesgo para el hueso se establece en 7,5 mg de prednisona o corticoide equivalente durante tres o más meses (18).

- Osteoporosis: como es bien sabido, la densidad mineral ósea baja incrementa el riesgo de fractura y compromete la estabilidad inicial del implante protésico. Si a esto se le suma una fractura osteoporótica previa, aumenta exponencialmente el riesgo de que se vuelva a repetir, sobre todo durante el primer año tras la fractura. De hecho, es el factor de riesgo más determinante para la producción de una fractura periprotésica.
- Enfermedades reumáticas: como el lupus eritematoso y sobre todo la artritis reumatoide. Estas enfermedades suelen requerir artroplastia articular a una edad más precoz, por lo que tienen una mayor tasa de recambio protésico. La enfermedad altera la estructura ósea por fenómenos autoinflamatorios y se trata con altas dosis prolongadas de corticoides. Todo ello favorece la aparición de fracturas periprotésicas (18).

- Baja ingesta de Ca y niveles bajos de vitamina D: pacientes mal nutridos con baja exposición solar son predisponentes a este tipo de lesiones.
- Enfermedades neurológicas: como la Miastenia Gravis, el párkinson, poliomielitis, artropatías neuropáticas como la sífilis o el Charcot Marie Tooth. Debido tanto a la alteración que sufre su biomecánica articular en relación con la distorsión de los ejes y la alteración de la transmisión de las cargas, como de la alteración de la sensibilidad propioceptiva, hacen a estos pacientes más susceptibles de sufrir caídas que precipiten las fracturas sobre prótesis de rodilla (19).
- Comorbilidad: en un estudio retrospectivo de Singh y Lewallen (20) en el que se hace un seguimiento durante 6,3 años a 17.633 pacientes tras una primera artroplastia total de rodilla, concluyen que la úlcera péptica y las enfermedades pulmonares incrementan el riesgo de padecer fracturas periprotésicas en un 87% y 62% respectivamente. No se sabe bien si esta relación se debe a la propia enfermedad o a su tratamiento, pero lo que está claro es que esta relación existe.

2) Factores de riesgo relacionados con la intervención quirúrgica:

- Resistencia ósea de base: sobre todo del hueso cortical, que es la base estructural de la rodilla. En las intervenciones quirúrgicas se puede perforar este hueso cortical, deteriorando la resistencia del hueso y aumentando el riesgo de fractura cerca de una prótesis de rodilla.
- Técnica quirúrgica: cuando la planificación preoperatoria o el abordaje quirúrgico no es el adecuado pueden existir problemas de fijación, orientación o estabilidad de la prótesis que pueden desencadenar fracturas periprotésicas.

En este bloque de factores de riesgo, cabe resaltar la importancia que se le da en la literatura al corte femoral excesivo de la cortical lateral del tercio distal de fémur, que es una zona de transición de cargas y si se corta demasiado aumenta significativamente el riesgo de fractura (21).

De todas maneras, como se ha comprobado en un estudio reciente (22), no existe una evidencia completa de que esta asociación sea cierta.

- Diseño protésico: las prótesis con estabilización posterior, acarrean mayor riesgo de fractura en cóndilo femoral, ya que la resección ósea es mayor.
- Tipo de fijación del implante: existe un mayor riesgo de fractura en las prótesis no cementadas debido a que existe una menor estabilidad del implante (23).

Por otro lado, en las cementadas también hay que ser cuidadoso para no dejar que exista contacto entre el implante y la cortical interna. Esto produciría osteolisis y aflojamiento de la prótesis, lo que incrementaría el riesgo de fractura.

- Aflojamiento del implante por osteolisis: la osteolisis periprotésica es un proceso progresivo de resorción ósea que puede derivar con el tiempo en una cirugía de revisión del mismo, pero también en la posibilidad de la aparición de una fractura sobre una prótesis de rodilla.

A este proceso se le conoce como reacción a cuerpo extraño, sobre todo de las partículas del polietileno. La célula principal implicada es el macrófago, que va a fagocitar estas partículas de desecho. Esta circunstancia va a desencadenar una reacción inflamatoria cuyo resultado final va a ser la activación de la célula osteoclástica que va a promover la resorción del hueso y, por tanto, un debilitamiento del mismo en zonas adyacentes a la prótesis.

- Cirugía de revisión: Las fracturas periprotésicas son, en general, más frecuentes en la cirugía de revisión que en la cirugía primaria. De hecho, solo entre el 0,3 y el 5,5% de fracturas se producen tras prótesis total de rodilla primaria, frente al 30% que se pueden producir tras cirugía de revisión.

Además, el riesgo de fractura se hace mayor a medida que aumenta el número de revisiones, reduciéndose a la vez el tiempo para la aparición de la misma, sobre todo si previamente se había realizado una cementación, ya que esto supone un mayor compromiso de la reserva ósea y un potencial mayor debilitamiento cortical.

Además, la fibrosis existente, la alteración de las partes blandas y una vascularización más precaria pueden dar origen a un hueso más frágil y susceptible de fracturarse alrededor del implante.

Clasificación de fracturas periprotésicas de rodilla:

Existen muchas clasificaciones de las fracturas periprotésicas de rodilla, que las dividen según al nivel donde se encuentre la fractura. La gran mayoría describen únicamente el grado de desplazamiento y angulación de la fractura, sin prestar atención al componente protésico.

Rorabeck y Taylor describen una clasificación para estas fracturas que, no sólo describe el grado de angulación, sino que además valora la movilidad del componente protésico, estableciendo un sistema que permite una indicación quirúrgica más clara y objetiva desde el punto de vista radiológico.

Clasificación de Rorabeck y Taylor:

Tipo	Estado de la fractura	Estado de la prótesis
I	No desplazada	Intacta
II	Desplazada	Intacta
III	Desplazada o no desplazada	Aflojada o defectuosa

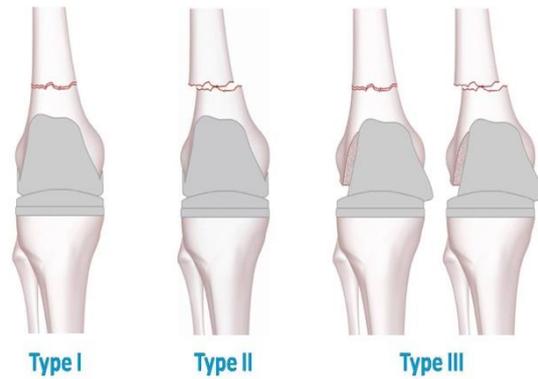


Tabla 2: Clasificación de Rorabeck y Taylor para las fracturas periprotésicas femorales tras PTR. Tabla obtenida del artículo de la SECOT, Tratamiento Multidisciplinar de las Fracturas Osteoporóticas Fracturas Periprotésicas.

Figura 4: Ilustración gráfica de la clasificación de Rorabeck y Taylor para las fracturas periprotésicas femorales tras PTR. Imagen obtenida del artículo de Rorabeck CH, Taylor JW. Classification of periprosthetic fractures over total knee arthroplasty.

A pesar de ser la clasificación más popular, no sirve para establecer una guía terapéutica estricta, ya que pasa por alto ciertos aspectos importantes a tener en cuenta a la hora del abordaje terapéutico.

En el caso de que el paciente, aparte de la artroplastia total de rodilla, tenga también una artroplastia en la cadera de la misma pierna, utilizamos la clasificación de Vancouver modificada para fracturas interprotésicas (24):

	Tipo 1: no hay proximidad a ninguna prótesis.	Tipo 2: proximidad a una prótesis.	Tipo 3: proximidad a ambas prótesis.
Sub tipo A: Ambas prótesis estables	✓	✓	✓
Subtipo B1: Inestabilidad de la prótesis de cadera.	✗	✓	✓
Subtipo B2: Inestabilidad de la prótesis de rodilla	✗	✓	✓
Subtipo C: Inestabilidad de ambas prótesis.	✗	✗	✓

Tabla 3: Clasificación de Vancouver modificada para fracturas femorales interprotésicas. Tabla obtenida del artículo de Sah AP, Marshall A, Virkus WV, Estok DM, Della Valle CJ. Interprosthetic fractures of the femur: treatment with a single-locked plate. J Arthroplasty.

En cuanto a las fracturas periprotésicas tibiales la clasificación más usada es la descrita por Felix (25).

Tipo	Localización	Subcategoría
I	Meseta tibial	A: prótesis bien fijada
		B: prótesis aflojada
		C: fractura intraoperatoria
II	Adyacente a la prótesis	A: prótesis bien fijada
		B: prótesis aflojada
		C: fijación intraoperatoria
III	Distal a la prótesis	A: prótesis bien fijada
		B: prótesis aflojada
		C: fijación intraoperatoria
IV	Tubérculo tibial	

Tabla 4: Clasificación de Felix para fracturas periprotésicas tibiales de rodilla. Tabla obtenida del artículo de la SECOT, Tratamiento Multidisciplinar de las Fracturas Osteoporóticas Fracturas Periprotésicas.

Esta clasificación tiene mucha utilidad de cara al tratamiento, pero sigue sin ser perfecta al no considerar el remanente óseo o la presencia de vástagos.

Por último, en cuanto a las fracturas periprotésicas patelares, la clasificación más utilizada es la de Ortiguera y Berry, que además ayuda en el manejo terapéutico (26).

Tipo	Estado del mecanismo extensor	Estado del implante	Remanente óseo
I	Intacto	Estable	Bueno
II	Lesionado	Estable	Bueno
III A	Intacto	Aflojado	Bueno
III B			Insuficiente

Tabla 5: Clasificación de Ortiguera y Berry para fracturas periprotésicas patelares de rodilla. Tabla obtenida del artículo de la SECOT, Tratamiento Multidisciplinar de las Fracturas Osteoporóticas Fracturas Periprotésicas.

Por otro lado, si en vez de fijarnos en la localización, nos fijamos en el momento de la fractura, clasificaremos las fracturas periprotésicas de rodilla en dos grupos:

- A) Intraoperatorias, que tienen una menor incidencia y relevancia.
- B) Posoperatorias, que son las que se producen a partir de los 3 meses de la operación y son el grupo más importante y frecuente.

Diagnóstico

Como en todas las fracturas existe una secuencia diagnóstica que consiste en:

Anamnesis y exploración: debemos sospecharla siempre que se nos presente un cuadro de dolor repentino o que ha aumentado de forma brusca recientemente. Debemos preguntar por una posible situación desencadenante como pudiera ser una caída o un giro de rodilla brusco. Debemos explorar la rodilla y ver su movilidad, preguntando si ha existido una reducción de la misma respecto al momento antes del inicio del dolor. También en la exploración se localizarán puntos dolorosos.

Técnicas de imagen: ante una sospecha de una fractura de este tipo, siempre se debe llevar a cabo una radiografía simple de rodilla AP y lateral, donde debemos fijar nuestra atención en líneas radiolucientes o zonas de osteólisis. Siempre se debe comparar las radiografías actuales con previas para poder distinguir posibles fracturas. Si las fracturas se asientan en un fémur con prótesis, tanto en cadera como en rodilla, las radiografías deberán abarcar el fémur entero.

En algunos casos, las radiografías son normales pero la sospecha clínica es muy alta, por lo que se realiza un TAC, que es capaz de visualizar adecuadamente las líneas de fractura y si existe o no aflojamiento de la prótesis. Hay pacientes que aun habiéndose diagnosticado de fractura periprotésica con ayuda de las radiografías, deberán realizarse un TAC para poder realizar una correcta planificación quirúrgica.

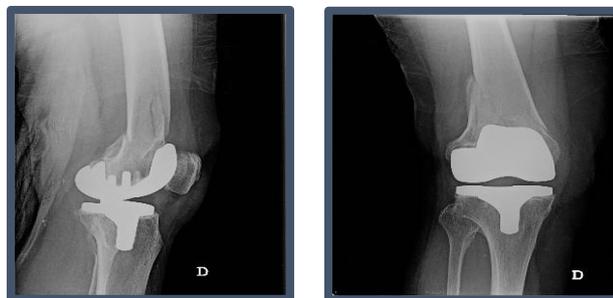


Figura 5 y 6: Radiografía anteroposterior y lateral de una fractura periprotésica femoral de la rodilla derecha. Imágenes cedidas por HUMV.

Pruebas de laboratorio: se pide un hemograma y valores de reactantes de fase aguda, para poder hacer un diagnóstico diferencial con una infección periprotésica. Hay que tener precaución a la hora de valorar estos datos de laboratorio y tener en cuenta otros datos diagnósticos ya que la fractura en sí misma, puede alterar los análisis de forma similar a una infección.

Tratamiento

Para plantear correctamente el tratamiento debemos siempre hacernos 3 preguntas:

¿Qué tipo de fractura tengo? ¿Presenta movilización de la prótesis de rodilla?

¿Cómo es el estado actual del paciente?

¿Qué técnica utilizo?

Para poder contestar correctamente a las preguntas planteadas previamente, se tiene que conocer los diferentes tratamientos.

Dependiendo del momento en el que se produzcan tenemos dos tipos de fracturas:

- A) Fracturas intraoperatorias: Todas se deben intervenir quirúrgicamente, tanto fracturas desplazadas como no desplazadas.
- B) Fracturas postoperatorias: El tratamiento de las fracturas periprotésicas varía dependiendo de en qué hueso se sitúe.
 - 1) Las fracturas periprotésicas femorales, dentro de las fracturas postoperatorias, son las más frecuentes y relevantes para nuestro estudio. La clasificación de Rorabeck y Taylor nos servirá como guía para la elección del tratamiento en la mayoría de los casos.

Existen cuatro grandes grupos de tratamiento para estas fracturas:

- Tratamiento conservador:

Se basa en la inmovilización de la rodilla con yeso u órtesis y restricción del apoyo entre 2 y 8 semanas. Queda reservado a pacientes con fracturas de tipo I, donde las fracturas están mínimamente desplazadas alrededor de la prótesis y sin aflojamiento de la misma. También está indicado para aquellos pacientes que tengan grandes posibilidades de fracaso quirúrgico, una gran dificultad deambulatoria de base o tengan un alto riesgo quirúrgico.

Existen muchas desventajas en el tratamiento conservador, sobre todo por el encamamiento prolongado, que pueden llevar a producir neumonías, úlceras por decúbito y atrofia muscular. Existe también un mayor riesgo de pseudoartrosis y una disminución del rango articular (27).

- Enclavado endomedular o retrógrado:



Figuras 7: Radiografía lateral de una fractura periprotésica de fémur distal. Imagen cedida por HUMV.



Figura 8: Radiografía anteroposterior de la misma fractura periprotésica tratada con un clavo endomedular. Imagen cedida por HUMV.

Estaría indicado en fracturas femorales por encima de prótesis sin vástago con un segmento de hueso distal suficientemente largo, de por lo menos 8 cm desde la línea de la articulación, y con la mínima conminución posible (28).

Otras restricciones son la presencia de implantes endomedulares de cadera ipsilaterales o cuando las prótesis de rodilla son postero-estabilizadas, en bisagra o con vástago femoral. También saber que cuanto más distal sea la fractura, más complicado será mantener su reducción a través de esta técnica quirúrgica.

Otros inconvenientes son la mayor tasa de infección periprotésica además de no permitir el control varo-valgo en el foco de fractura, lo que ocasiona una alta tasa de no consolidación de este tipo de fracturas.

- Prótesis de revisión o recambio protésico: Se lleva a cabo en las fracturas tipo III, en las cuales existe un aflojamiento del componente femoral. Las alteraciones producidas por la fractura se deben fijar mediante implantes metálicos que se atornillan o se cementan al implante de revisión, el cual ha de llevar un vástago intramedular largo. En aquellos pacientes relativamente jóvenes y con poco hueso remanente o este es de baja calidad, se debe realizar a su vez un aloinjerto óseo. En estos casos se recomienda el uso de una prótesis bisagra.

- **Placa bloqueada:** Se puede hacer por cirugía abierta o percutánea. Actualmente se está utilizando **MIPO** (Minimally Invasive Plate Osteosynthesis) introducida a través de la **técnica LISS** (Less Invasive Stabilization System).

Esta técnica ha revolucionado el tratamiento de estas complejas lesiones hasta el punto de que son el sistema de osteosíntesis de elección para este tipo de fracturas, siempre y cuando el componente protésico femoral no se encuentre movilizado o la situación del paciente no le permita entrar en quirófano.



Figura 9: Radiografías anteroposterior y lateral de una fractura femoral distal izquierda. A y B previa a cirugía y C y D posterior a cirugía con placa bloqueada. Obtenida de la página web, <http://synthes.vo.llnwd.net>

Ya en 1958 se formularon los 4 principios básicos que se han convertido en las directrices básicas para la osteosíntesis. La reducción anatómica, la fijación estable, la conservación de la vascularización y la movilización precoz y activa. Todas ellas se cumplen en el uso de una placa a través de la técnica LISS.

Esta técnica mínimamente invasiva, logra actuar como fijador externo, pero en un plano submuscular, creando un sistema de ángulo fijo que permite un mejor control de la fractura dañando mínimamente las partes blandas y permitiendo un aporte sanguíneo perióstico óptimo.

Todo ello se logra gracias a:

- Placas premoldeadas con diseño anatómico y perfil plano: producen menos problemas para las partes blandas y no se necesita moldear la placa.
- Estabilidad angular: Evita el aflojamiento de los tornillos y por consiguiente permite una buena reducción, permite una movilización funcional precoz, actúa como fijador interno manteniendo una buena vascularización ósea y ofrece una buena sujeción pese a instalarse en hueso osteoporótico.
- Intervención poco cruenta: gracias a un mango radiotransparente que facilita la introducción de la placa y su colocación precisa de forma percutánea. Además, el instrumental adicional facilita la reducción indirecta a través de la implantación de los tornillos.

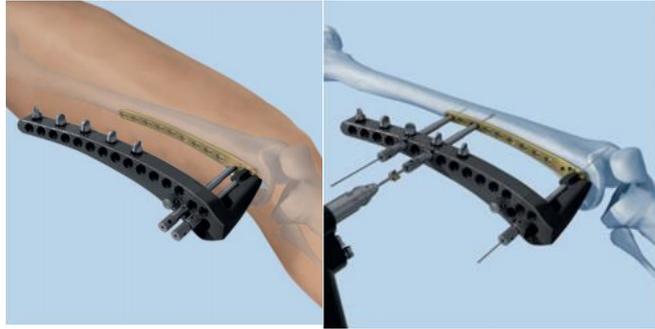


Figura 10: Ilustración de la intervención quirúrgica con placa LISS. Imagen obtenida en la web <http://synthes.vo.llnwd.net>

Comparación de la placa bloqueada frente al enclavado:

- No requiere realizar una artrotomía, ni conocer la apertura intercondílea de la prótesis.
- No requiere recambio del espaciador de polietileno ni limpieza articular.
- Presenta más puntos para la fijación distal, lo que la hace más útil en fracturas distales.
- Es útil si hay una prótesis o un clavo de cadera ipsilateral, ya que permite extender la placa sobre la punta del mismo evitando crear zonas de estrés entre ambos componentes.
- Es técnicamente más exigente.

Se han descrito y llevado a estudio diferentes técnicas y abordajes mínimamente invasivos con placa a la hora de tratar fracturas periprotésicas: doble placa, placa simple lateral (no medial por el riesgo de rotura de la arteria femoral), combinación de la placa con un clavo intramedular, con bloqueo cortical, etcétera.

La conclusión general, saber que en todas ellas deben seguir unas reglas básicas para que se consiga con éxito la consolidación de la fractura. Estas reglas son: reducir adecuadamente la fractura, colocar una placa lo suficientemente larga para evitar nuevas fracturas por estrés, aproximar bien el tornillo al fijarlo en la parte más distal del fémur y evitar la colocación de tornillos muy próximos a la articulación que generen una futura rigidez.

- 2) Fracturas interprotésicas femorales: es una situación rara pero muy grave en la que el tratamiento se debe hacer de forma individualizada, no estandarizada y no siempre se consiguen buenos resultados. Debemos utilizar la clasificación de Vancouver modificada (aunque sigue sin estar validada) para poder realizar una aproximación al tratamiento (29).

Por norma general en los subtipos A, se puede realizar una fijación mínimamente invasiva con una placa lateral a través de un dispositivo angular estable. Para los tipos B y C el tratamiento se complica y variara de un paciente a otro sin tener unos buenos resultados (30).

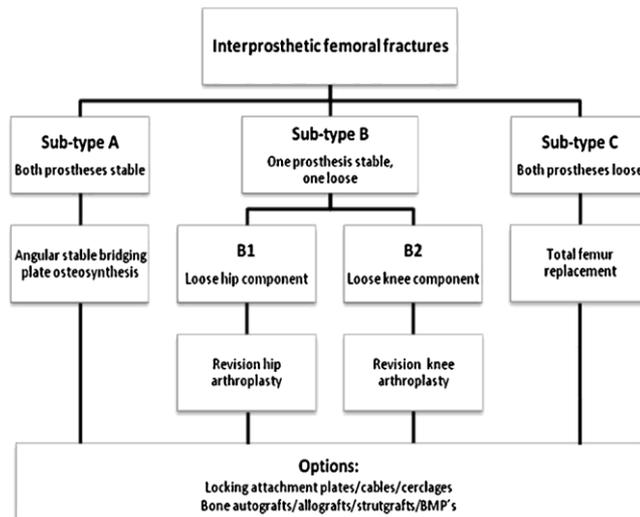


Figura 11: Tratamientos de las fracturas interprotésicas. Figura obtenida del artículo de Henry SL, Booth RE Jr. Management of supracondylar fractures above total knee prostheses.

- 3) Fracturas periprotésicas tibiales: son menos frecuentes y se asocian más a implantes aflojados y osteolisis extensas. Es por ello que la mayor parte de las veces se debe realizar un recambio de la prótesis con un modelo con vástago tibial y con implantes de aloinjerto.
- 4) Fracturas periprotésicas patelares:
 - Fracturas tipo I: no requieren tratamiento y solo en caso de presencia de dolor se recomienda una inmovilización de una semana.
 - Fracturas tipo II: se debe intervenir quirúrgicamente mediante un cerclaje en banda de tensión con tornillos canulados o agujas para poder recuperar la extensión activa de la rodilla. Si existe a su vez una mal rotación articular puede requerir revisión de la prótesis.
 - Fracturas tipo III: pensar en osteonecrosis patelar por lo que el tratamiento será conservador. Aun así, si los síntomas persisten 3 semanas se debe valorar la revisión del componente patelar o el remodelado de la rótula en quirófano.

Resumen del tratamiento de las fracturas periprotésicas después de una artroplastia total de rodilla:

Hay que contestar las preguntas previamente expuestas.

1) ¿Qué tipo de fractura tengo? ¿Presenta movilización de la prótesis de rodilla?

Lo primero que se debe saber es que tipo de fractura es según las clasificaciones citadas previamente. En el caso de las fracturas femorales para ello deberemos saber si está o no reducida y si la prótesis está o no aflojada. Dependiendo de estas características de la fractura tendremos:

Tipo I: no desplazada y sin aflojamiento del implante. Pensar a priori en una intervención quirúrgica con LISS.

Tipo II: desplazada y sin aflojamiento de la prótesis. Pensar aún con mayor convicción en una operación con LISS.

Tipo III: prótesis aflojada esté o no esté la fractura reducida. Pensar en un recambio de la prótesis con reducción intraoperatoria de las fracturas.

En el caso de ser una fractura interprotésica se utiliza a su vez la clasificación Vancouver modificada para este tipo de fracturas.

2) ¿Cómo es el estado actual del paciente?

Si el paciente tiene grandes posibilidades de fracaso quirúrgico, una gran dificultad deambulatoria de base o un alto riesgo quirúrgico se valorará el operarse o no. Solo en los casos en que la fractura sea tipo I y el paciente este dentro de uno de estos grupos, la elección del tratamiento conservador no admite dudas.

3) ¿Qué técnica utilizo?

En la actualidad el tratamiento, en la mayoría de los casos, es quirúrgico y a través de la implantación de una placa bloqueada por medio de una técnica mínimamente invasiva (LISS).

Complicaciones:

Debido a la vulnerabilidad esperable de los pacientes que padecen este tipo de fracturas la presencia de complicaciones tras su intervención quirúrgica es un hecho esperable. Aparecen con una prevalencia de entre un 25 y 75% de los casos (31).

Existen dos tipos de complicaciones.

1) Complicaciones comunes: son aquellas que están presentes en cualquier procedimiento quirúrgico.

- Dentro de estas complicaciones la que más relevancia tiene es la muerte que aparece en el 10% de los casos (32 y 33). Está muy asociado al estado general previo del paciente y al retraso en la intervención (34).
- Otra complicación común a resaltar son las infecciones periprotésicas que pueden estar o no relacionadas con un hematoma posoperatorio y aparecen de forma más frecuente cuanto más agresiva haya sido la técnica quirúrgica. La propia infección periprotésica puede producir una disminución de la movilidad, amputación o incluso la muerte (35 y 36).
- Complicaciones de las intervenciones quirúrgicas, como infecciones urinarias tras la colocación de sonda urinaria, infecciones de las vías venosas o arteriales, tromboflebitis (5%) que puede derivar a una tromboembolismo pulmonar sintomático (3 - 10%) (23 y 37).

2) Complicaciones específicas: son aquellas que están relacionadas con el abordaje quirúrgico, la técnica empleada y el tipo de implante.

- Complicaciones neurológicas, como agresiones al nervio ciático poplíteo externo.
- Lesiones vasculares, como las que pueden afectar a la arteria tibial posterior cuando la técnica quirúrgica es agresiva, no así cuando se usa una técnica mínimamente invasiva
- Segundas fracturas por encima del material de osteosíntesis, este tipo de fracturas aparecen más frecuentemente en fracturas interprotésicas.
- Movilización del material de osteosíntesis, es la complicación más frecuente en los pacientes tratados por LISS. Esta complicación puede determinar una mala consolidación de la fractura, un acortamiento en longitud del miembro afectado e incluso una desalineación axial sobre todo cuando se realiza una reducción abierta o una osteosíntesis con placa convencional (38).

El tratamiento con clavo endomedular se relaciona con defectos de alineación, que muchos de ellos requerirán segundas intervenciones. También se puede dar una migración intraarticular del clavo, más en fracturas con minuta y cuando hay acortamiento en longitud del miembro afectado (39).

2) HIPÓTESIS

¿Qué factores clínicos y radiológicos influyen en la pseudoartrosis de fracturas periprotésicas de rodilla?

3) OBJETIVOS

Objetivo principal:

Evaluar los resultados clínico-radiológicos en las fracturas periprotésicas de rodilla.

Objetivo secundario:

- Evaluar si existen diferencias significativas en los grupos de pacientes, CON-pseudoartrosis y SIN-pseudoartrosis con respecto a la edad, el IMC, las semanas de descarga postquirúrgica, la presencia de osteoporosis, diabetes, arteriopatía, consumo de tabaco, la longitud de la placa y si el tratamiento fue abierto o MIPO.
- Evaluar las complicaciones desarrolladas después de la cirugía.
- Evaluar la movilidad articular antes y después de la intervención quirúrgica.
- Evaluar la alineación varo/valgo de la extremidad.

4) JUSTIFICACIÓN

Las fracturas periprotésicas femorales distales sobre prótesis total de rodilla suponen un gran reto quirúrgico que ocasionan una gran morbimortalidad. Las principales complicaciones encontradas en el tratamiento de este tipo de fracturas, como la infección postquirúrgica, la pseudoartrosis, la alineación en varo o la necesidad de realizar una segunda intervención quirúrgica, han sido reducidas al mínimo con la implantación del tratamiento con técnica MIPO y las placas LISS. Aun así, este tipo de lesiones a menudo producen un severo desajuste en la calidad de vida del paciente, siendo a menudo imposible realizar una segunda intervención quirúrgica. Por lo tanto, es de vital interés saber qué factores quirúrgicos y no quirúrgicos pueden hacer que los tratamientos de este tipo de fracturas fracasen y limiten la calidad de vida de los pacientes.

5) MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se ha llevado a cabo una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos científicas tales como PubMed, MEDLINE, así como en diversas revistas científicas de distintos impactos tales como Injury, Journal Orthopaedic Trauma, Orthopaedics & Traumatology, Journal of Trauma y la Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Se han consultado diversos estudios que evalúan los diferentes tratamientos que existen para fracturas periprotésicas de rodilla así de posibles factores que determinen complicaciones en el postoperatorio.

Se procede a la recogida de datos de los pacientes con fracturas supracondíleas femorales sobre una prótesis total de rodilla entre enero de 2005 y enero de 2017 que fueron tratados en el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.

Se realiza un estudio observacional en pacientes que sufrieron fracturas periprotésicas de rodilla, de los que se recogen retrospectivamente datos de las historias clínicas.

CRITERIOS DE INCLISIÓN Y EXCLUSIÓN:

1) Criterios de inclusión:

- Diagnosticados de fracturas periprotésicas de rodilla en el fémur distal de tipo I y II según la clasificación de Taylor y Rorabeck, entre enero de 2005 y enero de 2017.
- Pacientes tratados quirúrgicamente con una placa LISS, ya sea de manera mínimamente invasiva o en cirugía abierta, en la Unidad de Traumatología del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.
- Paciente con un buen control clínico y radiológico hasta la consolidación de la fractura.

2) Criterios de exclusión:

- Fracturas de alta energía (accidentes de tráfico, precipitaciones desde gran altura...)
- Fracturas abiertas.
- Fracturas tratadas de forma ortopédica.
- Fracturas tratadas con clavo endomedular.
- Fracturas tipo III según la clasificación de Taylor y Rorabeck.
- Pérdida de seguimiento en consultas externas (mínimo 6 meses de seguimiento).
- Éxitus.

Se revisa de manera retrospectiva un total de 50 pacientes con fracturas periprotésica de fémur distal sobre una artroplastia total de rodilla, que fueron atendidos en la Unidad de Traumatología del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, desde enero de 2005 hasta enero del 2017. De los 50 pacientes, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se estudian 43 pacientes (**n=43**).

El **seguimiento** medio fue de 40 meses (mínimo 6,2- máximo 132,5). El diagnóstico se realiza con radiografías AP y lateral de la rodilla donde se comprueba que el componente femoral no estaba movilizado. Se cuantifica el número de pacientes que presentan PTR bilateral o PTC ipsilateral. A todos los pacientes se les realiza una reducción de la fractura y osteosíntesis con placa LISS.

Además, se calcula la movilidad de la rodilla afecta (flexión-extensión) antes y después de a la intervención quirúrgica. De esta manera se evalúan posibles defectos de movilidad posquirúrgicos que limiten la vida de los pacientes.

También se tuvo en cuenta la alineación postquirúrgica de la extremidad operada. La alineación varo/valgo se realiza midiendo el ángulo femorotibial a través de una telemetría ósea que se realizó a un total de 33 pacientes al final del seguimiento.

PARÁMETROS DE MEDIDA:

Parámetro principal:

- Pacientes con **pseudoartrosis** tras tratamiento de una fractura periprotésica de rodilla con una placa LISS.

Parámetros secundarios:

- Sexo.
- Edad.
- IMC.
- Tipo de fractura.
- Variables postoperatorias:
 - Alineación postquirúrgica (varo-valgo)
 - Movilidad articular antes y después de la intervención quirúrgica.
- Antecedentes personales:
 - Pacientes con osteoporosis.
 - Pacientes con diabetes.
 - Pacientes con artropatía.
 - Pacientes con consumo de tabaco.
 - Presencia de PTR bilateral.
 - Presencia de PTC ipsilateral.

- Técnica quirúrgica:
Tiempo de descarga postquirúrgica.
Tamaño de la placa LISS: corta (7 y 9 orificios) o larga (11 y 13 orificios).
Técnica quirúrgica abierta o percutánea (MIPO).

- Otras complicaciones:
Infecciones.
Rotura del material de osteosíntesis.
Necesidad de segunda intervención con cambio del material de osteosíntesis más aloinjerto.

En este estudio, se ha tomado como la complicación más importante relacionado con el empeoramiento de la calidad de vida de los pacientes, la presencia de **pseudoartrosis**. Como pseudoartrosis se ha incluido a todos los casos en los que las fracturas no han consolidado en menos de 8 meses desde el momento en que se efectuó la fractura y por lo tanto no va a ser posible la consolidación espontánea. Se han dividido en dos grandes grupos de pacientes:

A) CON-pseudoartrosis.

B) SIN-pseudoartrosis.

Además de la pseudoartrosis, se obtuvieron datos relacionados con otras complicaciones postquirúrgicas como son, el retardo de la consolidación (cuando lleva 5 meses y aún no ha consolidado), la infección, la rotura del material de osteosíntesis o la mal rotación.

5.1) ANÁLISIS ESTADÍSTICOS:

Tras la obtención de todos los datos, se crean tablas de contingencia con números absolutos para todas las variables. Todos los cálculos estadísticos se realizan con el software SPSS 19.0.

Se realiza el análisis estadístico, Chi cuadrado de Pearson para el estudio de los datos cualitativos y la prueba de la t de Student para la comparación de los datos cuantitativos. Se valora la posible asociación entre la presencia o ausencia de pseudoartrosis con respecto al tiempo de descarga, la edad, el IMC, tiempo de descarga postquirúrgica, la presencia de diabetes, arteriopatía, osteoporosis, consumo de tabaco, uso de placa LISS larga y técnica quirúrgica abierta. Las diferencias se consideran estadísticamente significativas si el valor de p es inferior a 0.05.

5.2) CASOS CLÍNICOS:

CASO A

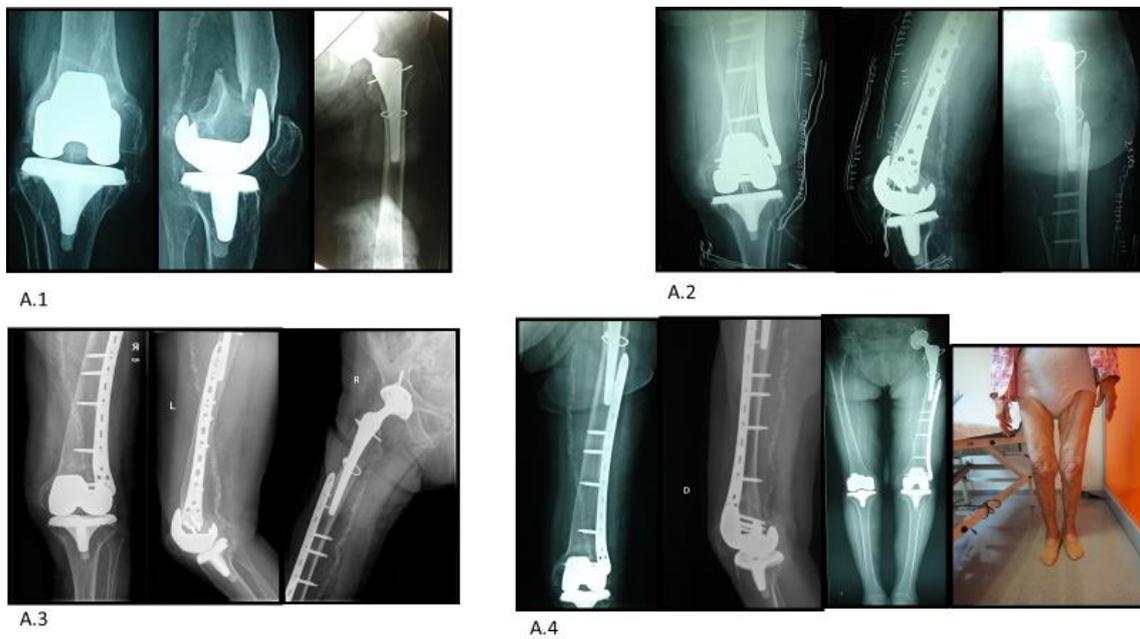


Figura 12: Caso A, mujer de 87 años con IMC de 32, osteoporosis diagnosticada y portadora de PTR bilateral y PTC izquierda. A.1) Radiografías del momento del ingreso, fractura periprotésica del fémur distal de la rodilla izquierda tipo II. A.2) Radiografías de la rodilla izquierda postquirúrgicas con una reducción percutánea con una placa LISS de 13 orificios. A.3) Radiografías de la rodilla izquierda a los 10 meses de la IQ, en la que existe una consolidación de la fractura. A.4) Radiografías de la rodilla izquierda y telemetría ósea, 21 meses después de la IQ y aspecto clínico de la paciente.

CASO B

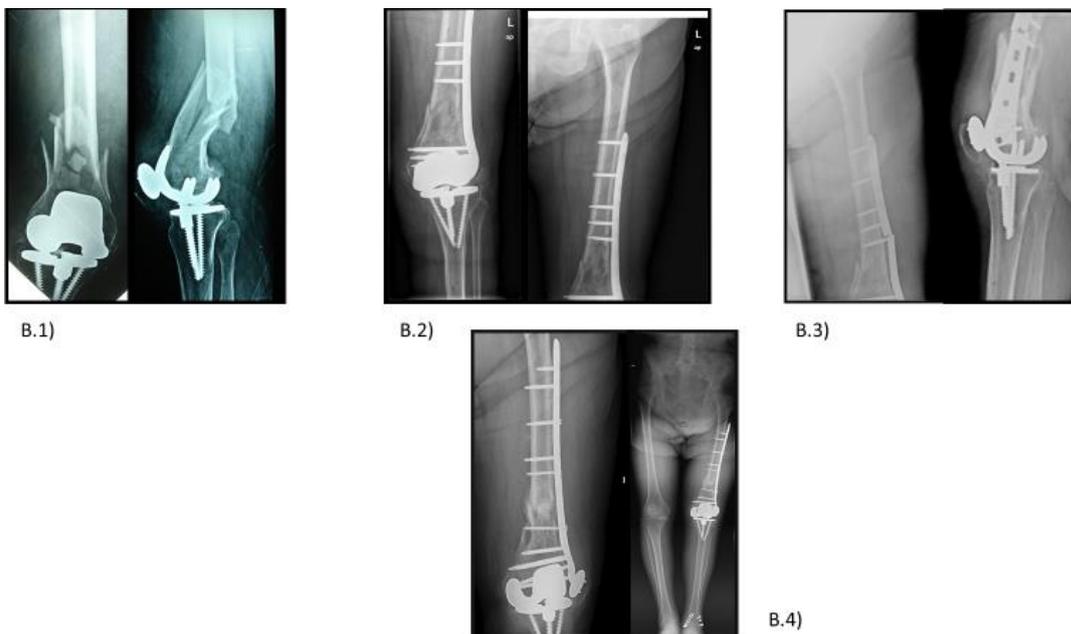


Figura 13: Caso B, mujer de 86 años con IMC de 43, osteoporosis no tratada, DM, insuficiencia cardíaca, limitación previa a la deambulación, fractura de tobillo ipsilateral asociada. A.1) Radiografías del momento del ingreso, fractura periprotésica del fémur distal de la rodilla izquierda tipo II con foco multifragmentario. A.2) Radiografías de la rodilla izquierda postquirúrgicas reducida de forma percutánea por una placa LISS de 11 orificios. A.3) Radiografías de la rodilla izquierda a los 10 meses de la IQ en la que aún, el foco de fractura no está consolidado por presentar una rotura del material de osteosíntesis. A.4) Radiografías de la rodilla izquierda y telemetría ósea después de la reintervención quirúrgica, a los 33 meses de la fractura. En la reintervención precisó de injerto óseo y recambio del material de osteosíntesis, una placa LISS de 13 orificios.

6) RESULTADOS

Se estudian retrospectivamente 43 pacientes y se les sigue de media 40 meses. En cuanto al **sexo** de los pacientes estudiados, encontramos un marcado mayor número de mujeres, el 93% (n=40), respecto a hombres, 7% (n=3). La muestra presenta **edades** de entre los 57 y 93 años, con una media de 78 años, siendo el 95% de la muestra mayor de 65 años. Se calculó el **IMC** en 41 pacientes y los valores están entre 25 y 44, con una media de IMC= 33. Observamos que el 66% de los pacientes a los que se les mide la IMC son obesos (IMC>30). (Figura 14)

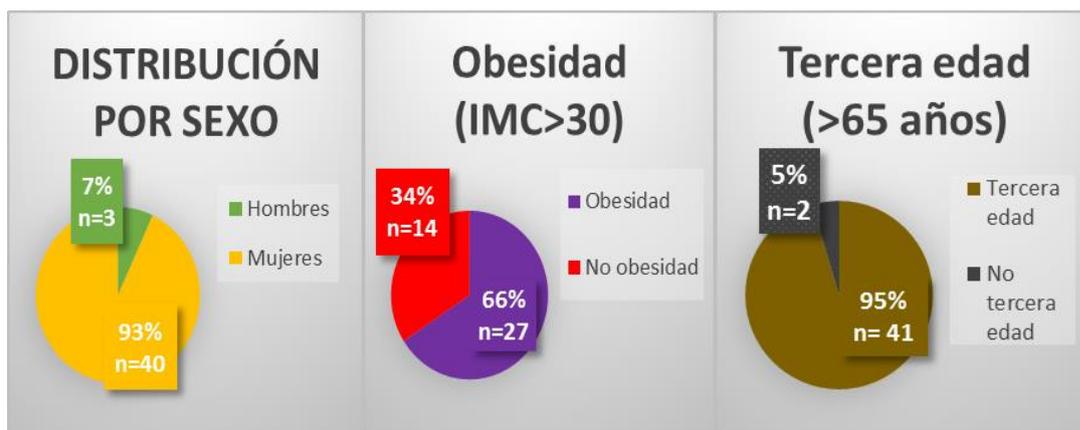


Figura 14: comparación porcentual de la muestra según el sexo, la presencia o ausencia de obesidad y si pertenecen o no a la tercera edad.

Observando estos tres parámetros, sexo, edad y IMC, podemos establecer que hay una tendencia a que los pacientes que sufren una fractura periprotésica sean mujeres obesas de la tercera edad.

En cuanto a los antecedentes personales, vemos que el 44,2% de la muestra presenta **osteoporosis** diagnosticada mediante densitometría (n=19). El 34,9% de todos los pacientes estudiados presentan **diabetes** (n=15) y el 21% **arteriopatía**(n=9). Lo que respecta al **consumo de tabaco**, vemos que tan solo el 7,1% de la muestra fuma (n=3). Vemos que los pacientes que sufren fracturas periprotésicas de rodilla, tienen mucha patología crónica de base y muy pocos consumen tabaco.

Estudiamos si existen **otras prótesis articulares en EEII**. De toda la muestra el 39,5% (n=17) presenta una prótesis total de rodilla en la pierna contralateral a la fractura. El 16,6% (n=8) presenta una fractura interprotésica.

Si prestamos atención en el **tipo de fractura**, toda la muestra presenta una fractura cerrada de baja energía. Según la clasificación de Rorabeck y Taylor, de los 43 pacientes estudiados, ninguno presenta una fractura tipo III y por tanto todos han sido subsidiarios de osteosíntesis con placa LISS y no de recambio protésico. Presentan fracturas de tipo I, 8 casos (18,6%) y fracturas de tipo II, 35 casos (81,4%) (Figura 15).

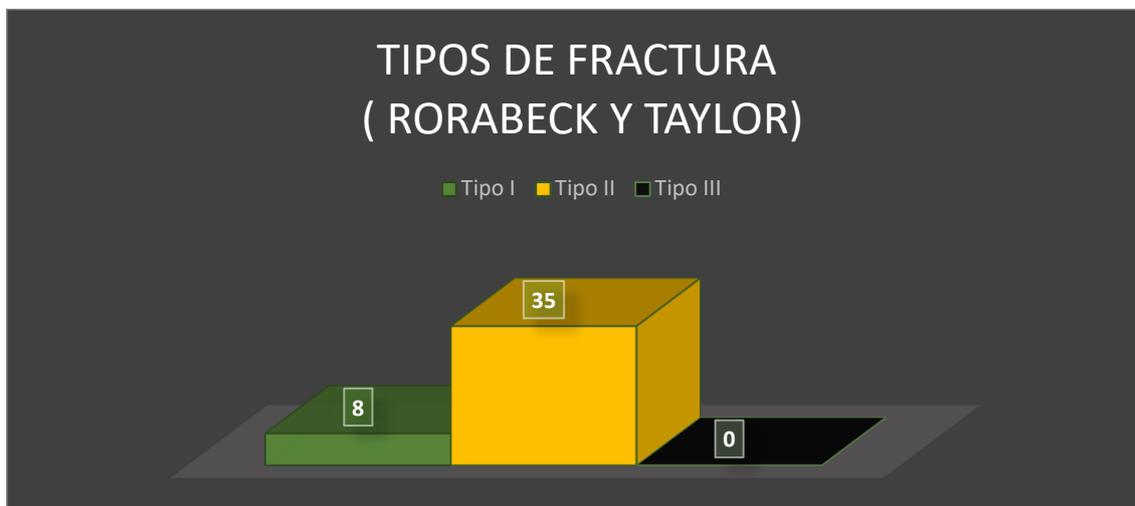


Figura 15: Distribución de la muestra en función del tipo de fractura.

Los pacientes estuvieron entre 1 y 16 semanas en descarga después de la operación con una media de 6,8 semanas.

Respecto a la **técnica quirúrgica**, de los 43 pacientes estudiados, tan solo 7 (16,3%) precisaron de una cirugía abierta y en los 36 pacientes restantes (83,7%), se realizó una técnica MIPO (Minimally Invasive Plate Osteosynthesis). En todos los casos se realizó una reducción cerrada con **placa LISS**, pero en el 32,5% (n=14) se utiliza una placa LISS corta de 7 o 9 orificios y en el 67,5% (n=29) una placa larga de 11 o 13 orificios.

El **rango de movilidad** alcanzado después de la cirugía, es exactamente igual al previo a la fractura (entre 0 y 120° de extensión -flexión) en el 62,8% (n=27). El 46% de la muestra (n= 16), tan solo perdió movilidad después de la cirugía de más de 10° en el 18,6% de la muestra (n=8) y nunca siendo la flexión menor de 90°.

En el seguimiento postquirúrgico también se evalúa la **alineación** final de la pierna afecta a través de una telemetría ósea a un total de 33 pacientes. Se calcula el ángulo femorotibial para obtener la alineación (varo -valgo). Encontramos un alineamiento correcto de entre 0 y 7 grados de valgo en el 77% (n=23) y superior a 7 grados en el 23% restante (n=10).

Durante el seguimiento de toda la muestra, se registran complicaciones postquirúrgicas como son, 1 caso de **rotura del material de osteosíntesis** (2,3%) (Figura 14), 1 caso de **infección** (2,3%) y 4 casos de pseudoartrosis (9%).

De cara a los objetivos del estudio, cabe resaltar la presencia de estos 4 casos de **pseudoartrosis**, el 9% de la muestra (n=43). Todos ellos precisaron de una reintervención en la que se utiliza injerto óseo y se cambia el material de osteosíntesis, colocando una placa LISS de mayor longitud. Los resultados del estudio van a ir enfocados a ver si existen factores que estén relacionados con una mayor incidencia de pseudoartrosis. Es por ello que se ha dividido la muestra en dos grupos:

CON-pseudoartrosis n=4 (9,3%) y SIN-pseudoartrosis n=39 (90,7%) (Figura 16).

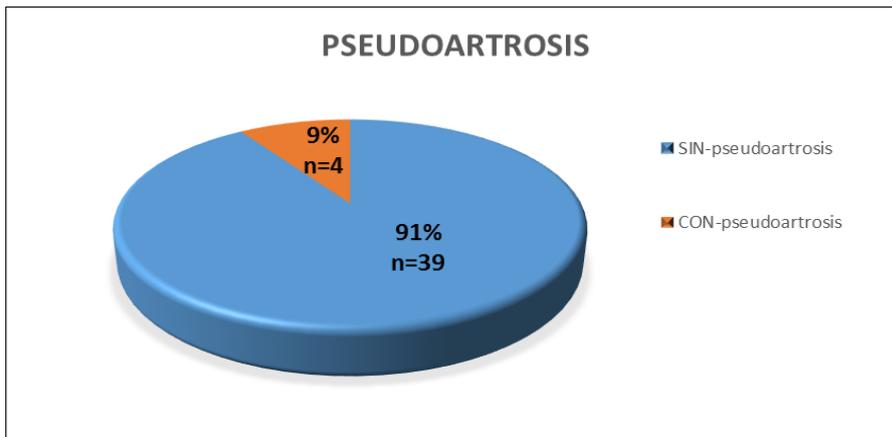


Figura 16: Distribución de la muestra en función de la presencia o ausencia de pseudoartrosis.

Se han comparado parámetros cuantitativos como son la **edad**, el **IMC** y las **semanas de descarga** en los dos grupos de pacientes.

La edad media de edad es de 78 años tanto en el grupo CON-pseudoartrosis (68-88), como en el grupo SIN-pseudoartrosis (57-93). La media de IMC en el grupo SIN-pseudoartrosis es de 32,8 (25-44,19), en cambio en el grupo CON-pseudoartrosis fue de 34,2 (28-41). En cuanto a las semanas de descarga postquirúrgica en el grupo de SIN-pseudoartrosis, la media fue de 6,7 semanas (1-16) y en el grupo de CON-pseudoartrosis, fue de 7 semanas y media (4-10).

Vemos que hay una tendencia a que, a mayor obesidad y a menor movilidad precoz, aparezca la pseudoartrosis. Pese a los resultados, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos CON y SIN pseudoartrosis respecto al IMC ($p=0,597$), las semanas de descarga postquirúrgicas ($p=0,675$) y la edad de los pacientes ($p=0,984$). (Figuras 17,18 y19).

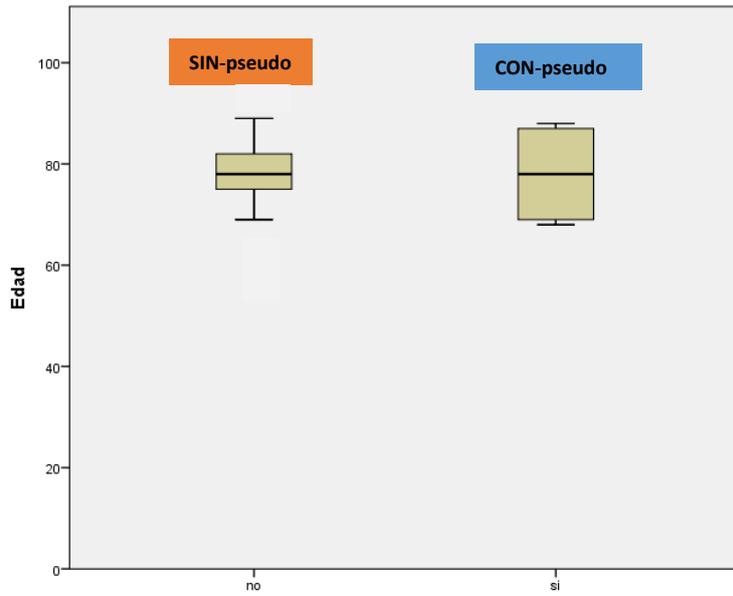


Figura 17: distribución de la muestra según la edad en los grupos con y sin pseudoartrosis.

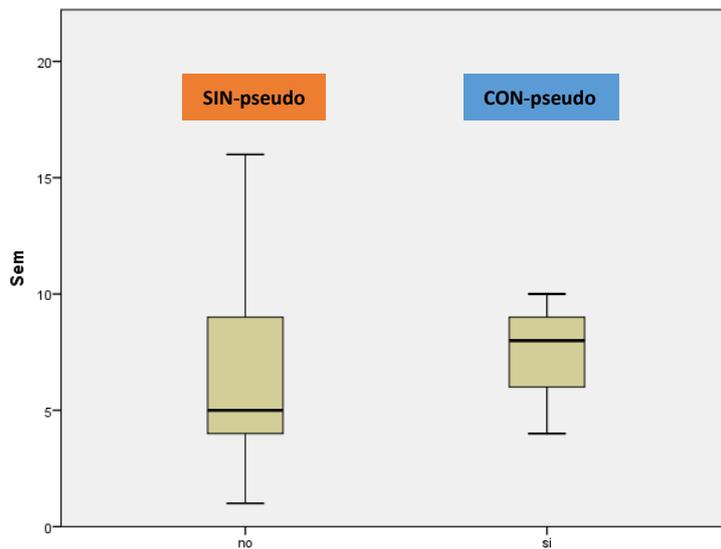


Figura 18: distribución de la muestra según las semanas de descarga postquirúrgica en los grupos con y sin pseudoartrosis.

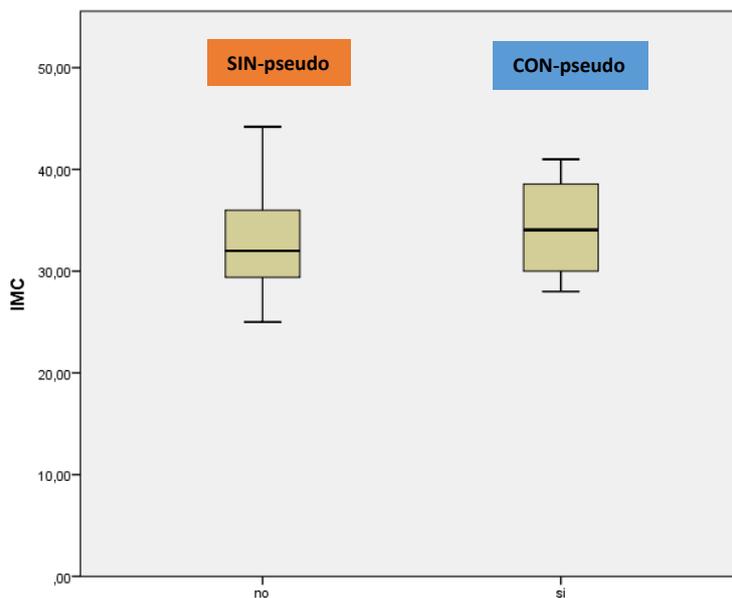


Figura 19: distribución de la muestra según el IMC en los grupos con y sin pseudoartrosis.

Estudiamos si algunos antecedentes personales como la **osteoporosis**, la **diabetes**, la **arteriopatía** o el **consumo de tabaco**, pueden incrementar el riesgo de padecer pseudoartrosis. Se compara la presencia de estos antecedentes personales con los dos grupos de pacientes, CON y SIN pseudoartrosis. (Figura 20).

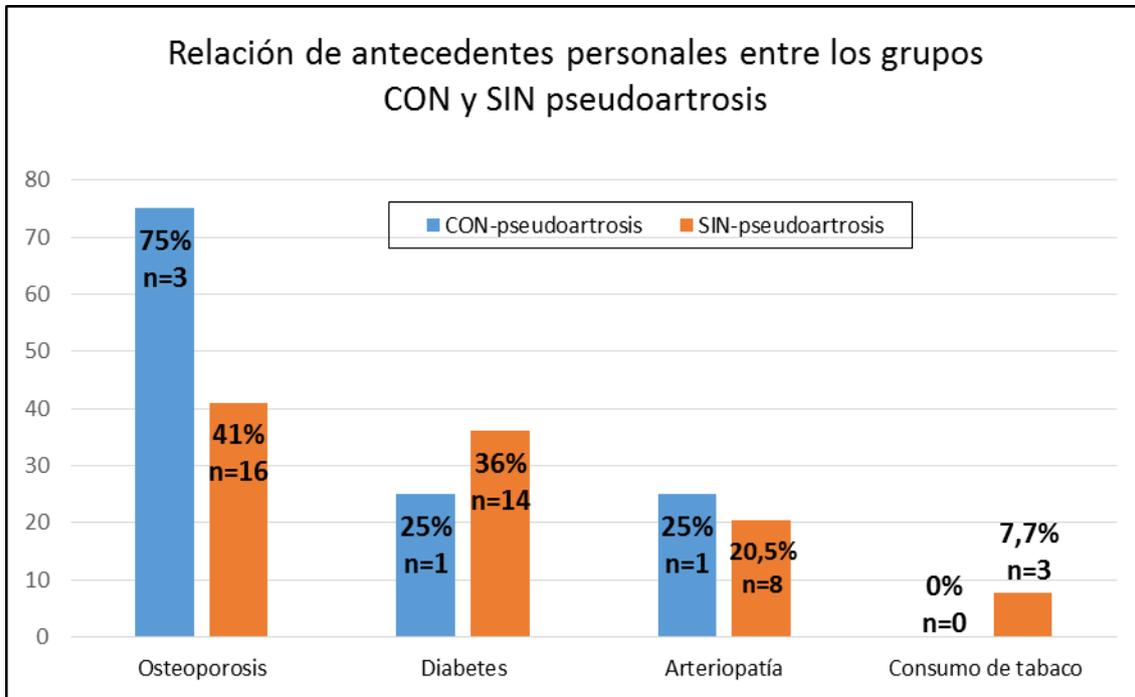


Figura 20: Relación porcentual entre los grupos CON-pseudoartrosis y SIN-pseudoartrosis respecto a la presencia de osteoporosis, diabetes, arteriopatía y consumo de tabaco.

Se objetiva que el 75% de los casos del grupo CON-pseudoartrosis (n=3) presentan osteoporosis. Pese a ello, no existen diferencias significativas entre los grupos CON-pseudoartrosis y SIN-pseudoartrosis con respecto a la osteoporosis ($p=0,193$).

Respecto al porcentaje de pacientes con arteriopatía en el grupo CON-pseudoartrosis (25%; n=1), es ligeramente superior al del grupo SIN-pseudoartrosis (20,5%; n=8). En cuanto a la diabetes y al consumo de tabaco, el porcentaje de pacientes es mayor en el grupo de SIN-pseudoartrosis que en el de CON-pseudoartrosis. En el análisis de datos no encontramos diferencias significativas entre los grupos CON-pseudoartrosis y SIN-pseudoartrosis respecto a la presencia de arteriopatía ($p=0,834$), diabetes ($p=0,663$) y consumo de tabaco ($p=0,565$).

También se estudian aspectos relacionados con la técnica quirúrgica que se llevó a cabo para tratar las fracturas periprotésicas. Dentro de estos aspectos técnicos, cabe destacar el **tamaño de la placa** utilizada y si **la técnica quirúrgica fue abierta o percutánea MIPO** (Minimally Invasive Plate Osteosynthesis). (Figura 21).

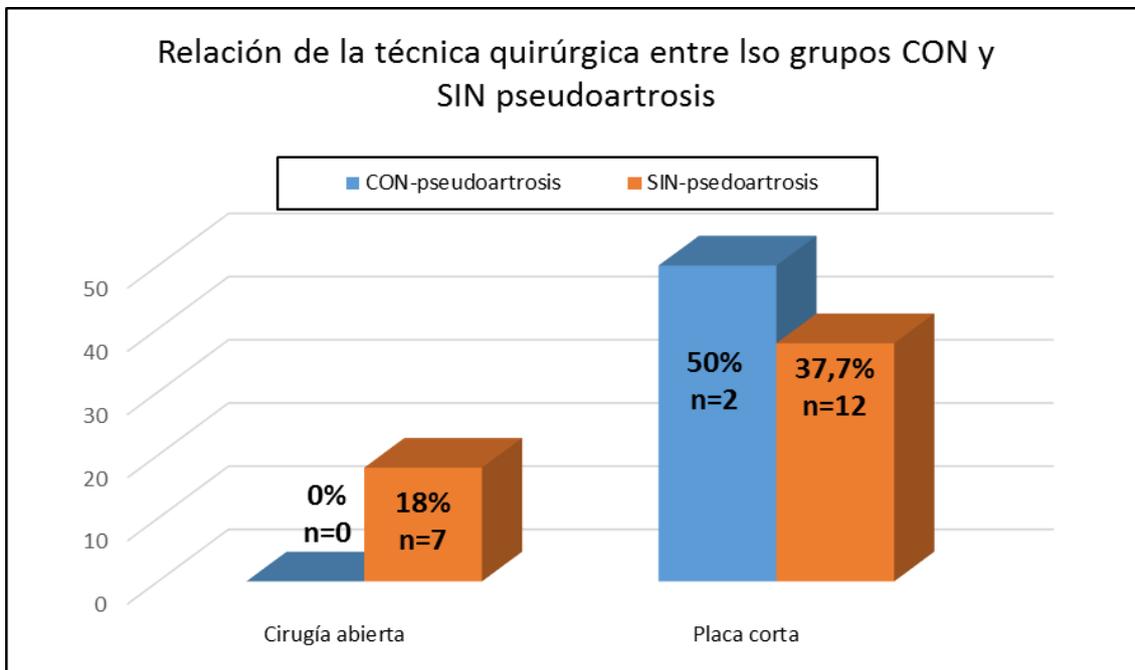


Figura 21: Relación porcentual entre los grupos CON-pseudoartrosis y SIN-pseudoartrosis respecto a si la cirugía se llevó a cabo de forma abierta y si se utilizó una placa corta (7 o 9 orificios).

No se han encontrado diferencias significativas en cuanto a la consolidación de las fracturas analizando las dos técnicas (abierto / MIPO). $p = 0,354$

Respecto al tamaño de la placa utilizada (corta / larga) la mitad de los pacientes del grupo CON-pseudoartrosis presentan una placa corta ($n=2$), en cambio en el grupo de SIN-pseudoartrosis, solo se utiliza placa corta e el 37,7% de los pacientes ($n=12$). Sin embargo, no se obtienen diferencias significativas respecto al tamaño de la placa. $p=0,434$.

6.1) LIMITACIONES DEL ESTUDIO:

El tamaño de la muestra ha sido una de las limitaciones de este estudio, en especial el bajo número de pseudoartrosis postoperatorias ($n=4$), en comparación con el gran número de variables estudiadas, esto ha condicionado la significación estadística de los resultados, encontrándose en su lugar en algunos casos, una tendencia estadística.

7) DISCUSIÓN

Estudios llevados a cabo en las dos últimas décadas muestran como la incidencia de las fracturas periprotésicas de rodilla está aumentando, llegando al 5% en pacientes con una PTR primaria y al 30% cuando han sufrido un recambio protésico. (5 y 6). Este rápido incremento en el número de fracturas periprotésicas de rodilla, se debe a que cada vez hay más población con prótesis de rodilla. Además, el incremento de la esperanza de vida en occidente, hace que los pacientes sean más mayores y tengan más comorbilidades relacionadas con una mayor predisposición a este tipo de fracturas. Esto hace cada vez más complicado el manejo de estas lesiones, por lo que se precisa de más estudios que permitan una mejora constante en el tratamiento de fracturas periprotésicas de rodilla (40).

Este aumento en la edad de los pacientes con fracturas sobre una PTR, se refleja en la bibliografía actual. La edad media de los pacientes en 1986 fue de 66,7 años, en 1993 de 70 años, en 2006 de 73 años y en 2010 de 78 años (22). Como muestra nuestro estudio, entre 2005 y 2017, la media de edad es de 78 años (57-93). Otros estudios como el de M.F Hoffmann y cols. en 2012 (22) y el de Wamlin Kim y cols. en 2015 (41), también muestran edades muy elevadas, 73,2 y 73 de media respectivamente. Por tanto, la edad media ha dejado de subir de forma tan drástica desde el 2010 hasta la actualidad.

Tanto nuestro estudio, como los dos estudios citados previamente, son de tipo retrospectivo y estudian fracturas distales de fémur sobre una PTR. En nuestro estudio se estudian 43 pacientes, de los cuales son mujeres el 93% (n=40). Similares porcentajes existen en el estudio de M.F Hoffmann y cols. (22) que muestra un 86,1% de mujeres, 35 de los 36 pacientes estudiados.

Este estudio, ha necesitado de media, 40 semanas de seguimiento (6,2-132,5). Es un periodo lo suficientemente largo para poder ver los resultados postoperatorios y registrar las posibles complicaciones. Kalliopi Lampropoulou-Adamidou y cols. (42) le bastó con un año de media y a Wanlim Kim y cols. (41) con 25 meses.

Los antecedentes personales que se recogen en nuestro estudio y se han identificado como posibles factores de riesgo para padecer fracturas periprotésicas de rodilla son: osteoporosis, diabetes, arteriopatía y consumo de tabaco. En estudios previos, se incluyen otros posibles factores de riesgo relacionados con este tipo de fracturas como: la artritis reumatoide, enfermedades neurológicas, tratamiento con corticoides durante un tiempo prolongado, corte excesivo en la cortical posterior del fémur, artroplastias de recambio protésico (28). A todos ellos, se les suma en los últimos años la úlcera péptica, enfermedades pulmonares (20) y el tener menos de 50 años, relacionado con un estilo de vida más activo (12).

El tratamiento de las fracturas periprotésicas de rodilla ha sido siempre controvertido. La bibliografía muestra que inicialmente se instauró como tratamiento de elección el manejo conservador. Con el tiempo, se han ido desarrollando más estudios en los que se ha demostrado que con el tratamiento conservador, aumenta el número de complicaciones a consecuencia del encamado prolongado, y la falta de movimiento. Además, la mortalidad era mayor en los pacientes a los que se optaba por no llevar a

cabo tratamiento quirúrgico **(22)**. Dentro de los diferentes tratamientos quirúrgicos, el uso de placas de estabilidad angular tipo LISS, utilizado en todos los pacientes de nuestra muestra y la técnica de implantación mínimamente invasiva (MIPO), utilizada en el 87,3% de nuestra muestra (n= 36), han mejorado drásticamente los resultados en el tratamiento de las fracturas periprotésicas distales de fémur. Gracias a estos avances, es posible tratar pacientes con muy mala calidad ósea, como es el caso de los 19 pacientes (44,2%) con osteoporosis encontrados en nuestra muestra. Se ha demostrado que en las fracturas periprotésicas de rodilla sobre huesos osteoporóticos, el uso de aloinjerto óseo junto al tratamiento quirúrgico con placa LISS, ha aumentado la estabilidad y ha reducido la presencia de pseudoartrosis (43). En nuestro estudio, únicamente se utilizó aloinjerto en las segundas intervenciones quirúrgicas, para solucionar la pseudoartrosis que se presenta en 4 de los pacientes estudiados.

Uno de los criterios de exclusión de nuestro trabajo, es el de tener una fractura tipo III de Robareck y Taylor, puesto que normalmente este tipo de fracturas se tratan a través de recambio protésico y no con placa LISS. Pero actualmente, hay estudios en los que se ha confirmado que, en algunos casos seleccionados con fracturas tipo III, es posible obtener buenos resultados usando dos placas LISS (una lateral interna y otra lateral externa), incluso cuando las fracturas están muy próximas a la prótesis (41). Como novedad resaltar las placas de bloqueo poliaxial, que han obtenido muy buenos resultados en el tratamiento de las fracturas femorales distales sobre una PTR (42).

Los resultados postquirúrgicos en nuestro estudio son muy satisfactorios, siendo la media de alineación final de la extremidad de 5,9° de valgo, dentro de la normalidad (0-7°) aunque ligeramente superior a otros estudios, como el de M.F Hoffmann y cols. (22) en el que la media es de 5° de valgo. La movilidad final también es muy satisfactoria, con una media de 97,4° de flexión y nunca inferior a 90° (90-120°). Si prestamos atención al trabajo previamente citado, hay peores resultados, con una media de movimiento de flexión de 87°, 10 grados menos.

La complicación más importante, como consecuencia del tratamiento de fracturas periprotésicas de fémur distal sobre una PTR, es la pseudoartrosis (22,41 y 44). Es por ello que, en nuestro trabajo, el análisis estadístico, se ha orientado en los posibles factores que determinan la aparición de la pseudoartrosis. Se ha registrado un 9,3 % de la muestra (n=4) con pseudoartrosis, similar a otros estudios (22 y 41). En cuanto a la presencia de infección postquirúrgica, solo se objetiva un solo caso de infección de partes blandas de la herida quirúrgica, drásticamente inferior a otros estudios (22 y 45). En la bibliografía no se encontró trabajos que estudiaran los factores de riesgo relacionados con padecer pseudoartrosis. Pese a no obtener resultados estadísticamente significativos, debido al reducido número de pseudoartrosis registradas (n=4), este trabajo es algo novedoso, que permite conocer más y mejor este tipo de lesiones de cara a mejorar su tratamiento y reducir el número de complicaciones.

Una de las limitaciones encontradas, tanto en este trabajo, como en el resto de estudios relacionados con fracturas periprotésicas de rodilla, es el hecho de que la mayoría de los datos relevantes se recogen de estudios retrospectivos (40).

Autor y año	Número de casos	Placa	Edad media de los pacientes (años)	Mecanismo de la lesión	Tipo de fractura	Seguimiento medio (meses)	Complicaciones postoperatorias precoces (infecciones)	Complicaciones postoperatorias tardías (pseudoartrosis)	Porcentaje de
Ruchholtz y cols. 2013	41	NCB DF, Zimmer	79.8 T 11	33 baja energía 6 no documentado 2 fracturas postoperatorias	17 periprotésicas (PTC) 10 periprotésicas (PTR) 3 interprotésicas 11 periimplante		24 (59%)	3 (7%)	93%
El-Zayat y cols 2012	72	NCB DF, Zimmer	76.1 (39–99)	64 baja energía 8 alta energía	22 periprotésicas (PTC) 12 periprotésicas (PTR) 5 interprosthetic, 13 periimplante 20 sin protésis o implante	13	36 (50%)	5 (7%)	No hay casos después de 13 meses. Consolidación ósea en 48 pacientes
Erhardt y cols 2008	24	NCB DF, Zimmer	80 (+/- 11)	23 baja energía 1 alta energía	12 periprotésicas (PTC) 12 periprotésicas (PTR)	12 (3–31)	1 (4%)	1 (4%)	90%
Pascarella y cols 2014	77	Placa poliaxial DePuy	62 (16–96)	26 politraumatizados	9 periprotésicas (PTC) 4 periprotésicas (PTR) 4 periimplante	19 (6–57.5)	No registradas	11 (14%)	87%
Hospital Valdecilla	43	Placa LISS Syntex	78 (57-93)	43 Baja energía	35 periprotésicas (PTR) 8 Interprotésicas	40 (6,2-132,7)	1 (2,3%)	4 (9,3%)	90,7%

Tabla 6: Comparación de estudios realizados entre 2008 y 2017 en los que se incluyeron pacientes con fracturas periprotésicas de rodilla. Los datos expuestos proceden de este propio estudio y del artículo de KalliopiLampropoulou-Adamidou et al. *The outcome of Polyax Locked Plating System for fixation distal femoral non-implant related and periprosthetic fractures. Injury. 2015; 46:18-24.*

8) CONCLUSIONES

Nuestros resultados sugieren que el sistema de osteosíntesis con placas de estabilidad angular (LISS), llevada a cabo en pacientes con fracturas periprotésicas de rodilla tipo I y II (según la clasificación de Rorabeck y Taylor), que en su mayoría son mujeres, obesas y en edad geriátrica, es un sistema muy eficaz a la hora de tratar este tipo de fracturas.

Presenta un número de complicaciones muy pequeño, tan solo un caso de infección y cuatro de pseudoartrosis. La tasa de consolidación es del 90,7%.

El 100% de los casos presentan un rango de movilidad articular 0-90° o superior tras la cirugía. La alineación de la extremidad es correcta (entre 0 y 7 grados de valgo) en el 77% de los 33 casos con estudio radiológico (telemetría), habiendo solo un único caso de mal alineamiento de 15° de valgo.

No se ha encontrado asociación estadística entre la presencia de pseudoartrosis y diabetes, IMC, arteriopatía, consumo de tabaco, presencia de osteoporosis. En cuanto a la técnica utilizada, tampoco se ha hallado relación respecto a la presencia de pseudoartrosis y la longitud del implante, técnica abierta o cerrada y el tiempo de descarga.

9) FINANCIACIÓN

Dicho estudio no ha requerido financiación.

10) CONSIDERACIONES ÉTICAS

El estudio se llevará a cabo de acuerdo con la normativa vigente, la directriz E6 sobre buenas prácticas clínicas de la Conferencia Internacional de Armonización (ICH) y los principios de la Declaración de Helsinki.

AGRADECIMIENTOS

A todo el personal del Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla.

Un agradecimiento especial a los doctores Guillermo Menéndez Solana y Gonzalo García Portal, médicos internos residentes, por su tiempo, disposición y gran ayuda en este estudio.

Sobre todo, hacer mención a mi directora del proyecto, María Isabel Pérez Núñez, médica adjunta del Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Universitario Marqués de Valdecilla y profesora asociada de la facultad de medicina de la universidad de Cantabria. Me gustaría resaltar su absoluta entrega y dedicación a la hora de orientarme de cara a la elaboración de este trabajo y la doy las gracias por todo lo que he aprendido con ella a través de la realización de este trabajo de fin de grado.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) J. A García Porrero, J. M. Hurlé. *Anatomía humana*. Madrid. Interamericana; 2005.
- (2) Dc. José R. Caeiro Rey. Coordinador. *Tratamiento Multidisciplinar de las Fracturas Osteoporóticas Fracturas Periprotésicas; Introducción (pp 11)*. Madrid: Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT); 2014.
- (3) Dc. José R. Caeiro Rey. Coordinador. *Tratamiento Multidisciplinar de las Fracturas Osteoporóticas Fracturas Periprotésicas; Epidemiología (pp21-23)*. Madrid: Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT); 2014.
- (4) Toogood PA, Vail TP, *Periprosthetic fractures: a common problem with a disproportionately high impact on health care resources*. *J Arthroplasty* 2015; 30: 1688-91.
- (5) Rorabeck CH, Taylor JW. *Classification of periprosthetic fractures complicating total knee arthroplasty*. *OrthopClin NorthAm*. 1999Apr; 30(2):209-14.
- (6) Della Rocca GJ, Leung KS, Pape HC. *Periprosthetic fractures: epidemiology and future projections*. *J Orthop Trauma*. 2011; 25(Suppl.2): S66–70.
- (7) Rodríguez-Merchán EC. *Fracturas periprotésicas de rodilla*. *Patología del Aparato Locomotor*. 2005; 3(4):260-27.
- (8) Savin L, Barhařrošie C, Botez P. *Periprosthetic femoral fractures evaluation of risk factors*. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi*. 2012Jul-Sep; 116(3): 846-52.
- (9) Singh JA, Jensen MR, Harmsen SW, Lewallen DG. *Are gender, comorbidity, and obesity risk factors for postoperative periprosthetic fractures after primary total hip arthroplasty?* *J Arthroplasty*. 2013 Jan; 28(1): 126-31.
- (10) Shields E, Behrend C, Bair J, Cram P, Kates S. *Mortality and financial burden of periprosthetic fractures of the femur*. *GeriatrOrthopSurgRehabil*. 2014; 5: 147–53.
- (11) Dc. José R. Caeiro Rey. Coordinador. *Tratamiento Multidisciplinar de las Fracturas Osteoporóticas Fracturas Periprotésicas; Factores de riesgo médicos (pp 29)*. Madrid: Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología (SECOT); 2014.
- (12) Singh JA, Jensen M, Lewallen D. *Predictors of periprosthetic fracture after total knee replacement: an analysis of 21,723 cases*. *ActaOrthop*. 2013; 84: 170–7.
- (13) De Laet C, Kanis JA, Odén A, Johanson H, Johnell O, Delmas P, Eisman JA, Kroger H, Fujiwara S, Garnero P, McCloskey EV et al. *Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis*. *OsteoporosInt*. 2005; 16: 1330-8.

- (14) Lindhal H, Oden A, Garellik G, Malchau H. The excess mortality due to periprosthetic femur fracture. A study from the Swedish national hip arthroplasty register. *Bone*. 2007; 40: 1294-8.
- (15) Kanis JA, Johnell O, Oden A, Johansson H, De Laet C, Eisman JA, Fujiwara S, Kroger H, McCloskey EV, Mellstrom D, Melton LJ, Pols H, Reeve J, Silman A, Tenenhouse A. Smoking and fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporos Int*. 2005; 16: 155-62.
- (16) Peris P. Osteoporosis del varón. ¿Cómo diagnosticarla y tratarla? *RevEsp Reumatol*. 2001; 28: 135-42.
- (17) Hallström H, Wolk A, Glynn A, Michaëlsson K. Coffee, tea and caffeine consumption in relation to osteoporotic fracture risk in a cohort of Swedish women. *Osteoporos Int*. 2006; 17: 1055-64.
- (18) González-Macías J, Guañabens N, Gómez Alonso C, Del Río L, Muñoz Torres M, Delgado M, Pérez-Edo L, Díaz López JB, Jódar E, Hawkins F. Guías de práctica clínica en la osteoporosis posmenopáusica, glucocorticoidea y del varón. Sociedad Española de Investigación ósea y del Metabolismo Mineral. *RevClin Esp*. 2008; 208 Supl 1: 1-24.
- (19) A. Maestro, L Rodriguez, A Llopis. Fracturas periprotésicas de rodilla. *Rev. Esp. Ortop. Traumatol*. 2008; 52: 179-87.
- (20) Singh JA, Lewallen DG. Association of peptic ulcer disease and pulmonary disease with risk of periprosthetic fracture after primary total knee arthroplasty. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011; 63: 1471-6.
- (21) Zazal P, Backstein D, Gross AE, Papini M. Notching of the anterior femoral cortex during total knee arthroplasty. Characteristics that increase local stresses. *J Arthroplasty*. 2006; 21: 737-43.
- (22) Hoffmann MF, Jones CB, Sietsema DL, Koenig SJ, Tornetta 3rd P. Outcome of periprosthetic distal femoral fractures following knee arthroplasty. *Injury*. 2012; 43: 1084-9.
- (23) Lindahl H. Epidemiology of periprosthetic femur fracture around a total hip arthroplasty. *Injury*. 2007; 38: 651-4.
- (24) Sah AP, Marshall A, Virkus WV, Estok DM, Della Valle CJ. Interprosthetic fractures of the femur: treatment with a single locked plate. *J Arthroplasty*. 2010; 25: 280-6.
- (25) Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD. Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. *ClinOrthop*. 1997; 345: 113-24.
- (26) Ortiguera CJ, Berry DJ. Patellar fracture after total knee arthroplasty. *J BoneJointSurg*. 2002; 84: 532-40.

- (27) *Culp RW, Schmidt RG, Hanks G, et al. Supracondylar fracture of the femur following prosthetic knee arthroplasty. ClinOrthop. 1987; 222: 212-22.*
- (28) *Su ET, De Wal H, Di Cesare PE. Fracturas periprotésicas femorales proximales a prótesis totales de rodilla. J Am AcadOrthopSurg (Ed Esp). 2004; 3: 84-92.*
- (29) *Duncan CP, Haddad FS. The Unified Classification System (UCS): improving our understanding of periprosthetic fractures. Bone Joint. 2014; 96-B: 713-6.*
- (30) *Ochs B, Stockle U, Gebhard F. Interprosthetic fractures—a challenge of treatment. EurOrthopTraumatol. 2012; 4: 1-7.*
- (31) *Henry SL, Booth RE Jr. Management of supracondylar fractures above total knee prostheses. Tech Orthop. 1995; 9: 243-52.*
- (32) *Zuckerman JD, Skovron ML, Koval KJ, et al. Postoperative complications and mortality associated with operative delay in older patients who have a fracture of the hip. J Bone Joint Surg. 1995; 77-A: 1551-62.*
- (33) *Kolb W, Guhlmann H, Windisch C, Marx F, Koller H, and Kolb K. Fixation of periprosthetic femur fracture above total knee arthroplasty with the less invasive stabilization system: a midterm follow up study. J Trauma. 2010; 69(3); 670-76.*
- (34) *Bhattacharyya T, Chang D, Meigs JB, Estok DM, Malchau H. Mortality after periprosthetic fracture of the femur. J Bone J Surgery. 2007; 89-A (12): 2658-62.*
- (35) *Steubel PN, Gardner MJ, Morshed S, Collinge CA, Gallagher B, Ricci WM. ¿Are extremely distal periprosthetic supra-condylar fractures of the femur too distal to fix using a lateral locked late? J Bone J Surg. 2010;92-B: 527-34.*
- (36) *Bezwada HP, Neubauer P, Baker J, Israelite CL, Johanson NA. Periprosthetic supra-condylar femur fractures following total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 2004; 19: 453-8.*
- (37) *Mortazavi MJ, Kurd MF, Bender B, Post Z, Parvizi J, Purtill JJ. Distal femoral arthroplasty for the treatment of periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. J Arthroplasty. 2010; 25: 775-80.*
- (38) *Moran MC, Brick GW, Sledge CB, Dysart SH, ChienEP. Supracondylar femoral fracture following total knee arthroplasty, ClinOrthopRelat Res. 1986; 324: 196-209.*
- (39) *Pao JL, Jiang CC. Retrograde intramedullary nailing for nonunions of supracondylar femur fracture of osteoporotic bones. J Formos Med Assoc. 2005; 104: 54-9.*
- (40) *Theodoros H. Tosounidis, Peter V. Giannoudis. What is new in distal femur periprosthetic fracture fixation? Injury. 2015; 46: 2293-2296.*

- (41) *Kim W, Song JH, Kim JJ. Periprosthetic fractures of the distal femur following total knee arthroplasty: even very distal fractures can be successfully treated using internal fixation. IntOrthop. 2015; 39:1951–7.*
- (42) *Kalliopi Lampropoulou-Adamidou, Theodoros H. Tosounidis, Nikolaos K. Kanakaris, Axel Ekkernkamp, Michael Wich, Peter V. Giannoudis. The outcome of Polyax Locked Plating System for fixation distalfemoral non-implant related and periprosthetic fractures. Injury. 2015; 46:18-24.*
- (43) *Mark Lenz, Wolfgang Lehmann, Dirk Wahnert. Periprosthetic fracture fixation in osteoporotic bone. Injury. 2016; 47: 44-50.*
- (44) *Ristevski B, Nauth A, Williams DS, Hall JA, Whelan DB, Bhandari M, et al. Systematic review of the treatment of periprosthetic distal femur fractures. J Orthop Trauma.2014; 28:307–12.*
- (45) *Ricci WM, Loftus T, Cox C, Borrelli J. Locked plates combined with minimally invasive insertion technique for the treatment of periprosthetic supracondylar femur fractures above a total knee arthroplasty. Journal of Orthopedics and Traumatology. 2006; 20(March (3):190–6.*

