

Fracturas periprotésicas postoperatorias de tibia.

C. JIMÉNEZ SALANOVA¹, S. GONZÁLEZ GONZÁLEZ¹, D. GARCÍA-GERMÁN VÁZQUEZ^{1,2}, J. MARTÍNEZ CANDIAL¹, F. CANILLAS DEL REY³, J. CAMPO LOARTE¹.

1. SERVICIO DE COT, HOSPITAL UNIVERSITARIO DE PUERTA DE HIERRO-MAJADAHONDA. MADRID, ESPAÑA. 2. SERVICIO DE COT, HOSPITAL UNIVERSITARIO HM DE MADRID-TORRELODONES, UNIVERSIDAD SAN PABLO CEU. MADRID, ESPAÑA. 3. SERVICIO DE COT, HOSPITAL CENTRAL DE LA CRUZ ROJA, MADRID, ESPAÑA.

Resumen. Pese a su baja frecuencia las fracturas periprotésicas de tibia son una complicación grave cuya incidencia probablemente aumente en los próximos años. Es fundamental clasificar adecuadamente estas fracturas en función de su localización y presencia de aflojamiento para plantear un correcto tratamiento en cada caso. Se podrá realizar un tratamiento conservador, síntesis o revisión de la prótesis en función del tipo de fractura. En caso de fijación de la fractura, las placas de estabilidad angular, preferiblemente poliaxiales pueden ser una buena opción debido al limitado stock óseo en la metáfisis proximal que aloja un componente protésico. En caso de revisión se produce una importante pérdida de hueso que necesita una adecuada reconstrucción. La utilización de sistemas de navegación y la colocación de prótesis unicompartmentales se ha relacionado con esta complicación.

Postoperative periprosthetic tibia fractures.

Summary. The incidence of periprosthetic tibia fractures is expected to increase although still being rare. It is paramount to classify these fractures properly, based on level and loosening in order to plan an adequate treatment in each case. Conservative treatment, fracture fixation and prosthetic revision can be performed depending on the fracture type. In case of fracture fixation, locking plates, preferable polyaxial, can be a good option due to the limited bone stock in the proximal metaphysis hosting a prosthetic component. Revision can result in relevant bone lose that will need of adequate reconstruction. Navigation systems as well as unicompartmental knee arthroplasty have been related to this complication.

Correspondencia:

Diego García-Germán Vázquez
Servicio de COT
Hospital Universitario de Puerta de Hierro-Majadahonda.
C/ Manuel de Falla 1.
28222, Majadahonda, Madrid.

Introducción.

Las fracturas periprotésicas de fémur distal sobre una prótesis total de rodilla (PTR) son relativamente frecuentes, no así las que ocurren en la tibia. En la literatura médica existen múltiples publicaciones haciendo referencia a las fracturas de fémur pero las referentes a fracturas tibiales son escasas.

Desde 1970 hasta 1992 solo se comunicaron 32 casos de fracturas periprotésicas de tibia (FPT) en 9 publicaciones diferentes¹. En 1980 Rand y Coventry publica su serie de 15 fracturas periprotésicas de tibia asociadas fundamentalmente a un inadecuado alineamiento axial del componente tibial².

Pese a la baja frecuencia de FPT el incremento progresivo en el número de PTR anuales, y por tanto de recambios, el aumento de la actividad de los pacientes portadores de prótesis, su mayor supervivencia, el desgaste del polietileno y la osteólisis asociada, así como nuevas técnicas quirúrgicas, hace prever un aumento de las compli-

caciones incluyendo las fracturas periprotésicas^{3,4}. Tanto la rigidez de la rodilla como la presencia de una flexión por encima de 95° se han relacionado con un mayor riesgo de presentar fracturas⁵.

La técnica quirúrgica puede ser responsable de la aparición temprana de FPT secundarias a la creación de zonas de concentración de tensiones o perforaciones de la cortical. La extracción del material de osteosíntesis previo debe realizarse al menos 3 meses antes de la colocación de la PTR, o, si se hace en un tiempo, realizar un anclaje distal a los orificios que pueden suponer una zona de concentración de tensiones⁶. También la realización de osteotomías tibiales previas o de osteotomía de la tuberosidad anterior de la tibia durante el abordaje se han relacionado con las FPT. En pacientes con osteotomías valguizantes previas se deberá tener especial cuidado con la lateralización del componente tibial para evitar la perforación del la cortical tibial medial.

Otros factores de riesgo pueden ser la excesiva desperiostización durante la cirugía, especialmente en revisiones, la mala alineación de los componentes, la osteoporosis, el tratamiento con corticoides, las patologías neurológicas degenerativas que aumenten el riesgo de caídas⁷.

La utilización de componentes protésicos no cementados podría ser un factor de riesgo para la aparición de FPT en el postoperatorio⁸. Thompson publica 7 casos de

FPT en pacientes con prótesis no cementadas entre los 6 días y los 12 meses de evolución, ningún caso presentaba un antecedente traumático previo⁷. Refieren no haber observado esta complicación en los 1,105 casos previos de con el mismo diseño de PTR pero con fijación con cemento frente a 7 casos en las primeras 205 PTR sin cementar, lo que supone una incidencia de 3.4%. En todos los casos fueron mujeres con una media de edad de 76,4 años, un índice de masa corporal de 26.6 Kg/m², en dos casos con diagnóstico de artritis reumatoide. Las rodillas con un eje previo a la cirugía neutro o el valgo presentaban un mayor riesgo de fractura. Los autores refieren que quizás la presencia de un eje en varo tenga un efecto protector sobre el compartimento interno al desarrollar cierta esclerosis subcondral. En pacientes con un eje neutro o valgo no ocurriría esto y en el postoperatorio, tras corregir el eje del miembro, el compartimento interno se vería sobrecargado⁸.

La presencia de osteolisis extensa secundaria a desgaste del polietileno es una causa conocida de esta complicación. La presencia de lesiones cavitarias debilita la metafisis proximal predisponiendo la fractura. En casos de componentes no cementados se ha especulado que la osteolisis podría ser mayor ya que las partículas de desgaste tendrían un acceso más fácil al hueso metafisario al no estar sellado por la capa de cemento⁹.

Las fracturas por estrés pueden ocurrir tras una PTR. Se ha descrito casos de fracturas de las ramas pubianas y el cuello femoral en pacientes que debido a la pérdida de función llevaban tiempo sin caminar antes de someterse a una PTR¹⁰.

Clasificación.

Si bien Backstein propone una clasificación alfanumérica de estas fracturas⁶, son Felix, Stuart y Hanssen los que publican en 1997 su serie de FPT y proponen la clasificac-

ción conocida como clasificación de Felix o, más correctamente, clasificación de la Clínica Mayo^{11,12} (Fig. 1).

Revisaron 17.727 PTR colocadas en la Clínica Mayo entre 1970 y 1995 encontrando 71 fracturas lo que supone una incidencia de 0.40%. De estas fracturas 59 ocurrieron en PTR primarias (0.39%) y 12 en revisiones (0.48%). La mayoría ocurrieron en mujeres con una media de edad en el momento de la fractura de 70 años.

Definen una clasificación basada en 3 parámetros principales: 1.- Localización de la fractura. 2.- Situación del implante, fijo o aflojado y 3.- cronología de la fractura, intra o postoperatoria. Las fracturas tipo I afectan al platillo tibial en la interfaz hueso-cemento-prótesis. Las tipo II son aquellas que ocurren alrededor del vástago tibial. Las tipo III son distales al vástago tibial y las tipo IV son fracturas de la tuberosidad tibial anterior (TTA). Pese a que en la publicación original se utilizaban números romanos (I-IV) en las siguientes publicaciones de los mismos autores han utilizado numeración árabe (1-4)^{3,11,12}.

Si el componente protésico está bien anclado se denomina A, si esta aflojado B, y si ha ocurrido durante la cirugía C.

Los fines del tratamiento de estas fracturas descritos por Rorabeck son: acortamiento menor a 2 cm, alteración del eje en el plano coronal de menos de 5° de varo o valgo, alteraciones menores de 10° en el plano sagital. Por su parte Cain refiere que el tratamiento es un éxito cuando se consigue la ausencia de dolor, la consolidación en 6 meses, un rango de movimiento de 0-90°, y vuelta a la situación de deambulacón previa¹³.

Tipo I

Las fracturas tipo I afectan al platillo tibial en la interfaz hueso-cemento-prótesis. En la serie de Felix suponen 50/83 fracturas postoperatorias, la gran mayoría sin episodio traumático previo y asociadas a componentes tibia-

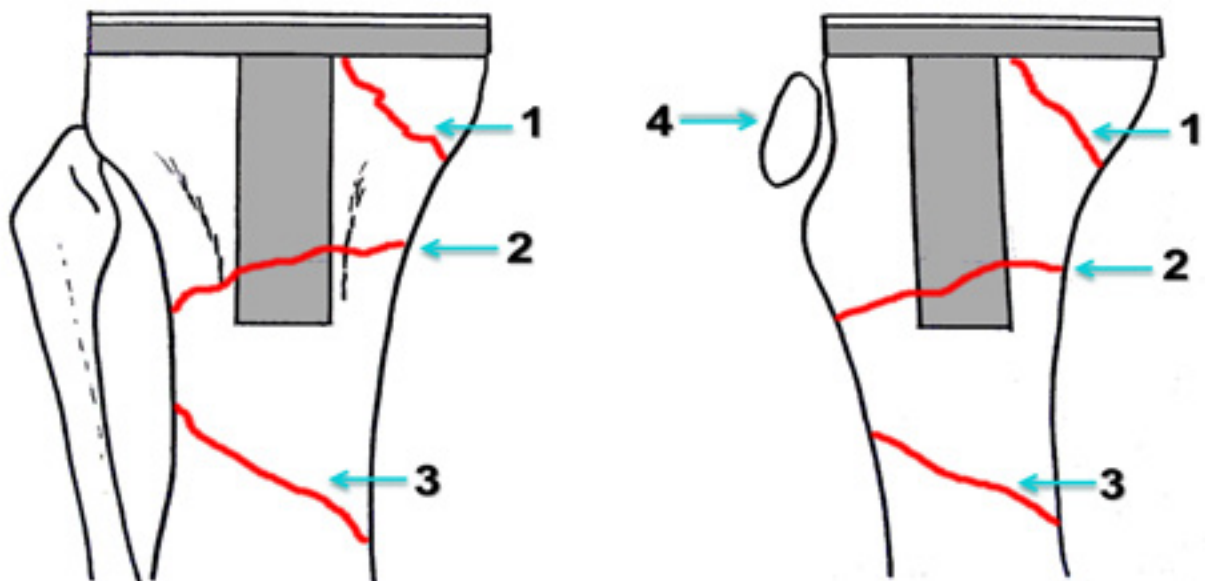


Figura 1. Clasificación de Mayo de Fracturas Periprotésicas de Tibia. Según la localización anatómica: 1. Platillo tibial; 2. Adyacente al vástago; 3. Distal al vástago; 4. Tuberosidad tibial. Subtipos: A: Buena fijación de la prótesis; B: Aflojamiento; C: Intraoperatoria. Basado en: Hanssen AD¹¹.



Figura 2. Fractura tipo IB, solución quirúrgica con cono y vástago largo.

les originalmente colocados en varo, con una media de 4.7° de varo. En los 50 casos se trató de fracturas IB con aflojamiento del componente tibial. Mayoritariamente se produce un progresivo colapso del platillo tibial interno asociado a una progresión del varo clínico. Se suelen asociar a osteolisis secundaria a desgaste del polietileno.

Las fracturas tipo IB se podrían comparar con fracturas de meseta tibial tipo II de Schatzker pero del platillo tibial interno, donde hay un hundimiento de la metafisis (osteolisis) y una separación del platillo tibial que afecta a la cortical medial.

En algunos casos el diagnóstico se realiza posteriormente cuando ya hay evidencia radiológica de consolidación de la fractura, progresivo varo y dolor. El método de tratamiento más frecuente es la revisión de la PTR, con componentes de revisión con vástagos largos para tener una buena fijación distal a la fractura y, en ocasiones, con reconstrucción de la metafisis proximal mediante conos (Fig. 2). La curva de supervivencia de las fracturas tipo I cae de forma aguda con solo un 27% de supervivencia del implante al año de seguimiento y solo 2.5% de supervivencia a los 5 años.

Las fracturas del platillo tibial se asociaron originalmente a componentes protésicos antiguos (Policentric y Geometric de Howmedica). Estos implantes concentraban las tensiones en el hueso esponjoso adyacente. Estas fracturas por estrés son menos frecuentes con componentes modernos con base metálica y con una distribución más uniforme de las tensiones si se coloca adecuadamente con una buena alineación^{14,15}. Estas fracturas por estrés pueden ocurrir en pacientes que previamente no caminaban y son movilizados precozmente después de una PTR y comienzan a cargar.

Tipo II

Las fracturas tipo II son aquellas que ocurren alrededor

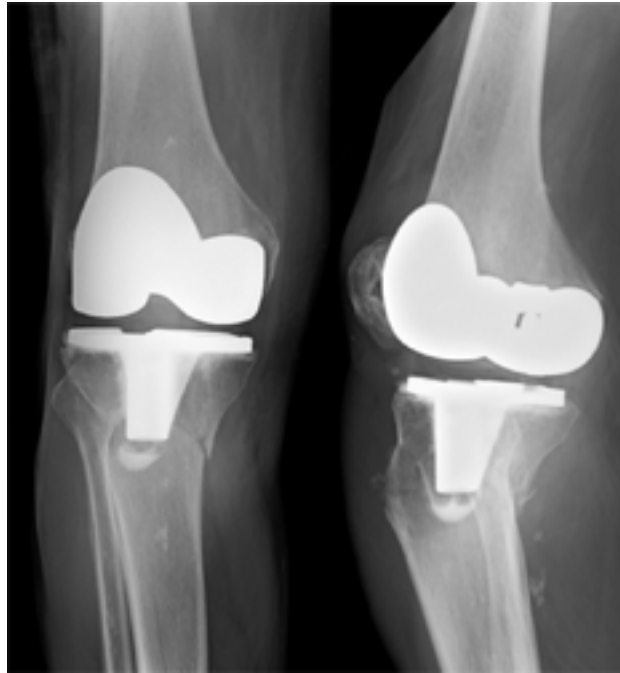


Figura 3. Fractura tipo IIA.

del vástago tibial, tanto en PTR primarias con vástago corto como en PTR de revisión con vástago largo. Suelen ocurrir como consecuencia de traumatismos de mínima energía. La incidencia de tipo A y B es similar. Un número importante ocurren en PTR constreñidas con vástagos largos.

Las fracturas tipo IIA pueden ser tratadas conservadoramente con inmovilización o limitación de la carga (Fig. 3). El resultado esperado es similar al previo a la fractura. Es esencial mantener una correcta alineación del miembro. Es infrecuente que los pacientes con fracturas tipo IIA necesiten revisión. Se ha descrito el tratamiento de fracturas tipo II A no desplazadas con estimulación electromagnética con buenos resultados¹⁶.

En caso de fracturas desplazadas deben ser tratadas en función de las características de la fractura. Si es posible una reducción cerrada estable puede ser tratada conservadoramente. Algunos pacientes pueden necesitar reducción cerrada bajo anestesia. La fijación quirúrgica de estas fracturas puede ser compleja dada la escasez de hueso en la metafisis proximal de la tibia en presencia del vástago de la PTR. Las placas de estabilidad angular, preferiblemente poliaxiales, pueden ser una buena opción en estos casos.

Si no es posible una correcta reducción y corrección del eje del miembro puede estar indicada una revisión de la PTR. En estos casos el defecto óseo resultante tras la extracción de la PTR puede afectar a la práctica totalidad de la metafisis tibial haciendo difícil la revisión.

Las fracturas tipo IIB suelen estar asociadas a componentes de revisión con vástagos largos que se han aflojado, dejando como resultado una extensa lesión cavitaria y defectos óseos en la unión metafiso-diafisaria. Estas fracturas deben tratarse inicialmente con revisión, el intento de tratamiento conservador no parece dar lugar a una consolidación previa de la fractura para posteriormente

realizar una revisión en un segundo tiempo, habiéndose descrito malos resultados con esta opción¹¹.

En las fracturas tipo IIB o en aquellas IIA muy proximales en las que no hay suficiente hueso para asegurar una fijación segura de la osteosíntesis y tenemos que recurrir a una revisión, se creará un defecto importante en la metáfisis proximal de la tibia y será necesario recurrir a compuestos alo-prótesis, suplementos metálicos o conos de tantalio.

En FPT tipo IIA en prótesis con vástago largo se ha descrito la utilización de placas con cables de Dall-Miles fijando la placa con cables en la región diafisaria donde debido a la presencia del vástago no es posible utilizar tornillos⁵.

Se han descrito casos de fracturas tipo IIA asociadas a fracturas periprotésicas de fémur secundarias a traumatismos de alta energía por atropello y traumatismos de baja energía, acuñándose el termino "prótesis flotante". En casos con componentes protésicos fijos y buena calidad ósea se puede sintetizar con placas de estabilidad angular u optar por una revisión de ambos componentes a una prótesis en bisagra que permitirá la carga inmediata y elimina los problemas secundarios a la consolidación ósea^{17,18}.

El tratamiento quirúrgico puede estar indicado incluso en fracturas poco desplazadas para permitir la movilización precoz y evitar la rigidez secundaria a la inmovilización prolongada. Pese a que las complicaciones del tratamiento quirúrgico son elevadas (25-75%) son similares a las encontradas con el tratamiento conservador¹⁹.

Aquellas fracturas por impactación del vástago tibial en la cortical de la diáfisis tibial suelen tener trazos verticales y no estar asociadas a daño de los tejidos blandos. Evolucionan bien con el tratamiento conservador con limitación de la carga o la utilización de una ortesis articulada sin limitar la movilidad de la rodilla^{4,15}.

En fracturas tipo IIB con un importante defecto óseo en la diáfisis tibial por aflojamiento de un componente tibial con vástago una opción es reducir la fractura y fijarla con cerclajes, insertar un vástago largo que nos asegure una fijación distal adecuada y previamente realizar una técnica de injerto compactado para rellenar la metáfisis y diáfisis, aportar stock óseo y evitar la fuga de cemento al foco de fractura²⁰.

Tipo III

Las fracturas tipo III son distales al vástago tibial. La mayoría son IIIA con un componente tibial bien fijado. Las fracturas tipo III incluyen fracturas de stress, transversas, oblicuas o espirales con diferentes desplazamientos. La mayoría de los pacientes tienen prótesis primarias y un alto número Artritis Reumatoide. En este tipo es más frecuente la presencia de un traumatismo de cierta energía que los tipo I y II. También se pueden asociar a fracturas de stress secundarias a mal alineamiento de los componentes y a osteotomías previas de la tuberosidad tibial.

Estas fracturas deben ser tratadas siguiendo los criterios



Figura 4. Fractura tipo IVA.

de tratamiento de las fracturas de tibia, teniendo en cuenta el alineamiento del miembro y el mantenimiento de la función de la rodilla. Estas fracturas pueden ser tratadas conservadoramente en un número importante de casos. La revisión de la PTR raramente es frecuente, sólo en casos de mala evolución o retardo de consolidación. La utilización de clavos intramedulares no es posible en estos casos debido a la presencia de la propia prótesis limitando las opciones de osteosíntesis. Aquellas fracturas de stress asociadas a componentes en mala posición son susceptibles de ser revisadas para corregir la causa subyacente que es la mala alineación.

En las fracturas IIIB el tratamiento debe ser individualizado en cada caso pudiendo ser necesaria la revisión como tratamiento primario o estadiar el tratamiento dejando primero consolidar la fractura y posteriormente revisar la PTR.

La supervivencia del implante tras una fractura de tipo III es de 100% al año y de 87% a los 5 años¹¹. La supervivencia del implante se relaciona con la proporción de implantes aflojados en el momento de la fractura siendo este bajo en las fracturas tipo III.

Tipo IV

Las fracturas tipo IV son fracturas de la tuberosidad tibial anterior. Suponen una ruptura en el aparato extensor y son potencialmente catastróficas. La mayoría ocurren en componentes fijos tras un traumatismo (Fig. 4). La realización de una osteotomía de la TTA durante el abordaje tiene un riesgo aumentado de desarrollar una fractura tipo IV²¹.

En los casos en que la fractura no está desplazada podrá tratarse conservadoramente, inmovilizando la rodilla en extensión. Si está desplazada y el fragmento es grande puede ser sintetizado con o sin un refuerzo con cerclaje.

También pueden utilizarse suplementos con plastias de semitendinoso o reforzar con una malla de Marlex³.

Fracturas de estrés secundarias a sistemas de navegación.

Se han publicado recientemente casos aislados y series de casos de fracturas postoperatorias secundarias a la utilización de sistemas de navegación para la colocación de PTR 22-25. Al igual que en el resto de fracturas periprotésicas de rodilla son menos frecuentes en la tibia que en el fémur. La incidencia de esta complicación es de 3/220. Aparecen entre 2 y 12 semanas tras la cirugía.

El problema principal es la colocación errónea de los pines metafiso-diafisarios para la fijación del sistema de navegación. La presencia de orificios reduce la resistencia a la fractura del hueso circundante al actuar como concentrador de tensiones. El diámetro de los pines y su sistema de autoperforado y autoterrajado pueden influir en la necrosis térmica del hueso cortical y la presencia de esta complicación. La colocación de los pines bicorticales y la colocación de ambos pines en el mismo plano se han relacionado con las fracturas. La colocación diafisaria puede aumentar el riesgo sobre la colocación metafisaria²².

La colocación muy periférica de los pines resulta en una perforación transcortical con un defecto resultante en la cortical diafisaria de la tibia, no solo por el propio orificio sino también por la necrosis térmica resultante²⁵. El orificio dejado por el pin transcortical se verá como un túnel en las radiografías postoperatorias frente a dos puntos en el caso de la colocación bicortical. Owen no encuentra esta complicación en 984 PTR consecutivas con navegación utilizando pines monocorticales diafisarios sin hacer referencia al diámetro²⁴.

La gran mayoría de estos casos podrán ser tratados conservadoramente con limitación de la carga.

Fracturas en prótesis unicompartmentales.

Se han publicado algunos casos en la literatura sobre fracturas postoperatorias de meseta tibial secundarias a prótesis unicompartmentales de rodilla tanto mediales como laterales²⁶⁻³⁴. La incidencia está entre el 0.1-1%³⁰. Se ha relacionado con esta complicación la obesidad, osteoporosis, y la presencia de tibias pequeñas como en pacientes asiáticos y la realización de la artroplastia por cirujanos con escasa experiencia. También se ha relacionado con defectos técnicos incluyendo una deficiente preparación de la ranura para la quilla, una impactación demasiado enérgica de los componentes, la mala alineación, una colocación excesivamente medial del componente tibial y un corte sagital demasiado profundo³¹. El desgaste y la osteolisis también pueden ser importantes.

La profundidad del corte sagital puede ser el factor aislado más importante para la aparición de estas fracturas. Un corte extendido distalmente puede debilitar la cortical posterior aumentando el riesgo de fracturas. Estudios experimentales han demostrado que la fuerza necesaria para producir estas fracturas es inversamente proporcional a la extensión distal del corte sagital³².

Un factor de riesgo asociado a esta complicación han sido el cambio de los 2 pines de fijación de la guía de corte tibial para su recolocación resultando en 4 orificios muy próximos entre si creando una zona de concentración de tensiones por donde se propaga la fractura. Las fracturas ocurrieron entre las 3 y las 18 semanas de seguimiento. Pese a un intento inicial de tratamiento conservador los 4 casos descritos con esta complicación necesitaron una revisión a PTR entre 3 y 21 meses después de la fractura³³.

Los defectos encontrados en la cirugía de revisión suelen ser grandes necesitando técnicas de reconstrucción incluyendo compuestos aloinjerto-prótesis, reconstrucción con injerto y mallas y uso de suplementos y cuñas. En ocasiones se podrá realizar una osteosíntesis si la calidad del hueso y la reducción lo hacen posible³⁵. Si se opta por un tratamiento conservador se podrán aceptar deformidades en varo de hasta 5°, que serán bien toleradas³⁰.

¿Podemos prevenir estas fracturas?

Tras la implantación de una PTR se producen una serie de cambios en el hueso de la metafisis proximal de la tibia. El remodelado óseo en esa región va a condicionar la calidad de la fijación del implante. En los primeros 3 meses se produce una pérdida de densidad mineral ósea (DMO) en la meseta tibial por debajo del implante. Esto podría relacionarse con una fase de menor actividad durante el postoperatorio. Algunos trabajos han encontrado que la DMO vuelve a sus niveles basales a los 2 años de seguimiento³⁵ mientras que otros encuentran una DMO baja pasados entre 1 y 8 años desde la artroplastia³⁶.

En pacientes con una marcada deformidad en varo el compartimento tibial va a estar sometido a una carga mayor, produciéndose un aumento de DMO a ese nivel secundario al estímulo mecánico. Después de la implantación de la PTR y la corrección a un eje neutro del miembro el compartimento interno se verá relativamente descargado, eliminando el estímulo para la formación ósea y produciéndose por tanto una reducción local de la DMO. Así la corrección del eje y la normalización en el reparto de cargas a través de la rodilla podrían ser responsables del remodelado y no aisladamente la colocación de la PTR³⁵.

Por el contrario pacientes con un bajo nivel de actividad pueden experimentar un aumento en su DMO postoperatoria al mejorar su nivel de actividad y aumentar el estímulo osteoformador en la tibia proximal³⁷.

La transmisión de cargas y la osteoporosis por desuso pueden estar relacionadas con módulos de elasticidad muy diferentes entre el componente protésico y el hueso. La utilización de implantes con un módulo de elasticidad similar al hueso podría mejorar la transmisión de cargas y no alterar por tanto el estímulo mecánico sobre el hueso³⁸.

La utilización de tratamientos farmacológicos para mejorar la fijación protésica y prevenir complicaciones sigue siendo un tema controvertido. La utilización de tratamientos para prevenir la pérdida de densidad ósea y teóricamente mejorar la fijación de los implantes ha sido

estudiada extensamente. La utilización de estos fármacos podría prevenir la osteoporosis local que ocurre tras la PTR, pero como ya se ha expuesto las alteraciones mecánicas podrían ser más importantes.

Los bifosfonatos pueden minimizar la disminución de DMO en el postoperatorio pero no está claro que este efecto se mantenga a largo plazo^{39,40}. El clodronato postoperatorio puede disminuir la migración de los componentes protésicos, medido con análisis radioestereométrico, sin que esté clara la significación clínica⁴¹. Otros autores no han encontrado diferencias en la migración de los componentes protésicos⁴².

La utilización de la fracción 1-34 de la hormona paratiroidea (Teriparatide) todavía tiene que probar su eficacia en estos casos y por ahora esta indicación no figura en la ficha técnica del producto pese a haber casos descritos de reversión de un aflojamiento aséptico de cadera⁴³.

Con la evidencia actual no es posible hacer una recomendación firme sobre el uso generalizado de terapias farmacológicas para mejorar la fijación de los componentes protésicos y prevenir las fracturas periprotésicas⁴⁴.

El problema del aflojamiento protésico y la osteolisis que se asocia a este tipo de fracturas periprotésicas, no puede ser abordado solo desde la perspectiva de la pérdida ósea y la osteoporosis sino también por la tribología, el desgaste de polietileno y los defectos técnicos asociados a un aumento en la producción de partículas.

Conclusiones.

Pese a su baja frecuencia las fracturas periprotésicas de tibia son una complicación grave cuya incidencia probablemente aumente en los próximos años. Es fundamental clasificar adecuadamente estas fracturas en función de su localización y presencia de aflojamiento para plantear un correcto tratamiento en cada caso.

Si bien el tratamiento conservador sigue siendo una opción válida en casos sin aflojamiento protésico y con poco desplazamiento, la rigidez secundaria debe ser tenida en cuenta. En caso de fijación de la fractura, las placas de estabilidad angular, preferiblemente poliaxiales pueden ser una buena opción debido al limitado stock óseo en la metafisis proximal que aloja una PTR. Si hay que realizar una revisión se debe contar con la importante pérdida de hueso que resultara de la extracción del implante sobre la fractura y deberemos estar preparados para realizar una adecuada reconstrucción.

En caso de realizar navegación o prótesis unicompartmentales se deberá ser meticuloso en la colocación de los pines para evitar fracturas.

Con la evidencia actual no es posible hacer una recomendación firme sobre el uso generalizado de terapias farmacológicas para mejorar la fijación de los componentes protésicos y prevenir las fracturas.

Bibliografía:

1. Healy WL. Tibial fractures below total knee arthroplasty. In Insall JN, Scott WN, Scuderi GR (eds). Current concepts in primary and revision total knee arthroplasty. Philadelphia: Lippincot-Raven Publishers pp.163-7, 1996.
2. Rand JB, Coventry MB. Stress fractures after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 1980; 62A:226-32.
3. Hanssen AD, Stuart MJ. Treatment of periprosthetic tibial fractures. *Clin Orthop* 2000; 380:91-8.
4. Chimutengwende-Gordon M, Khan W, Johnstone D. Recent advances and developments in knee surgery: principles of periprosthetic knee fracture management. *Open Orthop J* 2012; 6:301-4.
5. Banim RH, Fletcher M, Warren P. Use of a Dall-Miles plate and cables for the fixation of a periprosthetic tibial fracture. *J Arthroplasty* 2000; 15:131-3.
6. Backstein D, Safir O, Gross A. Periprosthetic fractures of the knee. *J Arthroplasty* 2007; 22(4 Suppl 1):45-9.
7. Maestro A, Rodríguez L, Llopis JA. Fracturas periprotésicas de tibia. *Rev Orthop Traumatol* 2008; 52:179-87.
8. Thompson NW, McAlinden MG, Breslin E, Crone MD, Kernohan WG, Beverland DE. Periprosthetic tibial fractures after cementless low contact stress total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2001; 16:984-90.
9. Watanabe T, Tomita T, Fujii M, Kaneko M, Sakaura H, Takeuchi E, Sugamoto K, Yoshikawa H. Periprosthetic fracture of the tibia associated with osteolysis caused by failure of rotating patella in low-contact-stress total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2002; 17:1058-62.
10. Tharani R, Nakasone C, Vince KG. Periprosthetic fractures after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2005; 20(4 Suppl 2):27-32.
11. Felix NA, Stuart MJ, Hanssen AD. Periprosthetic fractures of the tibia associated with total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 1997; 345:113-24.
12. Stuart MJ, Hanssen AD. Total knee arthroplasty: periprosthetic tibial fractures. *Orthop Clin North Am* 1999 30:279-86.
13. Rorabeck CH, Angliss RD, Lewis PL. Fractures of the femur, tibia and patella after total knee arthroplasty: decision making and principles of management. *Instr Course Lect* 1998; 47:449
14. Engh GA, Ammeen DJ. Periprosthetic fractures adjacent to total knee implants: treatment and clinical results. *Instr Course Lect* 1998; 47:437-48.
15. Engh GA, Ammeen DJ. Periprosthetic fractures adjacent to total knee implants: treatment and clinical results. *J Bone Joint Surg* 1997; 79-A:1100-13
16. Doorgakant A, Bhutta MA, Marynissen H. Management of a tibial periprosthetic fracture following revision knee arthroplasty using a pulsed electromagnetic field stimulation device: a case report. *Cases J* 2009 ;2:8706.
17. Jamali AA, Lee MA, Donthineni R, Meehan JP. Minimal invasive management of a floating prosthesis injury with locking plates. *J Arthroplasty*. 2007; 22:928-33
18. Jeong GK, Pettrone SK, Liporace FA, Meere PA. "Floating total knee": ipsilateral periprosthetic fractures of the distal femur and proximal tibia after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2006; 21:138-40.
19. Rayan F, Konan S, Hddad FS. A review of periprosthetic fractures around total knee arthroplasties. *Current Orthopaedics* 2008; 22:52-61.
20. Beharrie AW, Nelson CL. Impactation bone-grafting in the treatment of a periprosthetic fracture of the tibia. *J Bone Joint Surg* 2003; 85-A:703-7.
21. Rocha Piedade S, Pinaroli A, Servien E, Neyret P. Tibial tubercle osteotomy in primary total knee arthroplasty: a safe procedure or not. *Knee* 2008; 15:439-46.
22. Hoke D, Jafari M, Orozco, Ong A. Tibial stress fractures resulting from placement of navigation tracker pins. *J Arthroplasty* 2011; 26:504e7.
23. Jung HJ, Jung YB, Song KS, Park SJ, Lee JS. Fractures associated with computer-navigated total knee arthroplasty. A report of two cases. *J Bone Joint Surg* 2007; 89-A:2280-4.
24. Owen RF, Swank ML. Low incidence of postoperative complications due to pin placement in computer-navigated total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2010; 25:1096-8.
25. Kim KK, Kim SB, Lee WS, Heo YM, Chae DS. Tibial stress fracture after computed-navigated total knee arthroplasty. *Inj Extra* (2012). <http://dx.doi.org/101016/j.injury.2012.06.009>
26. Van Loon P, de Munnynck B, Bellemans J. Periprosthetic fracture of the tibial plateau after unicompartmental knee arthroplasty. *Acta Orthop Belg* 2006; 72:369-74.
27. Kumar A, Chambers I, Wong P. Periprosthetic fracture of the proximal tibia after lateral unicompartmental knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2008; 23:615-8.
28. Chang TW, Yang CT, Liu YL, Chen WC, Lin KJ, Lai YS, Huang CH, Lu YC, Cheng CK. Biomechanical evaluation of proximal tibial behavior following unicompartmental knee arthroplasty: modified resected surface with corresponding surgical technique. *Med Eng Phys* 2011; 33:1175-82.
29. Prado-López A de, Román Torres M, Sotillo Mármol JM. Fractura de platillo tibial interno tras artroplastia unicompartmental de rodilla. *Rev Orthop Traumatol*. 2011; 55:210-4.
30. Pandit H, Murray DW, Dodd CAF, Deo S, Waite J, Goodfellow J, Gibbons CL. Medial tibial plateau fracture and the Oxford unicompartmental knee. *Orthopedics* 2007; 30:28-31.
31. Sloper PJ, Hing CB, Donell ST, Glasgow MM. Intra-operative tibial plateau fracture during unicompartmental knee replacement: a case report. *Knee* 2003; 10:367-9.
32. Clarius M, Haas D, Aldinger PR, Jaeger S, Jakobowitz E, Seeger JB. Periprosthetic tibial fractures in unicompartmental knee arthroplasty as a function of extended sagittal cuts: An experimental study. *Knee* 2010; 17:57-60.
33. Brumbry SA, Carrington R, Zayontz S, Reish T, Scott RD. Tibial plateau stress fracture. A complication of unicompartmental knee arthroplasty using 4 guide pinholes. *J Arthroplasty* 2003; 18:809-12.
34. Rudol G, Jackson MP, James SE. Medial tibial plateau fracture complicating unicompartmental knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2007; 22:148-50.
35. Li MG, Nilsson KG. Changes in bone mineral density at the proximal tibia after total knee arthroplasty: A 2-year follow-up of 28 knees using dual energy X-Ray absorptiometry. *J Orthop Res* 2000; 18:40-7.
36. Levitz CL, Lotke PA, Karp JS. Long-term changes in bone mineral density following total knee replacement. *Clin Orthop Rel Res* 1995; 321:68-72.
37. Hvid I, Bentzen SM, Jorgensen J. Remodeling of the tibia plateau after knee replacement: CT bone densitometry. *Acta Orthop Scand* 1988; 59:567-573.
38. Harrison AK, Gioe TJ, Simonelli C, Tatman PJ, Schoeller MC. Do porous tantalum implants help preserve bone? Evaluation of tibial bone density surrounding tantalum tibial implants in TKA. *Clin Orthop Rel Res* 2010; 468:2739-45.
39. Wang CJ, Wang JW, Ko JY. Three-year changes in bone mineral density around the knee after a six-month course of oral alendronate following total knee arthroplasty: A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg* 2006; 88A:267-78.
40. Wang CJ, Wang JW, Weng LH, Hsu CC, Huang CC, Chen HS. The effect of alendronate on bone mineral density in the distal part of the femur and proximal part of the tibia after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85-A:2121-6.
41. Hilding M, Ryd L, Toksvig-Larsen S, Aspberg P. Clodronate prevents prosthetic migration: a randomized radioestereometric study of 50 total knee patients. *Acta Orthop Scand* 2000; 71:553-7.

42. **Hansson U, Toksvig-Larsen S, Ryd L, Aspenberg P.** Once-weekly oral medication with alendronate does not prevent migration of knee prostheses: a double-blind randomized RSA study. *Acta Orthop* 2009; 80:41-5.
43. **Oteo-Álvaro A, Matas JA, Alfonso-Farto JC.** Teriparatide (rh [1-34] PTH) improved osteointegration of a hemiarthroplasty with signs of aseptic loosening. *Orthopedics* 2011; 34:574-7.
44. **Tsiridis E, Gamie Z, Conaghan PG, Giannoudis PV.** Biological options to enhance periprosthetic bone mass. *Injury* 2007; 38:704-13.