

Evaluación con resonancia magnética de artroplastias totales de rodilla sintomáticas

FRANCISCO J. NALLY, FLORENCIA BIAGIOTTI, ALEJANDRO RASUMOFF, MATÍAS COSTA PAZ

Hospital Italiano de Buenos Aires

Recibido el 26-11-2014. Aceptado luego de la evaluación el 15-01-2016 • Dr. FRANCISCO J. NALLY • francisco.nally@hospitalitaliano.org.ar

Resumen

Introducción: Las artroplastias totales de rodilla sintomáticas con estudios normales resultan un desafío para el ortopedista. La resonancia magnética podría ser una alternativa para arribar al diagnóstico. El objetivo de este estudio fue evaluar la utilidad de la resonancia magnética con secuencias optimizadas en artroplastias totales de rodilla sintomáticas y también realizar un estudio interobservador para determinar qué estructuras anatómicas son evaluables.

Materiales y Métodos: Se evaluaron retrospectivamente 15 pacientes con artroplastias totales de rodilla operados entre 2007 y 2012, con dolor periprotésico, y radiografía, centellograma y análisis de laboratorio normales, sometidos a una resonancia magnética. Se realizó un análisis interobservador utilizando los coeficientes de correlación intraclase y kappa entre cuatro profesionales, un residente de diagnóstico por imágenes y otro de Ortopedia, y dos médicos con 20 años de experiencia, uno en diagnóstico por imágenes y el otro en rodilla.

Resultados: Se halló líquido articular aumentado en 14 pacientes, sinovitis en cuatro, un osículo infrarrotuliano y no se detectó osteólisis en ningún caso. En siete pacientes, fue posible evaluar correctamente los ligamentos colaterales. Los gemelos, el tejido celular subcutáneo y el aparato extensor se evaluaron sin dificultad. La resonancia magnética encontró causas de dolor en 12 casos. El coeficiente de correlación intraclase mostró concordancia para el ligamento colateral medial, el aparato extensor, los gemelos y el tejido celular subcutáneo.

Conclusión: Este estudio demuestra la utilidad del método en la toma de decisiones. La concordancia interobservador fue estadísticamente significativa para el análisis del ligamento colateral medial, los gemelos y el tejido celular subcutáneo.

Palabras clave: Resonancia magnética; prótesis total de rodilla; artefacto.

Nivel de Evidencia: III

MRI EVALUATION OF SYMPTOMATIC TOTAL KNEE ARTHROPLASTIES

Abstract

Introduction: Symptomatic total knee arthroplasties with normal studies are a challenge for the orthopedic surgeon. Nuclear magnetic resonance could be an alternative to reach a correct diagnosis. The objective of the study was to evaluate the usefulness of nuclear magnetic resonance using optimized sequences in symptomatic total knee arthroplasties, and to perform an interobserver study to determine which anatomical structures are evaluable.

Methods: We retrospectively evaluated 15 patients operated on between 2007 and 2012 who had periprosthetic pain and normal radiographs, scintigraphy and laboratory values undergoing MRI. An interobserver analysis using intraclass correlation and kappa coefficients was performed among four professionals, a resident of diagnostic imaging and an advanced

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

Orthopedic resident, and two physicians with 20 years of practice, one in diagnostic imaging and the other in knee surgery.

Results: Joint fluid was increased in 14 patients; we detected synovitis in four cases and a case of infrapatellar ossicle, but osteolysis was not found in any of the patients. The collateral ligaments could be evaluated properly in seven cases. The gastrocnemius, the subcutaneous tissue and the extensor apparatus were evaluated without difficulty. MRI found causes of pain in 12 cases. The intraclass correlation coefficient showed concordance for the medial collateral ligament, the extensor apparatus, twins and subcutaneous tissue.

Conclusion: This study demonstrates the usefulness of the method in the decision-making process. The interobserver agreement was statistically significant for the analysis of the medial collateral ligament, gastrocnemius and subcutaneous tissue.

Key words: Nuclear magnetic resonance; total knee arthroplasty; artifact.

Level of Evidence: III

Introducción

El estudio de las artroplastias totales de rodilla (ATR) sintomáticas con radiografías y análisis de laboratorio normales resulta un desafío para el especialista en patología degenerativa articular. La resonancia magnética (RM) podría ser una alternativa para evaluar este tipo de casos.

La radiología convencional permite examinar el alineamiento de los componentes y la interfase hueso-prótesis, pero resulta limitada para evaluar las alteraciones de los tejidos blandos.^{1,2} La artrografía constituye un método invasivo para el paciente y, tal como ocurre con la medicina nuclear, los hallazgos patológicos no suelen ser específicos.

Gracias al avance de los transductores, el ultrasonido se muestra bastante prometedor en la evaluación de los tejidos blandos, pero constituye un método dependiente del operador y el componente óseo no puede ser evaluado, en profundidad, de forma correcta.^{1,2}

Existen reportes que sugieren numerosos recursos para mejorar la calidad de las imágenes y reducir los artefactos en la RM. Aumentar el ancho de banda y reducir la fuerza del campo magnético son algunos de ellos; reducir el tamaño del vóxel, orientar la frecuencia en dirección al eje largo de la prótesis y el uso de secuencias Turbo-Spin Echo, en lugar de Multi-Spin Echo son algunas de las estrategias para reducir la pérdida de la señal en la vecindad del implante; asimismo, se ha demostrado que el uso de secuencias STIR en vez de FAT-SAT se asocia a una mejor visualización.^{3,4}

A su vez, se han desarrollado programas comerciales aplicables que combinan estas estrategias y logran obtener imágenes de gran calidad con el fin de visualizar elementos hasta entonces no evaluables con las secuencias tradicionales.

Objetivo

Evaluar la utilidad de la RM con secuencias optimizadas en pacientes con ATR sintomáticas. Además, realizar un estudio interobservador para determinar qué estructuras anatómicas son factibles de evaluar en estos pacientes.

Materiales y Métodos

Se evaluaron, de forma retrospectiva, 15 pacientes con ATR, operados entre 2007 y 2012, y con dolor posoperatorio persistente, quienes fueron estudiados inicialmente con estudios radiográficos, centellograma óseo total y análisis de laboratorio, a los que se sometió a una RM de rodilla en busca de un diagnóstico para su cuadro.

Se incluyeron aquellos pacientes con prótesis tricompartmentales donde el componente femoral eran aleaciones de cromo, cobalto y molibdeno, y el componente tibial, de titanio y aluminio. Todos los pacientes incluidos fueron operados por gonartrosis con dolor posquirúrgico persistente. Se revisaron las RM de 15 pacientes con ATR efectuadas entre marzo de 2013 y febrero de 2014, en nuestro Centro de salud (Tabla 1).

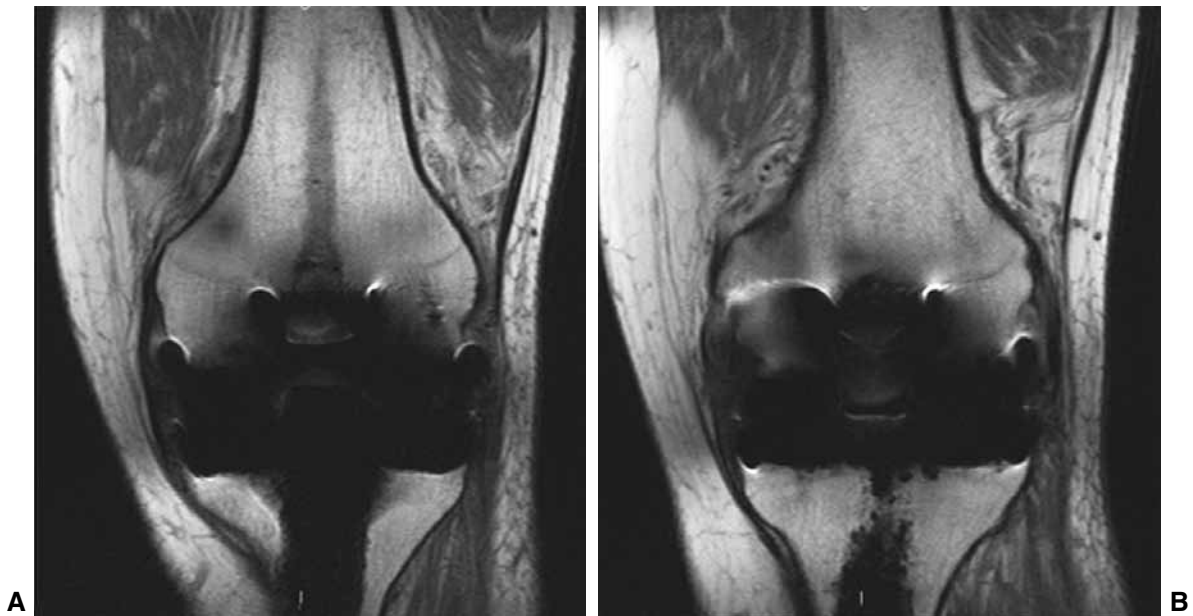
Se excluyó a los pacientes con prótesis unicompartmentales, antecedentes de fracturas que requirieron osteosíntesis, prótesis de revisión o espaciadores y prótesis compuestas de otros materiales, como zirconio, o componentes tibiales solo de polietileno, con el fin de definir el impacto del artefacto metálico en las imágenes. Además, se excluyeron los estudios de RM realizados en otro Centro de salud.

Tabla 1. Características de la población

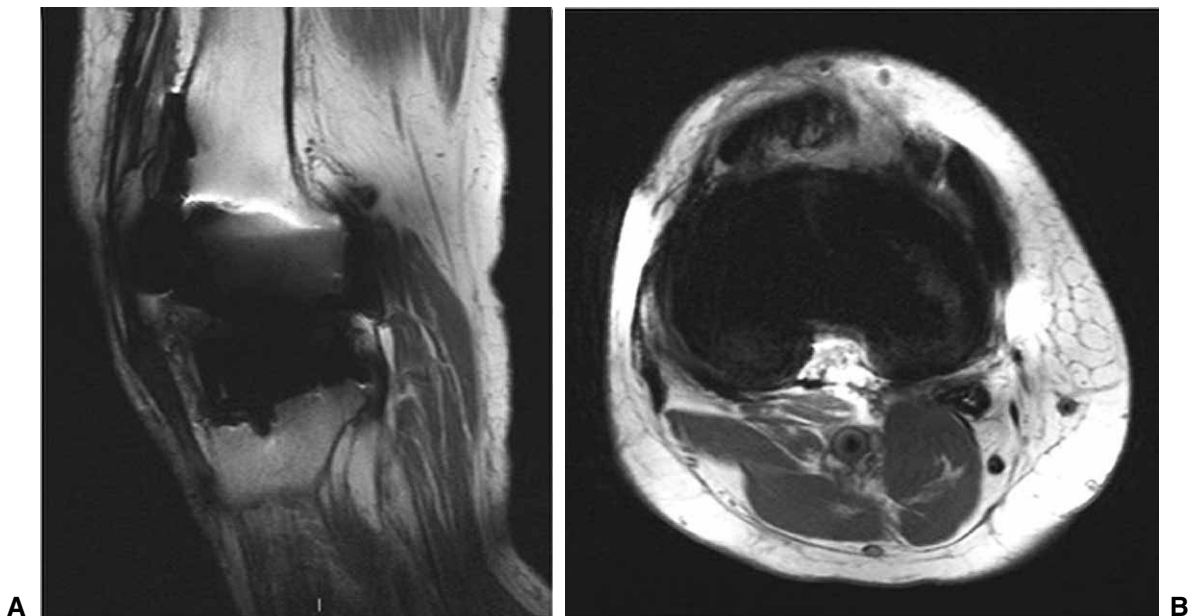
Edad		74 ± 7
Sexo		4 hombres 11 mujeres
Síntoma principal		
	Dolor anterior	33%
	Dolor interno	26%
	Dolor externo	20%
	Dolor inespecífico	20%

Se empleó un resonador 1.5 T (Avanto-Siemens® o Achieva Philips®). La rodilla se colocó en mínima flexión (15-20°), con un realce posterior en todos los casos y se uti-

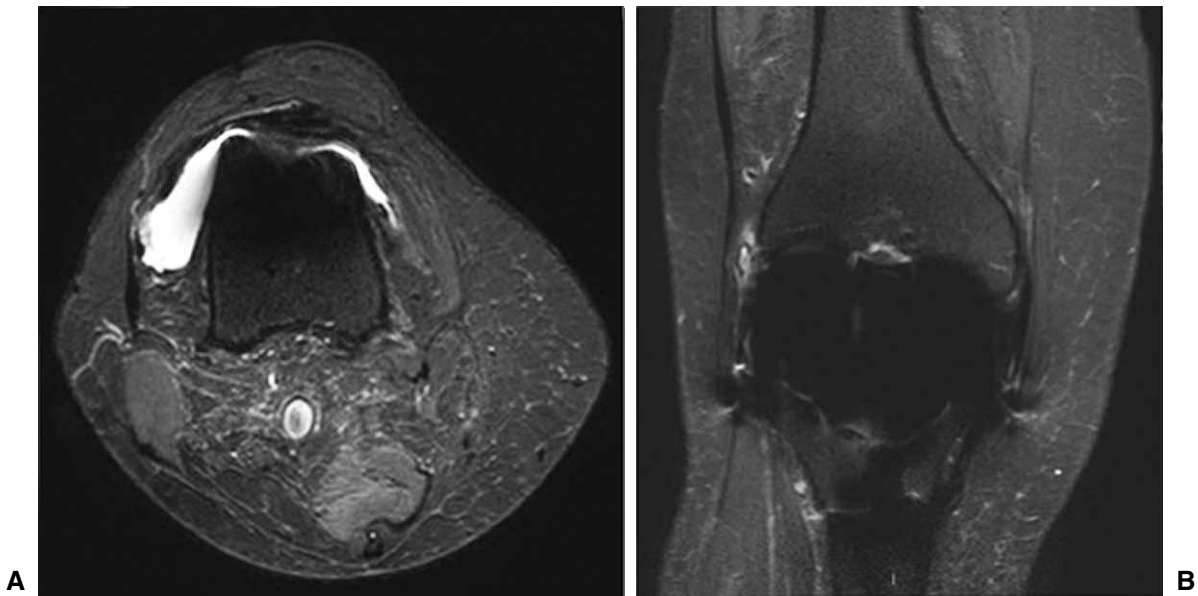
lizó una bobina de superficie de rodilla de 8 canales. Las secuencias y los parámetros optimizados fueron idénticos en los dos equipos y para todos los pacientes (Figuras 1, 2 y 3).



▲ **Figura 1.** Resonancia magnética de un paciente de 71 años con gonalgia difusa. Cortes coronales que demuestran una evaluación factible de los ligamentos colaterales sin signos evidentes de osteólisis.



▲ **Figura 2.** Resonancia magnética de un paciente de 68 años con dolor a la extensión final y dolor externo. **A.** Corte sagital PD que muestra una visualización completa del tendón cuadricepsital y el tendón rotuliano, y sinovitis infrarrotuliana. **B.** Corte axial en el que se visualiza el tendón poplíteo sin dificultad.



▲ **Figura 3.** Resonancia magnética de un paciente de 70 años con dolor medial e hidrartrosis de rodilla al año de la cirugía. **A.** Corte axial STIR que muestra líquido articular moderado sin interferencia por material metálico. **B.** Corte coronal STIR que muestra visión parcial en el sector proximal del ligamento colateral medial.

Se llevó a cabo un análisis de concordancia interobservador entre cuatro profesionales: dos médicos residentes avanzados, uno de diagnóstico por imágenes y otro de Ortopedia y Traumatología, y dos médicos con más de 20 años de experiencia, uno especialista en diagnóstico por imágenes y el otro ortopedista especialista en rodilla. Se utilizó la clasificación de Likert que va de 0 a 3 para definir la capacidad de visualización de las estructuras anatómicas evaluadas en cada paciente (Tabla 2).

Con el fin de definir la correlación de los hallazgos en la RM entre los observadores, se usó el coeficiente de correlación intraclase (CCIC) y un análisis de concordancia de kappa. Además, se evaluó el porcentaje de concordancia para el mismo paciente expresado como un promedio de porcentajes de concordancia.

El CCIC describe qué tan similares son las mediciones entre sí dentro de cada grupo, con respecto a los demás grupos. Se utiliza para estimar el grado de correlación de

Tabla 2. Elementos evaluados por el observador

Elementos anatómicos evaluados	Clasificación de Likert
Ligamento colateral medial	0: Imposible de evaluar.
Ligamento colateral lateral	1: Se evalúa con dificultad.
Tendón poplíteo	2: Se puede evaluar, pero no es óptimo.
Tendón cuadrícipital	3: Se evalúa como si no tuviese prótesis.
Tendón rotuliano	
Osteólisis	
Cuerpos libres	
Sinovial	
Líquido articular	
Gemelos	
Tejido celular subcutáneo	
Fascia lata	

varias mediciones correspondientes a diferentes grupos. Toma valores desde 1 (altísima correlación dentro de cada grupo) y 0 (nula correlación dentro de cada grupo). Landis y Koch propusieron la siguiente escala de valoración de grado de acuerdo para el CCIC, que desde entonces ha sido ampliamente utilizada: <0,00 representa un grado de acuerdo pobre; >0,00-0,20 leve; 0,21-0,40 aceptable; >0,41-0,60 moderado; 0,61-0,80 considerable; 0,81-1,00 casi perfecto.

El análisis kappa mide el grado de acuerdo entre evaluadores o la precisión en la clasificación en el mismo evaluador o entre evaluadores. El índice kappa indica la proporción de acuerdo que queda, luego de excluir el acuerdo solo debido al azar. Este índice es conservador (es decir que tiende a subestimar el acuerdo según algunas críticas). Se analizó de la misma forma con la escala de Landis y Koch.

El Comité de Ética de nuestra institución aceptó la realización de este estudio de investigación.

Resultados

El análisis de los datos obtenidos mostró la presencia de líquido articular aumentado en 14 casos, sinovitis en cuatro casos y un cuerpo libre en un solo paciente que correspondió a un osículo infrarrotuliano. No se observó osteólisis en este grupo de pacientes.

En cuanto al estudio de los tendones y ligamentos colaterales, en la mitad de los casos, se pudieron evaluar como si no hubiera implante, aunque con alguna dificultad, y en la otra mitad, el artefacto metálico no permitió evaluar, de forma clara, su continuidad. Los gemelos, el tejido celular subcutáneo y el aparato extensor obtuvieron excelentes resultados en la clasificación de Likert (Tabla 3).

La RM colaboró en el diagnóstico del dolor en 12 de los 15 pacientes: tendinitis de la fascia lata (7 casos), dolor anterior por necrosis rotuliana (un caso), tendinosis rotuliana (tres casos) y se extirpó un neuroma del nervio

safeno interno con clínica exquisita e imagen compatible. Ningún paciente fue sometido a una revisión de prótesis con los resultados obtenidos. El análisis de osteólisis fue muy dificultoso con este método diagnóstico, no ayudó en la toma de decisiones. Se infiltró a dos pacientes, y se indicó fisiokinesioterapia al resto (Figuras 1, 2 y 3).

El análisis de concordancia interobservador mostró concordancia considerable para la evaluación del ligamento colateral medial, el tendón cuadriceps, el tendón rotuliano y los gemelos, y una concordancia casi perfecta para la evaluación del tejido celular subcutáneo. Al comparar la concordancia y la clasificación de Likert, notamos que solo es buena la concordancia con una evaluación por imágenes aceptable para el tendón cuadriceps, el tendón rotuliano y los gemelos; y que la evaluación del tejido celular subcutáneo fue casi similar a no tener prótesis. La concordancia en la evaluación del ligamento colateral lateral, sinovial, líquido articular y fascia lata fue moderada, asociada a una dificultosa evaluación por imágenes en promedio (Tabla 3).

El análisis estadístico del CCIC mostró resultados favorables para la CCIC en el ligamento colateral medial y resultados aceptables en el ligamento colateral lateral, pero resultados pobres en el resto de las variables. En el caso de los gemelos y el tejido celular subcutáneo, el CCIC da valores muy bajos, ya que los puntajes varían poco en los pacientes (muestra homogénea), el CCIC tiende a ser bajo, porque compara la varianza entre pacientes con la varianza total observada, que incluye la varianza de los pacientes, la varianza de los métodos u observadores y el error aleatorio.

La interpretación sería que la clasificación de Likert no aplica para la evaluación entre observadores cuando la concordancia es alta.

En el mismo sentido, el análisis kappa mostró leve concordancia para los ligamentos colaterales (ligamento colateral medial $p = 0,0460$) y pobre para el resto de las variables analizadas ($p = NS$) (Tabla 4).

Tabla 3. Resultados de concordancia interobservador

Paciente	Ligamento colateral medial	Ligamento colateral lateral	Tendón poplíteo	Tendón cuadriceps	Tendón rotuliano	Osteólisis	Cuerpos libres	Sinovial	Líquido articular	Gemelos	Tejido celular subcutáneo	Fascia lata
Promedio Likert	1,81	1,81	1,63	2,70	2,62	1,93	1,65	2,03	2,45	2,45	2,88	2,20
Concordancia promedio entre observadores	0,62	0,56	0,38	0,73	0,70	0,32	0,35	0,48	0,56	0,70	0,88	0,50
Fuerza de concordancia	Considerable	Moderada	Aceptable	Considerable	Considerable	Aceptable	Aceptable	Moderada	Moderada	Considerable	Casi perfecta	Moderada

Tabla 4. Resultados estadísticos

	Liga-mento colateral medial	Liga-mento colateral lateral	Tendón poplí-teo	Tendón cuadri-cipital	Tendón rotulia-no	Osteó-lisis	Cuer-pos libres	Sinoi-val	Líquido articu-lar	Geme-los	Tejido celular subcu-táneo	Fascia lata
CCIC	0,48	0,22	0,10	0,17	0,18	0,01	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02
Fuerza de concordancia del CCIC	Mode-rada	Acepta-ble	Leve	Leve	Leve	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Consi-derable	Consi-derable	Pobre
Kappa	0,1753 (p = 0,004)	0,0460 (p = 0,26)	0 (p = NS)	0,018 (p = NS)	0,09 (p = NS)	0 (p = NS)	0 (p = NS)	0 (p = NS)	0 (p = NS)	0 (p = NS)	0 (p = NS)	0 (p = NS)
Fuerza de concordancia de kappa	Leve	Leve	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Pobre	Consi-derable	Consi-derable	Pobre

CCIC = coeficiente de correlación intraclase.

Discusión

Los protocolos convencionales para rodilla generan imágenes de muy difícil interpretación aun en personas muy experimentadas, debido al gran artefacto metálico provocado por la prótesis, la modificación de los protocolos ha logrado reducir, en cierta medida, este artefacto y, de esta manera, se obtiene una mejora en la calidad y, por ende, en la utilidad de las imágenes, lo que permite reconocer, en algunos casos, de forma parcial y, en otros, de forma total, las estructuras anatómicas que a los fines prácticos nos interesan.

La limitación de este estudio es el número bajo de casos con un protocolo de reciente aplicación técnica. A pesar de ello resulta un trabajo original sobre un tema poco abordado en la literatura ortopédica.

En el estudio de Raphael y cols., se realizó un análisis interobservador para comparar el reconocimiento de los ligamentos colaterales, el tendón rotuliano y el tendón cuadricipital en siete prótesis de zirconio y 14 prótesis de cromo-cobalto, y la variabilidad entre observadores fue menor al analizar las prótesis de zirconio.¹ Nuestro estudio solo analizó prótesis con aleaciones de cromo-cobalto y consideró, además, estructuras no ligamentarias, como la sinovial y el contenido de la cavidad articular, los gemelos, el tejido celular subcutáneo, la fascia lata y el tendón poplíteo.

El principal objetivo teórico de realizar una RM en este grupo de pacientes busca evaluar la interfase de forma precoz, intentando detectar osteólisis no evaluable con otros estudios por imágenes. En el estudio de Raphael y cols., el 48% de los pacientes estudiados bajo condiciones técnicas similares de RM tenía osteólisis, aunque cabe aclarar que no se especifica el material de las prótesis en ningún momento, ni se detalla si la osteólisis fue reconocida en otros estudios de menor complejidad. En este mismo estudio, también, se demostró que la observación fue mucho más sencilla con el uso de las secuencias

MAVRIC. Asimismo, comunican que la osteólisis en el componente tibial se puede observar con el protocolo optimizado y con las secuencias especiales para prótesis, pero que no ocurre lo mismo cuando se busca osteólisis en el componente femoral que solo se puede visualizar con las secuencias MAVRIC. Si bien ningún paciente de nuestra serie mostró osteólisis, este cuadro pudo ser evaluado con cierta dificultad.¹⁻³

Autores, como Sofka y cols. utilizaron la RM para evaluar la rotación de los componentes con gran correlación entre observadores. Tomaron como referencia la línea intercondílea del fémur distal con la línea de corte de los cóndilos, y aunque la tomografía podría utilizarse con el mismo fin, este estudio aportó además información sobre sinovitis y estado de la interfase. Esto motiva a efectuarlo en estos pacientes, ya que si bien no realizamos la medición de forma rutinaria a través de este método diagnóstico, la medición es factible y puede determinarse con la misma facilidad que con la tomografía computarizada. Este no fue el propósito de nuestro análisis, pues la rotación de los componentes casi siempre fue evaluada por tomografía computarizada si existía la sospecha clínica.⁴

En la bibliografía analizada, los resultados coinciden con los de nuestra serie en cuanto a ligamentos y tendones, son estructuras que suelen verse total o parcialmente, pese al artefacto y que, en definitiva, pueden buscarse para descartar causas de dolor. El 93% de los tendones y ligamentos que fueron incluidos en el análisis de las imágenes se pudieron observar mediante el protocolo optimizado, al margen de si su visualización fue incompleta, buena o excelente.⁵⁻⁷

Finalmente y, como punto más relevante, demostramos que los hallazgos de las RM pudieron encontrar una posible explicación al dolor posoperatorio en 12 casos y que generaron un cambio en la conducta médica en cuatro de ellos. En comparación con la bibliografía, otros estudios informan un porcentaje superior en los cambios de conducta, si bien no se aclara concretamente el número to-

tal. Esta diferencia se debe principalmente a que, en ese mismo estudio, la observación de osteólisis fue superior al nuestro. También se detectó en varios pacientes (15%) una cicatriz densa infrarrotuliana que ellos optaron por manejar con tratamiento artroscópico.⁷⁻¹¹

Consideramos que la RM es un estudio con alta concordancia interobservador para estructuras periprotésicas, factible de realizar, sin inconvenientes para el paciente y útil para el diagnóstico de ATR sintomáticas.

Conclusión

Nuestro estudio demuestra la utilidad del método en la toma de decisiones. La evaluación del tendón rotuliano, el tendón cuadriceps, los gemelos y el tejido celular subcutáneo fue altamente precisa. La concordancia interobservador fue estadísticamente significativa para el análisis del ligamento colateral medial, los gemelos y el tejido celular subcutáneo.

Bibliografía

1. Raphael B, Haims AH, Wu JS, Katz LD, White LM, Lynch K. MRI comparison of periprosthetic structures around zirconium knee prostheses and cobalt chrome prostheses. *AJR Am J Roentgenol* 2006;186(6):1771-7.
2. Heyse TJ, Figiel J, Hähnlein U, Timmesfeld N, Lakemeier S, Schofer MD, et al. MRI after patellofemoral replacement: the preserved compartments. *Eur J Radiol* 2012;81(9):2313-7.
3. Manaster BJ. Total knee arthroplasty: postoperative radiologic findings. *AJR Am J Roentgenol* 1995;165(4):899-904.
4. Sofka CM, Potter HG, Figgie M, Laskin R. Magnetic resonance imaging of total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2003; (406):129-35.
5. Taljanovic MS, Jones MD, Hunter TB, Benjamin JB, Ruth JT, Brown AW, et al. Joint arthroplasties and prostheses. *Radiographics* 2003;23(5):1295-314.
6. McCauley TR. MR imaging evaluation of the postoperative knee. *Radiology* 2005;234(1):53-61.
7. Sutter R, Ulbrich EJ, Jellus V, Nittka M, Pfirrmann CW. Reduction of metal artifacts in patients with total hip arthroplasty with slice-encoding metal artifact correction and view-angle tilting MR imaging. *Radiology* 2012;265(1):204-14.
8. Recht MP, Kramer J. MR imaging of the postoperative knee: a pictorial essay. *Radiographics* 2002;22(4):765-74.
9. Heyse TJ, Figiel J, Hähnlein U, Timmesfeld N, Schmitt J, Schofer MD, et al. MRI after unicondylar knee arthroplasty: the preserved compartments. *Knee* 2012;19(6):923-6.
10. Heyse TJ, Chong le R, Davis J, Boettner F, Haas SB, Potter HG. MRI analysis for rotation of total knee components. *Knee* 2012; 19(5):571-5.
11. Heyse TJ, Chong le R, Davis J, Boettner F, Haas SB, Potter HG. MRI analysis of the component–bone interface after TKA. *Knee* 2012;19(4):290-4.