American College of Radiology
ACR Appropriateness Criteria®
Técnicas de imagen en Artroplastia Total de Rodilla (ATR)

El Colegio Interamericano de Radiología (CIR) es el único responsable de la traducción al español de los Criterios® de uso apropiado del ACR. El American College of Radiology no es responsable de la exactitud de la traducción del CIR ni de los actos u omisiones que se produzcan en base a la traducción.

The Colegio Interamericano de Radiología (CIR) is solely responsible for translating into Spanish the ACR Appropriateness Criteria®. The American College of Radiology is not responsible for the accuracy of the CIR's translation or for any acts or omissions that occur based on the translation.

Resumen:
La Artroplastia Total de Rodilla (ATR) es el procedimiento de reemplazo articular más frecuentemente realizado en los Estados Unidos. Este documento tiene como objetivo revisar las modalidades de imagen recomendadas en 6 situaciones clínicas: 1) Seguimiento de pacientes sintomáticos y asintomáticos con artroplastia total de rodilla. Técnica de imagen inicial. 2) Sospecha de infección tras artroplastia total de rodilla. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple. 3) Dolor tras artroplastia total de rodilla. Exclusión de infección. Sospecha de aflojamiento aséptico u osteolisis o inestabilidad. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple. 4) Dolor tras artroplastia total de rodilla. Sospecha de fractura periprotésica o de los componentes de la prótesis/implante. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple. 5) Dolor tras artroplastia total de rodilla. Medida del componente rotacional. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple. 6) Dolor tras artroplastia total de rodilla. Sospecha de alteración de partes blandas periprotésica no relacionada con infección, incluyendo tendinopatía del cuádriceps y patelar. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple. Los Criterios de Idoneidad del Colegio Americano de Radiología son pautas basadas en la evidencia para afecciones clínicas específicas que son revisadas anualmente por un panel multidisciplinario de expertos. El desarrollo y la revisión de la guía incluyen un extenso análisis de la literatura médica actual de revistas revisadas por pares y la aplicación de metodologías bien establecidas (Método de idoneidad de RAND / UCLA y Calificación de la evaluación de recomendaciones, desarrollo y evaluación o GRADE) para calificar la idoneidad de los procedimientos de diagnóstico por imágenes y el tratamiento para escenarios clínicos específicos. En aquellos casos en que la evidencia es escasa o equívoca, la opinión de expertos puede complementar la evidencia disponible para recomendar imágenes o tratamiento.

Palabras clave:
Criterios de adecuación; Criterios de uso adecuado; Área bajo la curva (AUC); Aflojamiento aséptico/osteolisis; Rotación de los componentes de artroplastia; Complicaciones tras la artroplastia; Desgaste de componentes; Fractura periprotésica o de componentes de la prótesis/implante; Infección periprotésica; Artroplastia total de rodilla.

Resumen del enunciado:
Este documento resume la literatura disponible para ofrecer recomendaciones radiológicas en diferentes situaciones clínicas tras la artroplastia total de rodilla; sospecha de infección periprotésica, aflojamiento, osteólisis, inestabilidad, fractura periprotésica, rotura de componentes de la prótesis/implante, componente rotacional, y alteraciones de los tejidos blandos periprotésicos.

Traducida: Alba Anton Jimenez

Escenario 1: **Seguimiento de pacientes sintomáticos y asintomáticos tras artroplastia total de rodilla. Técnica de imagen inicial.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Radiografía simple de la rodilla	Usualmente apropiado	☢
Ecografía de la rodilla	Usualmente inapropiado	O
Fluoroscopia de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
Aspiración articular guiada por imagen de la rodilla	Usualmente inapropiado	Varia
RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
RM de la rodilla sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
Artrografía TC de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
Gammagrafía ósea (escáner óseo de 3 fases de la rodilla)	Usualmente inapropiado	☢☢☢
PET/TC de cuerpo entero con FDG	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Escenario 2: **Sospecha de infección tras artroplastia total de rodilla. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Aspiración articular guiada por imagen de la rodilla	Usualmente apropiado	Variable
Ecografía de la rodilla	Puede ser apropiado	O
RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	O
RM de la rodilla sin contraste intravenoso	Puede ser apropiado	O
TC de la rodilla con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	☢
Gammagrafía ósea (escáner óseo de 3 fases de la rodilla)	Puede ser apropiado	☢☢☢
Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m	Puede ser apropiado	☢☢☢☢
Fluoroscopia de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
Artrografía TC de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
PET/TC de cuerpo entero con FDG	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Escenario 3: **Dolor tras artroplastia total de rodilla. Exclusión de infección. Sospecha de aflojamiento aséptico u osteolisis o inestabilidad. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
RM de la rodilla sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
TC de la rodilla sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢
Gammagrafía ósea (escáner óseo de 3 fases de la rodilla)	Puede ser apropiado	☢☢☢
Ecografía de la rodilla	Usualmente inapropiado	O
Fluoroscopia de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
Artrografía TC de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
PET/TC de cuerpo entero con FDG	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Escenario 4: **Dolor tras artroplastia total de rodilla. Sospecha de fractura periprotésica o de la prótesis/implante. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
TC de la rodilla sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢
RM de la rodilla sin contraste intravenoso	Puede ser apropiado	O
Gammagrafía ósea (escáner óseo de 3 fases de la rodilla)	Puede ser apropiado	☢☢☢
Ecografía de la rodilla	Usualmente inapropiado	O
Fluoroscopia de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
Artrografía TC de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
PET/TC de cuerpo entero con FDG	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Escenario 5: **Dolor tras artroplastia total de rodilla. Medida del componente rotacional. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
TC de la rodilla sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢
RM de la rodilla sin contraste intravenoso	Puede ser apropiado	O
Ecografía de la rodilla	Usualmente inapropiado	O
Fluoroscopia de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
Artrografía TC de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
Gammagrafía ósea (escáner óseo de 3 fases de la rodilla)	Usualmente inapropiado	☢☢☢
PET/TC de cuerpo entero con FDG	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Escenario 6: **Dolor tras artroplastia total de rodilla. Sospecha de alteración de partes blandas periprotésica no relacionada con infección, incluyendo tendinopatía del cuádriceps o patelar (roturas tendinosas, artrofibrosis postquirúrgica, síndrome del "clunk" patelar, o pinzamiento de nervios u otros tejidos blandos). Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Ecografía de la rodilla	Usualmente apropiado	O
RM de la rodilla sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
Fluoroscopia de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
Artrografía TC de la rodilla	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
TC de la rodilla sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢
Gammagrafía ósea (escáner óseo de 3 fases de la rodilla)	Usualmente inapropiado	☢☢☢
PET/TC de cuerpo entero con FDG	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

TÉCNICAS DE IMAGEN EN ARTROPLASTIA TOTAL DE RODILLA (ATR)

Panel de expertos en imágenes musculoesqueléticas: Eric A. Walker, MD, MHA[a]; Michael G. Fox, MD[b]; Donna G. Blankenbaker, MD[c]; Cristy N. French, MD[d]; Matthew A. Frick, MD[e]; Tarek N. Hanna, MD[f]; Shari T. Jawetz, MD[g]; Cayce Onks, DO, MS[h]; Nicholas Said, MD, MBA[i]; J. Derek Stensby, MD[j]; Francesca D. Beaman, MD.[k]

Resumen de la revisión bibliográfica

Introducción

La artroplastia total de rodilla (ATR), inicialmente usada para mejorar el dolor y la funcionalidad en pacientes con osteoartritis sintomática avanzada de rodilla, es el procedimiento de reemplazo articular más comúnmente realizado en los Estados Unidos [1,2].

En 2012, se realizaron más de 670,000 procedimientos de ATR en los Estados Unidos [3], lo que representa un aumento del 86% desde el 2003 [4]. Actualmente hay aproximadamente 4 millones de pacientes con prótesis total de rodilla en los Estados Unidos [5]. Para 2030, se estima que la demanda anual de ATR primaria crecerá un 673% a 3.48 millones [6]. Los factores que contribuyen al incremento en el número de ATR son el crecimiento de la población; envejecimiento y mayor longevidad de la población; la ampliación de las indicaciones para realizar ATR, especialmente en personas mayores de 65 años; la obesidad; la disminución de las complicaciones postquirúrgicas; y el aumento de la demanda por parte de los pacientes [7].

La tasa de satisfacción de los pacientes con ATR es relativamente alta, oscilando entre el 75% y el 89% [8]. Alrededor del 10% al 30% de los pacientes presentan dolor continuo o no están satisfechos con el resultado [9]. Los factores que contribuyen a la insatisfacción del paciente son las expectativas no cumplidas, limitaciones funcionales y complicaciones postquirúrgicas, incluyendo el dolor [10]. La mayoría de los pacientes sometidos a ATR experimentan buenos resultados y una larga supervivencia de la prótesis, con tasas de fracaso a largo plazo de < 1% por año [5]. El incremento en el número de procedimientos de ATR primaria ha sido acompañado también por un aumento en las tasas de procedimientos de revisión quirúrgica [1]. Los procedimientos de revisión de ATR han aumentado en 5.4 procedimientos por cada 100,000 personas por década durante el período de 1990 a 2002, con una revisión media del 8.2% [11]. Casi 1.5 millones de los pacientes con ATR primaria tienen entre 50 y 69 años, lo que implica una gran población en riesgo de cirugía de revisión y complicaciones a largo plazo [5]. *Sharkey et al.* [12] estudiaron 781 pacientes con revisión de ATR y encontraron que los mecanismos de fallo más comunes fueron el aflojamiento (39.9%), infección (27.4%), inestabilidad (7.5%), fractura periprotésica (4.7%) y la artrofibrosis (4.5%). La infección fue la causa más común para la revisión temprana (<2 años después de la ATR inicial), y el aflojamiento aséptico fue la causa más común para la revisión tardía. En comparación con una revisión realizada por el mismo autor en 2002 [13], el desgaste del polietileno ya no es la causa principal de fallo, y los porcentajes de revisiones por desgaste del polietileno, inestabilidad, artrofibrosis, mala alineación y deficiencia del mecanismo extensor han disminuido. Identificar la causa de una ATR dolorosa antes de la cirugía es de vital importancia porque "en casos de dolor inexplicable, la cirugía de revisión o re-cirugía no es prudente y frecuentemente se asocia con resultados subóptimos"[14].

Consideraciones especiales de imagen

En algunos pacientes con ATR, la hemartrosis repetida es causada por una hiperemia sinovial o verdaderas malformaciones arteriovenosas. Estos pacientes pueden ser diagnosticados con éxito mediante angiografía y tratados con embolización. En casos raros, pueden ocurrir lesiones en los vasos geniculares y poplíteos durante la cirugía [15].

Un estudio reciente informa que la artrografía (SPECT)/TC con sulfuro coloidal Tc-99m tiene una alta precisión diagnóstica (97%) en la evaluación del aflojamiento de las artroplastias de cadera y rodilla en pacientes con dolor

[a]Penn State Milton S. Hershey Medical Center, Hershey, Pennsylvania and Uniformed Services University of the Health Sciences, Bethesda, Maryland. [b]Panel Chair, Mayo Clinic Arizona, Phoenix, Arizona. [c]University of Wisconsin School of Medicine and Public Health, Madison, Wisconsin. [d]Penn State Health Milton S. Hershey Medical Center, Hershey, Pennsylvania. [e]Mayo Clinic, Rochester, Minnesota. [f]Emory University, Atlanta, Georgia; Committee on Emergency Radiology-GSER. [g]Hospital for Special Surgery, New York, New York. [h]Penn State Health, Hershey, Pennsylvania, Primary care physician. [i]Duke University Medical Center, Durham, North Carolina. [j]University of Missouri Health Care, Columbia, Missouri. [k]Specialty Chair, University of Kentucky, Lexington, Kentucky.

El Colegio Americano de Radiología busca y alienta la colaboración con otras organizaciones en el desarrollo de los Criterios de Idoneidad de ACR a través de la representación de la sociedad en paneles de expertos. La participación de representantes de las sociedades colaboradoras en el panel de expertos no implica necesariamente la aprobación individual o social del documento final.

Reimprima las solicitudes a: publications@acr.org

persistente post procedimiento [16]. *Barnsley et al.* [17] también describieron la artrografía con SPECT/TC como un método preciso para identificar el aflojamiento aséptico protésico.

Técnicas de imagen inicial

Las imágenes iniciales se definen como imágenes indicadas al comienzo del episodio de atención para la afección médica definidas por la variante. Más de un procedimiento puede considerarse generalmente apropiado en la evaluación inicial por imágenes cuando:

- Existen procedimientos que son alternativas equivalentes (es decir, solo se ordenará un procedimiento para proporcionar la información clínica para administrar eficazmente la atención del paciente)

O

- Existen procedimientos complementarios (es decir, se ordena más de un procedimiento como un conjunto o simultáneamente donde cada procedimiento proporciona información clínica única para administrar eficazmente la atención del paciente).

Discusión de los procedimientos en las diferentes situaciones

Escenario 1: Seguimiento de pacientes sintomáticos y asintomáticos con artroplastia total de rodilla. Técnica de imagen inicial.

Gammagrafía ósea (escáner óseo de 3 fases de la rodilla).
La evidencia científica es insuficiente para respaldar el uso de la gammagrafía ósea en la evaluación inicial de la ATR.

Artrografía TC de la rodilla.
La evidencia científica es insuficiente para respaldar el uso de la Artrografía TC de la rodilla en la evaluación inicial de la ATR.

TC de la rodilla con contraste intravenoso.
La evidencia científica es insuficiente para respaldar el uso de la TC de la rodilla con contraste intravenoso en la evaluación inicial de la ATR.

TC de la rodilla sin y con contraste intravenoso.
La evidencia científica es insuficiente para respaldar el uso de la TC de la rodilla sin y con contraste intravenoso en la evaluación inicial de la ATR.

TC de la rodilla sin contraste intravenoso.
La evidencia científica es insuficiente para respaldar el uso de la TC de la rodilla sin contraste intravenoso en la evaluación inicial de la ATR.

PET/TC de cuerpo entero con FDG.
La evidencia científica es insuficiente para respaldar el uso de la PET/TC de cuerpo entero con FDG, para la evaluación inicial de la ATR.

PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF.
La evidencia científica es insuficiente para respaldar el uso de la PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF en la evaluación inicial de la ATR.

Fluoroscopia de la rodilla.
La evidencia científica es insuficiente para respaldar el uso de la fluoroscopia de la rodilla en la evaluación inicial de la ATR.

Aspiración articular guiada por imagen de la rodilla.
La evidencia científica es insuficiente para respaldar el uso de la aspiración articular guiada por imagen de la rodilla en la evaluación inicial de la ATR.

RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso.
La evidencia científica es insuficiente para respaldar el uso de la RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso en la evaluación inicial de la ATR.

RM de la rodilla sin contraste intravenoso.

La evidencia científica es insuficiente para respaldar el uso de la RM de la rodilla sin contraste intravenoso en la evaluación inicial de la ATR.

Radiografía simple de la rodilla

Las radiografías pueden demostrar una alineación anormal de huesos y dispositivos, radiolucencias periprotésicas y osteolisis [18-24], formación ósea reactiva y periostitis, fracturas periprotésicas, evidencia de desgaste del revestimiento de polietileno y cemento, y formación de hueso heterotópico alrededor de la rodilla. A menudo, las radiografías pueden delimitar el derrame, el aumento de partes blandas, edema o enfisema, presencia de cuerpos extraños, hueso heterotópico, cemento o metal en los tejidos blandos adyacentes. Las radiografías son útiles como evaluación inicial para la sintomatología o en el seguimiento. Sin embargo, a menudo están limitadas en términos de sensibilidad, y puede ser necesario realizar otras técnicas de imagen adicionales.

Las radiografías rutinarias postquirúrgicas se consideran innecesarias a menos que la cirugía sea complicada o haya indicaciones clínicas específicas que justifiquen la evaluación por imagen [25,26], ya que varios estudios han indicado que la tasa de complicaciones identificadas en el entorno postoperatorio inmediato es baja. *Ververeli et al*. [27] compararon radiografías postquirúrgicas inmediatas con radiografías adicionales antes del alta y no encontraron cambios en el manejo postoperatorio de 124 pacientes consecutivos con ATR, por lo que sugirieron eliminar las radiografías previas al alta. *Novack et al.* [25] revisaron retrospectivamente 4,830 pacientes consecutivos con ATR cementadas o no cementadas y concluyeron que las radiografías rutinarias postquirúrgicas tras ATR primaria no complicada no son un mecanismo fiable para prevenir complicaciones mecánicas y no alteran el manejo clínico del paciente.

Aunque las radiografías son una parte integral de la evaluación para sospecha de infección periprotésica, no son sensibles ni específicas para diagnosticar infección [28,29]. La apariencia radiográfica de una ATR infectada puede variar desde "normal", presencia de radiolucencia periprotésica sutil hasta destrucción ósea avanzada. El derrame articular y el aumento de partes blandas pueden observarse con frecuencia. A menudo no es radiográficamente posible distinguir la infección del aflojamiento o de la enfermedad de micropartículas [21]. *Duff et al.* [18] describieron que las radiografías no son útiles ya que el aflojamiento, la periostitis, la osteólisis focal y las líneas radiolúcidas se observan tanto en rodillas infectadas como no infectadas. Debido a que pequeñas diferencias en la posición pueden alterar enormemente la apariencia de las radiolucencias periprotésicas, el uso de imágenes oblicuas o posicionadas mediante fluoroscopia puede proporcionar una mejor visualización de la interfaz entre la prótesis y el hueso, especialmente en prótesis no cementadas [30].

Las radiografías seriadas o de seguimiento seriado están más dirigidas a identificar complicaciones postoperatorias relacionadas con el aflojamiento y son importantes para identificar signos radiológicos sutiles [31,32]. Aunque las radiografías de seguimiento se realizan rutinariamente, la frecuencia de evaluación no se ha estandarizado. Una encuesta de 682 miembros activos de la *American Association of Hip and Knee Surgeons* en 2003 determinó que el 80% de los encuestados realizaban exámenes ortopédicos y radiográficos periódicos anuales o bianuales, y un seguimiento más estrecho si había signos de fracaso, disminución de la calidad ósea periprotésica, o antecedentes de revisión previa [33]. El examen radiográfico anual o bianual rutinario para la evaluación de ATR consiste en una proyección anteroposterior (AP) y lateral en bipedestación y una proyección axial tangencial de la articulación femoropatelar. Algunos médicos también utilizan proyecciones de telemetría (de toda la extremidad inferior, de cadera a tobillo) en bipedestación para proporcionar una evaluación óptima de la alineación [4]. *Skytta et al* [34] compararon radiografías de telemetría y de rodilla AP para la evaluación de la alineación, identificando que la radiografía estándar de rodilla AP era una alternativa válida a la telemetría para determinar la alineación en el plano coronal en la rodilla, pero que la telemetría proporcionaba información precisa sobre el eje mecánico de carga, en pacientes con sospecha de mal alineamiento de extremidades inferiores. Sugirieron que después de obtener una telemetría de referencia, el seguimiento adicional podría basarse en radiografías dirigidas de la rodilla. *Kosashvili et al.* [35] compararon la evaluación de la alineación en radiografías AP tomadas en ATR cadavéricas y encontraron que la interpretación de la alineación varo y valgo mejoraba en las vistas AP obtenidas en 10° de rotación interna en comparación con las vistas AP neutras, y con aquellas obtenidas en 10° de rotación externa.

La evaluación radiográfica del desgaste de componentes se basa en radiografías AP y laterales en carga, así como radiografías axiales. El desgaste del revestimiento se observa como un estrechamiento del espacio articular, deformidad en varo o valgo, o inclinación patelar. Puede haber presencia de derrame articular. Los hallazgos pueden ser sutiles y se sugiere la realización de radiografías anuales en carga para detectar desgaste subclínico [21]. *Collier et al.* [36] describió que el 87% de las mediciones realizadas en radiografías AP de rodilla en carga 6 semanas tras la cirugía (midiendo la distancia mínima entre líneas paralelas del cóndilo femoral metálico de la prótesis hasta el

margen superior de la placa tibial) se encontraban dentro de 1 mm del grosor original de la prótesis, pero la precisión disminuyó para evaluar el grosor del polietileno en pacientes con desgaste que requerían revisión quirúrgica.

La inestabilidad se evalúa en radiografías obtenidas en extensión-flexión, bajo estrés varo-valgo y durante maniobras de cajón anterior y posterior. En contraste, la mala alineación se refiere a la alineación subóptima de los componentes de la prótesis entre sí (aunque ocasionalmente se usa para describir la alineación de los huesos entre sí y con respecto a la articulación) [37] y se evalúa en telemetrias en carga/bipedestación [21].

Las radiografías que incluyen toda la prótesis son el examen inicial para la evaluación de sospecha de fracturas periprotésicas. Las radiografías también suelen ser útiles la evaluación de complicaciones patelares [20] y son útiles para guiar e indicar el tratamiento [38]. Las radiografías axiales demuestran el grado de inclinación o subluxación patelar [21]. *Baldini et al.* [39] propusieron la radiografía axial en carga para evaluar mejor la cinemática femoropatelar.

Aunque las radiografías axiales pueden usarse para determinar la rotación axial del componente femoral [40], la TC se utiliza más comúnmente para este propósito. *Leon-Munoz et al.* [41] han señalado que los modelos 3D basados en TC y, por lo tanto, la TC en supino subestima el grado de deformidad en la articulación de la rodilla, tanto en varo como en valgo. Por lo tanto, se deben realizar telemetrias en carga prequirúrgicas como un estudio complementario en pacientes con ATR e instrumentación específica adaptada, para analizar la posición del eje de carga.

Las radiografías no pueden identificar directamente las alteraciones de tejidos blandos periprotésicos post ATR. Sin embargo, los signos radiográficos indirectos de alteración del mecanismo extensor incluyen patela alta, patela baja, aumento de partes blandas localizado, subluxación posterior de la tibia, avulsiones óseas y calcificaciones distróficas intratendinosas [21,42].

Ecografía de la rodilla
La evidencia es insuficiente para respaldar el uso de la ecografía en la evaluación inicial de la ATR.

Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m
La evidencia es insuficiente para respaldar el uso de gammagrafía con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m, en la evaluación inicial de la ATR.

Escenario 2: Sospecha de infección tras artroplastia total de rodilla. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple.

La infección es una complicación grave de la artroplastia y se reporta en un 0.8% a un 1.9% de las ATR [43]. La frecuencia de la infección está aumentando a medida que aumenta el número de artroplastias primarias [44]. La infección puede ser aguda o tardía, siendo definida la infección tardía como aquella que ocurre al menos 3 meses después de la cirugía [45]. En una serie de pacientes, la infección fue responsable del 37.6% de las revisiones tempranas y del 21.9% de las revisiones realizadas más de 2 años después de la cirugía [12]. *Staphylococcus aureus* y las especies de *Staphylococcus* coagulasa negativa, incluido *Staphylococcus epidermidis*, son los organismos más comunes asociados con estas infecciones [46]. Tanto los hallazgos clínicos como las pruebas de laboratorio pueden ser útiles además de los estudios de imagen. Las infecciones de ATR de bajo grado o crónicas pueden ser difíciles de diagnosticar en el periodo prequirúrgico. *Duff et al.* [18] describieron que el diagnóstico de infección no fue evidente en el 53% de las rodillas antes de la artroplastia de revisión. El dolor es el síntoma más común de presentación en la infección, pero es un hallazgo inespecífico [47]. En la infección aguda, hallazgos como el dolor, la hinchazón, el calor, el enrojecimiento y la fiebre son comunes, mientras que las infecciones crónicas pueden manifestarse sólo con dolor [44]. El dolor nocturno o el dolor en reposo es característico de la infección, mientras que el dolor en carga es más característico del aflojamiento mecánico. Algunos autores sugieren que la infección debe ser excluida en todos los pacientes con dolor persistente durante más de 6 meses después de la artroplastia [18].

A menudo, los hallazgos de laboratorio en el contexto de infección en ATR son inespecíficos. Los recuentos de leucocitos periféricos no están elevados en la mayoría de los pacientes con prótesis infectadas. Los valores de sedimentación globular (VSG) son anormales en pacientes con infección, pero este hallazgo también puede observarse en pacientes sin infección, lo que limita la utilidad de la prueba [48]. Una revisión retrospectiva de 68 pacientes sometidos a cirugía de revisión de cadera y rodilla indicó que la proteína C reactiva (PCR) fue significativamente más alta en pacientes con infección en comparación con aquellos con aflojamiento (sensibilidad del 79% para todas las prótesis); sin embargo, un nivel normal de PCR no excluía la infección [49].

La PCR tiene una sensibilidad del 73% al 91% y una especificidad del 81% al 86% para el diagnóstico de infección de rodilla protésica cuando se utiliza un punto de corte de ≥13.5 mg/L [44]. Aunque la PCR puede estar elevada después de la cirugía, en circunstancias normales generalmente se normaliza dentro de los 2 meses posteriores [44]. Un estudio multicéntrico describió que la PCR y la aspiración articular son las herramientas más útiles para diagnosticar la infección [50]. En un intento de crear un algoritmo para evaluar la infección tras ATR, *Savarino et al.* [51] descubrieron que los resultados anormales en al menos 2 de 3 pruebas (PCR [punto de corte 0.93 mg/L], VSG [punto de corte 27 mm/h] y fibrinógeno [punto de corte 432 mg/dL]) proporcionaban resultados precisos para el diagnóstico de infección (sensibilidad, 93%; especificidad, 100%; precisión diagnóstica, 97%). Más recientemente, la interleucina-6 también ha mostrado ser prometedora para el diagnóstico de infección, con valores predictivos más altos que la mayoría de los otros marcadores serológicos [52], y ha demostrado una sensibilidad excelente para detectar infecciones después de ATR cuando se combina con la PCR [53]. Las guías de la *American Academy of Orthopaedic Surgeons –AAOS-* recomiendan encarecidamente el uso de VSG, PCR y pruebas séricas de interleucina-6 para pacientes con sospecha de infección protésica [54]. Las pruebas serológicas pueden ser difíciles de interpretar cuando existe una artropatía inflamatoria subyacente [28]. Más recientemente, se ha descrito el uso de una prueba de laboratorio de alfa-defensina para el diagnóstico de infección protésica. La alfa-defensina es un péptido antimicrobiano que es liberado naturalmente por los neutrófilos en respuesta a un patógeno en el líquido sinovial. Dada su utilidad como biomarcador para la infección en el líquido sinovial, se ha demostrado que es altamente preciso en el diagnóstico de infección protésica, casi igualando la definición proporcionada por la *Musculoskeletal Infection Society* [55-57]. En un estudio de *Deirmengian et al.* [56] que incluyó 149 aspiraciones de líquido sinovial, las pruebas de alfa-defensina en el líquido sinovial por sí mismas demostraron una sensibilidad del 97% y una especificidad del 96% para el diagnóstico de infección protésica, y la combinación de las pruebas de alfa-defensina en el líquido sinovial y PCR demostró una sensibilidad del 97% y una especificidad del 100%. Una revisión reciente sugiere que el estudio prequirúrgico para la infección protésica debe incluir la tasa de VSG y PCR en suero, el dímero D en suero, el cultivo de líquido sinovial, el recuento celular y diferencial, la esterasa leucocitaria, la alfa-defensina y la VSG en el líquido sinovial [58].

Gammagrafía ósea con Tc-99m (escáner óseo de 3 fases de la rodilla)

La gammagrafía ósea con Tc-99m es más sensible que las radiografías en la detección de osteomielitis [59]. Sin embargo, la captación periprotésica en la gammagrafía ósea es un hallazgo no específico y no puede diferenciar la infección del aflojamiento aséptico [60]. La hipercaptación puede observarse debido a la remodelación ósea normal después de la cirugía de prótesis (durante 1-2 años o más) [61], infección, aflojamiento aséptico de la prótesis [62], y/o fractura periprotésica. Una gammagrafía ósea normal tiene un alto valor predictivo negativo (VPN) e indica que la infección, el aflojamiento o la fractura son poco probables. Por lo general, se afirma que la gammagrafía ósea es útil para excluir la osteomielitis y, por lo tanto, en un estudio de cribado [30,59,63]. Una gammagrafía ósea de 3 fases frente a una de fase única (una adquisición esquelética únicamente retardada) no mejora la precisión de la prueba [64]. La precisión de la gammagrafía ósea (ya sea de fase única o de 3 fases), para el diagnóstico de complicaciones de prótesis en extremidad inferior es aproximadamente del 50% al 70% con un estudio normal, excluyendo complicaciones protésicas como causa de los síntomas del paciente [65]. El hallazgo clásico para una ATR infectada es la captación aumentada en las 3 fases en el mismo lugar (una gammagrafía ósea de 3 fases positiva) [30]. Sin embargo, la captación aumentada es un hallazgo no específico y puede persistir en una gammagrafía ósea incluso como hallazgo postquirúrgico en ausencia de infección hasta >1 año después de la cirugía, y también puede observarse en casos de aflojamiento aséptico [59]. De hecho, *Duff et al.* [18] describieron una actividad persistente en la gammagrafía ósea en ausencia de infección 2 años después de la cirugía. Esta actividad es raramente positiva en la adquisición en 3 fases. Las gammagrafías óseas pueden ser potencialmente negativas en casos de aflojamiento en la interfaz cemento-protésis, dada la ausencia de formación ósea o hiperostosis [66]. Aunque *Love et al.* [64] informan que el uso de la gammagrafía ósea de 3 fases no mejora la precisión de la prueba, *Smith et al.* [60] publicaron que la infección es más probable que el aflojamiento aséptico, si hay una captación aumentada en las adquisiciones de pool sanguíneo y retardadas. En su análisis de 80 pacientes con dolor postquirúrgico no encontró ningún paciente con infección que tuviera una gammagrafía ósea de 3 fases negativa [60]. Dada la especificidad limitada de esta prueba, los pacientes con gammagrafías óseas anormales y sospecha de infección deben someterse a una evaluación adicional para ayudar a caracterizar la anormalidad de la gammagrafía ósea [64]. En general, las gammagrafías óseas de 3 fases pueden ser útiles, aunque su precisión es menor que la de la gammagrafía con leucocitos marcados o PET/TC de cuerpo entero con FDG [63].

Artrografía TC de la rodilla

La artrografía TC puede evaluar las radiolucencias dada la acumulación de contraste en la interfaz hueso/cemento/componentes de la prótesis. Estas áreas de radiolucencia no son específicas para infección versus aflojamiento mecánico.

TC de la rodilla con contraste intravenoso.
La TC tiene un papel limitado en la evaluación de la infección protésica. La TC con contraste intravenoso podría ayudar a demostrar colecciones periprotésicas y fístulas. Los avances en los algoritmos de reducción de artefactos metálicos pueden ampliar el papel potencial de la TC.

TC de la rodilla sin y con contraste intravenoso.
La TC tiene un papel limitado en la evaluación de la infección protésica. La TC sin contraste puede demostrar el tamaño y la extensión de la osteólisis, las áreas de radiolucencia periprotésica, el gas intraóseo o en tejido blandos y la formación ósea reactiva que podría no ser evidente en las radiografías [20,67]. La TC con contraste intravenoso podría ayudar a demostrar colecciones periprotésicas y fístulas. Los avances en los algoritmos de reducción de artefactos metálicos pueden ampliar el papel potencial de la TC.

TC de la rodilla sin contraste intravenoso.
La TC tiene un papel limitado en la evaluación de la infección protésica. La TC sin contraste puede demostrar el tamaño y la extensión de la osteólisis, las radiolucencias periprotésicas, el gas intraóseo o de tejido blando y la formación ósea reactiva que podría no ser evidente en las radiografías [20,67]. Los avances en los algoritmos de reducción de artefactos metálicos pueden ampliar el papel potencial de la TC.

PET/TC de cuerpo entero con FDG
La PET/TC de cuerpo entero con FDG puede ser útil para detectar infección en ATR. Las imágenes PET/TC-FDG reflejan niveles relativos de captación de glucosa y, por lo tanto, de actividad metabólica aumentada. *Zhuang et al.* [68] describieron que la actividad glucolítica elevada hace que las células inflamatorias como los neutrófilos y los macrófagos activados sean ávidas por el FDG en sitios de inflamación e infección. Algunas captaciones periprotésicas pueden ocurrir debido a la actividad de la médula ósea, y agregar un escaneado de médula puede aumentar la especificidad [69]. En estos casos, el estudio de la médula se realizaría al día siguiente utilizando un tipo de cámara diferente porque el escaneo de la médula se basa en fotones de menor energía (PET, 511 keV; Tc-99m, 140 keV). *Zhuang et al* [68] estudiaron 36 prótesis de rodilla dolorosas utilizando PET/TC-FDG e identificaron 10 de 11 casos infectados, pero obtuvieron resultados falsos positivos en 7 casos (sensibilidad del 90,9%, especificidad del 72% y precisión diagnóstica del 77,8% para detectar infección). Esta fue una precisión menor que la encontrada en la evaluación de prótesis de cadera. Se desconoce la causa del gran número de falsos positivos. *Aksoy et al* [70] encontraron un valor predictivo positivo (VPP) del 28% (15 de 54) para infección en 54 pacientes con prótesis articulares dolorosas (24 de rodilla, 48 de cadera) utilizando PET/TC-FDG. *Manthey et al* [71] detectaron que es posible una diferenciación precisa entre aflojamiento aséptico, sinovitis e infección, analizando la intensidad y los patrones de captación periprotésica en PET/TC-FDG. *Kwee y Kwee* [72] describen que la captación de FDG en la interfaz hueso-prótesis puede utilizarse sistemáticamente como criterio de diagnóstico para la infección en prótesis de rodilla. En un metaanálisis, *Kwee et al* [73], informaron que la especificidad de la PET/TC-FDG para diagnosticar infección fue significativamente menor para las prótesis de rodilla (74,8%) que para las prótesis de cadera (89,8%). *Delank et al* [74], en una serie de prótesis de cadera y rodilla, encontraron que un resultado negativo en PET-TC excluía la infección (100% de sensibilidad). Si la exploración era positiva, no era posible diferenciar entre desgaste e infección. *Prandini et al* [75] realizaron un metaanálisis para estudiar el rendimiento diagnóstico de diferentes radiotrazadores en osteomielitis periférica e infecciones de prótesis articulares, obteniendo resultados de del 94% de sensibilidad, 87% de especificidad, 87% de VPP, 94 % de VPN y una precisión global del 92% para PET/TC-FDG. Aunque los artefactos metálicos tienen poco impacto en los exámenes de medicina nuclear (excepto como defectos fotopénicos) y crean una dispersión insignificante [68,76,77], los altos coeficientes de atenuación del PET en el área del metal pueden llevar a una sobreestimación de la actividad en esa región. y por lo tanto a un resultado falso positivo. En estos casos se pueden utilizar imágenes PET no atenuadas, que no producen este error, para ayudar en la interpretación de estos artefactos inducidos por el metal.

La sinovitis y el aflojamiento aséptico (en prótesis de cadera) pueden provocar una mayor captación de FDG [69]. *Sterner et al* [78] examinaron a 14 pacientes con ATR dolorosa para detectar un aflojamiento aséptico temprano. La precisión general fue del 71 % (sensibilidad, 100 %; especificidad, 56 %). Además, *Stumpe et al* [79] también visualizaron una captación sinovial difusa y extrasinovial focal de FDG en pacientes con componente de malrotación, por lo que concluyeron que esta prueba no contribuye en pacientes con dolor persistente. Los estudios en pacientes con prótesis de cadera han demostrado que la remodelación posoperatoria puede provocar una

captación periprotésica de FDG artificial hasta 6 meses después de la colocación de la prótesis [80]. Al observar la falta de especificidad para la detección de infección periprotésica en la PET/TC-FDG convencional, *Aksoy et al* [70] exploraron el uso de la PET/TC con leucocitos marcados con FDG para obtener imágenes de pacientes con prótesis articulares dolorosas y encontraron una sensibilidad del 93%, una especificidad del 97%, un VPP del 93% y un VPN del 97%. Sin embargo, esta técnica no tiene un uso generalizado. *Basu et al* [81] estudiaron 87 pacientes con prótesis de rodilla sospechosas de estar infectadas o presentar aflojamiento aséptico, y describieron una sensibilidad, especificidad, VPP y VPN de 94,7%, 88,2%, 69,2% y 98,4%, respectivamente, para la FDG-PET en prótesis de rodilla. *Van Acker et al* [82] investigaron el uso de PET/TC-FDG en combinación con gammagrafías óseas y no mostraron ninguna ventaja sobre las gammagrafías óseas de leucocitos marcados con HMPAO. La comparación de la PET/TC-FDG y gammagrafias con leucocitos marcados con In-111 y medula ósea con sulfuro coloidal Tc-99m mostró que la FDG-PET era menos precisa que las exploraciones de leucocitos/médula y no podía reemplazar esa combinación de pruebas [69].

PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF

La evidencia es insuficiente para respaldar el uso de PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF, para la evaluación inicial de la ATR.

Fluoroscopia de la rodilla

Las radiografías posicionadas mediante fluoroscopia proporcionan una visualización óptima de la interfaz prótesis-hueso para demostrar evidencia de resorción ósea alrededor de la prótesis, especialmente en prótesis no cementadas [30]. Sin embargo, este hallazgo por sí solo no es específico para distinguir entre infección, osteólisis y aflojamiento mecánico.

Aspiración articular guiada por imagen de la rodilla

La aspiración articular guiada por imagen de la rodilla, a menudo con guía fluoroscópica o ecográfica, es extremadamente útil para diagnosticar la infección articular después de una ATR [45,47,83]. La aspiración del líquido se puede realizar antes o durante la cirugía. Algunos autores prefieren la aspiración intraoperatoria debido a un mejor control de los contaminantes. El líquido sinovial suele evaluarse con tinción de Gram, recuento celular total y diferencial, y cultivos aeróbicos y anaeróbicos [30,44], aunque la tinción de Gram tiene una sensibilidad y especificidad relativamente pobres [84]. Existen discrepancias en la literatura con respecto a los niveles de corte óptimos en los valores de leucocitos y el porcentaje de leucocitos polimorfonucleares en el líquido articular aspirado, para diferenciar el líquido infectado del no infectado [85,86]. *Toms* [87] propuso obtener tres muestras, incluida una muestra de tejido en el momento de la aspiración, y que la prueba se considerara positiva cuando creciera el mismo antibiograma en dos muestras. La ausencia de líquido (o "dry tap") en el momento de la aspiración no indica necesariamente la ausencia de infección [88]. *Duff* [18] describió una sensibilidad, especificidad y precisión diagnóstica del 100% para la aspiración, en una serie de 43 rodillas con dolor, inestabilidad, aflojamiento o sospecha de infección sometidas a revisión quirúrgica. En cambio, los hallazgos radiológicos no discriminaron los pacientes infectados de los no infectados. *Virolainen* [49] determinó una especificidad del 100% y una sensibilidad del 74% en el diagnostico de infección de la aspiración articular, siendo la mejor prueba para diagnosticar infección en un grupo de 68 pacientes con reemplazo total de cadera y rodilla. *Bach* [45] definió que la aspiración temprana conducía a una reducción significativa en la duración del tratamiento y a un mejor resultado. En el 16% de los pacientes fueron necesarias más de tres aspiraciones para obtener un cultivo positivo. *Barrack* [89] señaló que pueden producirse falsos negativos en pacientes que han recibido tratamiento con antibióticos previo a la aspiración. Se recomienda suspender al menos 2 semanas de antibióticos antes de realizar una aspiración (con una cuidadosa monitorización clínica para detectar sepsis), pero puede ser necesario hasta un mes para que los cultivos del líquido aspirado sean positivos [30]. Si el primer aspirado es negativo y la sospecha clínica de infección sigue siendo alta, es necesario repetir las aspiraciones semanalmente. Incluso con una aspiración prequirúrgica negativa, el tejido quirúrgico intraoperatorio puede indicar infección. Después de una revisión de la literatura y un ensayo multicéntrico, *Bernard* [50], defendió la PCR y la aspiración articular como las mejores herramientas para diagnosticar la infección en prótesis articulares. Cuando el nivel de PCR es >10 mg/L, se sugiere repetir la aspiraccoión o biopsia de la articulación. *Della Valle* [90] también llegó a la conclusión que la combinación de VSG y PCR es una buena herramienta de detección de infección, y únicamente una rodilla infectada tuvo resultados negativos en ambas pruebas. Estos autores sugieren la aspiración prequirúrgica si la VSG o la PCR están elevadas o si la sospecha clínica es alta, combinada con un análisis intraoperatorio de cortes congelados del tejido sinovial periprotésico [90]. La *AAOS* describe una fuerza de recomendación moderada para las pruebas de líquido sinovial, incluido el recuento de leucocitos y el porcentaje de neutrófilos, cultivos de bacterias aeróbicas y anaeróbicas, esterasa de leucocitos, alfa-defensina, PCR y pruebas de amplificación de ácidos nucleicos (p. ej., reacción en cadena de la polimerasa) para bacterias [54]. Un manuscrito reciente advierte que, incluso si el cultivo de aspiración

preoperatorio es positivo, son necesarios nuevos cultivos de líquido sinovial intraoperatorio, y se debe observar cualquier discordancia entre el cultivo de aspiración prequirúrgico y el cultivo de líquido sinovial intraoperatorio [91]. Si el cultivo del aspirado articular es positivo según el recuento celular diferenciales y cultivo positivo, entonces se considera probable la infección y se inicia el tratamiento [54,92]. En ese caso, no se requieren más técnicas de imagen para el diagnóstico de la infección. *Berbari* [46] estudió 897 casos de infección articular periprotésica y encontró que aproximadamente el 7% estaban asociados con cultivos negativos. Si los cultivos sinoviales prequirúrgicos siguen siendo negativos, se deben enviar múltiples muestras de tejidos periprotésicos intraoperatorios, para cultivo bacteriano aeróbico y anaeróbico [54].

RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso

La resonancia magnética puede desempeñar un papel en el estudio de la infección periprotésica. Los avances en la reducción de artefactos metálicos pueden ampliar el papel potencial de su uso. Utilizando algoritmos de reducción de artefactos metálicos, *Potter y Foo* descubrieron que la membrana sinovial infectada tiene una apariencia laminar hiperintensa, distinta de la apariencia de la enfermedad por micropartículas [22,93]. Observaron que, en casos seleccionados, la resonancia magnética puede ser útil para detectar la propagación extracapsular de la infección y la formación de abscesos. El contraste intravenoso puede proporcionar un beneficio adicional [93]. Teniendo en cuenta estos hallazgos, *Plodkowski* [94] examinó a 28 pacientes con ATR infectadas y 28 controles con ATR no infectadas, y encontraron una sensibilidad del 86% al 92% y una especificidad del 85% al 87%, con una concordancia interobservador casi perfecta, cuando utilizaron la apariencia de sinovitis hiperintensa laminada para clasificar la ATR infectada versus no infectada. *Li* [95] también describió una apariencia laminada e hiperintensa diferente de la membrana sinovial en las articulaciones infectadas, que puede diferenciarse de la membrana sinovial hipertrofiada y "frondosa" producida por la sinovitis inducida por micropartículas, y del derrame homogéneo con intensidad de señal de líquido en casos de sinovitis inespecífica. También se ha demostrado que la resonancia magnética con técnica de reducción de artefactos metálicos detecta osteólisis que no es visible en las radiografías [96,97]. El contraste puede proporcionar un beneficio adicional para detectar la diseminación extracapsular de la infección y la formación de abscesos en comparación con la resonancia magnética sin contraste.

RM de la rodilla sin contraste intravenoso

La resonancia magnética puede desempeñar un papel en el estudio de la infección periprotésica. Los avances en la reducción de artefactos metálicos han ampliado el papel potencial de la resonancia magnética. Utilizando algoritmos de reducción de artefactos metálicos, *Potter y Foo* descubrieron que la membrana sinovial infectada tiene una apariencia laminar hiperintensa, distinta de la apariencia de la enfermedad por micropartículas [22,93]. Observaron que, en casos seleccionados, la resonancia magnética puede ser útil para detectar la propagación extracapsular de la infección y la formación de abscesos. *Plodkowski et al* [94] examinaron 28 pacientes con ATR con infección comprobada y 28 controles con ATR no infectadas, y encontraron una sensibilidad del 86% al 92% y una especificidad del 85% al 87%, con una concordancia interobservador casi perfecta, utilizando la apariencia de sinovitis hiperintensa laminada para clasificar la ATR infectada versus no infectada. *Li et al* [95] también describieron una apariencia laminada e hiperintensa de la membrana sinovial en las articulaciones infectadas, que puede diferenciarse de la membrana sinovial hipertrofiada y "frondosa" de la sinovitis inducida por micropartículas y del derrame homogéneo de intensidad de señal líquido en casos de sinovitis inespecífica. También se ha demostrado que la resonancia magnética con algoritmo de reducción de artefactos metálicos detecta osteólisis que no es visible en las radiografías [96,97].

Ecografia de la rodilla

La ecografía tiene una función limitada en el estudio de la infección periprotésica, pero puede usarse fácilmente para evaluar los tejidos blandos, incluida la presencia de edema, hiperemia y acumulaciones de líquido alrededor de la articulación de la rodilla en pacientes con ATR. Esto puede resultar beneficioso en determinadas situaciones (p. ej., realización de punción-aspiración guiada por fluoroscopia).

Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m

La gammagrafia utilizando leucocitos marcados con In-111 se introdujo en la década de 1980 [98]. Los glóbulos blancos pueden ser radiomarcados in vitro con In-111 oxina o Tc-99m exametazima (hexametilpropilenaminooxima Tc-99m [HMPAO]) [99]. El marcaje de leucocitos in vitro requiere que se extraiga una muestra de sangre venosa del paciente y que se aíslen y marquen dichos leucocitos [100]. Luego, los leucocitos radiomarcados se reinyectan en el paciente y se realizan imágenes entre 18 y 24 horas después de su inyección [63]. Se ha defendido la comparación de la actividad de los leucocitos marcados con la de una gammagrafía ósea (por lo general, una gammagrafía ósea de tres fases). Un estudio positivo para infección generalmente requiere un aumento de actividad focal en el estudio de leucocitos, en la misma ubicación y distribución que la gammagrafía ósea de 3 fases positiva [100]. Utilizando una combinación secuencial de gammagrafías óseas y de leucocitos marcados con In-111 en

pacientes con prótesis de rodilla aflojadas o dolorosas, se encontró una sensibilidad del 88%, una especificidad del 78%, un VPP del 75% y un VPN del 90% para el diagnóstico de infección. Un área de potencial utilidad sería un resultado negativo en las exploraciones de leucocitos marcados con In-111, que respaldaría la ausencia de infección en situaciones equívocas y en los casos en que un patólogo musculoesquelético no esté disponible para interpretar un corte congelado intraoperatorio [100]. El análisis de una pequeña muestra de exploraciones con In-111 en pacientes con ATR sin complicaciones ha demostrado que la inflamación puede persistir en el lecho quirúrgico en ausencia de infección [100]. *Bernard et al* [50] realizó un ensayo multicéntrico de varios métodos para diagnosticar infecciones de cadera y rodilla. Las exploraciones que utilizaron leucocitos o inmunoglobulina radiomarcada demostraron una sensibilidad del 74 % y una especificidad del 76 % para diagnosticar infección. Una revisión de la literatura indica unos valores sensibilidad del 40% al 96% y especificidades del 76% al 100% para la detección de infección en gammagrafías con leucocitos marcados en prótesis articulares [49,50,99-104]. Por lo tanto, estos estudios no son útiles de forma rutinaria para diferenciar fallo mecánico de infección oculta en prótesis totales de rodilla aflojadas y dolorosas. *Filippi y Schillaci* [105] usaron SPECT/TC usando una cámara híbrida, en vez de la gammagrafía de leucocitos planar convencional marcada con Tc-99m-HMPAO, en pacientes con sospecha de infección. El SPECT/TC fue capaz de diferenciar la afectación de los tejidos blandos de la afectación ósea. Los autores argumentaron que la SPECT/TC podría eliminar la necesidad de una gammagrafía ósea correlativa con gammagrafías de leucocitos marcados. Las exploraciones de leucocitos también tienen una sensibilidad disminuida en infecciones de bajo grado [66] y un componente neutrofílico limitado. Las imágenes de leucocitos marcados pueden dar lugar a una alta tasa de falsos positivos porque los leucocitos se acumulan en la médula ósea reactiva, así como en la infección y no siempre es posible diferenciar entre los dos [64,106].

Se ha investigado la adición de exploración de médula ósea con sulfuro coloidal marcado con Tc-99m para reducir esta confusión. *Palestro et al* [107] informaron que las imágenes secuenciales combinadas de leucocitos/médula tenían una precisión del 95% para diagnosticar la infección de prótesis de rodilla y eran superiores a las gammagrafías óseas solas o a las gammagrafías óseas en combinación con imágenes de leucocitos marcados. *Joseph et al* [106] descubrieron que la baja sensibilidad y la posibilidad de resultados falsos negativos hacían que esta combinación de exploraciones tuviera una utilidad limitada para diagnosticar la infección protésica y, por lo tanto, ya no se utiliza en su institución. En ese grupo de 22 prótesis totales de rodilla evaluadas y posteriormente operadas, hubo una sensibilidad del 66%, una especificidad del 100%, un VPP del 100%, un VPN del 88% y una precisión del 91%. *Blanc et al* [108] hicieron una revisión retrospectiva de 168 pacientes. Determinaron que la gammagrafía de leucocitos marcada con Tc-99m-HMPAO era más sensible para la rodilla (84%) que para las prótesis de cadera (57%), pero era menos específica para la rodilla (52% versus 75%). Se investigó la adición de análisis de sangre y de flujo para determinar si la hiperemia coincidía con la captación de leucocitos marcados en la médula ósea (y, por lo tanto, a un resultado falso negativo). Estas exploraciones adicionales disminuyeron el número de resultados falsos negativos (sensibilidad, 83 %; especificidad, 94 %; VPP, 83 %; VPN, 94 %). En general, se consideró que la realización del protocolo de exploración de médula con leucocitos marcados tenía una utilidad clínica limitada [106]. Por el contrario, *Love et al* [69] refieren que la combinación de gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados con In-111 y con sulfuro coloidal Tc-99m era el estándar de referencia para diagnosticar la infección periprotésica. Los autores encontraron que la combinación de leucocitos marcados y exploración de médula ósea es 100% sensible y 100% específica para diagnosticar infección en ATR [69]. La evaluación semicuantitativa de las exploraciones de leucocitos utilizando una combinación de imágenes tempranas y tardías como sustituto de las imágenes de médula ósea reprodujo en una serie, una sensibilidad y especificidad >90% [99]. *Love et al* [109] examinaron 150 prótesis articulares fallidas con correlación histopatológica y hallaron que las imágenes de leucocitos/médula tenían una sensibilidad del 96%, una especificidad del 87% y una precisión del 91%. Descubrieron que las imágenes de leucocitos/médula eran significativamente más precisas que la gammagrafía ósea (50%), la gammagrafía ósea/galio (66%) y las imágenes de leucocitos/hueso (70%) en su población. La gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal pueden desempeñar un papel en el diagnóstico de sospecha de infección en la artroplastia de rodilla.

Escenario 3: Dolor tras artroplastia total de rodilla. Exclusión de infección. Sospecha de aflojamiento aséptico u osteolisis o inestabilidad. Técnicas de imagen adicionalesr tras la radiografía simple.

Las imágenes de la inestabilidad rotacional en una ATR se analizan con mayor detalle en la e*scenario 5*. Si un paciente se ha sometido a un estudio completo y se ha excluido la infección, entonces el aflojamiento debe considerarse como la causa potencial del dolor de rodilla y de la presencia de radiolucencia periprotésica. En múltiples estudios, se ha descubierto que el aflojamiento aséptico es una causa común de fracaso de la ATR [13,110-112]. *Sharkey et al* [13] describieron el aflojamiento aséptico como la causa principal de fracaso en etapa tardía (>2 años) de la ATR. El aflojamiento aséptico puede ocurrir debido a una fijación primaria inadecuada o a un fracaso

después de una fijación exitosa. Se cree que es el resultado de tensiones mecánicas, osteolisis secundaria a restos de partículas o escasez de masa ósea [21]. El aflojamiento puede estar estrechamente relacionado con otras formas de fallo mecánico como osteolisis, inestabilidad, desgaste del revestimiento de polietileno y fractura periprotésica. La osteolisis es una de las principales causas de revisión tardía de la ATR. La osteolisis, también conocida como enfermedad de micropartículas y granulomatosis agresiva, se produce como consecuencia de la fagocitosis de los restos de partículas por parte de los macrófagos. Los desechos procedentes del polietileno, el cemento y el metal pueden producir una respuesta inflamatoria mediada por células y osteólisis [113], pero normalmente el polietileno es la causa más común. Las áreas de osteolisis contienen tejido de granulación con restos de partículas fagocitadas [21]. La incidencia de osteolisis es mayor en las ATR no cementadas, en comparación con las cementadas [114]. La osteolisis puede ocurrir en cualquier lugar, pero es más común en la región de los cóndilos femorales cerca de la inserción de los ligamentos colaterales, a lo largo de la periferia del componente protésico, y a lo largo de los canales de acceso al hueso esponjoso de la tibia, incluidos los orificios para tornillos [114,115]. Los pacientes con osteolisis pueden ser asintomáticos al principio, pero pueden progresar y desarrollar dolor, hinchazón y sinovitis aguda.

Aunque se pueden controlar áreas pequeñas de osteolisis, la progresión o presencia de gran osteolisis sugiere un aflojamiento de los componentes y puede requerir cirugía de revisión [116]. Las imágenes radiológicas también pueden ayudar a evaluar la reserva ósea disponible previo a la cirugía de revisión. La inestabilidad se refiere al desplazamiento anormal y excesivo de las superficies articulares de la prótesis [21]. La inestabilidad generalmente ocurre debido a un error quirúrgico y/o una mala selección de la prótesis, y a menudo resulta en una cirugía de revisión un promedio de 4 años tras la artroplastia primaria [21]. La inestabilidad severa puede resultar en dislocación. En una revisión de 781 casos de fracaso de prótesis en 2014, *Sharkey et al* [12] hallaron que la inestabilidad representaba la tercera causa más común de fracaso de prótesis en general, representando el 7,5% de todos los casos. Los conceptos de inestabilidad, mala alineación y aflojamiento en la ATR están estrechamente relacionados [117]. Cuando se produce una mala alineación de la articulación en el momento de la cirugía, grados menores de inestabilidad pueden convertirse en un problema importante. Del mismo modo, la inestabilidad prolongada, puede dar lugar a una desalineación que, a su vez, puede conducir a un aflojamiento. Aunque el equilibrio/desequilibrio de los ligamentos desempeña un papel en la inestabilidad articular, no es el único factor que explica la estabilidad [118].

Gammagrafía ósea con Tc-99m (escáner óseo de 3 fases de la rodilla)
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso rutinario de gammagrafías óseas trifásicas con Tc-99m para la evaluación de la inestabilidad.

La gammagrafía ósea puede ser útil para diagnosticar el aflojamiento, especialmente cuando se produce muchos años después de la cirugía [62]. Este retraso en el diagnóstico se debe a que las gammagrafías óseas positivas se pueden observar en el 20% de las rodillas asintomáticas 1 año después de la cirugía y en el 12,5% de los individuos 2 años después de la cirugía [61]. Las gammagrafías óseas seriadas pueden ser más útiles que las de fase única [119]. En general, se cree que el aumento de la captación en las imágenes retardadas, pero no en la fase de acumulación de sangre, se debe a un aflojamiento más que a una infección [60]. Las exploraciones normales son más útiles y se caracterizan por un VPN alto, lo que indica que es poco probable que se produzca aflojamiento o infección. Sin embargo, un falso negativo puede ocurrir si hay un aflojamiento en la interfaz cemento-prótesis que no incita a la formación de hueso [66]. *Smith et al* [60] evaluaron 80 gammagrafías óseas en pacientes con ATR sintomática, clasificando como anormal incluso un ligero aumento de la actividad en la sangre acumulada o en las imágenes retardadas, y encontraron una alta sensibilidad (92,3%) para distinguir anormales (es decir, aquellos con aflojamiento o infección), de la ATR normal. La prueba no fue específica porque no pudo distinguir entre aflojamiento aséptico e infección [60]. Si otros estudios excluyen la infección, se puede detectar el aflojamiento del componente tibial mediante análisis cuantitativo de gammagrafía ósea, con una sensibilidad del 90% y una especificidad del 100% [120].

La gammagrafía ósea de 3 fases es moderadamente sensible (76%) para identificar alteraciones en la prótesis articular, pero con una especificidad de sólo el 51% y una precisión diagnóstica del 50% al 70% [121]. Una gammagrafía ósea de 3 fases positiva demuestra un aumento de la captación periprotésica en patrones focal y difuso, pero incluso con SPECT/TC todavía puede ser difícil distinguir entre infección y aflojamiento aséptico, el último de los cuales se debe a una fijación inicial inadecuada, pérdida mecánica de la fijación con el tiempo o pérdida biológica de fijación causada por osteólisis inducida por partículas alrededor del implante. *Murer et al* [122] informan que la sensibilidad y especificidad para la detección del aflojamiento del componente tibial fue del 96,0% y 100%, respectivamente, y la sensibilidad y especificidad para la detección del aflojamiento del componente femoral fue del 95,0% y 100%, respectivamente. La gammagrafía ósea; sin embargo, puede ser útil como prueba

de cribaje, con un VPN alto, con una advertencia. *Math et al* [20] informaron que una mayor captación periprotésica a lo largo del vástago tibial o femoral era más indicativa de aflojamiento que de captación a lo largo del platillo tibial. Los autores también subrayan el beneficio de una ATR asintomática contralateral como control comparativo. También se describió hipercaptación periprotésica de ATR en más del 60% de los componentes femorales y casi el 90% de los tibiales en pacientes asintomáticos durante varios años después de la cirugía [123]. Con una gammagrafía ósea de 3 fases positiva, es posible que se necesiten imágenes de leucocitos y de médula ósea para discriminar entre infección y aflojamiento aséptico, el último de los cuales puede estar relacionado con enfermedad por micropartículas.

Artrografía TC de la rodilla
La artrografía TC puede evaluar las radiolucencias dada la acumulación de contraste en la interfaz hueso/cemento/componentes de la prótesis. Estas áreas de radiolucencia no son específicas para infección versus aflojamiento mecánico.

TC de la rodilla con contraste intravenoso
La TC con contraste intravenoso no es útil para evaluar el aflojamiento aséptico, la osteolisis o la inestabilidad.

TC de la rodilla sin y con contraste intravenoso
La TC sin y con contraste intravenoso no es útil para evaluar el aflojamiento aséptico, la osteolisis o la inestabilidad.

TC de la rodilla sin contraste intravenoso
En particular, cuando se utilizan técnicas de reducción de artefactos metálicos, se puede utilizar la TC para mostrar la extensión y el ancho de las zonas de radiolucencia, que pueden ser menos evidentes en las radiografías [20]. Se ha demostrado que tanto la resonancia magnética como la tomografía computarizada son más sensibles para la detección de osteólisis que la radiografía [116]. La TC se puede utilizar para detectar osteólisis y determinar el volumen total de lesiones osteolíticas, especialmente cuando se utilizan técnicas de reducción de artefactos metálicos [124]. *Math et al* [20] apoyan la utilidad de la TC para detectar áreas de osteólisis en pacientes con prótesis de rodilla dolorosas que tienen radiografías normales o dudosas y una captación aumentada en las 3 fases de una gammagrafía ósea. *Reish et al* [67] encontraron que sólo el 17% de 48 lesiones visibles por TC se detectaron en las radiografías. Sugirieron la realización de una TC multidetector en los casos en los que se espera osteólisis, como cuando hay aflojamiento aséptico y desgaste importante del polietileno.

La TC permite evaluar el posicionamiento rotacional de los componentes de la prótesis, lo que puede afectar el seguimiento femoropatelar y la estabilidad del ligamento varo/valgo en flexión [125]. Las imágenes de la inestabilidad rotacional de una ATR se analizan con mayor detalle en la *Escenario 5*.

PET/TC de cuerpo entero con FDG
Sterner et al [78] realizaron PET/TC-FDF en 14 pacientes con ATR dolorosa, para detectar un aflojamiento aséptico temprano. La precisión general fue del 71 % (sensibilidad, 100 %; especificidad, 56 %). *Delank et al* [74], en una serie de prótesis de cadera y rodilla, definieron que una exploración por PET negativa excluía la infección (100% de sensibilidad). Si la exploración por PET era positiva, entonces no era posible diferenciar entre desgaste e infección. La inflamación de los tejidos blandos comienza antes que la osteolisis protésica, y ambas suelen ser asintomáticas hasta la necesidad de la cirugía. Los artefactos metálicos también dificultan la evaluación de la osteolisis en la interfaz prótesis-ósea en la TC y RM. La FDG se acumula en células con alta absorción de glucosa. Además de las células tumorales, la FDG se acumula en áreas de inflamación e infección debido a la activación de linfocitos, neutrófilos y macrófagos. *Jansen et al* [66] describieron que la remodelación postquirúrgica puede verse como una captación periprotésica inespecífica en los primeros seis meses después de la artroplastia. Un estudio de FDG negativo tiene un VPN alto para el aflojamiento relacionado con la enfermedad de micropartículas, que incita una respuesta granulomatosa. De manera similar a la gammagrafía ósea, se puede observar una gammagrafía falsamente negativa si se produce un aflojamiento en la interfaz cemento-prótesis [66]. El aumento de la actividad de la FDG es sensible pero no puede diferenciar entre infección y aflojamiento en ATR [121].

Existen diversos estudios sobre la sensibilidad, especificidad y precisión de la FDG, que probablemente estén relacionados con criterios de interpretación no uniformes y problemas técnicos. Una estimación general de la sensibilidad, especificidad y precisión de la FDG en la ATR es del 96%, 77% y 83%, respectivamente [126]. Aunque, según se informa, la FDG está limitada en la evaluación de pacientes con dolor crónico de rodilla después de una ATR [66,127], futuros avances pueden potencialmente convertirlo en una herramienta prometedora para la identificación de osteólisis protésica [126]. Su papel exacto en la prótesis articular fallida; sin embargo, aún no se ha determinado. No hay evidencia suficiente para respaldar el uso rutinario de PET/TC-FDG para evaluar la inestabilidad.

PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF Body
Koob et al [128] observaron una sensibilidad del 95,00%, una especificidad del 87,04% y una precisión del 89,19% para el diagnóstico de aflojamiento periprotésico en prótesis totales de cadera y rodilla mediante PET/TC con flúor. No hay evidencia suficiente para respaldar el uso rutinario de PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF, para evaluar la inestabilidad.

Fluoroscopia de la rodilla
No hay evidencia reciente que respalde el uso rutinario de la fluoroscopia para la evaluación del aflojamiento aséptico, la osteólisis o la inestabilidad. La fluoroscopia puede ser útil para ver líneas transparentes o de radiolucencia en las proyecciones de perfil, que podrían no ser detectadas en las radiografías AP estándar [20,129,130], y también puede demostrar el aflojamiento mediante adquisición en tiempo real, con un posicionamiento óptimo de la articulación [129,130] y facilita la evaluación dinámica de la rodilla bajo estrés. En estudios más antiguos, se determinó como una técnica útil, pero ha sido reemplazado por otras modalidades y ahora se realiza con poca frecuencia.

RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso
La resonancia magnética sin y con contraste intravenoso no es útil para evaluar la osteolisis o la inestabilidad. No se ha descrito el uso de contraste intravenoso para evaluar el aflojamiento.

RM de la rodilla sin contraste intravenoso
La literatura sobre la resonancia magnética en la detección del aflojamiento de los implantes está evolucionando y la evidencia disponible respalda su uso. Utilizando técnicas de reducción de artefactos metálicos, *Fritz et al* [93] postularon apariencias radiológicas distintas de la interfaz/membrana fibrosa periprotésica intacta y fijada (contacto directo del implante o cemento con el hueso circundante), que puede o puede no progresar hacia un aflojamiento (capa de 1 a 2 mm de espesor con márgenes lisos que rodea la prótesis a lo largo de la interfaz ósea) y una franca resorción ósea (una capa periprotésica de >2 mm de espesor con márgenes irregulares). Reservan el uso del término aflojamiento para los casos en los que la resonancia magnética demuestra reabsorción ósea circunferencial junto con signos de desplazamiento, hundimiento o rotación del implante. En un estudio de 116 rodillas en 114 pacientes que evaluó el tipo de interfaz (normal, membrana fibrosa, líquido u osteólisis), el porcentaje de integración (<33%, 33%-66% o >66%) y la presencia de edema óseo. Determinaron que la resonancia magnética tenía mayor sensibilidad (84% versus 31%) pero menor especificidad (85% versus 96%) para demostrar el aflojamiento del componente patelar comparado con la radiografía [131].

Se ha demostrado que tanto la RM como la TC son más sensibles para la detección de osteolisis que la radiografía [116]. La RM con técnicas de reducción de artefactos metálicos puede detectar osteolisis que no es visible en la radiografía, incluso alrededor del componente femoral [96]. Una investigación incluyó 11 ATR con sospecha de osteolisis en la radiografía (y posteriormente confirmada mediante cirugía), siendo la RM positiva para osteolisis en 10 casos (y confirmados en la cirugía), 5 casos con lesiones osteolíticas adicionales detectadas en la RM y 9 casos en los que las lesiones eran más grandes en la RM que en las radiografías [97]. La RM también puede mostrar cambios sinoviales debidos a enfermedad de micropartículas, antes de que las lesiones osteolíticas sean evidentes [22]. La RM con técnica de supresión de metal, puede permitir la visualización directa de ligamentos y tendones alrededor de la rodilla [93].

Ecografia de la rodilla
La ecografía no tiene un papel importante en la evaluación del aflojamiento de la prótesis aséptica y normalmente no se utiliza para la evaluación de la osteolisis. La ecografía se puede utilizar para evaluar la sinovitis y los tejidos blandos alrededor de la articulación y para guiar la aspiración articular [132]. La ecografía no se suele utilizar para evaluar la inestabilidad, pero se puede utilizar para visualizar y evaluar los ligamentos colaterales medial y lateral en la ATR [133].

Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m
Las gammgagrafias de rodilla con leucocitos marcados con In-111, Tc-99m, y sulfuro coloidal Tc-99m, no son útiles en la evaluación del aflojamiento aséptico protésico de rodilla.

Los estudios de leucocitos/médula se utilizan para diferenciar el aflojamiento protésico de la infección aguda y se pueden realizar sin o con la gammagrafía ósea [127]. Una gammagrafía de leucocitos negativa descarta una infección neutrofílica aguda, pero puede ser falsamente negativa en una infección crónica [101]. *Love et al* [109] describieron una sensibilidad, especificidad y precisión de la técnica de leucocitos/médula ósea del 96%, 87% y 91%, respectivamente, para 150 reemplazos totales de cadera y rodilla. *Joseph et al* [106] obtuvieron unos valores de sensibilidad, especificidad y precisión diagnóstica del 46%, 100% y 88%, respectivamente, en técnica de imagen

leucocitos/médula prequirúrgica, en 58 reemplazos totales de cadera y rodilla. *Palestro et al* [107,134] describieron una precisión >90% y una especificidad con una alta sensibilidad para los estudios de leucocitos/médula en la evaluación de prótesis articulares. Diferenciar la infección crónica del aflojamiento puede ser más difícil, ya que, comparadas con las agudas, las infecciones crónicas tienden a tener menos neutrófilos, que son el tipo de glóbulo blanco predominante marcado en los estudios con In-111 o Tc-99m-HMPAO. Una disminución de la sensibilidad del recuento de glóbulos blancos en la osteomielitis también se ha atribuido a la membrana o biopelícula protectora bacteriana y al efecto de los antibióticos [66]. No obstante, las exploraciones de leucocitos/médula ósea que incluyen SPECT/TC parecen ser los procedimientos de imagen de elección, con un alto grado de precisión para la prótesis articular fallida en el contexto de una gammagrafía ósea trifásica positiva porque un estudio de leucocitos/médula negativa no incluye el aflojamiento aséptico [66]. Los estudios de leucocitos marcados con In-111 y sulfuro coloidal Tc-99m no son útiles para evaluar la inestabilidad.

Escenario 4: Dolor tras artroplastia total de rodilla. Sospecha de fractura periprotésica o de la prótesis/implante. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple.

Las fracturas periprotésicas pueden ocurrir durante o después de la cirugía y pueden afectar el fémur, la tibia o la patela. Entre las fracturas periprotésicas, las fracturas supracondíleas del fémur distal son las más comunes, mientras que las fracturas patelares son raras [135,136]. Las fracturas supracondíleas ocurren en el 0,3% al 2,5% de las ATR, generalmente dentro de los 2 a 4 años posteriores a la cirugía, y a menudo ocurren en el contexto de un traumatismo de baja energía [136]. Las fracturas de tibia se asocian con aflojamiento y mala alineación. Las fracturas patelares se asocian con artritis reumatoide, uso de esteroides, osteonecrosis y mala alineación. La mayoría de los pacientes con fracturas periprotésicas son ancianos y tienen una densidad ósea deficiente. El tratamiento depende de la clasificación de la fractura, que a menudo incluye información sobre la localización, el grado de conminución, la posición y estabilidad de la prótesis.

Gammagrafía ósea con Tc-99m (escáner óseo de 3 fases de la rodilla)

Las gammagrafías óseas trifásicas con radionúclidos pueden demostrar una mayor actividad en el lugar de fractura periprotésica y permiten identificar fracturas radiográficamente ocultas [137,138]. En personas osteopénicas de edad avanzada con bajas tasas de remodelación ósea, pueden pasar de 48 a 72 horas hasta que se desarrolle una mayor actividad de radionúclidos en el sitio de la fractura. Pasados 1 a 2 años después de la cirugía de ATR, el diagnóstico diferencial del aumento de la actividad periprotésica incluiría el cambio postquirúrgico; sin embargo, con imágenes seriadas, esta actividad postquirúrgica debería disminuir con el tiempo, mientras que la actividad que aumenta con el tiempo sugeriría una complicación protésica, como una fractura periprotésica, aflojamiento aséptico o infección. Por lo tanto, no se debe sacar ninguna conclusión sobre una gammagrafía ósea aislada a menos que arroje un resultado normal.

Artrografía por TC de rodilla

No existe ningún beneficio diagnóstico en el uso de contraste intraarticular.

TC de rodilla con contraste intravenoso

El contraste intravenoso no es útil para la evaluación de una fractura periprotésica mediante TC.

TC de rodilla sin y con contraste intravenoso

El contraste intravenoso no es útil para la evaluación de una fractura periprotésica mediante TC.

TC de rodilla sin contraste intravenoso

Las fracturas radiográficamente ocultas pueden detectarse en la TC cuando se utilizan técnicas de reducción de artefactos metálicos [20].

PET/TC de cuerpo entero con FDG

No hay evidencia suficiente para apoyar el uso de PET/TC-FDG para la evaluación de fracturas periprotésicas.

PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF

No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de PET/TC con fluoruro para la evaluación de fracturas periprotésicas.

Fluoroscopia de rodilla

No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la fluoroscopia para la evaluación de fracturas periprotésicas.

RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso.

El contraste intravenoso no es útil para la evaluación de fracturas periprotésicas por TC o RM.

RM de la rodilla sin contraste intravenoso.

Las fracturas radiográficamente ocultas pueden detectarse en la RM [22] cuando se utilizan técnicas de reducción de artefactos metálicos.

Ecografia de rodilla
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la ecografía para la evaluación de fracturas periprotésicas.

Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de estudios de leucocitos marcados con In-111 y sulfuro coloidal Tc-99m para la evaluación de fracturas periprotésicas.

Escenario 5: Dolor tras artroplastia total de rodilla. Medida del componente rotacional. Técnicas de imagen adicionales tras la radiografía simple.

La mal posición de los componentes femoral y tibial puede afectar la alineación patelar [139]. Se ha demostrado que una rotación interna combinada excesiva de los componentes tibial y femoral se asocia con complicaciones patelares, [139] Además, *Berger y Rubash* [140] definieron que la cantidad de rotación interna combinada excesiva es directamente proporcional a la gravedad de las complicaciones femoropatelares. *Abdelnasser et al* [141] observaron que una rotación interna del componente tibial en la ATR puede provocar un déficit de extensión postquirúrgica.

Gammagrafía ósea con Tc-99m (escáner óseo de 3 fases de la rodilla)
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de gammagrafías óseas para la evaluación de la alineación rotacional en ATR.

Artrografía por TC de rodilla
No hay ningún beneficio en el uso de contraste intraarticular para la valoración de alineación rotacional.

TC de rodilla con contraste intravenoso
El contraste intravenoso no es útil para la evaluación de la alineación rotacional mediante TC.

TC de rodilla sin y con contraste intravenoso
El contraste intravenoso no es útil para la evaluación de la alineación rotacional mediante TC.

TC de rodilla sin contraste intravenoso
La TC es la modalidad más utilizada para medir la malrotación axial de una prótesis de rodilla. *Jazrawi et al* [142] estudiaron la precisión de un método para evaluar la rotación de los componentes femoral y tibial en TC y encontraron que el coeficiente de variación entre la TC y las imágenes digitales en muestras de cadáveres tenía un promedio/media de 0,87. La rotación de los componentes tibial y femoral en estudios transversales se evalúa con mayor frecuencia utilizando puntos de referencia anatómicos internos [20,139,142]. La rotación del componente femoral se puede evaluar en relación con el eje transepicondilar [139,140], la línea de Whiteside [143], o los cóndilos femorales posteriores [139,143]. *Berger et al* [139,140] describieron el eje transepicondilar desde el epicóndilo lateral hasta el surco en el epicóndilo medial. Desafortunadamente, este surco es visible sólo en poco más de la mitad de los pacientes y, por lo tanto, también se ha utilizado la medición hasta la cresta del epicóndilo lateral (conocido como ángulo de torsión condílea) [40]. Según *Berger y Rubash* [140], el componente femoral debe estar paralelo al eje transepicondilar y el componente tibial debe colocarse en aproximadamente 18° de rotación interna en relación con el tubérculo tibial. También se pueden utilizar estudios de TC tridimensionales para evaluar la rotación de los componentes [144]. Según *Saffi et al* [145], la TC tridimensional es el estándar de referencia para medir la alineación rotacional del componente tibial.

PET/TC de cuerpo entero con FDG
Stumpe et al [79] describió hipercaptación FDG sinovial difusa y extrasinovial focal en pacientes con malrotación de componentes. Sin embargo, los estudios PET/TC de cuerpo entero con FDG no se usan de forma rutinaria para la evaluación de la alineación rotacional en ATR.

PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso del PET/TC de cuerpo entero con fluoruro para la evaluación de la alineación rotacional en la ATR.

Fluoroscopia de la rodilla
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la fluoroscopia de rodilla para la evaluación de la alineación rotacional en la ATR.

RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso

El contraste intravenoso no es útil para la evaluación de la alineación rotacional mediante RM.

RM de la rodilla sin contraste intravenoso
Cuando se utilizan técnicas adecuadas de reducción de artefactos metálicos, se puede utilizar la resonancia magnética para evaluar la rotación del componente de la ATR [146]. Se pueden identificar los puntos de referencia anatómicos y los ejes necesarios para la medición de los parámetros de alineación rotacional [147, 148]. En un estudio de 50 pacientes con ATR dolorosa y 16 controles, *Murakami et al* [148] encontraron una alta concordancia interobservador en todas las mediciones de alineación rotacional relevantes y una rotación interna estadísticamente significativa del componente femoral en pacientes con ATR dolorosa. La literatura sobre la RM está evolucionando y la evidencia disponible sugiere que puede ser útil en la evaluación de la rotación de componentes con técnicas adecuadas de reducción de artefacto metálico.

Ecografía de rodilla
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la ecografia para la evaluación de la alineación rotacional en la ATR.

Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de estudios de leucocitos marcados con In-111 y sulfuro coloidal, para la evaluación de la alineación rotacional en la ATR.

Escenario 6: Dolor tras artroplastia total de rodilla. Sospecha de alteración de partes blandas periprotésica no relacionada con infección, incluyendo tendinopatía del cuádriceps o patelar (roturas tendinosas, artrofibrosis postquirúrgica, síndrome del"clunk" patelar, o pinzamiento de nervios u otros tejidos blandos). Técnicas de imagen adicionales tras radiografía simple.

La incidencia de roturas tendinosas del tendón cuadriceps y patelar tras ATR es realitivamente baja, de 0.17% a 2.5% [149]. *Sharkey et al* [12] informaron que la incidencia de artrofibrosis postquirúrgica es relativamente baja, representando el 4.5% de los casos en esta serie y el 6.9% de los casos observados en la serie de *Lombardi et al* [111]. Cabe destacar que los pacientes con queloides tienen mayor riesgo de artrofibrosis tras una ATR primaria [150]. Otras causas adicionales de dolor en la ATR relacionadas con los tejidos blandos periprotésicos también son poco comunes e incluyen el atrapamiento de nervios u otros tejidos blandos.

Gammagrafía ósea con Tc-99m (escáner óseo de 3 fases de la rodilla)
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la gammagrafía ósea con Tc-99m (escáner óseo de 3 fases de la rodilla) para la evaluación de alteraciones de partes blandas periprotésicas.

Artrografía por TC de rodilla
La TC no es útil en la evaluación de anormalidades de tejidos blandos periprotésicos. El contraste intraarticular no es de ayuda significativa en la detección por TC de roturas tendinosas de cuádriceps o patelar, artrofibrosis postquirúrgica, síndrome del "clunk" patelar, pinzamiento de nervios u otros tejidos blandos.

TC de rodilla con contraste intravenoso
La TC no es útil en la evaluación de anormalidades de tejidos blandos periprotésicos. El contraste intravenoso no es de ayuda significativa en la detección por TC de roturas tendinosas de cuádriceps o patelar, artrofibrosis postquirúrgica, síndrome del "clunk" patelar, pinzamiento de nervios u otros tejidos blandos.

TC de rodilla sin y con contraste intravenoso
La TC no es útil en la evaluación de anormalidades de tejidos blandos periprotésicos. El contraste intravenoso no es de ayuda significativa en la detección por TC de roturas tendinosas de cuádriceps o patelar, artrofibrosis postquirúrgica, síndrome del "clunk" patelar, pinzamiento de nervios u otros tejidos blandos.

TC de rodilla con contraste intravenoso
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la TC de rodilla con contraste intravenoso para la evaluación de alteraciones de partes blandas periprotésicas.

PET/TC de cuerpo entero con FDG
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la PET/TC de cuerpo entero con FDG para la evaluación de alteraciones de partes blandas periprotésicas.

PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la PET/TC de cuerpo entero con fluoruro 18F-NaF para la evaluación de alteraciones de partes blandas periprotésicas.

Fluoroscopia de rodilla
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la fluoroscopia de rodilla para la evaluación de alteraciones de partes blandas periprotésicas.

RM de la rodilla sin y con contraste intravenoso.
No hay literatura relevante que documente el beneficio adicional del contraste, en comparación con RM sin contraste, en la valoración del pinzamiento, anomalías tendinosas o intraarticulares. Información sobre el uso de la RM de rodilla en la valoración de masas neoplásicas y pseudo-tumores inflamatorios se puede encontrarar en el tema "Soft Tissue Masses" de ACR Appropriateness Criteria® [151].

RM de la rodilla sin contraste intravenoso
La RM con protocolos/técnicas de reducción de artefactos metálicos pueden ser usadas en la evaluación de tendinopatía cuadricipital o patelar en pacientes con ATR [152] y para la valoración de artrofibrosis [93]. La RM puede también demostrar artrofibrosis suprapatelar que se asocia con síndrome de "clunk" patelar post ATR [147]. La presencia de tejido fibrótico hipertrófico mediable por RM en pacientes con diagnóstico clínico de fibrosis de rodilla es de utilidad para los pacientes que se enfrentan an ATR rígidas y en la elección del abordaje quirúrgico; desbridamiento de la rodilla, restitución del rango de movilidad y revisión de la prótesis [153]. La RM es beneficiosa een la valoración de las masas de partes blandas periarticulares, incluyendo masas neoplásicas y pseudo-tumores inflamatorios [154].

Ecografia de la rodilla
La ecografia puede usarse para la evaluación de la tendinopatia cuadricipital y patelar [155-157], artrofibrosis postquirúrgica [158], y masas de partes blandas periarticulares en pacientes con ATR. Una revisión discute el uso de ecografia dinámica en la búsqueda de causas de "chasquido" o "snapping" de rodilla, incluyendo "clunk" patelar, "snapping" poplíteo, o secundario a malposicion de componentes [159]. Un caso describió la utilidad del uso de ecografía dinámica y la valoración del síndrome de "clunk" patelar [160].

Gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de gammagrafía de la rodilla con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal Tc-99m para la evaluación de alteraciones de partes blandas periprotésicas.

Resumen de las Recomendaciones

- **Escenario 1:** La Radiografía simple es normalmente la técnica de imagen inicial de elección en pacientes sintomáticos y asintomáticos con ATR.
- **Escenario 2:** Después de la Radiografía simple, la aspiración guiada por imagen articular de la rodilla es apropiada como la siguiente técnica de imagen a realizar ante sospecha de infección en ATR.
- **Escenario 3:** En el escenario de una ATR evaluada con Radiografía y cuando la infección se ha excluido, la RM de rodilla sin contraste o la TC de rodilla sin contraste intravenoso es apropiada como la siguiente técnica de imagen para la valoración de aflojamiento aséptico y osteólisis o inestabilidad. Estos procedimientos son alternativas equivalentes (por ejemplo, sólo un procedimiento será realizado para proporcionar información clínica y para manejar eficazmente la atención clínica del paciente).
- **Escenario 4:** En el escenario de una ATR dolorosa valorada con Radiografía, la TC de rodilla sin contraste intravenoso es normalmente la siguiente técnica de imagen a realizar en la sospecha de fractura periprotésica o de material protésico/implantes.
- **Escenario 5:** En el escenario de una ATR evaluada con Radiografía, la TC de rodilla sin contraste intravenoso es usualmente apropiada como el siguiente estudio de imagen a realizar para medir la rotación de componentes.
- **Escenario 6:** En el escenario de una ATR dolorosa evaluada con Radiografía, la ecografía de rodilla o la RM de rodilla sin contraste endovenoso son usualmente apropiadas como la siguiente técnica de imagen a realizar en sospecha de alteraciones de tejidos blandos periprotésicos no relacionados con infección, incluyendo tendinopatia cuadricipital y patelar (roturas tendinosas, artrofibrosis postquirúrgica, síndrome del "clunk" patelar, o impingement de nervios u otros tejidos blandos). Estos procedimientos son alternativas equivalentes (por ejemplo, sólo un procedimiento será realizado para proporcionar información clínica y para manejar eficazmente la atención clínica del paciente).

Documentos de apoyo

La tabla de evidencia, la búsqueda bibliográfica y el apéndice para este tema están disponibles en https://acsearch.acr.org/list. El apéndice incluye la evaluación de la solidez de la evidencia y las tabulaciones de la ronda de calificación para cada recomendación.

Para obtener información adicional sobre la metodología de los criterios de idoneidad y otros documentos de apoyo, consulte www.acr.org/ac.

Idoneidad Nombres de categoría y definiciones

Nombre de categoría de idoneidad	Clasificación de idoneidad	Definición de categoría de idoneidad
Usualmente apropiado	7, 8 o 9	El procedimiento o tratamiento por imágenes está indicado en los escenarios clínicos especificados con una relación riesgo-beneficio favorable para los pacientes.
Puede ser apropiado	4, 5 o 6	El procedimiento o tratamiento por imágenes puede estar indicado en los escenarios clínicos especificados como una alternativa a los procedimientos o tratamientos de imagen con una relación riesgo-beneficio más favorable, o la relación riesgo-beneficio para los pacientes es equívoca.
Puede ser apropiado (desacuerdo)	5	Las calificaciones individuales están demasiado dispersas de la mediana del panel. La etiqueta diferente proporciona transparencia con respecto a la recomendación del panel. "Puede ser apropiado" es la categoría de calificación y se asigna una calificación de 5.
Usualmente inapropiado	1, 2 o 3	Es poco probable que el procedimiento o tratamiento por imágenes esté indicado en los escenarios clínicos especificados, o es probable que la relación riesgo-beneficio para los pacientes sea desfavorable.

Información relativa sobre el nivel de radiación

Los posibles efectos adversos para la salud asociados con la exposición a la radiación son un factor importante a considerar al seleccionar el procedimiento de imagen apropiado. Debido a que existe una amplia gama de exposiciones a la radiación asociadas con diferentes procedimientos de diagnóstico, se ha incluido una indicación de nivel de radiación relativo (RRL) para cada examen por imágenes. Los RRL se basan en la dosis efectiva, que es una cuantificación de dosis de radiación que se utiliza para estimar el riesgo total de radiación de la población asociado con un procedimiento de imagen. Los pacientes en el grupo de edad pediátrica tienen un riesgo inherentemente mayor de exposición, debido tanto a la sensibilidad orgánica como a una mayor esperanza de vida (relevante para la larga latencia que parece acompañar a la exposición a la radiación). Por estas razones, los rangos estimados de dosis de RRL para los exámenes pediátricos son más bajos en comparación con los especificados para adultos (ver Tabla a continuación). Se puede encontrar información adicional sobre la evaluación de la dosis de radiación para los exámenes por imágenes en el documento Introducción a la Evaluación de la Dosis de Radiación de los Criterios de Idoneidad del ACR® [161].

Asignaciones relativas del nivel de radiación		
Nivel de radiación relativa*	**Rango de estimación de dosis efectiva para adultos**	**Rango de estimación de dosis efectiva pediátrica**
O	0 mSv	0 mSv
☢	<0.1 mSv	<0.03 mSv
☢☢	0.1-1 mSv	0.03-0.3 mSv
☢☢☢	1-10 mSv	0.3-3 mSv
☢☢☢☢	10-30 mSv	3-10 mSv

☢☢☢☢☢	30-100 mSv	10-30 mSv
*No se pueden hacer asignaciones de RRL para algunos de los exámenes, porque las dosis reales del paciente en estos procedimientos varían en función de una serie de factores (por ejemplo, la región del cuerpo expuesta a la radiación ionizante, la guía de imágenes que se utiliza). Los RRL para estos exámenes se designan como "Varía".		

Referencias

1. Cram P, Lu X, Kates SL, Singh JA, Li Y, Wolf BR. Total knee arthroplasty volume, utilization, and outcomes among Medicare beneficiaries, 1991-2010. JAMA 2012;308:1227-36.
2. Daigle ME, Weinstein AM, Katz JN, Losina E. The cost-effectiveness of total joint arthroplasty: a systematic review of published literature. Best Pract Res Clin Rheumatol 2012;26:649-58.
3. Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ). Healthcare Cost and Utilization Project (HCUP). Available at: http://www.ahrq.gov/research/data/hcup/index.html. Accessed March 31, 2023.
4. Mulcahy H, Chew FS. Current concepts in knee replacement: features and imaging assessment. AJR Am J Roentgenol 2013;201:W828-42.
5. Weinstein AM, Rome BN, Reichmann WM, et al. Estimating the burden of total knee replacement in the United States. J Bone Joint Surg Am 2013;95:385-92.
6. Kurtz S, Ong K, Lau E, Mowat F, Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. J Bone Joint Surg Am 2007;89:780-5.
7. Losina E, Thornhill TS, Rome BN, Wright J, Katz JN. The dramatic increase in total knee replacement utilization rates in the United States cannot be fully explained by growth in population size and the obesity epidemic. J Bone Joint Surg Am 2012;94:201-7.
8. Seil R, Pape D. Causes of failure and etiology of painful primary total knee arthroplasty. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2011;19:1418-32.
9. Mathis DT, Hirschmann MT. Why do knees after total knee arthroplasty fail in different parts of the world? J Orthop 2021;23:52-59.
10. Park CN, White PB, Meftah M, Ranawat AS, Ranawat CS. Diagnostic Algorithm for Residual Pain After Total Knee Arthroplasty. Orthopedics 2016;39:e246-52.
11. Kurtz S, Mowat F, Ong K, Chan N, Lau E, Halpern M. Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002. J Bone Joint Surg Am 2005;87:1487-97.
12. Sharkey PF, Lichstein PM, Shen C, Tokarski AT, Parvizi J. Why are total knee arthroplasties failing today--has anything changed after 10 years? J Arthroplasty 2014;29:1774-8.
13. Sharkey PF, Hozack WJ, Rothman RH, Shastri S, Jacoby SM. Insall Award paper. Why are total knee arthroplasties failing today? Clin Orthop Relat Res 2002:7-13.
14. Dennis DA. Evaluation of painful total knee arthroplasty. J Arthroplasty 2004;19:35-40.
15. Sundaram K, Udo-Inyang I, Mont MA, Molloy R, Higuera-Rueda C, Piuzzi NS. Vascular Injuries in Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. JBJS Rev 2020;8:e0051.
16. Bao B, Liu CS, Masson ECO, Abele JT. Diagnostic accuracy of SPECT/CT arthrography in patients with suspected aseptic joint prostheses loosening. Eur J Hybrid Imaging 2021;5:4.
17. Barnsley L, Barnsley L. Detection of aseptic loosening in total knee replacements: a systematic review and meta-analysis. Skeletal Radiol 2019;48:1565-72.
18. Duff GP, Lachiewicz PF, Kelley SS. Aspiration of the knee joint before revision arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1996:132-9.
19. Malchau H, Potter HG. How are wear-related problems diagnosed and what forms of surveillance are necessary? J Am Acad Orthop Surg 2008;16 Suppl 1:S14-9.
20. Math KR, Zaidi SF, Petchprapa C, Harwin SF. Imaging of total knee arthroplasty. Semin Musculoskelet Radiol 2006;10:47-63.
21. Mulcahy H, Chew FS. Current concepts in knee replacement: complications. AJR Am J Roentgenol 2014;202:W76-86.
22. Potter HG, Foo LF. Magnetic resonance imaging of joint arthroplasty. Orthop Clin North Am 2006;37:361-73, vi-vii.
23. Wautier D, Ftaita S, Thienpont E. Radiolucent lines around knee arthroplasty components : a narrative review. Acta Orthop Belg 2020;86:82-94.
24. Zotti MG, Campbell DG, Woodman R. Detection of periprosthetic osteolysis around total knee arthroplasties an in vitro study. J Arthroplasty 2012;27:317-22.
25. Novack TA, Patel JN, Koss J, et al. Is There a Need for Recovery Room Radiographs Following Uncomplicated Primary Total Knee Arthroplasty? Cureus 2021;13:e14544.
26. Santaguida PL, Hawker GA, Hudak PL, et al. Patient characteristics affecting the prognosis of total hip and knee joint arthroplasty: a systematic review. Can J Surg 2008;51:428-36.
27. Ververeli PA, Masonis JL, Booth RE, Hozack WJ, Rothman RH. Radiographic cost reduction strategy in total joint arthroplasty. A prospective analysis. J Arthroplasty 1996;11:277-80.
28. Bauer TW, Parvizi J, Kobayashi N, Krebs V. Diagnosis of periprosthetic infection. J Bone Joint Surg Am 2006;88:869-82.

29. Miller TT. Imaging of knee arthroplasty. Eur J Radiol 2005;54:164-77.
30. Mandalia V, Eyres K, Schranz P, Toms AD. Evaluation of patients with a painful total knee replacement. J Bone Joint Surg Br 2008;90:265-71.
31. Brown EC, 3rd, Clarke HD, Scuderi GR. The painful total knee arthroplasty: diagnosis and management. Orthopedics 2006;29:129-36; quiz 37-8.
32. Clarke HD, Math KR, Scuderi GR. Polyethylene post failure in posterior stabilized total knee arthroplasty. J Arthroplasty 2004;19:652-7.
33. Teeny SM, York SC, Mesko JW, Rea RE. Long-term follow-up care recommendations after total hip and knee arthroplasty: results of the American Association of Hip and Knee Surgeons' member survey. J Arthroplasty 2003;18:954-62.
34. Skytta ET, Lohman M, Tallroth K, Remes V. Comparison of standard anteroposterior knee and hip-to-ankle radiographs in determining the lower limb and implant alignment after total knee arthroplasty. Scand J Surg 2009;98:250-3.
35. Kosashvili Y, Alvi M, Mayne IP, Safir O, Gross A, Backstein D. Immediate recovery room radiographs after primary total knee arthroplasty-why do we keep doing them? Int Orthop 2010;34:1167-73.
36. Collier MB, Jewett BA, Engh CA, Jr. Clinical assessment of tibial polyethylene thickness: comparison of radiographic measurements with as-implanted and as-retrieved thicknesses. J Arthroplasty 2003;18:860-6.
37. Benjamin J. Component alignment in total knee arthroplasty. Instr Course Lect 2006;55:405-12.
38. Parvizi J, Kim KI, Oliashirazi A, Ong A, Sharkey PF. Periprosthetic patellar fractures. Clin Orthop Relat Res 2006;446:161-6.
39. Baldini A, Anderson JA, Zampetti P, Pavlov H, Sculco TP. A new patellofemoral scoring system for total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2006;452:150-4.
40. Kanekasu K, Kondo M, Kadoya Y. Axial radiography of the distal femur to assess rotational alignment in total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2005:193-7.
41. Leon-Munoz VJ, Lopez-Lopez M, Martinez-Martinez F, Santonja-Medina F. Comparison of weight-bearing full-length radiographs and computed-tomography-scan-based three-dimensional models in the assessment of knee joint coronal alignment. Knee 2020;27:543-51.
42. Allen AM, Ward WG, Pope TL, Jr. Imaging of the total knee arthroplasty. Radiol Clin North Am 1995;33:289-303.
43. Rodriguez-Merchan EC. Preoperative Aspiration Culture (PAC) for the Diagnosis of Infection in a Prosthetic Knee Joint. Arch Bone Jt Surg 2018;6:342-45.
44. Del Pozo JL, Patel R. Clinical practice. Infection associated with prosthetic joints. N Engl J Med 2009;361:787-94.
45. Bach CM, Sturmer R, Nogler M, Wimmer C, Biedermann R, Krismer M. Total knee arthroplasty infection: significance of delayed aspiration. J Arthroplasty 2002;17:615-8.
46. Berbari EF, Marculescu C, Sia I, et al. Culture-negative prosthetic joint infection. Clin Infect Dis 2007;45:1113-9.
47. Leone JM, Hanssen AD. Management of infection at the site of a total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 2005;87:2335-48.
48. Magnuson JE, Brown ML, Hauser MF, Berquist TH, Fitzgerald RH, Jr., Klee GG. In-111-labeled leukocyte scintigraphy in suspected orthopedic prosthesis infection: comparison with other imaging modalities. Radiology 1988;168:235-9.
49. Virolainen P, Lahteenmaki H, Hiltunen A, Sipola E, Meurman O, Nelimarkka O. The reliability of diagnosis of infection during revision arthroplasties. Scand J Surg 2002;91:178-81.
50. Bernard L, Lubbeke A, Stern R, et al. Value of preoperative investigations in diagnosing prosthetic joint infection: retrospective cohort study and literature review. Scand J Infect Dis 2004;36:410-6.
51. Savarino L, Tigani D, Baldini N, Bochicchio V, Giunti A. Pre-operative diagnosis of infection in total knee arthroplasty: an algorithm. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2009;17:667-75.
52. Di Cesare PE, Chang E, Preston CF, Liu CJ. Serum interleukin-6 as a marker of periprosthetic infection following total hip and knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 2005;87:1921-7.
53. Bottner F, Wegner A, Winkelmann W, Becker K, Erren M, Gotze C. Interleukin-6, procalcitonin and TNF-alpha: markers of peri-prosthetic infection following total joint replacement. J Bone Joint Surg Br 2007;89:94-9.
54. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Diagnosis and Prevention of Periprosthetic Joint Infections. Available at: https://www.aaos.org/globalassets/quality-and-practice-resources/pji/pji-clinical-practice-guideline-final-2-17-21.pdf. Accessed March 31, 2023.

55. Deirmengian C, Kardos K, Kilmartin P, Cameron A, Schiller K, Parvizi J. Diagnosing periprosthetic joint infection: has the era of the biomarker arrived? Clin Orthop Relat Res 2014;472:3254-62.
56. Deirmengian C, Kardos K, Kilmartin P, Cameron A, Schiller K, Parvizi J. Combined measurement of synovial fluid alpha-Defensin and C-reactive protein levels: highly accurate for diagnosing periprosthetic joint infection. J Bone Joint Surg Am 2014;96:1439-45.
57. Deirmengian C, Kardos K, Kilmartin P, Gulati S, Citrano P, Booth RE, Jr. The Alpha-defensin Test for Periprosthetic Joint Infection Responds to a Wide Spectrum of Organisms. Clin Orthop Relat Res 2015;473:2229-35.
58. Collins KA. Periprosthetic Joint Infections of the Hip and Knee: A Review of Preoperative Diagnosis and Treatment Options. Physician Assistant Clinics 2021;6:229-38.
59. Gemmel F, Van den Wyngaert H, Love C, Welling MM, Gemmel P, Palestro CJ. Prosthetic joint infections: radionuclide state-of-the-art imaging. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2012;39:892-909.
60. Smith SL, Wastie ML, Forster I. Radionuclide bone scintigraphy in the detection of significant complications after total knee joint replacement. Clin Radiol 2001;56:221-4.
61. Duus BR, Boeckstyns M, Stadeager C. The natural course of radionuclide bone scanning in the evaluation of total knee replacement--a 2 year prospective study. Clin Radiol 1990;41:341-3.
62. Kantor SG, Schneider R, Insall JN, Becker MW. Radionuclide imaging of asymptomatic versus symptomatic total knee arthroplasties. Clin Orthop Relat Res 1990:118-23.
63. Reinartz P. FDG-PET in patients with painful hip and knee arthroplasty: technical breakthrough or just more of the same. Q J Nucl Med Mol Imaging 2009;53:41-50.
64. Love C, Marwin SE, Palestro CJ. Nuclear medicine and the infected joint replacement. Semin Nucl Med 2009;39:66-78.
65. Palestro CJ. Nuclear medicine and the failed joint replacement: Past, present, and future. World J Radiol 2014;6:446-58.
66. Jansen JA, Smit F, Pereira Arias-Bouda LM. The role of nuclear medicine techniques indifferentiation between septic and aseptic loosening of total hip and knee arthroplasty. Tijdschr Nucl Geneesk 2012;34:988-94.
67. Reish TG, Clarke HD, Scuderi GR, Math KR, Scott WN. Use of multi-detector computed tomography for the detection of periprosthetic osteolysis in total knee arthroplasty. J Knee Surg 2006;19:259-64.
68. Zhuang H, Duarte PS, Pourdehnad M, et al. The promising role of 18F-FDG PET in detecting infected lower limb prosthesis implants. J Nucl Med 2001;42:44-8.
69. Love C, Marwin SE, Tomas MB, et al. Diagnosing infection in the failed joint replacement: a comparison of coincidence detection 18F-FDG and 111In-labeled leukocyte/99mTc-sulfur colloid marrow imaging. J Nucl Med 2004;45:1864-71.
70. Aksoy SY, Asa S, Ozhan M, et al. FDG and FDG-labelled leucocyte PET/CT in the imaging of prosthetic joint infection. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2014;41:556-64.
71. Manthey N, Reinhard P, Moog F, Knesewitsch P, Hahn K, Tatsch K. The use of [18 F]fluorodeoxyglucose positron emission tomography to differentiate between synovitis, loosening and infection of hip and knee prostheses. Nucl Med Commun 2002;23:645-53.
72. Kwee RM, Kwee TC. (18)F-FDG PET for Diagnosing Infections in Prosthetic Joints. PET Clin 2020;15:197-205.
73. Kwee TC, Kwee RM, Alavi A. FDG-PET for diagnosing prosthetic joint infection: systematic review and metaanalysis. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2008;35:2122-32.
74. Delank KS, Schmidt M, Michael JW, Dietlein M, Schicha H, Eysel P. The implications of 18F-FDG PET for the diagnosis of endoprosthetic loosening and infection in hip and knee arthroplasty: results from a prospective, blinded study. BMC Musculoskelet Disord 2006;7:20.
75. Prandini N, Lazzeri E, Rossi B, Erba P, Parisella MG, Signore A. Nuclear medicine imaging of bone infections. Nucl Med Commun 2006;27:633-44.
76. Chacko TK, Zhuang H, Nakhoda KZ, Moussavian B, Alavi A. Applications of fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the diagnosis of infection. Nucl Med Commun 2003;24:615-24.
77. Mansi L, Boemio A. Otmar Schober and Walter Heindel: PET-CT hybrid imaging. European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 2011;38:1582-83.
78. Sterner T, Pink R, Freudenberg L, et al. The role of [18F]fluoride positron emission tomography in the early detection of aseptic loosening of total knee arthroplasty. Int J Surg 2007;5:99-104.
79. Stumpe KD, Romero J, Ziegler O, et al. The value of FDG-PET in patients with painful total knee arthroplasty. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2006;33:1218-25.

80. Zhuang H, Chacko TK, Hickeson M, et al. Persistent non-specific FDG uptake on PET imaging following hip arthroplasty. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2002;29:1328-33.
81. Basu S, Kwee TC, Saboury B, et al. FDG PET for diagnosing infection in hip and knee prostheses: prospective study in 221 prostheses and subgroup comparison with combined (111)In-labeled leukocyte/(99m)Tc-sulfur colloid bone marrow imaging in 88 prostheses. Clin Nucl Med 2014;39:609-15.
82. Van Acker F, Nuyts J, Maes A, et al. FDG-PET, 99mtc-HMPAO white blood cell SPET and bone scintigraphy in the evaluation of painful total knee arthroplasties. Eur J Nucl Med 2001;28:1496-504.
83. Squire MW, Della Valle CJ, Parvizi J. Preoperative diagnosis of periprosthetic joint infection: role of aspiration. AJR Am J Roentgenol 2011;196:875-9.
84. Chimento GF, Finger S, Barrack RL. Gram stain detection of infection during revision arthroplasty. J Bone Joint Surg Br 1996;78:838-9.
85. Mason JB, Fehring TK, Odum SM, Griffin WL, Nussman DS. The value of white blood cell counts before revision total knee arthroplasty. J Arthroplasty 2003;18:1038-43.
86. Trampuz A, Hanssen AD, Osmon DR, Mandrekar J, Steckelberg JM, Patel R. Synovial fluid leukocyte count and differential for the diagnosis of prosthetic knee infection. Am J Med 2004;117:556-62.
87. Toms AD, Davidson D, Masri BA, Duncan CP. The management of peri-prosthetic infection in total joint arthroplasty. J Bone Joint Surg Br 2006;88:149-55.
88. Ali F, Wilkinson JM, Cooper JR, et al. Accuracy of joint aspiration for the preoperative diagnosis of infection in total hip arthroplasty. J Arthroplasty 2006;21:221-6.
89. Barrack RL, Jennings RW, Wolfe MW, Bertot AJ. The Coventry Award. The value of preoperative aspiration before total knee revision. Clin Orthop Relat Res 1997:8-16.
90. Della Valle CJ, Sporer SM, Jacobs JJ, Berger RA, Rosenberg AG, Paprosky WG. Preoperative testing for sepsis before revision total knee arthroplasty. J Arthroplasty 2007;22:90-3.
91. Li H, Xu C, Hao L, Chai W, Jun F, Chen J. The concordance between preoperative aspiration and intraoperative synovial fluid culture results: intraoperative synovial fluid re-cultures are necessary whether the preoperative aspiration culture is positive or not. BMC Infect Dis 2021;21:1018.
92. Garvin KL, Konigsberg BS. Infection following total knee arthroplasty: prevention and management. J Bone Joint Surg Am 2011;93:1167-75.
93. Fritz J, Lurie B, Potter HG. MR Imaging of Knee Arthroplasty Implants. Radiographics 2015;35:1483-501.
94. Plodkowski AJ, Hayter CL, Miller TT, Nguyen JT, Potter HG. Lamellated hyperintense synovitis: potential MR imaging sign of an infected knee arthroplasty. Radiology 2013;266:256-60.
95. Li AE, Sneag DB, Greditzer HGt, Johnson CC, Miller TT, Potter HG. Total Knee Arthroplasty: Diagnostic Accuracy of Patterns of Synovitis at MR Imaging. Radiology 2016;281:499-506.
96. Mosher TJ, Davis CM, 3rd. Magnetic resonance imaging to evaluate osteolysis around total knee arthroplasty. J Arthroplasty 2006;21:460-3.
97. Vessely MB, Frick MA, Oakes D, Wenger DE, Berry DJ. Magnetic resonance imaging with metal suppression for evaluation of periprosthetic osteolysis after total knee arthroplasty. J Arthroplasty 2006;21:826-31.
98. Pring DJ, Henderson RG, Rivett AG, Krausz T, Coombs RR, Lavender JP. Autologous granulocyte scanning of painful prosthetic joints. J Bone Joint Surg Br 1986;68:647-52.
99. Pelosi E, Baiocco C, Pennone M, et al. 99mTc-HMPAO-leukocyte scintigraphy in patients with symptomatic total hip or knee arthroplasty: improved diagnostic accuracy by means of semiquantitative evaluation. J Nucl Med 2004;45:438-44.
100. Scher DM, Pak K, Lonner JH, Finkel JE, Zuckerman JD, Di Cesare PE. The predictive value of indium-111 leukocyte scans in the diagnosis of infected total hip, knee, or resection arthroplasties. J Arthroplasty 2000;15:295-300.
101. Glithero PR, Grigoris P, Harding LK, Hesslewood SR, McMinn DJ. White cell scans and infected joint replacements. Failure to detect chronic infection. J Bone Joint Surg Br 1993;75:371-4.
102. Rand JA, Brown ML. The value of indium 111 leukocyte scanning in the evaluation of painful or infected total knee arthroplasties. Clin Orthop Relat Res 1990:179-82.
103. Rosas MH, Leclercq S, Pegoix M, et al. Contribution of laboratory tests, scintigraphy, and histology to the diagnosis of lower limb joint replacement infection. Rev Rhum Engl Ed 1998;65:477-82.
104. Teller RE, Christie MJ, Martin W, Nance EP, Haas DW. Sequential indium-labeled leukocyte and bone scans to diagnose prosthetic joint infection. Clin Orthop Relat Res 2000:241-7.
105. Filippi L, Schillaci O. Usefulness of hybrid SPECT/CT in 99mTc-HMPAO-labeled leukocyte scintigraphy for bone and joint infections. J Nucl Med 2006;47:1908-13.

106. Joseph TN, Mujtaba M, Chen AL, et al. Efficacy of combined technetium-99m sulfur colloid/indium-111 leukocyte scans to detect infected total hip and knee arthroplasties. J Arthroplasty 2001;16:753-8.
107. Palestro CJ, Swyer AJ, Kim CK, Goldsmith SJ. Infected knee prosthesis: diagnosis with In-111 leukocyte, Tc-99m sulfur colloid, and Tc-99m MDP imaging. Radiology 1991;179:645-8.
108. Blanc P, Bonnet E, Giordano G, Monteil J, Salabert AS, Payoux P. The use of labelled leucocyte scintigraphy to evaluate chronic periprosthetic joint infections: a retrospective multicentre study on 168 patients. Eur J Clin Microbiol Infect Dis 2019;38:1625-31.
109. Love C, Tronco G, Yu A, Marwin S, Nichols K, Palestro C. Diagnosing lower extremity (LE) prosthetic joint infection: Bone, gallium & labeled leukocyte imaging. Journal of Nuclear Medicine 2008;49:133P.
110. Dalury DF, Pomeroy DL, Gorab RS, Adams MJ. Why are total knee arthroplasties being revised? J Arthroplasty 2013;28:120-1.
111. Lombardi AV, Jr., Berend KR, Adams JB. Why knee replacements fail in 2013: patient, surgeon, or implant? Bone Joint J 2014;96-B:101-4.
112. Thiele K, Perka C, Matziolis G, Mayr HO, Sostheim M, Hube R. Current failure mechanisms after knee arthroplasty have changed: polyethylene wear is less common in revision surgery. J Bone Joint Surg Am 2015;97:715-20.
113. Archibeck MJ, Jacobs JJ, Roebuck KA, Glant TT. The basic science of periprosthetic osteolysis. Instr Course Lect 2001;50:185-95.
114. Gupta SK, Chu A, Ranawat AS, Slamin J, Ranawat CS. Osteolysis after total knee arthroplasty. J Arthroplasty 2007;22:787-99.
115. Gonzalez MH, Mekhail AO. The failed total knee arthroplasty: evaluation and etiology. J Am Acad Orthop Surg 2004;12:436-46.
116. Sneag DB, Bogner EA, Potter HG. Magnetic resonance imaging evaluation of the painful total knee arthroplasty. Semin Musculoskelet Radiol 2015;19:40-8.
117. Moreland JR. Mechanisms of failure in total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1988:49-64.
118. Parratte S, Pagnano MW. Instability after total knee arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 2008;90:184-94.
119. Hofmann AA, Wyatt RW, Daniels AU, Armstrong L, Alazraki N, Taylor A, Jr. Bone scans after total knee arthroplasty in asymptomatic patients. Cemented versus cementless. Clin Orthop Relat Res 1990:183-8.
120. Klett R, Kordelle J, Stahl U, et al. Immunoscintigraphy of septic loosening of knee endoprosthesis: a retrospective evaluation of the antigranulocyte antibody BW 250/183. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2003;30:1463-6.
121. Love C, Tomas MB, Marwin SE, Pugliese PV, Palestro CJ. Role of nuclear medicine in diagnosis of the infected joint replacement. Radiographics 2001;21:1229-38.
122. Murer AM, Hirschmann MT, Amsler F, Rasch H, Huegli RW. Bone SPECT/CT has excellent sensitivity and specificity for diagnosis of loosening and patellofemoral problems after total knee arthroplasty. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2020;28:1029-35.
123. Rosenthall L, Lepanto L, Raymond F. Radiophosphate uptake in asymptomatic knee arthroplasty. J Nucl Med 1987;28:1546-9.
124. Buckwalter KA, Parr JA, Choplin RH, Capello WN. Multichannel CT Imaging of Orthopedic Hardware and Implants. Semin Musculoskelet Radiol 2006;10:86-97.
125. Yercan HS, Ait Si Selmi T, Sugun TS, Neyret P. Tibiofemoral instability in primary total knee replacement: a review, Part 1: Basic principles and classification. Knee 2005;12:257-66.
126. Kandahari AM, Yang X, Laroche KA, Dighe AS, Pan D, Cui Q. A review of UHMWPE wear-induced osteolysis: the role for early detection of the immune response. Bone Res 2016;4:16014.
127. Segura AB, Munoz A, Brulles YR, et al. What is the role of bone scintigraphy in the diagnosis of infected joint prostheses? Nucl Med Commun 2004;25:527-32.
128. Koob S, Gaertner FC, Jansen TR, et al. Diagnosis of peri-prosthetic loosening of total hip and knee arthroplasty using (18)F-Fluoride PET/CT. Oncotarget 2019;10:2203-11.
129. Fehring TK, McAvoy G. Fluoroscopic evaluation of the painful total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1996:226-33.
130. Mintz AD, Pilkington CA, Howie DW. A comparison of plain and fluoroscopically guided radiographs in the assessment of arthroplasty of the knee. J Bone Joint Surg Am 1989;71:1343-7.
131. Endo Y, Burge AJ, Koff MF, et al. Diagnostic Performance of MRI for Component Loosening in Total Knee Arthroplasty Compared with Radiography. Radiology 2022;304:128-36.

132. Sofka CM, Potter HG, Adler RS, Pavlov H. Musculoskeletal imaging update: current applications of advanced imaging techniques to evaluate the early and long-term complications of patients with orthopedic implants. HSS J 2006;2:73-7.
133. Alves TI, Girish G, Kalume Brigido M, Jacobson JA. US of the Knee: Scanning Techniques, Pitfalls, and Pathologic Conditions. Radiographics 2016;36:1759-75.
134. Palestro CJ, Kim CK, Swyer AJ, Capozzi JD, Solomon RW, Goldsmith SJ. Total-hip arthroplasty: periprosthetic indium-111-labeled leukocyte activity and complementary technetium-99m-sulfur colloid imaging in suspected infection. J Nucl Med 1990;31:1950-5.
135. Dennis D, Komistek R, Scuderi G, et al. In vivo three-dimensional determination of kinematics for subjects with a normal knee or a unicompartmental or total knee replacement. J Bone Joint Surg Am 2001;83-A Suppl 2 Pt 2:104-15.
136. Yoo JD, Kim NK. Periprosthetic fractures following total knee arthroplasty. Knee Surg Relat Res 2015;27:1-9.
137. Cross MB, Nam D, van der Meulen MC, Bostrom MP. A rare case of a bisphosphonate-induced peri-prosthetic femoral fracture. J Bone Joint Surg Br 2012;94:994-7.
138. Nam D, Abdel MP, Cross MB, et al. The management of extensor mechanism complications in total knee arthroplasty. AAOS exhibit selection. J Bone Joint Surg Am 2014;96:e47.
139. Berger RA, Crossett LS, Jacobs JJ, Rubash HE. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1998:144-53.
140. Berger RA, Rubash HE. Rotational instability and malrotation after total knee arthroplasty. Orthop Clin North Am 2001;32:639-47, ix.
141. Abdelnasser MK, Adi MM, Elnaggar AA, Tarabichi S. Internal rotation of the tibial component in total knee arthroplasty can lead to extension deficit. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2020;28:2948-52.
142. Jazrawi LM, Birdzell L, Kummer FJ, Di Cesare PE. The accuracy of computed tomography for determining femoral and tibial total knee arthroplasty component rotation. J Arthroplasty 2000;15:761-6.
143. Whiteside LA, Arima J. The anteroposterior axis for femoral rotational alignment in valgus total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1995:168-72.
144. Roper GE, Bloemke AD, Roberts CC, Spangehl MJ, Clarke HD. Analysis of tibial component rotation following total knee arthroplasty using 3D high definition computed tomography. J Arthroplasty 2013;28:106-11.
145. Saffi M, Spangehl MJ, Clarke HD, Young SW. Measuring Tibial Component Rotation Following Total Knee Arthroplasty: What Is the Best Method? J Arthroplasty 2019;34:S355-S60.
146. Griffin FM, Math K, Scuderi GR, Insall JN, Poilvache PL. Anatomy of the epicondyles of the distal femur: MRI analysis of normal knees. J Arthroplasty 2000;15:354-9.
147. Heyse TJ, Chong le R, Davis J, Boettner F, Haas SB, Potter HG. MRI analysis of the component-bone interface after TKA. Knee 2012;19:290-4.
148. Murakami AM, Hash TW, Hepinstall MS, Lyman S, Nestor BJ, Potter HG. MRI evaluation of rotational alignment and synovitis in patients with pain after total knee replacement. J Bone Joint Surg Br 2012;94:1209-15.
149. Schoderbek RJ, Jr., Brown TE, Mulhall KJ, et al. Extensor mechanism disruption after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2006;446:176-85.
150. Flick TR, Wang CX, Patel AH, Hodo TW, Sherman WF, Sanchez FL. Arthrofibrosis after total knee arthroplasty: patients with keloids at risk. J Orthop Traumatol 2021;22:1.
151. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria®: Soft Tissue Masses. Available at: https://acsearch.acr.org/docs/69434/Narrative/. Accessed March 31, 2023.
152. Sofka CM, Potter HG, Figgie M, Laskin R. Magnetic resonance imaging of total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2003:129-35.
153. Attard V, Li CY, Self A, et al. Quantification of intra-articular fibrosis in patients with stiff knee arthroplasties using metal-reduction MRI. Bone Joint J 2020;102-B:1331-40.
154. Kenan S, Kahn L, Haramati N, Kenan S. A rare case of pseudotumor formation associated with methyl methacrylate hypersensitivity in a patient following cemented total knee arthroplasty. Skeletal Radiol 2016;45:1115-22.
155. Chhapan J, Sankineani SR, Chiranjeevi T, Reddy MV, Reddy D, Gurava Reddy AV. Early quadriceps tendon rupture after primary total knee arthroplasty. Knee 2018;25:192-94.

156. Creteur V, De Angelis R, Absil J, Kyriakidis T, Madani A. Sonographic and radiographic evaluation of the extensor tendons in early postoperative period after total knee arthroplasty. Skeletal Radiol 2021;50:485-94.
157. Melloni P, Valls R, Veintemillas M. Imaging patellar complications after knee arthroplasty. Eur J Radiol 2008;65:478-82.
158. Boldt JG, Munzinger UK, Zanetti M, Hodler J. Arthrofibrosis associated with total knee arthroplasty: gray-scale and power Doppler sonographic findings. AJR Am J Roentgenol 2004;182:337-40.
159. Morens DM, Halstead SB. Measurement of antibody-dependent infection enhancement of four dengue virus serotypes by monoclonal and polyclonal antibodies. J Gen Virol 1990;71 (Pt 12):2909-14.
160. Geannette C, Miller T, Saboeiro G, Parks M. Sonographic evaluation of patellar clunk syndrome following total knee arthroplasty. J Clin Ultrasound 2017;45:105-07.
161. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria® Radiation Dose Assessment Introduction. Available at: https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Appropriateness-Criteria/RadiationDoseAssessmentIntro.pdf. Accessed March 31, 2023.

El Comité de Criterios de Idoneidad de ACR y sus paneles de expertos han desarrollado criterios para determinar los exámenes de imagen apropiados para el diagnóstico y tratamiento de afecciones médicas específicas. Estos criterios están destinados a guiar a los radiólogos, oncólogos radioterápicos y médicos remitentes en la toma de decisiones con respecto a las imágenes radiológicas y el tratamiento. En general, la complejidad y la gravedad de la condición clínica de un paciente deben dictar la selección de procedimientos o tratamientos de imagen apropiados. Solo se clasifican aquellos exámenes generalmente utilizados para la evaluación de la condición del paciente. Otros estudios de imagen necesarios para evaluar otras enfermedades coexistentes u otras consecuencias médicas de esta afección no se consideran en este documento. La disponibilidad de equipos o personal puede influir en la selección de procedimientos o tratamientos de imagen apropiados. Las técnicas de imagen clasificadas como en investigación por la FDA no se han considerado en el desarrollo de estos criterios; Sin embargo, debe alentarse el estudio de nuevos equipos y aplicaciones. La decisión final con respecto a la idoneidad de cualquier examen o tratamiento radiológico específico debe ser tomada por el médico y radiólogo remitente a la luz de todas las circunstancias presentadas en un examen individual.