American College of Radiology
ACR Appropriateness Criteria®
Evaluación por imagen tras Artroplastia Total de Cadera

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:
Este artículo revisa la evidencia para realizar diversos estudios de imagen en pacientes con prótesis total de cadera. El seguimiento de rutina generalmente se realiza con radiografía. Las radiografías también suelen ser la modalidad de imagen inicial para pacientes con síntomas relacionados con la prótesis. Después de una lesión aguda con dolor, la TC sin contraste puede agregar información al examen radiográfico sobre la presencia y ubicación de una fractura, la estabilidad de los componentes y el stock óseo. La punción-aspiración articular guiada por imagen, la RM sin contraste y la gammagrafía con leucocitos marcados y la gammagrafía con sulfuro coloidal de cadera, son estudios generalmente apropiados para pacientes con sospecha de infección periprotésica. Para la evaluación de aflojamiento de componentes, desgaste y osteólisis, la TC o la RM sin contraste suelen ser los estudios apropiados. La RM sin contraste es generalmente apropiada para identificar reacciones adversas al desgaste de metal relacionadas con prótesis metal-metal. Para evaluar pacientes que tienen dolor trocantérico tras realización de artroplastia de cadera y radiografías no diagnósticas, la ecografía o la RM son los estudios generalmente apropiados. 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); ALTR reacción tisular adversa local; ARMD reacción adversa a desechos metálicos; Reducción del artefacto metálico; ATC Artroplastia total de cadera; Complicaciones de la artroplastia total de cadera; Imagen de la artroplastia total de cadera

Resumen del enunciado:
Se revisan los estudios de imagen utilizados en el seguimiento de las prótesis primarias de cadera no complicadas y para evaluar las diversas complicaciones relacionadas con las prótesis.

Traducido por Vladimir Cheranovskiy

Escenario 1: **Seguimiento de rutina del paciente asintomático tras artroplastia de cadera.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Radiografía de cadera	Usualmente apropiado	☢☢☢
Ecografía de cadera	Usualmente inapropiado	O
RM de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
RM de cadera sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
Gammagrafía ósea de cadera	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Gammagrafía ósea de cadera con SPECT o SPECT-TC	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
PET/TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Escenario 2: **Paciente sintomático con prótesis de cadera. Imagen inicial.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Radiografía de cadera	Usualmente apropiado	☢☢☢
Ecografía de cadera	Usualmente inapropiado	O
Punción-Aspiración de la articulación de cadera guiada por imagen	Usualmente inapropiado	Varía
RM de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
RM de cadera sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
Gammagrafía ósea de cadera	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Gammagrafía ósea de cadera con SPECT o SPECT-TC	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera con contaste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
PET/TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Escenario 3: **Paciente sintomático con artroplastia de cadera, antecedente de lesión aguda. Siguiente prueba de imagen después de las radiografías.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
TC de cadera sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢☢☢
RM de cadera sin contraste intravenoso	Puede ser apropiado	O
Ecografía de cadera	Usualmente inapropiado	O
Punción-aspiración de la articulación de cadera guiada por imagen	Usualmente inapropiado	Varía
RM de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
Gammagrafía ósea de cadera	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Gammagrafía ósea de cadera con SPECT o SPECT-TC	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Gammagrafía ósea y con galio de cadera	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Gammagrafía ósea y con galio de cadera con SPECT o SPECT-TC	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
FDG-PET/TC desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
PET/TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Gammagrafía con leucocitos y gammagrafía con sulfuro coloidal de cadera	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Escenario 4: **Paciente con artroplastia de cadera sintomática, no excluida infección. Siguiente prueba de imagen después de las radiografías.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Punción-aspiración de la articulación de cadera guiada por imagen	Usualmente apropiado	Varía
RM de cadera sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
Gammagrafía con leucocitos marcados y gammagrafía con sulfuro coloidal de cadera	Usualmente apropiado	☢☢☢☢
Ecografía de cadera	Puede ser apropiado	O
RM de cadera sin y con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	O
TC de cadera con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	☢☢☢
TC de cadera sin contraste intravenoso	Puede ser apropiado	☢☢☢
Artrografía convencional de cadera	Usualmente inapropiado	Varía
Gammagrafía ósea de cadera	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Gammagrafía ósea de cadera con SPECT o SPECT-TC	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Gammagrafía ósea y con galio de cadera	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
Gammagrafía ósea y con galio de cadera con SPECT o SPECT-TC	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
FDG-PET/TC desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢
PET/TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Escenario 5: **Paciente sintomático con artroplastia de cadera, excluida infección. Siguiente prueba de imagen después de las radiografías.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
RM de cadera sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
TC de cadera sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☢☢☢
Inyección anestésica de cadera guiada por imagen	Puede ser apropiado	Varía
Gammagrafía ósea de cadera con SPECT o SPECT-TC	Puede ser apropiado	☢☢☢
Artrografía convencional de cadera	Usualmente inapropiado	☢
RM de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
Gammagrafía ósea de cadera	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Artro-TC de cadera	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
PET/TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo	Usualmente inapropiado	☢☢☢☢

Escenario 6: **Evaluación de paciente sintomático de artroplastia de cadera con prótesis metal-metal o hallazgos que sugieran trunionosis. Reacción adversa a las partículas metálicas. Siguiente prueba de imagen después de las radiografías.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
RM de cadera sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
Ecografía de cadera	Puede ser apropiado	O
TC de cadera sin contraste intravenoso	Puede ser apropiado	☢☢☢
RM de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
TC de cadera con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢

Escenario 7: **Paciente con artroplastia de cadera y con dolor trocantéreo. Sospecha de lesión de los abductores, bursitis trocantérea u otra anomalía de los tejidos blandos. Siguiente prueba de imagen después de las radiografías.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Ecografía de cadera	Usualmente apropiado	O
RM de cadera sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	O
Inyección guiada por imagen de anestésico +/- corticosteroides en la articulación de cadera o estructuras adyacentes	Puede ser apropiado	Varía
Artrografía convencional de cadera	Usualmente inapropiado	☢
RM de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	O
TC de cadera con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de cadera sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☢☢☢

EVALUACIÓN POR IMAGEN TRAS ARTROPLASTIA TOTAL DE CADERA

Panel de expertos en imagen musculoesquelética: Barbara N. Weissman, MD[a]; Christopher J. Palestro, MD[b]; Michael G. Fox, MD, MBA[c]; Angela M. Bell, MD[d]; Donna G. Blankenbaker, MD[e]; Matthew A. Frick, MD[f]; Shari T. Jawetz, MD[g]; Phillip H. Kuo, MD, PhD[h]; Nicholas Said, MD, MBA[i]; J. Derek Stensby, MD[j]; Naveen Subhas, MD, MPH[k]; Katherine M. Tynus, MD[l]; Eric A. Walker, MD, MHA[m]; Mark J. Kransdorf, MD.[n]

Resumen de la revisión de la literatura

Introducción/antecedentes

Han pasado aproximadamente 60 años desde que Sir John Charnley introdujo la era moderna de la cirugía de prótesis de cadera [1] . En 2014 se realizaron aproximadamente 370.000 artroplastias totales de cadera (ATC) primarias en los Estados Unidos [2] . Sloan et al [2] estimó que el volumen de ATC primarias aumentaría a 635.000 procedimientos anualmente en el 2030.

A lo largo de los años, se han realizado modificaciones para intentar disminuir complicaciones como el aflojamiento y el desgaste con técnicas de fijación adicionales (p. ej., osteointegración) y superficies articulares (p. ej., metal sobre polietileno altamente reticulado, revestimientos de polietileno con antioxidantes, metal sobre polietileno, metal sobre metal, cerámica sobre polietileno y cerámica sobre cerámica) [3-5] .

Las prótesis metal-metal de segunda generación se introdujeron a finales de los años 1990 [6] . Estas prótesis se utilizaron preferentemente en pacientes más jóvenes con artrosis [7] . Sin embargo, los informes de altas tasas de fracaso a corto plazo dieron lugar a retiradas del mercado y a una disminución de su uso [8,9] . Estas articulaciones (y también las articulaciones de metal-metal en la cabeza-cuello y cuello-vástago de los componentes modulares) pueden provocar la liberación de partículas metálicas e iones metálicos que provocan necrosis macroscópica, osteólisis, grandes derrames asépticos de cadera y masas periprotésicas sólidas y quísticas denominadas "pseudotumores" [10] . Los términos generales reacción tisular local adversa (ALTR) y reacción adversa a desechos metálicos (ARMD) se han utilizado para referirse al espectro de hallazgos en articulaciones metal-metal fallidas [11-13] . El término metalosis se refiere a la infiltración de restos metálicos de desgaste en estructuras periprotésicas [14] .

Las causas más comunes de revisión quirúrgica de ATC de 2012 a 2019 según lo reportado por la *American Academy of Orthopaedic Surgeons American Joint Replacement Registry* fueron la infección y reacción inflamatoria (19,3%), inestabilidad (17,4%) y aflojamiento aséptico (15,8%) [15-17] . El desgaste u osteólisis fue el motivo de revisión en el 7,5%.

Se revisan los estudios de imagen utilizados para seguir las prótesis primarias de cadera no complicadas y para evaluar varias complicaciones relacionadas con las prótesis. Se incluyen discusiones separadas en relación a las pruebas de imagen para las prótesis metal-metal.

Consideraciones especiales sobre las pruebas de imagen

Ecografía: la ecografía se ha utilizado para evaluar los tejidos blandos adyacentes a las prótesis de cadera y, a diferencia de la resonancia magnética y la tomografía computarizada, no se ve afectada por artefactos protésicos. La ecografía puede tener una capacidad limitada para evaluar los tejidos blandos profundos.

Secuencias de reducción de artefactos metálicos (MARS)-RM: permite evaluar los tejidos blandos alrededor de la prótesis de cadera, como la pseudocápsula, los tendones y las estructuras neurovasculares. En la literatura se encuentran disponibles revisiones de algunas técnicas de RM con reducción de artefactos metálicos [18-21] .

[a]Harvard Medical School, Boston, Massachusetts. [b]Research Author, Long Island Jewish Medical Center, New Hyde Park, New York. [c]Panel Chair, Mayo Clinic Arizona, Phoenix, Arizona. [d]Rush University Medical Center, Chicago, Illinois; American College of Physicians. [e]University of Wisconsin School of Medicine and Public Health, Madison, Wisconsin. [f]Mayo Clinic, Rochester, Minnesota. [g]Hospital for Special Surgery, New York, New York. [h]University of Arizona, Tucson, Arizona; Commission on Nuclear Medicine and Molecular Imaging. [i]Duke University Medical Center, Durham, North Carolina. [j]University of Missouri Health Care, Columbia, Missouri. [k]Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio. [l]Northwestern Memorial Hospital, Chicago, Illinois; American College of Physicians. [m]Penn State Milton S. Hershey Medical Center, Hershey, Pennsylvania and Uniformed Services University of the Health Sciences, Bethesda, Maryland. [n]Specialty Chair, Mayo Clinic, Phoenix, Arizona.

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

Reducción de artefactos metálicos (MAR)-TC: Las prótesis metálicas de cadera, en particular los componentes de cromo cobalto, producen artefactos en la tomografía computarizada que pueden ocultar las estructuras adyacentes. Según lo revisado por Roth et al [22] , estos artefactos están relacionados tanto con la prótesis (p. ej., tipo de metal y geometría) como con los parámetros de escaneo. Se han utilizado varias técnicas para reducir estos artefactos (denominadas MAR) [22,23] .

PET-TC con flúor-18-2-fluoro-2-desoxi-D-glucosa (FDG) desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos y PET-TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos: los estudios PET (que utilizan FDG o fluoruro) pueden adaptarse para enfocar las imágenes del área de interés, como la cadera, en lugar de incluir toda la región desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos. Muchas de las investigaciones incluidas en este documento se realizaron antes de la disponibilidad generalizada de PET-TC y, en consecuencia, se realizaron como estudios PET sin TC.

Definición inicial de imágenes

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 diferentes situaciones.

Escenario 1: Seguimiento de rutina del paciente asintomático tras artroplastia de cadera.

El seguimiento después de una ATC suele continuar durante toda la vida del paciente. Las imágenes de pacientes asintomáticos después de una artroplastia de cadera tienen como objetivo identificar el fallo de las prótesis y encontrar aquellos que necesitan una intervención temprana [24] . Sin embargo, la mayoría de los pacientes que requieren revisión son sintomáticos [24] .

Gammagrafía ósea de cadera

La captación periprotésica puede estar presente durante un año o más después de la colocación de la prótesis [25-27] . Por lo tanto, la gammagrafía ósea de la cadera para la vigilancia rutinaria de artroplastias de cadera asintomáticas no es adecuada.

Gammagrafía ósea de cadera con SPECT o SPECT-TC

Faltan datos sobre la evolución normal de la captación periprotésica en SPECT o SPECT-TC de la cadera después de una artroplastia de cadera [28] . Sin embargo, en la gammagrafía ósea planar, puede haber captación periprotésica persistente durante más de 1 año después de la cirugía [25-27] . Por lo tanto, la gammagrafía ósea con SPECT o SPECT/TC no es adecuada para la vigilancia rutinaria de las artroplastias de cadera asintomáticas.

TC de cadera

No hay estudios recientes que apoyen el uso de la TC de cadera de rutina en pacientes asintomáticos con prótesis convencionales o prótesis metal-metal.

PET/TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos

Puede pasar un año o más hasta que la captación periprotésica se normalice [29,30] . Por lo tanto, la PET/TC con fluoruro no es adecuada para la vigilancia de rutina de artroplastias de cadera asintomáticas.

RM de cadera

***Resonancia magnética en pacientes asintomáticos con prótesis no metal-metal*:** la resonancia magnética generalmente no está indicada en el seguimiento de rutina de pacientes asintomáticos con prótesis no metal-metal. Sin embargo, se están investigando los hallazgos de la resonancia magnética en pacientes asintomáticos. [19,31-33]

***MARS-RM para prótesis metal-metal asintomáticas**:* se han informado pseudotumores compatibles con ARMD en resonancia magnética en pacientes sin dolor después de artroplastias metal-metal [6,33-38] . Por tanto, la resonancia magnética puede ser beneficiosa en este grupo.

En una serie de artroplastias de superficie o recubrimiento (*resurfacing arthroplasty*) metal-metal, los resultados clínicos y el cribado radiográfico subestimaron la presencia de pseudotumores y respaldaron el uso de la resonancia magnética para el cribado [38] . De manera similar, Koff et al [33] realizaron exámenes de resonancia magnética cada 4 años en pacientes con prótesis de reemplazo de superficie y encontraron evidencia de ALTR en individuos de alta exigencia sin dolor. Llegaron a la conclusión de que la resonancia magnética debe considerarse parte del protocolo de seguimiento de rutina del paciente para permitir la detección temprana y el seguimiento de los ALTR. En dos series, la comparación de los resultados de la resonancia magnética con los hallazgos histológicos mostró que la sensibilidad de la resonancia magnética para los pseudotumores era del 85 y el 71%, respectivamente, y la especificidad del 59 y el 87%, respectivamente [39,40] . La sensibilidad fue mayor con la RM realizada dentro de los 3 meses posteriores a la cirugía de revisión (88%) [39] .

Estudios combinados de ecografía y MARS-RM: la comparación con los resultados quirúrgicos sugiere que la combinación de ecografía y MARS-RM mejora la precisión. Un pequeño número de lesiones detectadas en la ecografía no son visibles en la RM, y algunas lesiones observadas en la RM no son evidentes en la ecografía [35,36,41] .

Radiografía de cadera

***Radiografías de seguimiento para prótesis totales de cadera no metal-metal asintomáticas*:** las radiografías han sido la base de las técnicas de imagen en el seguimiento de la ATC [42] . La revisión de radiografías seriadas es útil para identificar cambios sutiles, enfatizando la necesidad de radiografías de referencia. Sin embargo, Hart et al [43] controlaron a pacientes con ATC sometidos a un seguimiento rutinario, excluyendo a los pacientes con complicaciones de fractura, luxación o infección o que habían fallecido. De los 423 pacientes estudiados, 414 tuvieron radiografías entre las 6 y 12 semanas y 276 tuvieron radiografías de seguimiento al año. No se identificó ningún caso de ATC en el que el seguimiento radiográfico haya cambiado el manejo clínico en este período de tiempo. Esto sugirió a los autores que, en pacientes asintomáticos, se podrían omitir algunas radiografías de seguimiento.

***Radiografías para el seguimiento de prótesis totales de cadera metal-metal asintomáticas*:** la FDA recomienda un seguimiento rutinario a largo plazo de los pacientes con implantes de cadera metal-metal, que normalmente se realiza cada 1 o 2 años [44] . Esto incluye radiografías apropiadas. Las radiografías seriadas son útiles para evaluar cambios sutiles [42] . Las radiografías se pueden utilizar para evaluar la posición y el aflojamiento de los componentes, la calidad ósea, la osteólisis, las fracturas, las luxaciones o subluxaciones, el estrechamiento del cuello femoral y la erosión del calcar femoral medial [36,45] . Este último puede ser un indicador de ARMD, lo que justifica la realización de estudios de imagen tomográficos (valor predictivo positivo [VPP] 0,83) [45] .

Ecografía de cadera

Ecografía para el seguimiento de prótesis totales de cadera no metal-metal asintomáticas: unos pocos estudios han investigado la ecografía para evaluar a pacientes asintomáticos con superficies de metal sobre polietileno [41,46] . Nishii et al [41] concluyeron que la ecografía parecía una herramienta no invasiva prometedora para la detección de pseudotumores. Sin embargo, no hay estudios recientes que indiquen el uso de la ecografía para la vigilancia rutinaria de prótesis con superficies no metálicas sobre metálicas.

Ecografía para el seguimiento de prótesis totales de cadera metal-metal asintomáticas: la ecografía puede ser beneficiosa ya que los pacientes asintomáticos pueden mostrar cambios de la ARMD o asociados con ella [46] . La ecografía se puede utilizar para detectar pseudotumores (sólidos o quísticos) y otros hallazgos observados en la ARMD, como derrame articular, colecciones bursales y sinovitis [36,47-49] . Williams et al [46] propusieron un seguimiento mediante ecografía de alta resolución de todos los pacientes asintomáticos con prótesis metal-metal, que se sabe que producen niveles elevados de iones metálicos en suero.

Low et al [50] prospectivamente siguieron 152 artroplastias de superficie metal-metal asintomáticas durante una media de 4,3 años mediante ecografía. La progresión de los hallazgos se produjo en el 19% y se desarrollaron nuevos pseudotumores en el 10%. Ningún paciente asintomático sometido a artroplastia de superficie de cadera con una ecografía inicial normal y niveles bajos de iones metálicos en sangre (<2 ug/L) desarrolló pseudotumores dentro de los 5 años posteriores a la evaluación inicial y, por lo tanto, concluyeron que este subgrupo de pacientes no requería un seguimiento dentro de los 5 años posteriores a la evaluación inicial [50] .

En una serie de 82 caderas (82 pacientes sometidos a revisión de artroplastias metal-metal), Lainiala et al [51] encontraron que la ecografía tenía una sensibilidad del 83% (intervalo de confianza [IC] del 95%, 63-93) y una especificidad del 92% (IC del 95%, 82-96) para detectar pseudotumores de la región trocantérea y una sensibilidad del 79% (IC del 95%, 62-89) y una especificidad del 94% (IC del 95%, 83-98) para detectar pseudotumores de la región del iliopsoas.

Comparación de la ecografía con la resonancia magnética: varios estudios que comparan la ecografía con la RM con secuencias de reducción de artefactos metálicos (MARS-RM) como estándar de referencia para detectar ARMD muestra sensibilidades para la ecografía del 69% al 100% y especificidades del 83% al 96% [36] . Kwon et al [52] encontraron que la ecografía era válida y útil para detectar cambios en el tamaño y grado de la lesión en comparación con MARS-RM.

Estudios combinados de ecografía y MARS-RM: la comparación con los resultados quirúrgicos sugiere que la combinación de ecografía y MARS-RM mejora la precisión. Un pequeño número de lesiones detectadas en la ecografía no son visibles en la resonancia magnética y algunas lesiones observadas en la resonancia magnética no son evidentes en la ecografía [36,41,52] .

Escenario 2: Paciente sintomático con prótesis de cadera. Imagen inicial.

Gammagrafía ósea de cadera

No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la gammagrafía ósea de la cadera como procedimiento de imagen inicial en la evaluación de la artroplastia de cadera sintomática.

Gammagrafía ósea de cadera con SPECT o SPECT-TC

No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la gammagrafía ósea con SPECT o SPECT/TC de cadera como procedimiento de imagen inicial en la evaluación de la artroplastia de cadera sintomática.

TC de cadera

No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la TC de cadera como procedimiento de imagen inicial en la evaluación de la artroplastia de cadera sintomática. Una posible excepción podría ser la detección de fractura del revestimiento cerámico del acetábulo, donde algunos reportes de casos sugieren que la TC es más sensible que las radiografías [53] .

PET/TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo

No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de PET/TC con flúor desde la base del cráneo hasta la mitad del muslo como procedimiento de imagen inicial en la evaluación de la artroplastia de cadera sintomática.

Punción-aspiración de la articulación de cadera guiada por imagen

No existe literatura relevante que respalde el uso de la punción-aspiración de la articulación de la cadera guiada por imagen como procedimiento de imagen inicial en la evaluación de la artroplastia de cadera sintomática.

RM de cadera

Prótesis de cadera no metal-metal: no hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la resonancia magnética de cadera como modalidad de imagen inicial para el paciente con una artroplastia sintomática no metal-metal.

***Prótesis de cadera metal-metal*:** debido a que las radiografías pueden ser normales en pacientes con pseudotumores sintomáticos [54] , se ha respaldado el uso de técnicas de imagen avanzadas. Basándose en una revisión de la literatura, Petscavage -Thomas y Ha [49] sugirieron la MARS-RM como la primera línea de pruebas de imagen para la detección de ARMD.

Radiografía de cadera

Las radiografías suelen ser la primera modalidad de imagen para la evaluación de un paciente con una prótesis de cadera sintomática.

Prótesis de cadera no metal-metal: la literatura indica que las radiografías suelen ser la primera modalidad de imagen para la evaluación de un paciente con una prótesis de cadera sintomática. Las radiografías de comparación son útiles; sin embargo, una evaluación del aflojamiento del vástago en estudios comparativos puede ser subóptima debido a variables como diferencias en la flexión o rotación de la cadera [55] .

Algunas características radiológicas, como el offset aumentado de la cabeza femoral y del vástago, sugieren la necesidad de imágenes adicionales para valorar la ARMD debida a trunionosis [56] . La metalosis puede identificarse alrededor de prótesis no-metal sobre metal debido a trunionosis o en relación a un desgaste severo del

revestimiento y/o luxación o fractura [14,57-59] . Sin embargo, Chang et al [14] encontraron que en más de la mitad de los pacientes con metalosis comprobada quirúrgicamente, las radiografías preoperatorias no mostraban densidad metal en los tejidos blandos.

Las radiografías no son sensibles ni específicas en la infección. Las radiografías normales no excluyen la infección; la mitad de los pacientes en una serie de 20 prótesis de cadera infectadas revisadas por Tigges et al eran normales [60] . Áreas de radiolucencia que sugieren aflojamiento aséptico u osteólisis focal pueden estar presentes en las caderas infectadas [60] . La progresión de las áreas radiolucentes puede ser rápida en casos de infección. Se observó periostitis en 2 casos.

Stumpe et al [61] revisaron las radiografías de 35 pacientes con prótesis totales de cadera dolorosas: 9 con aflojamiento protésico séptico, 21 con aflojamiento aséptico y 5 sin aflojamiento. La progresión rápida de la osteólisis, la migración rápida de los componentes y/u osteólisis periprotésica irregular fueron valorados para diagnosticar la infección. Para dos lectores, se encontró una sensibilidad del 89% y 78%, una especificidad del 50% y 65% y una precisión del 60% y 69%.

En una revisión, Fritz et al [18] señalaron que las radiografías suelen ser la primera modalidad de imagen en pacientes con dolor lateral de cadera postoperatorio. Las radiografías ayudan a evaluar la presencia de fracturas periprotésicas, avulsiones del trocánter mayor y osificaciones heterotópicas [18] . Se han notificado radiografías que muestran irregularidades de la superficie >2 mm del trocánter mayor con anomalías de los tendones abductores y edema peritendinoso en la resonancia magnética [62] . Sin embargo, una revisión de 38 casos de síndrome de dolor del trocánter mayor y 100 controles mostró que los hallazgos de irregularidades en la superficie del trocánter, incluidos espolones que sobresalen 2 mm, se asociaron con un VPP del 24,7%, una sensibilidad del 64,0%, una especificidad del 25,7% y una tasa de falsos positivos del 74,3%, tasa de falsos negativos del 36,0% y valor predictivo negativo (VPN) del 65,3% para el síndrome de dolor clínico del trocantéreo mayor [63] .

Prótesis de cadera metal-metal: La FDA señala que en el paciente sintomático después de cirugía de prótesis metal-metal, las radiografías junto con información diferente a la proporcionada por la imagen pueden revelar la necesidad de revisión [44] . Ocasionalmente, en las radiografías se puede identificar metalosis resultante del desgaste severo de la articulación metal-metal [64] . La posición de los componentes puede ser evaluada [65] .

Matharu et al [54] encontraron que las caderas con artroplastias de superficie (o recubrimiento) y pseudotumores sintomáticos tenían más probabilidades de tener radiografías anormales que aquellas sin pseudotumores (80,0% en comparación con 63,4%). Las características radiológicas que predijeron la revisión por pseudotumores incluyeron inclinación elevada, osteólisis acetabular o femoral y aflojamiento acetabular. En ese estudio, el 20% de las prótesis de superficie de cadera con pseudotumores en la cirugía de revisión tenían características radiológicas normales [54] . Basándose en estos hallazgos, Matharu et al [54] concluyeron que las radiografías eran importantes y útiles en todos los protocolos de seguimiento para evaluar las prótesis de superficie metal-metal. Petscavage -Thomas y Ha [49] concluyeron, tras una revisión de la literatura, que las pruebas de imagen tomográficas, en particular la RM, siguen siendo beneficiosas incluso en presencia de radiografías normales.

Ecografía de cadera

***Prótesis de cadera no metal-metal*:** no hay evidencia suficiente para respaldar el uso de ecografía de cadera como modalidad de imagen inicial para el paciente con una prótesis sintomática no metal-metal.

Ecografía para prótesis de cadera metal-metal: en una serie de 82 caderas (82 pacientes) sometidas a revisión de prótesis metal-metal, Lainiala et al [51] encontraron que la sensibilidad del examen ecográfico era del 83% con una especificidad del 92% para pseudotumores en la región trocantérica y una sensibilidad del 79% y una especificidad del 94% para identificar pseudotumores en la región del iliopsoas.

Matharu et al [66] estudiaron una serie de 40 artroplastias de superficie metal-metal (39 pacientes) sometidos a cirugía de revisión y con imágenes preoperatorias tanto de ecografía como de MARS-RM. La comparación con pseudotumores identificados quirúrgicamente mostró que la ecografía tenía una sensibilidad del 90,9% y una especificidad del 42,9% en comparación con una sensibilidad de la resonancia magnética del 93,9% y una especificidad del 57,1%. El VPP fue similar (88,2 % en ecografía, 91,2 % en RM), pero el VPN fue mayor para RM (66,7 % en RM, 50,0 % en ecografía) [66] .

Escenario 3: Paciente con artroplastia de cadera sintomático, antecedente de lesión aguda. Imágenes adicionales después de las radiografías.

Si se sospecha clínicamente una fractura, pero no se demuestra o no se caracteriza completamente en las radiografías, es posible que se necesiten imágenes adicionales. La ubicación de la fractura, la estabilidad de los componentes y la reserva ósea femoral son características que pueden influir en el tratamiento y que pueden evaluarse mediante las pruebas de imagen [67-70] .

Gammagrafía ósea y con galio de cadera
No hay pruebas suficientes para respaldar el uso de la gammagrafía combinada ósea y con galio de la cadera en la evaluación de la prótesis de cadera sintomática en el contexto de una lesión aguda.

Gammagrafía ósea y con galio de cadera con SPECT o SPECT-TC
No hay pruebas suficientes para respaldar el uso de la gammagrafía combinada ósea y con galio con SPECT o SPECT/TC en la evaluación de la prótesis de cadera sintomática en el contexto de una lesión aguda.

Gammagrafía ósea de cadera
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la gammagrafía ósea de la cadera en la evaluación de la prótesis de cadera sintomática en el contexto de una lesión aguda.

Gammagrafía ósea de cadera con SPECT o SPECT-TC
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de la gammagrafía ósea con SPECT o SPECT/TC de cadera en la evaluación de la prótesis de cadera sintomática en el contexto de una lesión aguda.

TC de cadera
Se ha sugerido la TC de cadera sin contraste para la detección de fracturas, cuando las radiografías son negativas o equívocas y existe una alta sospecha de fractura periprotésica o cuando se necesita una caracterización adicional de la fractura para la planificación del tratamiento [22,70] . No existe literatura relevante que documente beneficios adicionales de la TC con contraste intravenoso, en comparación con la TC sin contraste para la detección/evaluación de fracturas. El contraste puede ser útil si existe la posibilidad de lesión vascular [23]

La eficacia informada de la TC para proporcionar información sobre el aflojamiento de los componentes (para la planificación del tratamiento) cuando hay una fractura es inconsistente [68,71] . Los informes de casos sugieren que la TC es más sensible que las radiografías para detectar fracturas en el revestimiento cerámico [53] .

FDG-PET/TC desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de FDG-PET/TC desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos en la evaluación de la prótesis de cadera sintomática en el contexto de una lesión aguda.

PET/TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de PET/TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos en la evaluación de la prótesis de cadera sintomática en el contexto de una lesión aguda.

Punción-aspiración de la articulación de cadera guiada por imagen
No hay pruebas suficientes para respaldar el uso de la punción-aspiración de cadera guiada por imagen en la evaluación de la prótesis de cadera sintomática en el contexto de una lesión aguda.

RM de cadera
La resonancia magnética puede demostrar fracturas periprotésicas femorales y reacciones de estrés [18] . Sin embargo, una fractura no desplazada puede ser difícil de ver en la resonancia magnética, si sólo hay edema óseo medular leve asociado, y los artefactos de susceptibilidad de la prótesis pueden ocultar los hallazgos pertinentes [72] . Se pueden demostrar fracturas pélvicas. No existe literatura relevante que documente el beneficio adicional de la RM con contraste intravenoso, en comparación con la RM sin contraste, para la detección de fracturas.

Ecografía de cadera
La ecografía tiene una capacidad limitada para detectar fracturas periprotésicas [73] .

Gammagrafía con leucocitos y gammagrafía con sulfuro coloidal de cadera
No hay evidencia suficiente para respaldar el uso de gammagrafía con leucocitos y la gammagrafía con sulfuro coloidal de cadera en la evaluación de prótesis de cadera sintomática en el contexto de una lesión aguda.

Escenario 4: Paciente con artroplastia de cadera sintomática, no excluida infección. Pruebas de imagen adicionales después de las radiografías.

Ong et al [74] encontraron la incidencia de infección después de ATC en la población de Medicare desde 1997 hasta 2006 del 1,63% a 2 años y del 0,59% entre 2 y 10 años. La detección de la infección periprotésica es fundamental para elegir el tratamiento adecuado, pero el diagnóstico puede resultar complicado [75] . Se han desarrollado directrices para la evaluación de los pacientes [76] . La sociedad de infecciones musculoesqueléticas ha propuesto una definición de infección periprotésica que incluye criterios mayores y menores, pero no específicamente criterios por la imagen [75] .

Gammagrafía ósea y con galio de cadera

Los datos más recientes sobre gammagrafías óseas y con galio para diagnosticar la infección periprotésica de cadera tienen más de 25 años porque esta prueba ha sido reemplazada en gran medida por pruebas de imagen con leucocitos marcados, de médula ósea y FDG-PET [77-79] .

Gammagrafía ósea y con galio de cadera con SPECT o SPECT-TC

No existe literatura relevante que respalde el uso de la gammagrafía ósea y con galio con SPECT o SPECT/TC de cadera, ya que estas pruebas han sido reemplazadas por pruebas de imagen con leucocitos marcados, de médula ósea y FDG-PET para diagnosticar la infección periprotésica de cadera.

Gammagrafía ósea de cadera

La gammagrafía ósea es sensible pero no específica de la infección periprotésica de cadera. Realizar una gammagrafía ósea de 3 fases no mejora la precisión, con una sensibilidad y especificidad reportadas que oscilan entre el 29% y el 88% y entre el 50% y el 92%, respectivamente [61,80-82] .

Gammagrafía ósea de cadera con SPECT o SPECT-TC

Schweizer et al [83] estudiaron retrospectivamente 58 prótesis totales de cadera, incluidas 31 prótesis sintomáticas y 27 asintomáticas, con gammagrafía ósea con SPECT/TC. El SPECT/TC identificó la causa del dolor en 19 (61%) de los 31 dispositivos sintomáticos. No se observó ningún patrón de captación específico de la patología. Aunque la captación periprotésica fue significativamente mayor en individuos sintomáticos que en individuos asintomáticos, un resultado normal no excluía la patología.

TC de cadera

En un estudio de 2002, Cyteval et al [84] revisaron prospectivamente tomografías computarizadas helicoidales sin contraste de 65 prótesis de cadera dolorosas con diagnóstico confirmado mediante cirugía. La infección estuvo presente en 12. La presencia de colecciones en los músculos y la grasa perimuscular demostraron una sensibilidad del 41% y una especificidad del 100% para la infección (VPP 100%, VPN 88%, precisión 89%). La distensión articular fue 83% sensible y 96% específica con un VPP del 83%, VPN del 96% y precisión del 94%. Así, las colecciones en los músculos y la grasa perimuscular tuvieron un VPP del 100%, y la ausencia de distensión articular tuvo un VPN del 96% para la infección. En el mismo estudio, la periostitis fue 100% específica pero sólo un 16% sensible a la infección (VPP 100%, VPN 84%, precisión 85%) [84] . Un estudio más reciente realizado por Isern-Kebschull et al [85] confirmó que los hallazgos en la TC multidetector sin contraste podían diferenciar la infección articular periprotésica tardía del aflojamiento aséptico o granulomas. El contraste intravenoso puede resultar útil para definir el absceso [23] .

FDG-PET/TC desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos

Los resultados reportados para el diagnóstico de infección periprotésica de cadera han sido inconsistentes. En algunas investigaciones, la prueba ha sido tanto sensible (81%-95%) como específica (89%-94%) para la infección [82,86-90] . Los resultados de otras investigaciones; sin embargo, han sido menos satisfactorios, con una sensibilidad y especificidad que oscilan entre el 64% y el 100% y entre el 38% y el 68% [91-93] . Delank et al [94] reportaron que, aunque una FDG-PET negativa excluye la infección, un resultado positivo no podía diferenciar con precisión la infección de la inflamación aséptica. Kiran et al [92] realizaron FDG-PET/TC preoperatoria en 130 artroplastias cementadas de cadera dolorosas y comunicaron una sensibilidad del 95% y una especificidad del 38% para la infección periprotésica. En esta investigación, la tasa de falsos positivos de la PET/TC con FDG en comparación con el cultivo solo, fue del 77 %.

Las comparaciones de FDG-PET con estudios de medicina nuclear convencional han sido contradictorias. Algunos investigadores han concluido que la FDG-PET es más precisa que la gammagrafía ósea y las pruebas de imagen

con leucocitos marcados y de médula ósea, mientras que otros investigadores han reportado resultados opuestos [61,82,87,88,95,96] .

PET/TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos
Según los datos disponibles, la PET/TC con flúor no parece ofrecer ninguna ventaja sobre la FDG-PET/TC o la gammagrafía ósea de tres fases para diagnosticar la infección periprotésica de cadera [97-100] .

Punción-aspiración de la articulación de cadera guiada por imagen
Aunque pueden producirse resultados tanto falsos positivos como falsos negativos, la aspiración articular con análisis del líquido sinovial sigue siendo probablemente la prueba más útil para confirmar la presencia o ausencia de infección e identificar el organismo causante [101] . Un metaanálisis realizado por Carli et al [102] arrojó una sensibilidad media del 68,6% y una especificidad del 96,4% para el cultivo de aspiración articular. La aspiración de cadera se puede realizar guiada por fluoroscopia, ecografía o tomografía, o sin guía por imagen [103-105] . Se ha descrito la inyección de contraste para la artrografía por TC tras la aspiración articular [106] .

Las pruebas específicas del líquido sinovial obtenido, como la alfa-defensina y la reacción en cadena de la polimerasa para bacterias y esterasa leucocitaria, están fuera del alcance de esta revisión [107] .

RM de cadera
La resonancia magnética puede demostrar características óseas y de tejidos blandos asociadas con la infección periprotésica, incluida sinovitis inflamatoria que puede tener una apariencia laminada [108] , edema de tejidos blandos, adenopatías, colecciones, edema de la médula ósea y reacción perióstica [72,109-112] .

Se puede utilizar contraste intravenoso para diferenciar el flemón del absceso y para definir los tractos sinusales y las colecciones comunicantes [72] . Sin embargo, el contraste intravenoso generalmente no es necesario para realizar el diagnóstico de infección [72] . La evaluación de 19 pacientes con sospecha de infección mostró que la RM sin contraste es altamente reproducible en la detección, localización, cuantificación y caracterización de las colecciones [113] .

Galley et al [110] utilizaron secuencias de RM optimizadas y encontraron que la masa irregular de tejido blando, el edema de las partes blandas, la destrucción ósea y las fístulas eran características importantes de la infección periprotésica, con sensibilidades del 47,4% al 100% y especificidades del 73,1% al 100,0%. Albano et al [109] encontraron que la evaluación de los ganglios linfáticos (de la cadera afectada en comparación con la no afectada) identificó implantes infectados con alta precisión (hasta 93,1%). Galley et al [110] encontraron que la reacción perióstica, edema capsular y edema intramuscular después de la ATC con MARS-RM de 1,5T tiene una alta precisión en la evaluación de la infección periprotésica (86% -91% de precisión). Schwaiger et al [112] pudieron distinguir a los pacientes con infección de aquellos con aflojamiento utilizando los hallazgos de la RM. Edema de las partes blandas (sensibilidad, 86,7% y especificidad, >73,3%), anomalías en los componentes acetabular y femoral (sensibilidad/especificidad, 66,7%/93,3%-100%) y ganglios linfáticos aumentados de tamaño (80%/86,7%) permitieron esta diferenciación.

Artrografía convencional de cadera
No existe literatura reciente que respalde el uso actual de la artrografía convencional de cadera en la evaluación de la infección periprotésica.

Ecografía de cadera
La detección de derrame articular, colecciones de líquido y tractos sinusales es posible con la ecografía y, por tanto, esta modalidad es útil para identificar la infección [47] . Se ha observado cierta discrepancia en cuanto a la fiabilidad y el umbral para detectar derrames en la ecografía [47,114] . van Holsbeeck et al [115] utilizaron la ecografía para evaluar a 15 pacientes asintomáticos con reemplazos totales de cadera y 33 pacientes que tenían dolor en la cadera después de la artroplastia y hallazgos radiológicos compatibles con aflojamiento (6 de los cuales tenían infección). Todos los pacientes con derrame intraarticular y extensión extraarticular tuvieron infección (100% de especificidad).

Gammagrafía con leucocitos y gammagrafía con sulfuro coloidal de cadera
Varios investigadores han estudiado el papel de las imágenes combinadas de leucocitos marcados y de médula ósea para diagnosticar la infección periprotésica de cadera. La especificidad ha sido consistentemente alta, oscilando entre el 88% y el 100%. La sensibilidad ha sido más variable, oscilando entre el 33% y el 100% [88,95,96,116,117] .

Escenario 5: Paciente sintomático con artroplastia de cadera, excluida infección. Imágenes adicionales después de las radiografías.

Este escenario incluye desgaste, aflojamiento y osteólisis.

Gammagrafía ósea de cadera

Aflojamiento: Temmerman et al [118,119] reportó que cuando se había excluido la infección, la gammagrafía ósea podía diagnosticar el aflojamiento aséptico en los componentes acetabular y femoral, con sensibilidades y especificidades que oscilaban entre el 81% y el 88% y entre el 50% y el 74% frente al 81% a. 85% y 74% a 85%, respectivamente, para las radiografías. Hill y cols. [80] revisó los resultados de gammagrafías óseas en tres fases realizadas en 100 pacientes con prótesis de cadera dolorosa. Reportaron que una exploración anormal no podía diferenciar el aflojamiento aséptico de la infección. Aunque un resultado normal excluía el aflojamiento aséptico y la infección, no se estudió la capacidad de la gammagrafía ósea para identificar o excluir otras afecciones como desgaste, osteólisis y anomalías de los tejidos blandos como causa de los síntomas del paciente. No hay pruebas suficientes para respaldar el uso de gammagrafías óseas planares en pacientes sintomáticos con artroplastia de cadera en los que se excluye la infección.

Gammagrafía ósea de cadera con SPECT o SPECT-TC

En 37 artroplastias de cadera dolorosas, los resultados de la gammagrafía ósea con SPECT/TC fueron comparables a los de la resonancia magnética para detectar desgaste de polietileno, fractura periprotésica, infección y aflojamiento aséptico. La RM detectó 21 anomalías de tejidos blandos, 14 lesiones tendinosas (12 tendinopatías, 2 desgarros), 6 bursitis y 1 pseudotumor. Por el contrario, la gammagrafía ósea con SPECT/TC encontró una anomalía en los tejidos blandos: la tendinopatía del iliopsoas, que también se identificó en la RM [120] .

En otra investigación, los resultados de la SPECT/TC ósea cambiaron el tratamiento del paciente en 13 de 19 (68%) pacientes con prótesis de cadera metal-metal dolorosas, todos los cuales se habían sometido a estudios diagnósticos extensos previos que incluían radiografías, tomografías computarizadas y resonancias magnéticas que no lograron identificar la causa del dolor. La SPECT/TC ósea fue positiva en 4 casos de aflojamiento y negativa para patología de cadera en 6 casos en los que se identificaron posibles causas de dolor no relacionadas con la cadera (todas en la columna). En 3 casos, un resultado negativo orientó al cirujano a buscar opciones de manejo alternativas. Los autores concluyeron que la SPECT/TC ósea es útil en pacientes con artroplastias metal-metal dolorosas en quienes la causa del dolor no se identifica después de una evaluación clínica, de laboratorio y de las pruebas de imagen convencionales [121] .

Artrografía-TC de cadera

La artrografía de cadera puede combinarse con la TC [106] . Sin embargo, la mayoría de los exámenes de prótesis por TC no se realizan de forma rutinaria con contraste intravenoso o intraarticular, especialmente ahora que se han introducido los algoritmos de reducción de artefacto metálico para la TC [22,23] .

TC de cadera

Desgaste del revestimiento: el desgaste del revestimiento puede detectarse en la TC como adelgazamiento del contorno del revestimiento, aparición de un espacio entre la cabeza de cerámica y el revestimiento [22] , cambio de la posición de la cabeza femoral dentro del acetábulo y, en casos graves, depósitos metálicos en el los tejidos blandos como consecuencia de la fricción entre la cabeza femoral y el componente metálico acetabular [122,123] .

Aflojamiento: Gillet et al [124] compararon radiografías y TC con reducción del artefacto metálico (MAR-TC) para el diagnóstico de aflojamiento de componentes. La sensibilidad de la TC para el aflojamiento acetabular o femoral fue mayor que la de las radiografías (33,3% y 51,5% para 2 lectores para radiografías y 84,85% para TC). La especificidad de los exámenes radiográficos y de TC fue alta y similar (96,9% y 100% para 2 lectores para radiografías y 96,9% y 95,4% para TC). Una ventaja de la TC es su capacidad para definir la cantidad de superficie de osteointegración del componente acetabular de la prótesis [22] .

Osteólisis: la osteólisis debida al desgaste generalmente da como resultado lesiones óseas radiolucentes expansivas y bien definidas. La TC helicoidal con reducción de artefactos metálicos es más sensible que las radiografías para identificar y cuantificar la osteólisis después de la ATC [125] . Walde et al [126] confirmaron que la TC es más sensible que las radiografías para la detección de lesiones periacetabulares en un modelo de cadáver (74,7% de sensibilidad para la TC, 51,7% de sensibilidad para las radiografías). La comparación de la TC y la RM demostró que para lesiones de todos los tamaños, la TC era menos sensible que la RM (TC, 74,7 % de sensibilidad y MRI, 95,4 % de sensibilidad) [126] . La mayoría de los exámenes de prótesis por TC no se realizan de forma rutinaria

con contraste intravenoso o intraarticular, especialmente ahora que se han introducido los algoritmos MAR para TC [22,23] .

PET/TC con fluoruro desde la base del cráneo hasta la mitad de los muslos
Aunque la mayoría de las investigaciones se han centrado en la capacidad de la PET/TC con flúor para diferenciar entre aflojamiento aséptico e infección periprotésica, en varias de ellas se incluyeron controles asintomáticos normales. Kobayashi et al [98] reportaron que hubo una mayor captación periprotésica en todos los casos de aflojamiento e infección, pero sólo en 1 (3,7%) de 27 controles. Kumar et al [99] informaron que 10 de 12 (83,3%) prótesis de cadera asintomáticas no demostraron captación periprotésica, mientras que la captación periprotésica estaba presente alrededor de los 28 dispositivos aflojados asépticamente y los 16 infectados. Choe et al [97] informaron que 3 de 17 (17,6%) prótesis de cadera de control demostraron una captación periprotésica menor y el SUV_{max} (4) fue significativamente menor que el del aflojamiento aséptico (7) y la infección (11); $p < 0{,}01$ y $p < 0{,}001$, respectivamente.

Inyección de anestésico intraarticular guiada por imagen
Se ha utilizado anestésico intraarticular para evaluar las ATC dolorosas , principalmente para diferenciar el dolor referido (especialmente de la columna) del dolor que se origina en la cadera [127] . Un alivio significativo del dolor después de la inyección de anestésico intraarticular sugiere una causa intraarticular [128,129] . Se cree que la falta de mejoría no es útil y justifica un seguimiento [129,130] .

RM de cadera
***Desgaste*:** se cree que la resonancia magnética es la herramienta más útil para evaluar la gravedad de la sinovitis inducida por el desgaste intracapsular [131] . En la resonancia magnética, la sinovitis inducida por el desgaste del polietileno aparece como un material de intensidad de señal de baja a intermedia que puede distender la articulación y extenderse a las bursas adyacentes [18] .

***Aflojamiento**:* Burge et al [132] compararon la MARS-RM con radiografías correlacionando con los hallazgos evaluados en la cirugía de revisión. Se demostró que la RM es más sensible que la radiografía para evaluar el aflojamiento. Para el aflojamiento del componente acetabular, la resonancia magnética mostró una sensibilidad del 83% y una especificidad del 98% en comparación con las radiografías (sensibilidad del 26% y especificidad del 100%). Para el aflojamiento del componente femoral, la sensibilidad de la RM fue del 75% y la especificidad del 100%, mientras que las radiografías mostraron una sensibilidad del 20% y una especificidad del 100%. Backer et al [120] evaluaron la RM y la SPECT/TC para evaluar el aflojamiento y encontraron que la sensibilidad, la especificidad, el VPP y el VPN de la resonancia magnética fueron del 86 %, 88 %, 60 % y 100 % y de la SPECT/TC fueron del 93 %. 97%, 90% y 100%, respectivamente.

***Osteólisis**:* existe cierta discrepancia en la literatura sobre si la TC o bien la RM es el estudio óptimo para detectar la osteólisis. Esto puede estar relacionado con factores técnicos. Potter et al [133] comparó los hallazgos de la RM y los quirúrgicos en 15 caderas. En todos los casos operados, la osteólisis encontrada en la resonancia magnética se confirmó en la cirugía. Walde et al [126] evaluaron la TC y la RM para la detección de lesiones osteolíticas en un modelo de cadáver. Para lesiones de todos los tamaños, la TC tuvo una sensibilidad del 74,7% y la RM tuvo una sensibilidad del 95,4%. La sensibilidad de las radiografías fue sólo del 51,7%.

Sin embargo, Robinson et al [134] demostraron una sensibilidad (27%) y especificidad (1%) reducida de MARS-RM en comparación con CT-MAR para detectar osteólisis asociada con prótesis de cadera metal-metal dolorosas.

No hay suficiente literatura que documente un beneficio adicional de la RM con contraste intravenoso, en comparación con la RM sin contraste, en esta población.

Artrografía convencional de cadera
Aflojamiento: No existe literatura relevante reciente sobre el uso de la artrografía de cadera en la evaluación de aflojamiento. Estudios más antiguos habían sugerido una función selectiva de la artrografía para análisis adicionales cuando había dolor de cadera y dudas sobre el aflojamiento y radiografías negativas o equívocas [135,136] . Sin embargo, este examen parece de poca utilidad en la actualidad.

Escenario 6: Evaluación de paciente sintomático con artroplastia de cadera con prótesis metal-metal o hallazgos que sugieran trunionosis. Cuestión de reacción adversa a los restos metálicos. Imágenes adicionales después de las radiografías.

Los cambios secundarios a la ARMD pueden ocurrir meses o años después de la cirugía y pueden ser sintomáticos o asintomáticos [7,137] . La eficacia de la cirugía de revisión puede ser deficiente y se cree que la identificación temprana de los cambios en los tejidos blandos de la ARMD es importante para mejorar los resultados [7,138] . Los investigadores han tratado de identificar características clínicas y de laboratorio (p. ej., niveles de iones de cobalto y cromo en la sangre) que podrían identificar a los pacientes con ARMD o con probabilidades de desarrollarla, de modo que se pudiera realizar una revisión o un seguimiento estrecho a estos pacientes. Estos están fuera del alcance de este documento. Las imágenes siguen siendo un recurso fundamental, aunque su uso óptimo está aún por definir.

TC de cadera

En general, la TC tiene menos capacidad que la resonancia magnética para detectar cambios asociados con la ARMD. Se puede considerar la TC sin contraste después de otras modalidades de imágenes para evaluar la osteólisis.

Robinson et al [134] encontraron una sensibilidad del 44% para la TC en comparación con MARS-RM para la detección de pseudotumores de ARMD en pacientes con prótesis metal-metal dolorosas inexplicables. Además, los pseudotumores detectados no pudieron clasificarse según su estructura mediante TC. Por lo tanto, los autores concluyeron que la TC no sería una alternativa adecuada a la RM y se podría considerar otro estudio como la ecografía.

La TC también es menos capaz de detectar la atrofia muscular. En comparación con MARS-RM, la TC demostró una alta tasa de exámenes falsos negativos para identificar atrofia muscular (sensibilidad del 81%, especificidad del 37%) [134] .

Aunque Walde et al [126] demostraron en un modelo de cadáver que la resonancia magnética podía detectar la osteólisis con mayor sensibilidad que la tomografía computarizada, Robinson et al [134] demostraron una sensibilidad (27%) y especificidad (1%) reducida de la MARS-RM en comparación con la MAR-TC para detectar osteólisis asociada con prótesis de cadera metal-metal dolorosas.

RM de cadera

La MARS-RM se ha utilizado como estándar de referencia para la obtención de imágenes de los tejidos blandos alrededor de las prótesis de cadera [134,139] .

***Pseudotumores ARMD*:** la RM permite la demostración, localización, medición, seguimiento, determinación de la composición sólida o quística y clasificación de pseudotumores asociados con ARMD [36] . También se pueden evaluar la invasión de tejidos blandos adyacentes, la atrofia muscular y las avulsiones tendinosas [36,40,131] .

Mahajan et al [140] encontraron una diferencia en el aspecto de los pseudotumores dependiendo del sitio de corrosión. El grupo metal sobre polietileno (M-P) demostró la mayor proporción de masas quísticas de paredes gruesas (56,7% en M-P con corrosión cónica de cabeza y cuello y 46,5% en M-P con corrosión cónica dual versus 28,7% en metal-metal), mientras que el grupo metal-metal tuvo la mayor proporción de masas quísticas de paredes finas [140] . Weber et al [141] no encontraron diferencias significativas entre las apariencias en la RM de la reacción ARMD de prótesis M-P sintomática y asintomática.

Varios estudios han comparado MARS-RM con pseudotumores ARMD confirmados quirúrgicamente. La sensibilidad osciló entre el 71% y el 93,9%. La especificidad osciló entre el 42,9% y el 87% [39,40,66] .

Lainiala et al [39] encontraron una mayor sensibilidad para detectar pseudotumores de ARMD en estudios realizados dentro de los 3 meses anteriores a la cirugía de revisión (88% de sensibilidad, 78% de especificidad) y una menor sensibilidad para estudios obtenidos >1 año antes de la cirugía de revisión (sensibilidad del 29%, especificidad 97%). Se sugirió que los estudios >1 año no se utilicen para la toma de decisiones clínicas o la planificación de una cirugía de revisión.

Estudios combinados de ecografía y MARS-RM: la comparación con los resultados quirúrgicos sugiere que la combinación de ecografía y MARS-RM mejora la precisión. Un pequeño número de lesiones detectadas en la ecografía no son visibles en la resonancia magnética, y algunas lesiones observadas en la resonancia magnética no son evidentes en la ecografía [41,52] .

Desgaste: la RM es el método de imagen más preciso para evaluar la sinovitis inducida por el desgaste [131] . Las características sinoviales pueden reflejar el tipo de implante y la gravedad del desgaste [9,142] .

Osteólisis*:* Como se señaló anteriormente, existen informes contradictorios sobre el estudio óptimo para detectar la osteólisis. Walde et al [126] demostraron en un modelo de cadáver que la RM podía detectar la osteólisis con mayor sensibilidad que la TC. La sensibilidad para detectar lesiones fue del 51,7% para la radiografía, del 74,7% para la TC y del 95,4% para la RM. Sin embargo, la TC fue más precisa que la RM para medir el volumen de la lesión [126] .

Robinson y cols. [134] ; sin embargo, demostraron una sensibilidad (27%) y una especificidad (1%) reducidas de MARS-RM en comparación con MAR-TC para detectar osteólisis asociada con prótesis de cadera metal-metal dolorosas. Morozov et al [143] evaluaron 20 pacientes sintomáticos con prótesis metal sobre polietileno con corrosión en la zona cónica de la cabeza y el cuello. La comparación de la RM y los hallazgos quirúrgicos encontró que la RM tiene una sensibilidad limitada para la osteólisis acetabular (sensibilidad del 11,1%) o femoral (sensibilidad del 33,3%) [143] .

No hay suficiente literatura que documente el beneficio adicional de la RM con contraste intravenoso, en comparación con la RM sin contraste, en esta población.

Ecografía de cadera
La ecografía se puede utilizar para detectar pseudotumores de ARMD (sólidos o quísticos) y otros hallazgos observados en la ARMD, como derrames articulares, colecciones bursales, engrosamiento capsular y bursal y sinovitis [36] . Kwon et al [52] encontraron que la ecografía era válida y útil para detectar cambios en el tamaño y grado de la lesión en comparación con MARS-RM.

Un grupo de estudios que comparan la ecografía con MARS-RM como estándar de referencia para detectar ARMD muestra sensibilidades para la ecografía del 69% al 100% y especificidades del 83% al 96% [36] .

En una serie de 82 caderas (82 pacientes) sometidas a revisión de prótesis metal-metal, Lainiala et al [51] encontraron una sensibilidad del 83% y una especificidad del 92% para el examen ecográfico de pseudotumores en la región trocantérica y una sensibilidad del 79% y una especificidad del 94% para identificar pseudotumores en la región del iliopsoas.

Matharu et al [66] estudiaron una serie de artroplastias de superficie de cadera de 40 meses de duración en 39 pacientes sometidos a cirugía de revisión a quienes se les realizaron imágenes preoperatorias con ecografía y MARS-RM. La comparación con pseudotumores identificados quirúrgicamente mostró que la ecografía tiene una sensibilidad del 90,9% y una especificidad del 42,9% en comparación con una sensibilidad de la RM del 93,9% y una especificidad del 57,1%. El VPP fue similar (88,2 % en ecografía., 91,2 % en RM), pero el VPN fue mayor para RM (66,7 % en RM, 50,0 % en ecografía) [66] .

Estudios combinados de ecografía y MARS-RM: la comparación con los resultados quirúrgicos sugiere que la combinación de ecografía y MARS-RM mejora la precisión. Un pequeño número de lesiones detectadas en la ecografía no son visibles en la resonancia magnética, y algunas lesiones observadas en la resonancia magnética no son evidentes en la ecografía [41,52] .

Escenario 7: Paciente con artroplastia de cadera con dolor trocantérico. Sospecha de lesión de los abductores, bursitis trocantérica u otra anomalía de los tejidos blandos. Imágenes adicionales después de las radiografías.

El dolor posoperatorio del trocánter mayor puede deberse a bursitis del trocánter mayor u otras etiologías como tendinitis del glúteo menor o medio, o desgarros o avulsiones [73] . Se ha informado que la bursitis trocantérea ocurre hasta en el 17% de las caderas después de una ATC y puede estar relacionada con el abordaje quirúrgico [144,145] .

TC de cadera
La TC es menos óptima que la RM para evaluar los tejidos blandos [22] . Las fracturas y las colecciones se pueden identificar en la TC.

Inyección de anestésico +/- corticoesteroides intraarticular o en las estructuras adyacentes guiada por imagen
Si se cree que la bursitis trocantérea es la fuente de dolor, Robbins et al [144] sugieren que se puede inyectar lidocaína en la bursa como prueba diagnóstica o en combinación con un corticosteroide como medida terapéutica.

RM de cadera
La resonancia magnética se puede utilizar para evaluar las estructuras peritrocantéreas, incluidos los músculos glúteos menor y medio, los tendones abductores y la bursa trocantérica [146,147] . No existe literatura relevante que documente el beneficio adicional de la RM con contraste intravenoso, en comparación con la RM sin contraste, en esta población.

Pfirrmann et al [147] compararon los hallazgos de la resonancia magnética sobre el trocánter mayor en 25 pacientes después de una ATC primaria sin dolor y 39 pacientes con dolor trocantérico y debilidad de los abductores. Aunque se observaron varias anomalías tanto en el grupo sintomático como en el asintomático, los defectos de los tendones abductores y la atrofia grasa del músculo glúteo medio y la parte posterior del músculo glúteo menor fueron poco comunes en pacientes asintomáticos. La comparación de los hallazgos de la resonancia magnética con los hallazgos de la revisión quirúrgica en 14 pacientes confirmó todos los hallazgos tendinosos de la resonancia magnética.

La distensión articular y la descompresión de la sinovitis hacia la bursa trocantérica mayor y el líquido que debilita los abductores de la cadera pueden evaluarse mediante MARS-RM [72] . Weber et al [141] observaron que la enfermedad extracapsular asociada con la ARMD podría malinterpretarse como bursitis trocantérica.

Artrografía convencional de cadera
Puede producirse debilidad o avulsión de los músculos abductores después de la ATC mediante un abordaje anterolateral [148] . La avulsión del glúteo medio reinsertado puede condicionar una comunicación entre la articulación de la cadera y la bursa trocantérea que puede visualizarse mediante artrografía [148] . Ylinen et al [148] encontraron que los 14 pacientes con esta comunicación presentaban avulsión del abductor en la cirugía de revisión. Un estudio negativo no excluyó la alteración (sensibilidad 60,1%, especificidad 100%). La imposibilidad de que el contraste se extendiera a la región trocantérea en estos casos se atribuyó al bloqueo de su flujo por una cápsula fibrosa.

Ecografía de cadera
La ecografía puede identificar tendinopatía, desgarro parcial y desgarro/avulsión completa del tendón del glúteo medio en pacientes no quirúrgicos y posquirúrgicos [47,73] . Bancroft y Blankenbaker [149] señalaron que la apariencia posquirúrgica de los tendones de los glúteos reparados variará dependiendo del tipo de procedimiento realizado, pero la continuidad del tendón reinsertado debe estar presente y puede demostrarse en la ecografía. García et al [150] utilizaron la ecografía para evaluar los tendones abductores después de la ATC mediante un abordaje transglúteo lateral. Encontraron desgarros del tendón abductor en la mitad de los pacientes con signos de Trendelenburg positivos (4 de 8) y en 3 de 26 pacientes con pruebas de Trendelenburg negativas. No hubo comparación disponible con la revisión quirúrgica.

La ecografía puede detectar la bursitis trocantérea [47] . Según Douis et al [47] , la diferenciación entre bursitis y tendinosis del glúteo medio puede ser difícil y ambas pueden coexistir.

Resumen de recomendaciones

- **Escenario 1:** La radiografía de cadera suele ser apropiada para el seguimiento de rutina del paciente asintomático después de una artroplastia de cadera.
- **Escenario 2:** La radiografía de cadera suele ser apropiada para la obtención de imágenes iniciales de una prótesis de cadera sintomática.
- **Escenario 3:** en el caso de una lesión aguda, la TC de cadera sin contraste intravenoso suele ser apropiada como siguiente estudio de imagen de una prótesis de cadera sintomática después de una radiografía.
- **Escenario 4:** en el caso de una prótesis de cadera sintomática evaluada con radiografía en la que no se excluye la infección, la punción-aspiración de la articulación de cadera guiada por imagen o la RM de cadera sin contraste intravenoso o la gammagrafía con leucocitos marcados y con sulfuro coloidal suelen ser apropiadas como siguiente estudio de imagen. Estos son procedimientos complementarios (es decir, se puede realizar más de un procedimiento). La punción-aspiración articular con análisis de líquido sinovial sigue siendo probablemente la prueba más útil para confirmar la presencia o ausencia de infección e identificar el organismo causante.
- **Escenario 5:** en el caso de una prótesis de cadera sintomática evaluada con radiografía y cuando se ha excluido la infección, la TC o la resonancia magnética de cadera sin contraste intravenoso suelen ser apropiadas como siguiente estudio de imagen. Estos procedimientos son alternativas equivalentes (es decir, normalmente sólo se

realizará un procedimiento para proporcionar la información clínica necesaria para gestionar eficazmente la atención del paciente). La elección dependerá de las preferencias/experiencias locales.

- **Escenario 6:** la RM de cadera sin contraste intravenoso suele ser apropiada después de las radiografías para la evaluación de pacientes sintomáticos con artroplastia de cadera con prótesis metal-metal o hallazgos que sugieran trunionosis cuando existe duda de una reacción adversa a los restos metálicos.
- **Escenario 7:** en el contexto de un paciente con artroplastia de cadera con dolor trocantérico que ha sido evaluado con radiografía, la ecografía o la RM de cadera sin contraste intravenoso suelen ser apropiadas cuando se sospecha una lesión de los abductores, bursitis trocantérica u otra anomalía de los tejidos blandos. Estos procedimientos son alternativas equivalentes (es decir, sólo se ordenará un procedimiento para proporcionar la información clínica para gestionar eficazmente la atención 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® [151].

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. Charnley J. Arthroplasty of the hip. A new operation. Lancet 1961;1:1129-32.
2. Sloan M, Premkumar A, Sheth NP. Projected Volume of Primary Total Joint Arthroplasty in the U.S., 2014 to 2030. J Bone Joint Surg Am 2018;100:1455-60.
3. Hu CY, Yoon TR. Recent updates for biomaterials used in total hip arthroplasty. Biomater Res 2018;22:33.
4. Merola M, Affatato S. Materials for Hip Prostheses: A Review of Wear and Loading Considerations. Materials (Basel) 2019;12.
5. Rochcongar G, Remazeilles M, Bourroux E, et al. Reduced wear in vitamin E-infused highly cross-linked polyethylene cups: 5-year results of a randomized controlled trial. Acta Orthop 2021;92:151-55.
6. Chang EY, McAnally JL, Van Horne JR, et al. Metal-on-metal total hip arthroplasty: do symptoms correlate with MR imaging findings? Radiology 2012;265:848-57.
7. Yanny S, Cahir JG, Barker T, et al. MRI of aseptic lymphocytic vasculitis-associated lesions in metal-on-metal hip replacements. AJR Am J Roentgenol 2012;198:1394-402.
8. Madanat R, Hussey DK, Donahue GS, et al. Early Lessons From a Worldwide, Multicenter, Followup Study of the Recalled Articular Surface Replacement Hip System. Clin Orthop Relat Res 2016;474:166-74.
9. Nawabi DH, Gold S, Lyman S, Fields K, Padgett DE, Potter HG. MRI predicts ALVAL and tissue damage in metal-on-metal hip arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2014;472:471-81.
10. Bolognesi MP, Ledford CK. Metal-on-Metal Total Hip Arthroplasty: Patient Evaluation and Treatment. J Am Acad Orthop Surg 2015;23:724-31.
11. Langton DJ, Jameson SS, Joyce TJ, Hallab NJ, Natu S, Nargol AV. Early failure of metal-on-metal bearings in hip resurfacing and large-diameter total hip replacement: A consequence of excess wear. J Bone Joint Surg Br 2010;92:38-46.
12. Lohmann CH, Singh G, Willert HG, Buchhorn GH. Metallic debris from metal-on-metal total hip arthroplasty regulates periprosthetic tissues. World J Orthop 2014;5:660-6.
13. McGrory BJ, Jacobs JJ, Kwon YM, Fillingham Y. Standardizing terms for tribocorrosion-associated adverse local tissue reaction in total hip arthroplasty. Arthroplast Today 2020;6:196-200.
14. Chang JD, Lee SS, Hur M, Seo EM, Chung YK, Lee CJ. Revision total hip arthroplasty in hip joints with metallosis: a single-center experience with 31 cases. J Arthroplasty 2005;20:568-73.
15. American Joint Replacement Registry (AJRR): 2021 Annual Report. Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS). Available at: https://www.aaos.org/registries/publications/ajrr-annual-report/. Accessed March 31, 2023.
16. Gwam CU, Mistry JB, Mohamed NS, et al. Current Epidemiology of Revision Total Hip Arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013. J Arthroplasty 2017;32:2088-92.

17. Healy WL, Iorio R, Clair AJ, Pellegrini VD, Della Valle CJ, Berend KR. Complications of Total Hip Arthroplasty: Standardized List, Definitions, and Stratification Developed by The Hip Society. Clin Orthop Relat Res 2016;474:357-64.
18. Fritz J, Lurie B, Miller TT. Imaging of hip arthroplasty. Semin Musculoskelet Radiol 2013;17:316-27.
19. Fritz J, Lurie B, Miller TT, Potter HG. MR imaging of hip arthroplasty implants. Radiographics 2014;34:E106-32.
20. Khodarahmi I, Nittka M, Fritz J. Leaps in Technology: Advanced MR Imaging after Total Hip Arthroplasty. Semin Musculoskelet Radiol 2017;21:604-15.
21. Koff MF, Burge AJ, Potter HG. Clinical magnetic resonance imaging of arthroplasty at 1.5 T. J Orthop Res 2020;38:1455-64.
22. Roth TD, Maertz NA, Parr JA, Buckwalter KA, Choplin RH. CT of the hip prosthesis: appearance of components, fixation, and complications. Radiographics 2012;32:1089-107.
23. Blum A, Meyer JB, Raymond A, et al. CT of hip prosthesis: New techniques and new paradigms. Diagn Interv Imaging 2016;97:725-33.
24. Hacking C, Weinrauch P, Whitehouse SL, Crawford RW, Donnelly WJ. Is there a need for routine follow-up after primary total hip arthroplasty? ANZ J Surg 2010;80:737-40.
25. Oswald SG, Van Nostrand D, Savory CG, Anderson JH, Callaghan JJ. The acetabulum: a prospective study of three-phase bone and indium white blood cell scintigraphy following porous-coated hip arthroplasty. J Nucl Med 1990;31:274-80.
26. Oswald SG, Van Nostrand D, Savory CG, Callaghan JJ. Three-phase bone scan and indium white blood cell scintigraphy following porous coated hip arthroplasty: a prospective study of the prosthetic tip. J Nucl Med 1989;30:1321-31.
27. Utz JA, Lull RJ, Galvin EG. Asymptomatic total hip prosthesis: natural history determined using Tc-99m MDP bone scans. Radiology 1986;161:509-12.
28. Tam HH, Bhaludin B, Rahman F, Weller A, Ejindu V, Parthipun A. SPECT-CT in total hip arthroplasty. Clin Radiol 2014;69:82-95.
29. Ullmark G, Nilsson O, Maripuu E, Sorensen J. Analysis of bone mineralization on uncemented femoral stems by [18F]-fluoride-PET: a randomized clinical study of 16 hips in 8 patients. Acta Orthop 2013;84:138-44.
30. Ullmark G, Sorensen J, Nilsson O. Analysis of bone formation on porous and calcium phosphate-coated acetabular cups: a randomised clinical [18F]fluoride PET study. Hip Int 2012;22:172-8.
31. Cooper HJ, Ranawat AS, Potter HG, Foo LF, Koob TW, Ranawat CS. Early reactive synovitis and osteolysis after total hip arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2010;468:3278-85.
32. Filli L, Jungmann PM, Zingg PO, et al. MRI with state-of-the-art metal artifact reduction after total hip arthroplasty: periprosthetic findings in asymptomatic and symptomatic patients. Eur Radiol 2020;30:2241-52.
33. Koff MF, Gao MA, Neri JP, et al. Adverse Local Tissue Reactions are Common in Asymptomatic Individuals After Hip Resurfacing Arthroplasty: Interim Report from a Prospective Longitudinal Study. Clin Orthop Relat Res 2021;479:2633-50.
34. Bozza N, Guindani N, Pezzotta G, Alberto F, Castelli CC. 15-year follow-up of MoM 36-mm ATC: clinical, laboratory, and radiological (CT and MRI) prospective assessment. Hip Int 2020;30:42-51.
35. Kwon YM, Liow MH, Dimitriou D, Tsai TY, Freiberg AA, Rubash HE. What Is the Natural History of "Asymptomatic" Pseudotumours in Metal-on-Metal Hip Arthroplasty? Minimum 4-Year Metal Artifact Reduction Sequence Magnetic Resonance Imaging Longitudinal Study. J Arthroplasty 2016;31:121-6.
36. Matharu GS, Judge A, Eskelinen A, Murray DW, Pandit HG. What is appropriate surveillance for metal-on-metal hip arthroplasty patients? Acta Orthop 2018;89:29-39.
37. Mistry A, Cahir J, Donell ST, Nolan J, Toms AP. MRI of asymptomatic patients with metal-on-metal and polyethylene-on-metal total hip arthroplasties. Clin Radiol 2011;66:540-5.
38. van der Weegen W, Smolders JM, Sijbesma T, Hoekstra HJ, Brakel K, van Susante JL. High incidence of pseudotumours after hip resurfacing even in low risk patients; results from an intensified MRI screening protocol. Hip Int 2013;23:243-9.
39. Lainiala O, Elo P, Reito A, Pajamaki J, Puolakka T, Eskelinen A. Comparison of extracapsular pseudotumors seen in magnetic resonance imaging and in revision surgery of 167 failed metal-on-metal hip replacements. Acta Orthop 2014;85:474-9.

40. Liddle AD, SatchiATCnanda K, Henckel J, et al. Revision of metal-on-metal hip arthroplasty in a tertiary center: a prospective study of 39 hips with between 1 and 4 years of follow-up. Acta Orthop 2013;84:237-45.
41. Nishii T, Sakai T, Takao M, Yoshikawa H, Sugano N. Is ultrasound screening reliable for adverse local tissue reaction after hip arthroplasty? J Arthroplasty 2014;29:2239-44.
42. Chang CY, Huang AJ, Palmer WE. Radiographic evaluation of hip implants. Semin Musculoskelet Radiol 2015;19:12-20.
43. Hart AA, DeMik DE, Brown TS, Noiseux NO. Routine Radiographs After Total Joint Arthroplasty: Is There Clinical Value? J Arthroplasty 2021;36:2431-34.
44. U.S. FDA: Information for Orthopaedic Surgeons. General Recommendations for Orthopaedic Surgeons BEFORE Metal-on-Metal Hip Resurfacing Surgery. Available at: https://www.fda.gov/medical-devices/metal-metal-hip-implants/information-orthopaedic-surgeons. Accessed March 31, 2023.
45. Madanat R, Rolfson O, Donahue GS, et al. Medial Calcar Erosion Is Associated With Synovial Thickness in Patients With ASR XL Total Hip Arthroplasty. J Arthroplasty 2016;31:2588-92.
46. Williams DH, Greidanus NV, Masri BA, Duncan CP, Garbuz DS. Prevalence of pseudotumor in asymptomatic patients after metal-on-metal hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 2011;93:2164-71.
47. Douis H, Dunlop DJ, Pearson AM, O'Hara JN, James SL. The role of ultrasound in the assessment of post-operative complications following hip arthroplasty. Skeletal Radiol 2012;41:1035-46.
48. Kwon YM, Ostlere SJ, McLardy-Smith P, AATCnasou NA, Gill HS, Murray DW. "Asymptomatic" pseudotumors after metal-on-metal hip resurfacing arthroplasty: prevalence and metal ion study. J Arthroplasty 2011;26:511-8.
49. Petscavage-Thomas JM, Ha A. Best Practices: Best Imaging Modality for Surveillance of Metal-on-Metal Hip Arthroplasty. AJR Am J Roentgenol 2021;216:311-17.
50. Low AK, Matharu GS, Ostlere SJ, Murray DW, Pandit HG. How Should We Follow-Up Asymptomatic Metal-on-Metal Hip Resurfacing Patients? A Prospective Longitudinal Cohort Study. J Arthroplasty 2016;31:146-51.
51. Lainiala O, Elo P, Reito A, Pajamaki J, Puolakka T, Eskelinen A. Good sensitivity and specificity of ultrasound for detecting pseudotumors in 83 failed metal-on-metal hip replacements. Acta Orthop 2015;86:339-44.
52. Kwon YM, Dimitriou D, Liow MH, Tsai TY, Li G. Is Ultrasound As Useful As Metal Artifact Reduction Sequence Magnetic Resonance Imaging in Longitudinal Surveillance of Metal-on-Metal Hip Arthroplasty Patients? J Arthroplasty 2016;31:1821-7.
53. Endo Y, Renner L, Schmidt-Braekling T, Mintz DN, Boettner F. Imaging of ceramic liner fractures in total hip arthroplasty: the value of CT. Skeletal Radiol 2015;44:1189-92.
54. Matharu GS, Blanshard O, Dhaliwal K, Judge A, Murray DW, Pandit HG. Patient and Radiographic Factors Help to Predict Metal-on-Metal Hip Resurfacings with Evidence of a Pseudotumor. J Bone Joint Surg Am 2017;99:214-22.
55. Chong AC, MacFadden LN, Piatt BE, Noonan BC. Is Plain Anterior-Posterior Radiograph of the Pelvis Adequate for Assessment of Radiographic Implant Migration Evaluation in Total Hip Arthroplasty? Iowa Orthop J 2020;40:53-60.
56. Kwon YM, An S, Yeo I, Tirumala V, Chen W, Klemt C. Radiographic Risk Factors Associated With Adverse Local Tissue Reaction in Head-Neck Taper Corrosion of Primary Metal-on-Polyethylene Total Hip Arthroplasty. J Am Acad Orthop Surg 2021;29:353-60.
57. Mastel M, Boisvert A, Moore R, Sutherland F, Powell J. Metallosis following hip arthroplasty: two case reports. J Med Case Rep 2022;16:115.
58. Paydar A, Chew FS, Manner PA. Severe Periprosthetic Metallosis and Polyethylene Liner Failure Complicating Total Hip Replacement: The Cloud Sign. Radiol Case Rep 2007;2:115.
59. Su EP, Callander PW, Salvati EA. The bubble sign: a new radiographic sign in total hip arthroplasty. J Arthroplasty 2003;18:110-2.
60. Tigges S, Stiles RG, Roberson JR. Appearance of septic hip prostheses on plain radiographs. AJR Am J Roentgenol 1994;163:377-80.
61. Stumpe KD, Notzli HP, Zanetti M, et al. FDG PET for differentiation of infection and aseptic loosening in total hip replacements: comparison with conventional radiography and three-phase bone scintigraphy. Radiology 2004;231:333-41.

62. Steinert L, Zanetti M, Hodler J, Pfirrmann CW, Dora C, Saupe N. Are radiographic trochanteric surface irregularities associated with abductor tendon abnormalities? Radiology 2010;257:754-63.
63. Barrett MC, Robertson-Waters EE, Whitehouse MR, Blom AW, Berstock JR. Trochanteric spurs and surface irregularities on plain radiography are not predictive of greater trochanteric pain syndrome. Hip Int 2020;30:176-80.
64. Mulcahy H, Chew FS. Current concepts of hip arthroplasty for radiologists: part 2, revisions and complications. AJR Am J Roentgenol 2012;199:570-80.
65. Kwon Y-M, Lombardi AV, Jacobs JJ, Fehring TK, Lewis CG, Cabanela ME. Risk Stratification Algorithm for Management of Patients with Metal-on-Metal Hip Arthroplasty. Journal of Bone and Joint Surgery 2014;96:e4.
66. Matharu GS, Mansour R, Dada O, Ostlere S, Pandit HG, Murray DW. Which imaging modality is most effective for identifying pseudotumours in metal-on-metal hip resurfacings requiring revision: ultrasound or MARS-MRI or both? Bone Joint J 2016;98-B:40-8.
67. Andriamananaivo T, Odri GA, Ollivier M, et al. Contribution of the remaining attachment index in the management of Vancouver B1 periprosthetic hip fracture. Orthop Traumatol Surg Res 2020;106:1413-17.
68. Baba T, Homma Y, Ochi H, et al. Higher reliability and validity of Baba classification with computerised tomography imaging and implant information for periprosthetic femoral fractures. Int Orthop 2015;39:1695-9.
69. Cinotti G, Sinno E, Fornara G, LaTorre G, Giannicola G. Plain films are not accurate in planning internal fixation in vancouver type B1 periprosthetic femoral fractures and in distinguishing between subtypes B1 And B2. Injury 2021;52:1592-96.
70. Marshall RA, Weaver MJ, Sodickson A, Khurana B. Periprosthetic Femoral Fractures in the Emergency Department: What the Orthopedic Surgeon Wants to Know. Radiographics 2017;37:1202-17.
71. Rupp M, Kern S, Ismat A, et al. Computed tomography for managing periprosthetic femoral fractures. A retrospective analysis. BMC Musculoskelet Disord 2019;20:258.
72. Burge AJ. Total hip arthroplasty: MR imaging of complications unrelated to metal wear. Semin Musculoskelet Radiol 2015;19:31-9.
73. Long SS, Surrey D, Nazarian LN. Common sonographic findings in the painful hip after hip arthroplasty. J Ultrasound Med 2012;31:301-12.
74. Ong KL, Kurtz SM, Lau E, Bozic KJ, Berry DJ, Parvizi J. Prosthetic joint infection risk after total hip arthroplasty in the Medicare population. J Arthroplasty 2009;24:105-9.
75. Parvizi J, Gehrke T, International Consensus Group on Periprosthetic Joint I. Definition of periprosthetic joint infection. J Arthroplasty 2014;29:1331.
76. Chen AF, Riedel S. A Case Illustrating the Practical Application of the AAOS Clinical Practice Guideline: Diagnosis and Prevention of Periprosthetic Joint Infection. J Am Acad Orthop Surg 2020;28:e1081-e85.
77. Gomez-Luzuriaga MA, Galan V, Villar JM. Scintigraphy with Tc, Ga and In in painful total hip prostheses. Int Orthop 1988;12:163-7.
78. Kraemer WJ, Saplys R, Waddell JP, Morton J. Bone scan, gallium scan, and hip aspiration in the diagnosis of infected total hip arthroplasty. J Arthroplasty 1993;8:611-6.
79. Tehranzadeh J, Gubernick I, Blaha D. Prospective study of sequential technetium-99m phosphate and gallium imaging in painful hip prostheses (comparison of diagnostic modalities). Clin Nucl Med 1988;13:229-36.
80. Hill DS, Naim S, Powell RJ, Kinsella D, Toms AD, Howell J. 3-phase Technicium-99m bone scanning in patients with pain in the hip region after cemented total hip replacement: a multicentre series of 100 cases. Hip Int 2018;28:259-65.
81. Nagoya S, Kaya M, Sasaki M, Tateda K, Yamashita T. Diagnosis of peri-prosthetic infection at the hip using triple-phase bone scintigraphy. J Bone Joint Surg Br 2008;90:140-4.
82. Reinartz P, Mumme T, Hermanns B, et al. Radionuclide imaging of the painful hip arthroplasty: positron-emission tomography versus triple-phase bone scanning. J Bone Joint Surg Br 2005;87:465-70.
83. Schweizer T, Schiapparelli FF, Rotigliano N, Rasch H, Amsler F, Hirschmann MT. Patterns of bone tracer uptake on SPECT-CT in symptomatic and asymptomatic patients with primary total hip arthroplasty. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2018;45:283-91.
84. Cyteval C, Hamm V, Sarrabere MP, Lopez FM, Maury P, Taourel P. Painful infection at the site of hip prosthesis: CT imaging. Radiology 2002;224:477-83.

85. Isern-Kebschull J, Tomas X, Garcia-Diez AI, et al. Value of multidetector computed tomography for the differentiation of delayed aseptic and septic complications after total hip arthroplasty. Skeletal Radiol 2020;49:893-902.
86. Chryssikos T, Parvizi J, Ghanem E, Newberg A, Zhuang H, Alavi A. FDG-PET imaging can diagnose periprosthetic infection of the hip. Clin Orthop Relat Res 2008;466:1338-42.
87. Mumme T, Reinartz P, Alfer J, Muller-Rath R, Buell U, Wirtz DC. Diagnostic values of positron emission tomography versus triple-phase bone scan in hip arthroplasty loosening. Arch Orthop Trauma Surg 2005;125:322-9.
88. Pill SG, Parvizi J, Tang PH, et al. Comparison of fluorodeoxyglucose positron emission tomography and (111)indium-white blood cell imaging in the diagnosis of periprosthetic infection of the hip. J Arthroplasty 2006;21:91-7.
89. Verberne SJ, Temmerman OPP, Vuong BH, Raijmakers PG. Fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging for diagnosing periprosthetic hip infection: the importance of diagnostic criteria. Int Orthop 2018;42:2025-34.
90. 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.
91. Garcia-Barrecheguren E, Rodriguez Fraile M, Toledo Santana G, Valenti Nin JR, Richter Echevarria JA. [FDG-PET: a new diagnostic approach in hip prosthetic replacement]. Rev Esp Med Nucl 2007;26:208-20.
92. Kiran M, Donnelly TD, Armstrong C, Kapoor B, Kumar G, Peter V. Diagnostic utility of fluorodeoxyglucose positron emission tomography in prosthetic joint infection based on MSIS criteria. Bone Joint J 2019;101-B:910-14.
93. Kwee RM, Broos WA, Brans B, Walenkamp GH, Geurts J, Weijers RE. Added value of 18F-FDG PET/CT in diagnosing infected hip prosthesis. Acta Radiol 2018;59:569-76.
94. 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.
95. 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.
96. 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.
97. Choe H, Inaba Y, Kobayashi N, et al. Use of 18F-fluoride PET to determine the appropriate tissue sampling region for improved sensitivity of tissue examinations in cases of suspected periprosthetic infection after total hip arthroplasty. Acta Orthop 2011;82:427-32.
98. Kobayashi N, Inaba Y, Choe H, et al. Use of F-18 fluoride PET to differentiate septic from aseptic loosening in total hip arthroplasty patients. Clin Nucl Med 2011;36:e156-61.
99. Kumar R, Kumar R, Kumar V, Malhotra R. Comparative analysis of dual-phase 18F-fluoride PET/CT and three phase bone scintigraphy in the evaluation of septic (or painful) hip prostheses: A prospective study. J Orthop Sci 2016;21:205-10.
100. Kumar R, Kumar R, Kumar V, Malhotra R. Potential clinical implication of (18) F-FDG PET/CT in diagnosis of periprosthetic infection and its comparison with (18) F-Fluoride PET/CT. J Med Imaging Radiat Oncol 2016;60:315-22.
101. Perez-Prieto D, Hinarejos P, Alier A, et al. Adherence to a reliable PJI diagnostic protocol minimizes unsuspected positive cultures rate. BMC Musculoskelet Disord 2021;22:653.
102. Carli AV, Abdelbary H, Ahmadzai N, et al. Diagnostic Accuracy of Serum, Synovial, and Tissue Testing for Chronic Periprosthetic Joint Infection After Hip and Knee Replacements: A Systematic Review. J Bone Joint Surg Am 2019;101:635-49.
103. Li R, Li X, Ni M, Zheng QY, Zhang GQ, Chen JY. Anatomic Landmark-Guided Hip Aspiration in the Diagnosis of Periprosthetic Joint Infection. Orthopedics 2021;44:e85-e90.
104. Randelli F, Brioschi M, Randelli P, Ambrogi F, Sdao S, Aliprandi A. Fluoroscopy- vs ultrasound-guided aspiration techniques in the management of periprosthetic joint infection: which is the best? Radiol Med 2018;123:28-35.
105. Tomas X, Bori G, Garcia S, et al. Accuracy of CT-guided joint aspiration in patients with suspected infection status post-total hip arthroplasty. Skeletal Radiol 2011;40:57-64.

106. Blum A, Gondim-Teixeira P, Gabiache E, et al. Developments in imaging methods used in hip arthroplasty: A diagnostic algorithm. Diagn Interv Imaging 2016;97:735-47.
107. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Diagnosis and Prevention of Periprosthetic Joint Infections. Clinical Practice Guideline on the Diagnosis and Prevention of Periprosthetic Joint Infections. Available at: https://www.aaos.org/quality/quality-programs/tumor-infection-and-military-medicine-programs/diagnosis--prevention-of-periprosthetic-joint-infections/. Accessed March 31, 2023.
108. 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.
109. Albano D, Messina C, Zagra L, et al. Failed Total Hip Arthroplasty: Diagnostic Performance of Conventional MRI Features and Locoregional Lymphadenopathy to Identify Infected Implants. J Magn Reson Imaging 2021;53:201-10.
110. Galley J, Sutter R, Stern C, Filli L, Rahm S, Pfirrmann CWA. Diagnosis of Periprosthetic Hip Joint Infection Using MRI with Metal Artifact Reduction at 1.5 T. Radiology 2020;296:98-108.
111. Gao Z, Jin Y, Chen X, et al. Diagnostic Value of MRI Lamellated Hyperintense Synovitis in Periprosthetic Infection of Hip. Orthop Surg 2020;12:1941-46.
112. Schwaiger BJ, Gassert FT, Suren C, et al. Diagnostic accuracy of MRI with metal artifact reduction for the detection of periprosthetic joint infection and aseptic loosening of total hip arthroplasty. Eur J Radiol 2020;131:109253.
113. Aliprandi A, Sconfienza LM, Randelli F, Bandirali M, Di Leo G, Sardanelli F. Magnetic resonance imaging of painful total hip replacement: detection and characterisation of periprosthetic fluid collection and interobserver reproducibility. Radiol Med 2012;117:85-95.
114. Weybright PN, Jacobson JA, Murry KH, et al. Limited effectiveness of sonography in revealing hip joint effusion: preliminary results in 21 adult patients with native and postoperative hips. AJR Am J Roentgenol 2003;181:215-8.
115. van Holsbeeck MT, Eyler WR, Sherman LS, et al. Detection of infection in loosened hip prostheses: efficacy of sonography. AJR Am J Roentgenol 1994;163:381-4.
116. 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.
117. 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.
118. Temmerman OP, Raijmakers PG, Berkhof J, et al. Diagnostic accuracy and interobserver variability of plain radiography, subtraction arthrography, nuclear arthrography, and bone scintigraphy in the assessment of aseptic femoral component loosening. Arch Orthop Trauma Surg 2006;126:316-23.
119. Temmerman OP, Raijmakers PG, David EF, et al. A comparison of radiographic and scintigraphic techniques to assess aseptic loosening of the acetabular component in a total hip replacement. J Bone Joint Surg Am 2004;86:2456-63.
120. Backer HC, Steurer-Dober I, Beck M, et al. Magnetic resonance imaging (MRI) versus single photon emission computed tomography (SPECT/CT) in painful total hip arthroplasty: a comparative multi-institutional analysis. Br J Radiol 2020;93:20190738.
121. Berber R, Henckel J, Khoo M, et al. Clinical Usefulness of SPECT-CT in Patients with an Unexplained Pain in Metal on Metal (MOM) Total Hip Arthroplasty. J Arthroplasty 2015;30:687-94.
122. Kwak HS, Yoo JJ, Lee YK, Koo KH, Yoon KS, Kim HJ. The result of revision total hip arthroplasty in patients with metallosis following a catastrophic failure of a polyethylene liner. Clin Orthop Surg 2015;7:46-53.
123. Kirkham JR, Petscavage JM, Richardson ML. Metallosis: CT findings in a total hip arthroplasty. Radiol Case Rep 2010;5:410.
124. Gillet R, Teixeira P, Bonarelli C, et al. Comparison of radiographs, tomosynthesis and CT with metal artifact reduction for the detection of hip prosthetic loosening. Eur Radiol 2019;29:1258-66.
125. Puri L, Wixson RL, Stern SH, Kohli J, Hendrix RW, Stulberg SD. Use of helical computed tomography for the assessment of acetabular osteolysis after total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 2002;84:609-14.
126. Walde TA, Weiland DE, Leung SB, et al. Comparison of CT, MRI, and radiographs in assessing pelvic osteolysis: a cadaveric study. Clin Orthop Relat Res 2005:138-44.
127. Duffy PJ, Masri BA, Garbuz DS, Duncan CP. Evaluation of patients with pain following total hip replacement. J Bone Joint Surg Am 2005;87:2566-75.

128. Braunstein EM, Cardinal E, Buckwalter KA, Capello W. Bupivicaine arthrography of the post-arthroplasty hip. Skeletal Radiol 1995;24:519-21.
129. Maus TP, Berquist TH, Bender CE, Rand JA. Arthrographic study of painful total hip arthroplasty: refined criteria. Radiology 1987;162:721-7.
130. Crawford RW, Ellis AM, Gie GA, Ling RS. Intra-articular local anaesthesia for pain after hip arthroplasty. J Bone Joint Surg Br 1997;79:796-800.
131. Hayter CL, Koff MF, Potter HG. Magnetic resonance imaging of the postoperative hip. J Magn Reson Imaging 2012;35:1013-25.
132. Burge AJ, Konin GP, Berkowitz JL, Lin B, Koff MF, Potter HG. What is the Diagnostic Accuracy of MRI for Component Loosening in ATC? Clin Orthop Relat Res 2019;477:2085-94.
133. Potter HG, Nestor BJ, Sofka CM, Ho ST, Peters LE, Salvati EA. Magnetic resonance imaging after total hip arthroplasty: evaluation of periprosthetic soft tissue. J Bone Joint Surg Am 2004;86:1947-54.
134. Robinson E, Henckel J, Sabah S, SatchiATCnanda K, Skinner J, Hart A. Cross-sectional imaging of metal-on-metal hip arthroplasties. Can we substitute MARS MRI with CT? Acta Orthop 2014;85:577-84.
135. Ovesen O, Riegels-Nielsen P, Lindequist S, et al. The diagnostic value of digital subtraction arthrography and radionuclide bone scan in revision hip arthroplasty. J Arthroplasty 2003;18:735-40.
136. von Knoch M, Barden B, Saxler G, Loer F. The diagnostic value of digital subtraction arthrography and radionuclide arthrography in revision total hip arthroplasty. Biomed Tech (Berl) 2004;49:351-5.
137. Kwon YM, Khormaee S, Liow MH, Tsai TY, Freiberg AA, Rubash HE. Asymptomatic Pseudotumors in Patients with Taper Corrosion of a Dual-Taper Modular Femoral Stem: MARS-MRI and Metal Ion Study. J Bone Joint Surg Am 2016;98:1735-40.
138. Kwon YM, Rossi D, MacAuliffe J, Peng Y, Arauz P. Risk Factors Associated With Early Complications of Revision Surgery for Head-Neck Taper Corrosion in Metal-on-Polyethylene Total Hip Arthroplasty. J Arthroplasty 2018;33:3231-37.
139. Padgett DE, Su EP, Wright TM, Burge AJ, Potter HG. How Useful Is Magnetic Resonance Imaging in Evaluating Adverse Local Tissue Reaction? J Arthroplasty 2020;35:S63-S67.
140. Mahajan J, Bonner B, Oganesyan R, Yeo I, Klemt C, Kwon YM. MARS MRI Characteristics of Adverse Local Tissue Reactions in Taper Corrosion of Metal-On-Polyethylene ATC Differ From Metal-On-Metal ATC. J Arthroplasty 2020;35:3338-42.
141. Weber MA, Snyder MJ, Workman KK, et al. Comparison of Asymptomatic and Symptomatic Adverse Local Tissue Reaction in Patients With Head-Neck Taper Corrosion. J Arthroplasty 2021;36:S358-S62.
142. Koff MF, Esposito C, Shah P, et al. MRI of ATC Correlates With Implant Wear and Tissue Reactions: A Cross-sectional Study. Clin Orthop Relat Res 2019;477:159-74.
143. Morozov PP, Sana M, McGrory BJ, Farraher SW, Abrahams TG. Comparison of Pre-Revision Magnetic Resonance Imaging and Operative Findings in Mechanically Assisted Crevice Corrosion in Symptomatic Metal-on-Polyethylene Total Hip Arthroplasties. J Arthroplasty 2017;32:2535-45.
144. Robbins GM, Masri BA, Garbuz DS, Duncan CP. Evaluation of pain in patients with apparently solidly fixed total hip arthroplasty components. J Am Acad Orthop Surg 2002;10:86-94.
145. Shemesh SS, Moucha CS, Keswani A, Maher NA, Chen D, Bronson MJ. Trochanteric Bursitis Following Primary Total Hip Arthroplasty: Incidence, Predictors, and Treatment. J Arthroplasty 2018;33:1205-09.
146. Bremer AK, Kalberer F, Pfirrmann CW, Dora C. Soft-tissue changes in hip abductor muscles and tendons after total hip replacement: comparison between the direct anterior and the transgluteal approaches. J Bone Joint Surg Br 2011;93:886-9.
147. Pfirrmann CW, Notzli HP, Dora C, Hodler J, Zanetti M. Abductor tendons and muscles assessed at MR imaging after total hip arthroplasty in asymptomatic and symptomatic patients. Radiology 2005;235:969-76.
148. Ylinen P, Tallroth K, Konttinen YT, Landtman M, Paavilainen T. Arthrography for the diagnosis of abductor avulsion after total hip arthroplasty: a comparison of arthrographic and surgical findings in 33 patients. Acta Orthop 2007;78:340-3.
149. Bancroft LW, Blankenbaker DG. Imaging of the tendons about the pelvis. AJR Am J Roentgenol 2010;195:605-17.
150. Garcia FL, Picado CH, Nogueira-Barbosa MH. Sonographic evaluation of the abductor mechanism after total hip arthroplasty. J Ultrasound Med 2010;29:465-71.

151. 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.