

**American College of Radiology  
ACR Appropriateness Criteria®  
Pruebas de imagen tras la artroplastia de hombro**

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

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

**Resumen:**

La artroplastia de hombro es un procedimiento ortopédico habitual con una tasa de complicaciones de hasta un 39.8% y tasas de revisión de hasta un 11%. Las complicaciones postoperatorias asociadas incluyen dolor relacionado con la actividad, disminución del rango de movimiento y aprensión. Algunos pacientes refieren insatisfacción inmediata y persistente, aunque otros refieren un período postoperatorio asintomático seguido de un aumento del dolor y disminución de la función y movilidad del hombro. Las pruebas de imagen desempeñan un papel importante en el diagnóstico de complicaciones postoperatorias de las artroplastias de hombro. El algoritmo de realización de pruebas de imagen siempre debe comenzar con la radiografía. La selección de la siguiente modalidad de imagen depende de varios factores, incluidos los hallazgos en el estudio de imagen inicial, la sospecha clínica de una lesión ósea versus de tejidos blandos y la sospecha clínica de infección. 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); Imagen; Infección; Aflojamiento protésico; Manguito rotador; Artroplastia de hombro; Trauma

**Resumen del enunciado:** Este artículo proporciona pautas para un óptimo algoritmo de imagen postoperatoria de las prótesis de hombro en una variedad de situaciones clínicas.

Traducido por María Pumar Pérez

**Escenario 1: Seguimiento de rutina del paciente asintomático con una artroplastia primaria de hombro.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Radiografía de hombro	Usualmente apropiado	☼
Ecografía de hombro	Usualmente inapropiado	○
RM de hombro sin y con contraste IV.	Usualmente inapropiado	○
RM de hombro sin contraste IV	Usualmente inapropiado	○
Gammagrafía ósea de 3 fases con SPECT o SPECT/TC de hombro	Usualmente inapropiado	☼☼☼
Gammagrafía ósea de hombro	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de hombro con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de hombro sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de hombro sin contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
PET/TC con fluoruro de base de cráneo a muslo	Usualmente inapropiado	☼☼☼

**Escenario 2: Paciente sintomático con artroplastia primaria de hombro. Imagen inicial**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Radiografía de hombro	Usualmente apropiado	☼
Ecografía de hombro	Usualmente inapropiado	○
RM de hombro sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	○
RM de hombro sin contraste IV	Usualmente inapropiado	○
Gammagrafía ósea de 3 fases con SPECT o SPECT/TC de hombro	Usualmente inapropiado	☼☼☼
Gammagrafía ósea de hombro	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de hombro con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de hombro sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de hombro sin contraste IV	Usualmente inapropiado	☼☼☼
PET/TC con Fluoruro de base de cráneo a medio muslo	Usualmente inapropiado	☼☼☼

**Escenario 3:** Paciente sintomático con artroplastia primaria de hombro, sin haber descartado infección. Pruebas de imagen adicionales tras radiografía.

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Artrocentesis guiada por imagen del hombro	Usualmente apropiado	Varies
Ecografía de hombro	Puede ser apropiado	○
RM de hombro sin y con contraste IV	Puede ser apropiado	○
RM de hombro sin contraste IV	Puede ser apropiado (desacuerdo)	○
Gammagrafía ósea de 3 fases y gammagrafía con leucocitos marcados y gammagrafía con sulfuro coloidal de hombro	Puede ser apropiado	⊕⊕⊕⊕
Gammagrafía ósea de 3 fases y gammagrafía con leucocitos marcados y gammagrafía con sulfuro coloidal con SPECT o SPECT/TC	Puede ser apropiado	
Gammagrafía con leucocitos marcados y gammagrafía con sulfuro coloidal de hombro	Puede ser apropiado (desacuerdo)	⊕⊕⊕⊕
Gammagrafía ósea de 3 fases con SPECT or SPECT/TC del hombro	Usualmente inapropiado	⊕⊕⊕
Gammagrafía ósea de hombro	Usualmente inapropiado	⊕⊕⊕
TC de hombro con contraste IV	Usualmente inapropiado	⊕⊕⊕
TC de hombro sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	⊕⊕⊕
TC de hombro sin contraste IV	Usualmente inapropiado	⊕⊕⊕
PET/TC con Fluoruro de base de cráneo a medio muslo	Usualmente inapropiado	⊕⊕⊕

**Escenario 4:** Paciente sintomático con artroplastia primaria de hombro, habiendo descartado infección. Pruebas de imagen adicionales tras radiografía.

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
RM de hombro sin contraste IV	Usualmente apropiado	○
TC de hombro sin contraste IV	Usualmente apropiado	⊕⊕⊕
Ecografía de hombro	Puede ser apropiado (desacuerdo)	○
Gammagrafía ósea de 3 fases con SPECT o SPECT/TC de hombro	Puede ser apropiado	⊕⊕⊕
RM de hombro sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	○
Gammagrafía ósea de hombro	Usualmente inapropiado	⊕⊕⊕
TC de hombro con contraste IV	Usualmente inapropiado	⊕⊕⊕
TC de hombro sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	⊕⊕⊕
PET/TC con Fluoruro de base de cráneo a medio muslo	Usualmente inapropiado	⊕⊕⊕

**Escenario 5:**

**Paciente sintomático con artroplastia primaria de hombro, habiendo descartado infección. Sospecha de desgarro del manguito rotador u otra alteración de tejidos blandos. Pruebas de imagen adicionales tras radiografía.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Ecografía de hombro	Usualmente apropiado	○
RM de hombro sin contraste IV	Usualmente apropiado	○
Artrografía-TC de hombro	Usualmente apropiado	☢☢☢☢
RM de hombro sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	○
Gammagrafía ósea de 3 fases con SPECT o SPECT/TC de hombro	Usualmente inapropiado	☢☢☢
Gammagrafía ósea de hombro	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de hombro con contraste IV	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de hombro sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	☢☢☢
TC de hombro sin contraste ev	Usualmente inapropiado	☢☢☢
PET/TC con Fluoruro de base de cráneo a medio muslo	Usualmente inapropiado	☢☢☢

## PRUEBAS DE IMAGEN TRAS LA ARTROPLASTIA DE HOMBRO

Panel de expertos en imagen musculoesquelética: Catherine C. Roberts, MD<sup>a</sup>; Darlene F. Metter, MD<sup>b</sup>; Michael G. Fox, MD, MBA<sup>c</sup>; Marc Appel, MD<sup>d</sup>; Shari T. Jawetz, MD<sup>e</sup>; William B. Morrison, MD<sup>f</sup>; Nicholas Nacey, MD<sup>g</sup>; Nicholas Said, MD, MBA<sup>h</sup>; James D. Stensby, MD<sup>i</sup>; Naveen Subhas, MD, MPH<sup>j</sup>; Katherine M. Tynus, MD<sup>k</sup>; Eric A. Walker, MD, MHA<sup>l</sup>; Joseph S. Yu, MD<sup>m</sup>; Mark J. Kransdorf, MD.<sup>n</sup>

### Resumen de la Revisión de Literatura

#### Introducción/Antecedentes

En las últimas dos décadas ha habido un rápido aumento en el número de artroplastias de hombro realizadas en Estados Unidos [1], incluyendo el recubrimiento parcial o completo de la cabeza humeral ( prótesis de superficie), la hemiartroplastia, la artroplastia total de hombro y la artroplastia total invertida de hombro, Las estimaciones más recientes publicadas han reportado un aumento de 2.5 veces en el número de artroplastias de hombro realizadas entre 1998 y 2008, pasando de 19,000 a 47,000 [1, 2]. En general, las artroplastias totales de hombro son las más comunes, superando a las hemiartroplastias en la última década [1].

La mayoría de las artroplastias de hombro se realizan por causas degenerativas. El recubrimiento de la cabeza humeral o prótesis de superficie está indicado en pacientes con osteonecrosis de la cabeza humeral, gran deformidad de Hill-Sachs o artrosis focal. Las hemiartroplastias se realizan típicamente en pacientes con artrosis limitada a la cabeza humeral o en pacientes con fracturas de cabeza humeral conminutas. También se recomiendan las hemiartroplastias en pacientes con stock óseo glenoideo deficiente y en pacientes con mayores comorbilidades preoperatorias debido al menor tiempo intraoperatorio en comparación con la artroplastia total de hombro. Actualmente, se recomienda la artroplastia total de hombro sobre la hemiartroplastia para la artrosis avanzada de hombro debido a su resultado clínico superior.

Las artroplastias totales invertidas de hombro se introdujeron por primera vez en 1987 como una opción de tratamiento para pacientes con un manguito rotador deficiente y se han utilizado como procedimiento de rescate para pacientes con artroplastias totales de hombro fallidas [3, 4]. Las artroplastias totales invertidas de hombro se construyen de manera diferente a las artroplastias totales de hombro para compensar la falta de estabilización relacionada con el manguito rotador deficiente. El componente glenoideo es una esfera metálica redonda (llamada glenoesfera) unida a una placa base a lo largo de la superficie glenoidea, y el componente humeral tiene un margen articular en forma de copa asegurado por un vástago metálico [4]. La construcción mueve el centro de rotación medial y distalmente, lo que permite que el músculo deltoides sirva como principal estabilizador de la artroplastia y la articulación [4]. Además, el centro de rotación más medial y distal disminuye el riesgo de aflojamiento glenoideo [4, 5].

La tasa de complicaciones de las artroplastias de hombro se ha reportado de hasta un 39.8%, y la tasa de revisión de hasta el 11% [6]. Las complicaciones postoperatorias y las condiciones asociadas incluyen insatisfacción de los pacientes, aflojamiento protésico, inestabilidad glenohumeral, desgaste de polietileno, osteólisis, fractura periprotésica, pinzamiento (principalmente con artroplastias totales inversas de hombro), rotura de los tendones del manguito rotador, infección, lesión nerviosa y disfunción del deltoides [3]. La complicación más común de las hemiartroplastias ha sido la erosión de la glena no recubierta (20.6%), mientras que el aflojamiento glenoideo (14.3%) se ha reportado como la complicación más común de las artroplastias totales de hombro [6]. La tasa de complicaciones perioperatorias, como pérdida de sangre, tromboembolismo e infección postoperatoria inmediata, ha demostrado ser similar para ambos tipos de cirugías [7]. Las complicaciones más comunes asociadas a las artroplastias totales invertidas de hombro son el entallado escapular (scapular notching), la luxación, las fracturas periprotésicas, el fallo de la placa base glenoidea y las fracturas acromiales [8, 9].

<sup>a</sup>vRad, Eden Prairie, Minnesota. <sup>b</sup>UT Health San Antonio, San Antonio, Texas. <sup>c</sup>Panel Chair, Mayo Clinic Arizona, Phoenix, Arizona. <sup>d</sup>James J. Peters VA Medical Center, Bronx, New York; American Academy of Orthopaedic Surgeons. <sup>e</sup>Hospital for Special Surgery, New York, New York. <sup>f</sup>Thomas Jefferson University Hospital, Philadelphia, Pennsylvania. <sup>g</sup>University of Virginia Health System, Charlottesville, Virginia. <sup>h</sup>Duke University Medical Center, Durham, North Carolina. <sup>i</sup>University of Missouri Health Care, Columbia, Missouri. <sup>j</sup>Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio. <sup>k</sup>Northwestern Memorial Hospital, Chicago, Illinois; American College of Physicians. <sup>l</sup>Penn State Milton S. Hershey Medical Center, Hershey, Pennsylvania and Uniformed Services University of the Health Sciences, Bethesda, Maryland. <sup>m</sup>The Ohio State University Wexner Medical Center, Columbus, Ohio. <sup>n</sup>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](mailto:publications@acr.org)

Los síntomas relacionados con las dificultades postoperatorias incluyen dolor relacionado con la actividad, disminución del rango de movimiento y aprensión. Algunos pacientes refieren insatisfacción inmediata y persistente, aunque otros refieren un período postoperatorio sin síntomas seguido de un aumento del dolor y disminución de la movilidad y función del hombro [10].

La imagen puede desempeñar un papel importante en el diagnóstico de complicaciones postoperatorias de las artroplastias de hombro. El algoritmo de imagen siempre debe comenzar con la evaluación de los componentes del hardware, alineación y estructuras óseas y de tejidos blandos circundantes. La selección de la siguiente modalidad de imagen depende de varios factores, incluyendo los hallazgos en el estudio de imagen inicial, la sospecha clínica de una lesión ósea versus de tejidos blandos o la sospecha clínica de infección.

### **Consideraciones especiales sobre imágenes**

#### *Artrografía*

La artrografía, utilizando solo imágenes radiográficas o fluoroscópicas, había sido utilizada previamente para detectar roturas del manguito rotador en el contexto de la artroplastia de hombro. Debido a su incapacidad para evaluar la calidad muscular, gradación de roturas parciales y diferenciar entre los tendones del manguito rotador rotos, la artrografía radiográfica convencional ha sido mayormente reemplazada por técnicas de imágenes transversales como la artrografía por TC, la artrografía por RM y la ecografía.

#### *Medicina Nuclear*

El uso de medicina nuclear en la evaluación de complicaciones después de la artroplastia se ha limitado a la evaluación de artroplastias de cadera y rodilla. Debido a la literatura limitada sobre artroplastias de hombro, estos mismos principios fisiológicos se han aplicado a las artroplastias de hombro donde la imagen de radionúclidos no está limitada por el material metálico.

Las gammagrafías óseas con Tc-99m-metilendifosfonato (MDP) son útiles en la evaluación de artroplastias de hombro, especialmente con radiografías normales y preocupación persistente por aflojamiento aséptico, osteomielitis o fracturas periprotésicas. Desafortunadamente, la especificidad de las gammagrafías óseas es baja, y la formación de nuevo hueso puede observarse en la remodelación ósea postoperatoria normal o anormal, en la artropatía neuropática además de en fracturas agudas, infección periprotésica o aflojamiento protésico aséptico.

Las gammagrafías óseas típicas son un estudio de fase única o de 3 fases. La gammagrafía ósea de fase única estándar implica la obtención de imágenes 2 a 3 horas después de la administración de MDP. La gammagrafía ósea de 3 fases consiste en un angiograma obtenido inmediatamente después de la administración, seguido de imágenes del pool vascular e imágenes tardías a las 2-3 horas. El escáner de 3 fases puede ser útil en la evaluación de fracturas agudas y en la diferenciación de osteomielitis aguda de celulitis.

Un escáner óseo de 3 fases positivo a menudo se observa en la artropatía neuropática. El uso de leucocitos marcados con In-111 junto con la imagen de médula ósea, utilizando sulfuro coloidal Tc-99m, puede ayudar a diferenciar la médula ósea reactiva neuropática de la osteomielitis aguda. Las gammagrafías óseas seriadas también pueden ayudar en la evaluación de la remodelación ósea postoperatoria, la fractura periprotésica y el aflojamiento periprotésico aséptico.

El valor de la imagen de leucocitos marcados y médula no solo es diferenciar la artropatía neuropática de la osteomielitis aguda, sino también diferenciar el aflojamiento aséptico de la osteomielitis aguda. Al igual que la artropatía neuropática, el aflojamiento aséptico demostrará actividad de leucocitos marcados y médula espacialmente congruentes, consistente con médula reactiva o hematopoyéticamente activa.

Sin embargo, en la osteomielitis aguda, los leucocitos marcados con In-111 se acumularán, y la captación de médula se suprimirá, lo que resultará en ftopenia en el escaneo de médula de sulfuro coloidal, que es espacialmente incongruente con la actividad de leucocitos marcados. Esta supresión de la médula es un resultado de la infección aguda, que destruye los fagocitos de la médula, y, por lo tanto, la captación del agente de la médula. Por lo tanto, los estudios que demuestran actividad de leucocitos marcados en ausencia de actividad de médula correspondiente son consistentes con osteomielitis.

### **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 las diferentes situaciones.**

#### **Escenario 1: Seguimiento de rutina del paciente asintomático con una artroplastia primaria de hombro.**

##### **Gammagrafía ósea de 3 fases con SPECT o SPECT/TC de hombro**

Un escáner óseo de 3 fases típicamente no se solicita para la evaluación del paciente asintomático. Sin embargo, la tomografía computarizada con emisión de fotón único (SPECT)/TC puede evaluar la osteointegración primaria de una prótesis de hombro sin vástago en el estado postoperatorio reciente.

##### **Gammagrafía ósea de hombro**

No hay literatura relevante que respalde el uso de una gammagrafía ósea del hombro en el seguimiento del paciente asintomático con una artroplastia primaria de hombro.

##### **TC de hombro**

Las exploraciones de TC no se solicitan típicamente para la evaluación del paciente asintomático.

##### **PET/TC con fluoruro del cráneo a la mitad del muslo**

No hay literatura relevante que respalde el uso de PET/TC con fluoruro en el seguimiento del paciente asintomático con una artroplastia primaria de hombro.

##### **RM de hombro**

Las exploraciones de RM no se solicitan típicamente para la evaluación del paciente asintomático.

##### **Radiografía de hombro**

La radiografía es la primera y principal modalidad de imagen utilizada en la evaluación de la artroplastia de hombro. Las radiografías generalmente se solicitan dentro de las 3 a 6 semanas posteriores a la cirugía y consisten en una serie de 2 a 4 proyecciones, dependiendo de la preferencia del cirujano. Estas pueden incluir proyecciones anteroposteriores, anteroposteriores de Grashey, en Y escapular y axilares. Algunos cirujanos también solicitan radiografías intraoperatorias y postoperatorias inmediatas, pero su beneficio, sin una indicación específica, ha sido cuestionado debido a limitaciones inherentes a la naturaleza portátil del examen, dificultades de los pacientes para cooperar con las diversas proyecciones y bajo impacto en la atención general al paciente. La frecuencia de las radiografías de seguimiento varía según la preferencia del cirujano, pero generalmente acompaña a sus visitas de seguimiento entre los 3 meses y el año después de la cirugía. El uso rutinario de imágenes radiográficas en el primer año postoperatorio en pacientes asintomáticos ha sido cuestionado en una evaluación de 2017.

Las radiografías también se solicitan típicamente para exámenes de seguimiento anuales para evaluar cambios a intervalos en el hueso circundante a la prótesis. La presencia de muescas escapulares en radiografías postoperatorias de prótesis totales invertidas de hombro se ha asociado con malos resultados clínicos. El riesgo de aflojamiento aumenta con el tiempo, con cambios radiográficos notables asociados con el aflojamiento encontrados al menos 5 años después de la cirugía, involucrando más comúnmente el componente glenoideo. Las complicaciones tardías que requieren cirugía de revisión, como el aflojamiento, la infección y la fractura, que ocurren hasta 15 años después de la cirugía, sugieren la necesidad de un seguimiento radiográfico a largo plazo cuando estas complicaciones son asintomáticas o su resultado puede afectarse por la detección temprana en radiografías.

##### **Ecografía de hombro**

Las exploraciones ecográficas no se solicitan típicamente para la evaluación del paciente asintomático.

#### **Escenario 2: Paciente sintomático con artroplastia primaria de hombro. Imagen inicial.**

Una artroplastia primaria de hombro sintomática tiene una amplia variedad de causas potenciales que incluyen aflojamiento, infección, fractura periprotésica y rotura del manguito rotador. Las fracturas periprotésicas de la glenoide y el húmero pueden ocurrir intraoperatoriamente y también postoperatoriamente. Las complicaciones relacionadas con la técnica quirúrgica, como el tallado o impactación excesiva, son las razones más comunes de fracturas en el entorno intraoperatorio, con una incidencia reportada del 2.1%. En el entorno postoperatorio, se ha

reportado una incidencia del 1% de fracturas periprotésicas; se ha encontrado que otras comorbilidades médicas de los pacientes (evaluadas mediante el índice de Deyo-Charlson) son factores de riesgo significativos. Las fracturas del húmero se han encontrado más comúnmente que las fracturas de la glenoide. Las fracturas del acromion y la espina de la escápula son más comunes en el contexto de la artroplastia total invertida de hombro y se cree que están relacionadas con una complicación intraoperatoria o, más comúnmente, estrés crónico.

### **Gammagrafía ósea de 3 fases con SPECT o SPECT/CT de hombro**

No hay literatura relevante que respalde el uso de una gammagrafía ósea de 3 fases con SPECT o SPECT/CT como modalidad de imagen de primera línea en el paciente sintomático agudo con una artroplastia primaria de hombro. Al igual que las gammagrafías óseas, las gammagrafías óseas de 3 fases son altamente sensibles para la detección de fracturas periprotésicas, pero tienen baja especificidad.

Las fracturas periprotésicas agudas suelen ser positivas en la gammagrafía ósea de 3 fases y muestran una actividad aumentada focal en el sitio de la fractura, la cual disminuye con el tiempo, correspondiendo a la cicatrización de la fractura. La hiperemia de la fractura también suele resolverse con las fases aguda/subaguda. La adición de SPECT o SPECT/TC mejora el diagnóstico al permitir una localización anatómica más precisa de la nueva formación ósea. La especificidad de las gammagrafías óseas con Tc-99m para fracturas periprotésicas aumenta en prótesis más antiguas una vez que la remodelación postoperatoria ha disminuido.

### **Gammagrafía ósea de hombro**

No hay literatura relevante que respalde el uso de una gammagrafía ósea como modalidad de imagen de primera línea en el paciente sintomático agudo con una artroplastia primaria de hombro. Las gammagrafías óseas de fase única y de 3 fases con Tc-99m son muy sensibles pero poco específicas en el diagnóstico de fracturas postartroplastia, y los hallazgos de imágenes pueden superponerse con otras anomalías como aflojamiento e infección. Sin un angiograma con radionúclidos y una fase de pool vascular, la gammagrafía ósea de fase única no representará la hiperemia peri fractura aguda. Las fracturas periprotésicas agudas suelen ser positivas en la gammagrafía ósea de 3 fases y muestran una actividad aumentada focal en el sitio de la fractura, la cual disminuye con el tiempo, correspondiendo a la cicatrización de la fractura. La hiperemia de la fractura también suele resolverse con las fases aguda/subaguda. La cicatrización no complicada de la fractura puede tardar hasta 2 años antes de que una gammagrafía ósea se normalice. Además, la captación ósea aumentada puede observarse en el sitio de la artroplastia, relacionada con la remodelación ósea postoperatoria durante hasta 1 año después de la cirugía, lo que puede complicar aún más las cosas. La especificidad de la gammagrafía ósea con Tc-99m para fracturas periprotésicas aumenta en prótesis más antiguas una vez que la remodelación postoperatoria ha disminuido y se ha estabilizado.

### **TC de hombro**

La TC no se solicita típicamente para la evaluación inicial de una artroplastia de hombro sintomática. La TC con protocolo de reducción de metal puede utilizarse posteriormente para detectar aflojamiento y para delinear mejor una fractura periprotésica vista en radiografías en términos de grado de desplazamiento, extensión y conminución. La TC también puede utilizarse cuando se sospecha clínicamente una fractura pero las radiografías son negativas, como en el caso de una fractura por estrés acromial sospechada en el paciente con una artroplastia total invertida de hombro.

### **PET/TC con fluoruro del cráneo a la mitad del muslo**

No hay literatura relevante que respalde el uso de PET/TC con fluoruro como modalidad de imagen de primera línea en el paciente sintomático agudo con una artroplastia primaria de hombro.

### **RM de hombro**

La RM no se solicita típicamente para la evaluación inicial de una artroplastia de hombro sintomática, pero, en opinión del comité, puede desempeñar un papel contributivo cuando las fracturas son ocultas en radiografías y/o exámenes de TC. La RM puede identificar la ubicación de la fractura al detectar el edema de médula asociado y, no infrecuentemente, una línea de fractura asociada. La RM también delinea bien las anomalías de tejidos blandos en el contexto de infección y lesión del manguito rotador.

### **Radiografía de hombro**

La radiografía es la primera y principal modalidad de imagen utilizada en la evaluación tanto de la artroplastia de hombro sintomática como asintomática. Los hallazgos en las radiografías pueden usarse para diagnosticar y guiar una evaluación adicional de las anomalías óseas y del manguito rotador. Las radiografías son particularmente

útiles para la detección de fracturas escapulares que pueden ocurrir con traumas relativamente menores en pacientes con prótesis de hombro invertidas.

### **Ecografía de hombro**

Las exploraciones ecográficas no se solicitan típicamente como estudio de primera línea para la evaluación del dolor en el contexto de una artroplastia de hombro. Sin embargo, la ecografía proporciona una evaluación de la integridad del manguito rotador y es capaz de detectar discontinuidad cortical y escalón en el contexto de una fractura después de la artroplastia de hombro.

### **Variante 3: Paciente sintomático con una artroplastia primaria de hombro, sin haber descartado infección. Pruebas de imagen adicionales tras radiografía.**

La infección, incluida la osteomielitis y la artritis séptica, después de una artroplastia total de hombro es una complicación poco común pero potencialmente devastadora, con una prevalencia del 0,7% al 2,9%. La infección es más común en hombres y en un grupo de edad más joven. Se ha informado una tasa de 97% libre de infecciones a los 20 años. Las condiciones subyacentes predisponentes pueden incluir artritis reumatoide, uso de corticosteroides, diabetes, inyecciones repetidas de esteroides intraarticulares y cirugía previa de hombro.

Las tasas de infección son más altas en el contexto de artroplastias totales de hombro invertidas, con un rango del 0,8% al 10%. Se han propuesto causas para esta mayor prevalencia que incluyen un tiempo de procedimiento más prolongado y una curva de aprendizaje más pronunciada para realizar la cirugía, un gran espacio muerto, múltiples operaciones previas y una edad avanzada del paciente.

### **Gammagrafía ósea de 3 fases y gammagrafía de leucocitos marcados y gammagrafía de sulfuro coloidal de hombro**

Para la imagen de infección, los leucocitos marcados con In-111 junto con un estudio de médula ósea con sulfuro coloidal con Tc-99m son una prueba sensible y específica para la osteomielitis aguda. Un estudio aislado de leucocitos marcados con In-111 es una técnica sensible pero no específica para la evaluación de la infección periprotésica aguda dominada por neutrófilos. Su especificidad puede aumentar cuando se interpreta en conjunto con un estudio de sulfuro coloidal con Tc-99m o, de forma menos óptima, con una gammagrafía ósea, que puede no estar indicada si se han realizado ambos estudios de leucocitos marcados con In-111 y sulfuro coloidal [11,30].

La gammagrafía ósea de 3 fases con Tc-99m es una modalidad altamente sensible para identificar la osteólisis y la actividad osteoblástica aumentada debido a la remodelación ósea postoperatoria, el aflojamiento aséptico, la osteomielitis aguda y las fracturas periprotésicas. La especificidad de las gammagrafías óseas aumenta en prótesis más antiguas una vez que la remodelación postoperatoria se ha estabilizado. La actividad aumentada concordante de leucocitos marcados y de la médula ósea es consistente con la médula reactiva vista en el cambio postoperatorio, el aflojamiento aséptico y las fracturas. El cambio postoperatorio y la cicatrización de fracturas tienden a disminuir con el tiempo. La confirmación de fracturas también se puede identificar con imágenes anatómicas (por ejemplo, radiografías o TC con técnicas de reducción de artefactos metálicos). El cambio postoperatorio normal y no complicado tiende a disminuir con el tiempo y se observa hasta 2 años o más después de la cirugía, mientras que el aflojamiento aséptico tiende a progresar. La actividad discordante de leucocitos marcados aumentados y una médula ósea fotopénica es consistente con osteomielitis aguda.

### **Gammagrafía ósea de 3 fases y gammagrafía de leucocitos marcados y gammagrafía de sulfuro coloidal con SPECT o SPECT/TC de hombro**

El uso de imágenes nucleares para la evaluación de la infección periprotésica se ha limitado a la evaluación de artroplastias de cadera y rodilla, pero varios estudios clínicos sugieren anecdóticamente utilizar esta modalidad en artroplastias de hombro.

La gammagrafía ósea de 3 fases con Tc-99m es una modalidad altamente sensible para la detección de osteomielitis aguda en el contexto de radiografías normales, pero sigue siendo baja en especificidad porque los hallazgos de imágenes pueden superponerse con otras anomalías como el aflojamiento mecánico y la osteólisis. Además, puede observarse una captación ósea aumentada en el sitio de la artroplastia, relacionada con la remodelación ósea postoperatoria, hasta 1 año después de la cirugía. La gammagrafía ósea también está limitada en su capacidad para evaluar los tejidos blandos periprotésicos frente a la presencia de un absceso.

La adición de una gammagrafía ósea SPECT/TC mejora la resolución del contraste y la localización anatómica de la captación del radionúclido y proporciona una TC limitada en el área de interés. Una gammagrafía SPECT/TC de pool vascular sobre el área clínica de interés se puede obtener inmediatamente después de las imágenes estáticas

del pool vascular y localiza de forma más precisa los focos de hiperemia. A las 2 o 3 horas después de la administración del radiofármaco y las imágenes estándar de gammagrafía ósea, una segunda gammagrafía SPECT/TC sobre el área o áreas de interés puede localizar la nueva formación ósea, pero sigue siendo no específica. Una gammagrafía ósea de 3 fases positiva puede observarse en infección periprotésica, fractura periprotésica y en el estadio postoperatorio temprano. El cambio postoperatorio y la cicatrización de fracturas tienden a disminuir con el tiempo. La confirmación de fracturas también se puede identificar con imágenes anatómicas (por ejemplo, radiografías o TC con técnicas de reducción de artefactos metálicos). El cambio postoperatorio normal y no complicado tiende a disminuir con el tiempo y se observa hasta 2 años o más después de la cirugía, mientras que el aflojamiento aséptico tiende a progresar. La especificidad de las gammagrafías óseas aumenta en prótesis más antiguas una vez que la remodelación postoperatoria se ha estabilizado.

Para la imagen de infección, los leucocitos marcados con In-111 junto con un estudio de médula ósea con sulfuro coloidal con Tc-99m son sensibles y específicos para la osteomielitis aguda. Un estudio aislado de leucocitos marcados con In-111 es una técnica sensible pero no específica para la evaluación de la infección periprotésica aguda dominada por neutrófilos.

Su especificidad puede aumentar cuando se interpreta en conjunto con un estudio de sulfuro coloidal con Tc-99m o, menos óptimamente, una gammagrafía ósea, que puede no estar indicada si se han realizado ambos estudios de leucocitos marcados con In-111 y sulfuro coloidal. Sin embargo, una gammagrafía ósea de 3 fases positiva puede usarse como una "hoja de ruta" para identificar hueso anormal, que luego puede abordarse específicamente en los estudios posteriores de leucocitos marcados y médula.

La adición de SPECT/TC con los estudios de leucocitos marcados con In-111 y sulfuro coloidal aumenta la resolución de contraste y la localización anatómica de la actividad del radiofármaco. Utilizando imágenes de sustracción en los estudios SPECT/TC (restando el sulfuro coloidal de las imágenes de leucocitos), se puede identificar si un área de interés en la gammagrafía ósea es concordante con actividad similar de leucocitos marcados y médula ósea (médula reactiva) o discordante (actividad de leucocitos con actividad de sulfuro coloidal ausente), lo último consistente con un proceso/osteomielitis piogénico agudo.

### **Gammagrafía ósea de 3 fases con SPECT o SPECT/TC de hombro**

El uso de imágenes nucleares para la evaluación de la infección periprotésica se ha limitado a la evaluación de artroplastias de cadera y rodilla, pero varios estudios clínicos sugieren anecdóticamente utilizar esta modalidad en artroplastias de hombro.

La gammagrafía ósea de tres fases con Tc-99m es una modalidad altamente sensible para la detección de osteomielitis aguda en el contexto de radiografías normales, pero sigue siendo poco específica ya que los hallazgos de imagen pueden superponerse con otras anomalías como el aflojamiento mecánico y la osteólisis [30]. Además, puede observarse un aumento de la captación ósea en el sitio de la artroplastia, relacionado con la remodelación ósea postoperatoria, hasta 1 año después de la cirugía [30]. La gammagrafía ósea también tiene limitaciones en su capacidad para evaluar los tejidos blandos periprotésicos, para detectar la presencia de abscesos.

La adición de una gammagrafía ósea SPECT o SPECT/TC mejora la localización anatómica de la nueva formación ósea pero sigue siendo no específica. Una gammagrafía ósea de 3 fases positiva puede observarse en infección periprotésica, fractura periprotésica y en el estado postoperatorio temprano. El cambio postoperatorio y la cicatrización de fracturas tienden a disminuir con el tiempo. La confirmación de fracturas también se puede realizar con técnicas de imagen anatómicas (por ejemplo, radiografías, o TC con técnica de reducción de artefactos metálicos). El cambio postoperatorio normal y no complicado tiende a disminuir con el tiempo, hasta 2 años o más después de la cirugía, mientras que el aflojamiento aséptico tiende a progresar. La especificidad de las gammagrafías óseas aumenta en prótesis más antiguas una vez que la remodelación postoperatoria se ha estabilizado.

### **Artrocentesis guiada por imagen de hombro**

La artrocentesis de hombro debe realizarse cuando exista sospecha clínica de una artroplastia de hombro infectada, con o sin evidencia radiográfica de infección, para evitar los cambios destructivos en los tejidos blandos y óseos que pueden resultar de una infección no tratada. Los procedimientos de artrocentesis guiados por imagen proporcionan un medio mínimamente invasivo para tomar muestras de líquido de la articulación sospechosa de infección. La artrocentesis del hombro se puede realizar guiada por fluoroscopia, ecografía y TC. Guiada por RM es posible, pero raramente utilizada. Se puede realizar una artrografía junto con la artrocentesis, cuando se realiza bajo fluoroscopia o TC, para confirmar el origen intraarticular de cualquier líquido aspirado, así como para evaluar cualquier extensión del proceso infeccioso hacia las bursas adyacentes, tractos sinusales ó abscesos.

### **Gammagrafía ósea de hombro**

El uso de imágenes nucleares para la evaluación de la infección periprotésica se ha limitado a la evaluación de artroplastias de cadera y rodilla, pero varios estudios clínicos sugieren anecdóticamente utilizar esta modalidad en artroplastias de hombro.

La gammagrafía ósea con Tc-99m estándar es una modalidad sensible para la identificación de hueso anormal en la osteomielitis aguda, particularmente en el contexto de radiografías normales. Sin embargo, la gammagrafía ósea de 3 fases a menudo se prefiere para evaluar la hiperemia asociada en la fractura aguda y la osteomielitis aguda. Las gammagrafías óseas siguen siendo poco específicas ya que los hallazgos de imagen pueden superponerse con otras anomalías, como el aflojamiento mecánico con osteólisis, fractura periprotésica y remodelación ósea postartroplastia, que puede observarse hasta 1 año después de la cirugía. El cambio postoperatorio y la cicatrización de fracturas tienden a disminuir con el tiempo. La confirmación de fracturas también se puede identificar con técnicas de imagen anatómicas (por ejemplo, radiografías o TC con técnica de reducción de artefactos metálicos). El cambio postoperatorio normal y no complicado tiende a disminuir con el tiempo y se observa hasta 2 años o más después de la cirugía, mientras que el aflojamiento aséptico tiende a progresar. La especificidad de las gammagrafías óseas para la fractura o infección periprotésica aumenta en prótesis más antiguas una vez que la remodelación postoperatoria se ha estabilizado.

### **TC de Hombro**

La tomografía computarizada con protocolo de reducción de metal puede confirmar los hallazgos observados en las radiografías y puede afinar aún más el diagnóstico diferencial en un paciente con sospecha de infección periprotésica, así como ayudar en la planificación preoperatoria [3]. La tomografía computarizada puede desempeñar un papel más importante después de la extracción del material protésico y el desbridamiento en un paciente con infección, ya que puede ayudar a cuantificar la cantidad de hueso remanente que se puede utilizar para la artroplastia de revisión [3]. También se puede utilizar la tomografía computarizada para evaluar los tejidos blandos circundantes en busca de infección y para ayudar en la planificación antes de la artrocentesis guiada por imagen. La administración de contraste intravenoso (IV) mejora la evaluación de tejidos blandos adyacentes, colecciones líquidas/abscesos y tractos sinusales.

### **PET/TC con fluoruro de la Base del Cráneo a la Mitad del Muslo**

No hay literatura relevante que respalde el uso de PET/TC de fluoruro para el estudio de un paciente sintomático con una artroplastia primaria de hombro cuando no se ha excluido la infección.

### **RM de Hombro**

La resonancia magnética con protocolo de reducción de metal puede desempeñar un papel útil en el diagnóstico [37,38] y la evaluación de la infección periprotésica, especialmente cuando otras modalidades no confirman la sospecha clínica de infección. Con la resonancia magnética podemos ver alteraciones óseas y de tejidos blandos asociadas con la infección periprotésica [28,39]. La resonancia magnética puede mostrar edema de la médula ósea sugestivo de osteomielitis y también la destrucción ósea relacionada con osteomielitis, lo que puede ser difícil de observar en radiografías. La resonancia magnética también puede mostrar derrame articular, edema de tejidos blandos adyacentes y colecciones líquidas sugestivas de abscesos. La administración de contraste intravenoso mejora la evaluación de tejidos blandos adyacentes, colecciones líquidas/abscesos y tractos sinusales.

### **Ecografía de Hombro**

Se están solicitando cada vez más ecografías para la evaluación de la infección periprotésica, en el contexto de la artroplastia de hombro, para evaluar derrame articular e infección de tejidos blandos circundantes. La ecografía puede ser útil para la evaluación de un derrame articular, distensión bursal y los tejidos blandos circundantes en busca de signos de infección, incluidos los abscesos [40-42], que necesitan aspiración y análisis para determinar la presencia de infección e identificación del microorganismo subyacente. La ecografía es útil para evaluar los tejidos blandos circundantes en busca de infección y ayudar a la planificación previa a la artrocentesis guiada por imagen, para evitar la siembra de un derrame articular estéril a partir de una infección de tejidos blandos subyacente.

### **Gammagrafía ósea y Gammagrafía con Sulfuro Coloidal de Hombro**

Para la evaluación por imagen de la infección, la gammagrafía con glóbulos blancos marcados con In-111 en conjunto con la gammagrafía de la médula ósea con sulfuro coloidal de Tc-99m es una prueba sensible y específica. Un estudio aislado de glóbulos blancos marcados con In-111 es una técnica sensible pero no específica para la evaluación de la infección periprotésica aguda dominada por neutrófilos [11]. Su especificidad puede aumentar cuando se interpreta junto con la gammagrafía con sulfuro coloidal de Tc-99m o, de forma menos óptima, con la

gammagrafía ósea; esta última puede no estar indicada si se han realizado tanto la gammagrafía con glóbulos blancos marcados con In-111 como la gammagrafía con sulfuro coloidal [11,21,30].

#### **Variante 4: Paciente sintomático con artroplastia primaria de hombro, habiendo descartado infección. Pruebas de imagen adicionales tras radiografía.**

El aflojamiento aséptico, también conocido como aflojamiento mecánico, se refiere a una alteración del material protésico de causa no infecciosa. Una de las causas más comunes de aflojamiento aséptico es la osteólisis, una respuesta a cuerpo extraño, al desgaste y descomposición de los componentes del material protésico, como el revestimiento acetabular de polietileno, el cemento y/o los elementos metálicos. La osteólisis puede causar una pérdida ósea extensa, a menudo asintomática. Aunque este proceso ha sido descrito ampliamente en la literatura para la artroplastia de cadera, la literatura sobre el tema es escasa en pacientes con artroplastias de hombro.

#### **Gammagrafía ósea de 3 fases con SPECT o SPECT/CT de hombro**

La gammagrafía ósea de 3 fases con Tc-99m es una modalidad altamente sensible para la detección de osteomielitis aguda en el contexto de radiografías normales, pero sigue siendo baja en especificidad porque los hallazgos de imágenes pueden superponerse con otras anomalías, como el aflojamiento mecánico con osteólisis y fractura periprotésica. Además, puede identificarse un aumento de la captación ósea en el sitio de la artroplastia, relacionado con la remodelación ósea postoperatoria hasta 1 año después de la cirugía.

La adición de SPECT o SPECT/CT mejora la localización anatómica de la remodelación ósea activa, sin embargo, sigue siendo no específica. Una gammagrafía ósea de 3 fases positiva puede observarse en el estado postoperatorio temprano, fractura periprotésica, aflojamiento protésico aséptico e infección periprotésica. El cambio postoperatorio y la cicatrización de fracturas tienden a disminuir con el tiempo. La confirmación de fracturas también puede identificarse con imágenes anatómicas (por ejemplo, radiografías o TC con técnicas de reducción de artefactos metálicos). El SPECT/CT también tiene el potencial de diferenciar el entallado escapular (scapular notching) sintomático del asintomático asociado con prótesis invertidas de hombro. El cambio postoperatorio normal y no complicado tiende a disminuir con el tiempo y se observa hasta 2 años o más después de la cirugía, mientras que el aflojamiento aséptico tiende a progresar. La especificidad de las gammagrafías óseas para complicaciones periprotésicas aumenta en prótesis más antiguas una vez que la remodelación postoperatoria se ha estabilizado.

#### **Gammagrafía ósea de hombro**

La gammagrafía ósea de fase única con Tc-99m es una modalidad sensible para el diagnóstico de aflojamiento en el contexto de radiografías normales, pero sigue siendo baja en especificidad porque los hallazgos de imágenes pueden superponerse con otras anomalías como la remodelación ósea postoperatoria, fractura periprotésica e infección. La captación periprotésica aumentada normal y no complicada relacionada con la remodelación ósea postoperatoria tiende a disminuir con el tiempo y se observa hasta 2 años o más después de la cirugía, mientras que el aflojamiento aséptico generalmente tiende a progresar. La especificidad de las gammagrafías óseas para fractura, aflojamiento o infección periprotésica aumenta en prótesis más antiguas una vez que la remodelación postoperatoria se ha estabilizado.

#### **TC de hombro**

La TC desempeña un papel importante en la evaluación del paciente con posible aflojamiento, ya que puede pasar desapercibido o evaluarse de forma incompleta con radiografías. Con la TC se pueden evaluar mejor los componentes protésicos y el stock óseo circundante. La TC también puede valorar cambios en la alineación de los componentes con el paso del tiempo.

Las imágenes pueden verse degradadas debido al artefacto de endurecimiento del haz y otros artefactos relacionados con el material protésico, especialmente en los escáneres de TC más antiguos. El uso de software de reducción de metal más reciente ha disminuido las limitaciones relacionadas con el artefacto, mejorando las evaluaciones. Además, la TC de doble energía, empleando software de eliminación de calcio virtual, puede proporcionar información útil sobre la presencia de edema medular. La TC también se puede utilizar para evaluar la densidad ósea alrededor de las prótesis, lo cual puede ser un predictor de aflojamiento.

Los protocolos de reducción de metal y las modificaciones en la posición del paciente han mejorado en gran medida la capacidad de la TC para evaluar las complicaciones asociadas a la artroplastia de hombro. Sin embargo, hay escasos estudios que evalúen el beneficio de la TC en pacientes con complicaciones postoperatorias. En algunos estudios, todos ellos con reducido número de pacientes, se ha encontrado que la TC, en comparación con las radiografías, demuestra mejor algunos hallazgos como la radiolucencia periprotésica, la osteólisis, la mala posición

del componente protésico y migración de componentes, así como el grado de integración ósea a lo largo de la glenoide, cuya deficiencia se ha asociado con el riesgo de fracaso. La evaluación de la reabsorción del injerto óseo sigue estando limitada en la TC debido al artefacto metálico. Las técnicas de TC de doble energía con eliminación virtual de calcio, aunque aún no se han estudiado específicamente en el hombro postoperatorio, pueden proporcionar información útil sobre el edema medular asociado con las anomalías mencionadas anteriormente. La adición de contraste intraarticular o IV no mejora la evaluación.

#### **PET/TC con fluoruro de la base del cráneo a la mitad del muslo**

No hay literatura relevante que respalde el uso de PET/TC de fluoruro después de la radiografía en un paciente sintomático con una artroplastia primaria de hombro, habiendo excluido infección.

#### **RM de hombro**

Los avances en la RM con una calidad de imagen mejorada y reducción del artefacto metálico han hecho que esta modalidad sea una técnica más factible para el diagnóstico de aflojamiento del componente, desgarramiento del manguito de los rotadores y, en presencia de hemiartróplastia, desgaste del cartílago glenoideo.

Debido a los avances en los protocolos de reducción de metal para la RM y los estudios de investigación que muestran el beneficio de la RM, puede ser efectiva en la evaluación del aflojamiento aséptico.

#### **Ecografía de hombro**

La ecografía tiene limitaciones en la capacidad para evaluar complicaciones óseas, como el aflojamiento.

#### **Variante 5: Paciente sintomático con artroplastia primaria de hombro, habiendo descartado infección. Sospecha de desgarramiento del manguito rotador u otra alteración de tejidos blandos. Pruebas de imagen adicionales tras radiografía.**

La prevalencia de roturas del manguito rotador después de la colocación de la artroplastia es de hasta el 1.3% [3]. Las roturas de tendón subescapular pueden presentarse con signos clínicos y radiográficos de inestabilidad anterior del hombro, incluyendo diversos grados de subluxación anterior así como subluxación franca del componente de la cabeza humeral en relación con la glenoide [6,10].

#### **Gammagrafía ósea de 3 fases con SPECT o SPECT/CT de hombro**

Las pruebas de medicina nuclear no se emplean típicamente para la evaluación de alteraciones en tendones del manguito rotador.

#### **Gammagrafía ósea de hombro**

Las pruebas de medicina nuclear no se emplean típicamente para la evaluación de alteraciones en tendones del manguito rotador.

#### **Artrografía-TC de hombro**

La resolución del contraste de tejidos está limitada de forma inherente en la TC, lo cual disminuye su capacidad para detectar roturas del manguito rotador. Se puede realizar una artrografía-TC cuando hay sospecha de rotura tendinosa del manguito rotador. La artrografía TC puede ser un método efectivo para evaluar el manguito rotador y detectar cualquier patología asociada. Sin embargo, la técnica es relativamente débil en su capacidad para evaluar la extensión de roturas parciales del manguito rotador, así como en identificar la ubicación exacta de la rotura en comparación con la resonancia magnética. La presencia y el grado de reemplazo graso muscular también pueden usarse como un signo indirecto de una rotura del manguito rotador. La administración de contraste IV no mejora la evaluación.

#### **TC de hombro**

La resolución del contraste de tejidos está limitada de forma inherente en la TC, lo cual disminuye su capacidad para detectar roturas del manguito rotador. La TC se muestra prometedora en la evaluación de la ubicación de los componentes glenoideo y humeral de la prótesis de hombro invertida en el contexto de pinzamiento de tejidos blandos. La administración de contraste IV no mejora la evaluación.

#### **PET/TC con Fluoruro de la base del cráneo a la mitad del muslo**

Las pruebas de medicina nuclear no se emplean típicamente para la evaluación de alteraciones en tendones del manguito rotador.

## Resonancia Magnética de Hombro

Los avances en la RM con una calidad de imagen mejorada y reducción del artefacto metálico han hecho que esta modalidad sea una técnica más factible para el diagnóstico de aflojamiento del componente, desgarró del manguito de los rotadores y, en presencia de hemiartroplastia, desgaste del cartilago glenoideo.

La resonancia magnética se puede utilizar para evaluar roturas de tendones del manguito rotador en el contexto de una artroplastia de hombro [38,39]. Las técnicas avanzadas de reducción de artefactos metálicos pueden reducir el artefacto relacionado con la prótesis y, por lo tanto, mejorar la visualización de los tendones del manguito rotador y cualquier patología asociada [37,38]. En comparación con otras técnicas de imagen, la resonancia magnética también puede proporcionar una evaluación más global de los componentes de la artroplastia, así como de los tejidos blandos circundantes [37,38]. La resonancia magnética con técnicas de reducción de artefactos metálicos también puede demostrar el fracaso de la reparación del tendón subescapular en el contexto de la artroplastia, la ubicación más común para la patología del manguito rotador en este escenario [38].

Existen múltiples técnicas utilizadas para liberar el tendón subescapular durante la colocación de la artroplastia, incluyendo tenotomía, osteotomía y pelado [10]. Todas estas técnicas pueden predisponer a la pérdida de función y rotura del tendón subescapular y a dolor e inestabilidad anterior, lo que puede ser difícil de diagnosticar en la exploración física [10,63]. Esto subraya la importancia de la imagen en este entorno. La administración de contraste intraarticular puede mejorar la evaluación de roturas parciales, superficiales y completas del manguito rotador, aunque esto depende del grado de artefacto relacionado con la prótesis (y cualquier reducción proporcionada por técnicas avanzadas). La administración de contraste IV no mejora significativamente la evaluación.

## Ecografía de Hombro

La ecografía es una opción confiable para evaluar roturas del manguito rotador en el contexto de una artroplastia de hombro [41]. A diferencia de la evaluación por resonancia magnética, no hay artefacto relacionado con la prótesis que dificulte la visualización del manguito rotador en la ecografía. Las roturas de los tendones supraespinoso, infraespinoso y subescapular, así como la patología del tendón largo del bíceps y de la bursa subacromial/subdeltoidea, se pueden diagnosticar con ecografía [41]. Se ha evidenciado que la evaluación ecográfica del tendón subescapular es más fiable que la exploración física en el contexto de una reparación previa del tendón y colocación de la artroplastia [63]. La integridad del tendón subescapular después de la colocación de una prótesis de hombro invertida también se evalúa bien mediante ecografía, aunque la relevancia clínica de esta integridad no está clara actualmente [64].

## Resumen de Recomendaciones

- **Escenario 1:** Las radiografías de hombro suelen ser apropiadas para el seguimiento de rutina de pacientes asintomáticos con artroplastia primaria de hombro.
- **Escenario 2:** Las radiografías del hombro suelen ser apropiadas para la evaluación inicial de pacientes sintomáticos con artroplastia primaria de hombro.
- **Escenario 3:** Tras las radiografías, la artrocentesis de hombro guiada por imagen suele ser apropiada en pacientes con artroplastia primaria de hombro cuando no se ha descartado infección. En este contexto, el panel no estuvo de acuerdo en recomendar resonancia magnética (RM) de hombro sin contraste IV ni gammagrafía con leucocitos (WBC) de hombro o gammagrafía con sulfuro coloidal. No existe literatura médica suficiente para concluir si estos pacientes se beneficiarían o no de estos procedimientos. La realización de imágenes con estos procedimientos es controvertida en esta población de pacientes, pero puede ser apropiada.
- **Escenario 4:** Tras las radiografías, la RM del hombro sin contraste IV o la TC del hombro sin contraste IV suelen ser apropiadas en pacientes con una artroplastia primaria de hombro cuando se sospecha aflojamiento y se ha excluido la infección. En este contexto, el panel no estuvo de acuerdo en recomendar ecografía (US) del hombro. Existe una literatura médica insuficiente para concluir si estos pacientes se beneficiarían o no de este procedimiento. La realización de estos procedimientos es controvertida en esta población de pacientes, pero puede ser apropiada.
- **Escenario 5:** Tras las radiografías, la ecografía de hombro o la RM de hombro sin contraste IV o la artrografía-TC de hombro suelen ser apropiadas en pacientes con artroplastia primaria de hombro cuando se sospecha una rotura del manguito rotador u otra alteración de tejidos blandos y se ha descartado la infección. Estos procedimientos son alternativas equivalentes (es decir, solo se ordenará un procedimiento para proporcionar la información clínica necesaria 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](http://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® [65].

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
○	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".

## References

- Kim SH, Wise BL, Zhang Y, Szabo RM. Increasing incidence of shoulder arthroplasty in the United States. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93:2249-54.
- Dillon MT, Chan PH, Inacio MCS, Singh A, Yian EH, Navarro RA. Yearly Trends in Elective Shoulder Arthroplasty, 2005-2013. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2017;69:1574-81.
- Bohsali KI, Wirth MA, Rockwood CA, Jr. Complications of total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:2279-92.
- Ha AS, Petscavage JM, Chew FS. Current concepts of shoulder arthroplasty for radiologists: Part 2--Anatomic and reverse total shoulder replacement and nonprosthetic resurfacing. *AJR Am J Roentgenol* 2012;199:768-76.
- Jazayeri R, Kwon YW. Evolution of the reverse total shoulder prosthesis. *Bull NYU Hosp Jt Dis* 2011;69:50-5.
- Gonzalez JF, Alami GB, Baque F, Walch G, Boileau P. Complications of unconstrained shoulder prostheses. *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20:666-82.
- Shields E, Iannuzzi JC, Thorsness R, Noyes K, Voloshin I. Perioperative complications after hemiarthroplasty and total shoulder arthroplasty are equivalent. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23:1449-53.
- Cheung E, Willis M, Walker M, Clark R, Frankle MA. Complications in reverse total shoulder arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 2011;19:439-49.
- Anakwenze O, Fokin A, Chocas M, et al. Complications in total shoulder and reverse total shoulder arthroplasty by body mass index. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:1230-37.
- Wiater BP, Moravek JE, Jr., Wiater JM. The evaluation of the failed shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23:745-58.
- Palestro CJ, Love C, Tronco GG, Tomas MB, Rini JN. Combined labeled leukocyte and technetium 99m sulfur colloid bone marrow imaging for diagnosing musculoskeletal infection. *Radiographics* 2006;26:859-70.
- Berth A, Marz V, Wissel H, Awiszus F, Amthauer H, Lohmann CH. SPECT/CT demonstrates the osseointegrative response of a stemless shoulder prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg* 2016;25:e96-103.
- Sheridan BD, Ahearn N, Tasker A, Wakeley C, Sarangi P. Shoulder arthroplasty. Part 2: normal and abnormal radiographic findings. *Clin Radiol* 2012;67:716-21.
- Namdari S, Hsu JE, Baron M, Huffman GR, Glaser D. Immediate postoperative radiographs after shoulder arthroplasty are often poor quality and do not alter care. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471:1257-62.
- Dempsey IJ, Kew ME, Cancienne JM, Werner BC, Brockmeier SF. Utility of postoperative radiography in routine primary total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:e222-e26.
- Raiss P, Schnetzke M, Wittmann T, et al. Postoperative radiographic findings of an uncemented convertible short stem for anatomic and reverse shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28:715-23.
- Mollon B, Mahure SA, Roche CP, Zuckerman JD. Impact of scapular notching on clinical outcomes after reverse total shoulder arthroplasty: an analysis of 476 shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:1253-61.
- Fox TJ, Foruria AM, Klika BJ, Sperling JW, Schleck CD, Cofield RH. Radiographic survival in total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2013;22:1221-7.

19. Singh JA, Sperling J, Schleck C, Harmsen W, Cofield R. Periprosthetic fractures associated with primary total shoulder arthroplasty and primary humeral head replacement: a thirty-three-year study. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94:1777-85.
20. Jacene H, Goetze S, Patel H, Wahl R, Ziessman H. Advantages of Hybrid SPECT/CT vs SPECT Alone. *The Open Medical Imaging Journal* 2008;2:67-79.
21. Love C, Marwin SE, Palestro CJ. Nuclear medicine and the infected joint replacement. *Semin Nucl Med* 2009;39:66-78.
22. Matin P. The appearance of bone scans following fractures, including immediate and long-term studies. *J Nucl Med* 1979;20:1227-31.
23. Kepler CK, Nho SJ, Bansal M, et al. Radiographic and histopathologic analysis of osteolysis after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19:588-95.
24. Neyton L, Erickson J, Ascione F, Bugelli G, Lunini E, Walch G. Grammont Award 2018: Scapular fractures in reverse shoulder arthroplasty (Grammont style): prevalence, functional, and radiographic results with minimum 5-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg* 2019;28:260-67.
25. Steiner GM, Sprigg A. The value of ultrasound in the assessment of bone. *Br J Radiol* 1992;65:589-93.
26. Singh JA, Sperling JW, Schleck C, Harmsen WS, Cofield RH. Periprosthetic infections after total shoulder arthroplasty: a 33-year perspective. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21:1534-41.
27. Sperling JW, Hawkins RJ, Walch G, Zuckerman JD. Complications in total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95:563-9.
28. Dodson CC, Craig EV, Cordasco FA, et al. Propionibacterium acnes infection after shoulder arthroplasty: a diagnostic challenge. *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19:303-7.
29. Farshad M, Gerber C. Reverse total shoulder arthroplasty-from the most to the least common complication. *Int Orthop* 2010;34:1075-82.
30. Thelu-Vanysacker M, Frederic P, Charles-Edouard T, Alban B, Nicolas B, Tanguy B. SPECT/CT in Postoperative Shoulder Pain. *Semin Nucl Med* 2018;48:469-82.
31. Lee SJ, Won KS, Choi HJ, Choi YY. Early-Phase SPECT/CT for Diagnosing Osteomyelitis: A Retrospective Pilot Study. *Korean J Radiol* 2021;22:604-11.
32. Phillips WT, Gorzell BC, Martinez RA, et al. Fewer-Angle SPECT/CT Blood Pool Imaging for Infection and Inflammation. *J Nucl Med Technol* 2021;49:39-43.
33. Cuvilliers C, Icard N, Meneret P, Palard-Novello X, Girard A. Blood-Pool SPECT/CT in Chronic Ankle Tendinopathy. *Clin Nucl Med* 2020;45:e457-e58.
34. Lin HM, Learch TJ, White EA, Gottsegen CJ. Emergency joint aspiration: a guide for radiologists on call. *Radiographics* 2009;29:1139-58.
35. Hansford BG, Stacy GS. Musculoskeletal aspiration procedures. *Semin Intervent Radiol* 2012;29:270-85.
36. Hecker A, Jungwirth-Weinberger A, Bauer MR, Tondelli T, Uckay I, Wieser K. The accuracy of joint aspiration for the diagnosis of shoulder infections. *J Shoulder Elbow Surg* 2020;29:516-20.
37. Hayter CL, Koff MF, Shah P, Koch KM, Miller TT, Potter HG. MRI after arthroplasty: comparison of MAVRIC and conventional fast spin-echo techniques. *AJR Am J Roentgenol* 2011;197:W405-11.
38. Nwawka OK, Konin GP, Sneag DB, Gulotta LV, Potter HG. Magnetic resonance imaging of shoulder arthroplasty: review article. *HSS J* 2014;10:213-24.
39. Sperling JW, Potter HG, Craig EV, Flatow E, Warren RF. Magnetic resonance imaging of painful shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:315-21.
40. Jerosch J, Schneppenheim M. Management of infected shoulder replacement. *Arch Orthop Trauma Surg* 2003;123:209-14.
41. Sofka CM, Adler RS. Original report. Sonographic evaluation of shoulder arthroplasty. *AJR Am J Roentgenol* 2003;180:1117-20.
42. Hadduck TA, van Holsbeeck MT, Girish G, et al. Value of ultrasound before joint aspiration. *AJR Am J Roentgenol* 2013;201:W453-9.
43. Amstutz HC, Campbell P, Kossovsky N, Clarke IC. Mechanism and clinical significance of wear debris-induced osteolysis. *Clin Orthop Relat Res* 1992:7-18.
44. Harris WH, Schiller AL, Scholler JM, Freiberg RA, Scott R. Extensive localized bone resorption in the femur following total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58:612-8.
45. Schmalzried TP, Jasty M, Harris WH. Periprosthetic bone loss in total hip arthroplasty. Polyethylene wear debris and the concept of the effective joint space. *J Bone Joint Surg Am* 1992;74:849-63.

46. Wirth MA, Agrawal CM, Mabrey JD, et al. Isolation and characterization of polyethylene wear debris associated with osteolysis following total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:29-37.
47. Gregory T, Hansen U, Khanna M, et al. A CT scan protocol for the detection of radiographic loosening of the glenoid component after total shoulder arthroplasty. *Acta Orthop* 2014;85:91-6.
48. Gosangi B, Mandell JC, Weaver MJ, et al. Bone Marrow Edema at Dual-Energy CT: A Game Changer in the Emergency Department. *Radiographics* 2020;40:859-74.
49. Ricchetti ET, Jun BJ, Cain RA, et al. Sequential 3-dimensional computed tomography analysis of implant position following total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27:983-92.
50. Pessis E, Campagna R, Sverzut JM, et al. Virtual monochromatic spectral imaging with fast kilovoltage switching: reduction of metal artifacts at CT. *Radiographics* 2013;33:573-83.
51. Shim E, Kang Y, Ahn JM, et al. Metal Artifact Reduction for Orthopedic Implants (O-MAR): Usefulness in CT Evaluation of Reverse Total Shoulder Arthroplasty. *AJR Am J Roentgenol* 2017;209:860-66.
52. Subhas N, Polster JM, Obuchowski NA, et al. Imaging of Arthroplasties: Improved Image Quality and Lesion Detection With Iterative Metal Artifact Reduction, a New CT Metal Artifact Reduction Technique. *AJR Am J Roentgenol* 2016;207:378-85.
53. Pache G, Krauss B, Strohm P, et al. Dual-energy CT virtual noncalcium technique: detecting posttraumatic bone marrow lesions--feasibility study. *Radiology* 2010;256:617-24.
54. Jun BJ, Vasanji A, Ricchetti ET, et al. Quantification of regional variations in glenoid trabecular bone architecture and mineralization using clinical computed tomography images. *J Orthop Res* 2018;36:85-96.
55. Vidil A, Valenti P, Guichoux F, Barthas JH. CT scan evaluation of glenoid component fixation: a prospective study of 27 minimally cemented shoulder arthroplasties. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2013;23:521-5.
56. Ferreira LM, Knowles NK, Richmond DN, Athwal GS. Effectiveness of CT for the detection of glenoid bone graft resorption following reverse shoulder arthroplasty. *Orthop Traumatol Surg Res* 2015;101:427-30.
57. Mallo GC, Burton L, Coats-Thomas M, Daniels SD, Sinz NJ, Warner JJ. Assessment of painful total shoulder arthroplasty using computed tomography arthrography. *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24:1507-11.
58. Zanetti M, Hodler J. MR imaging of the shoulder after surgery. *Radiol Clin North Am* 2006;44:537-51, viii.
59. Beltran J, Gray LA, Bools JC, Zuelzer W, Weis LD, Unverferth LJ. Rotator cuff lesions of the shoulder: evaluation by direct sagittal CT arthrography. *Radiology* 1986;160:161-5.
60. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res* 1994:78-83.
61. van de Sande MA, Stoel BC, Obermann WR, Tjong a Lieng JG, Rozing PM. Quantitative assessment of fatty degeneration in rotator cuff muscles determined with computed tomography. *Invest Radiol* 2005;40:313-9.
62. Kim SJ, Jang SW, Jung KH, Kim YS, Lee SJ, Yoo YS. Analysis of impingement-free range of motion of the glenohumeral joint after reverse total shoulder arthroplasty using three different implant models. *J Orthop Sci* 2019;24:87-94.
63. Armstrong A, Lashgari C, Teefey S, Menendez J, Yamaguchi K, Galatz LM. Ultrasound evaluation and clinical correlation of subscapularis repair after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15:541-8.
64. Dedy NJ, Gouk CJ, Taylor FJ, Thomas M, Tan SLE. Sonographic assessment of the subscapularis after reverse shoulder arthroplasty: impact of tendon integrity on shoulder function. *J Shoulder Elbow Surg* 2018;27:1051-56.
65. 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 September 30, 2021.

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.