

**Colegio Americano de Radiología**  
**Criterios® de idoneidad de ACR**  
**Osteonecrosis**

**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 osteonecrosis se define como la muerte ósea debido a un suministro vascular inadecuado. También se denomina "necrosis avascular" o "necrosis aséptica" cuando afecta a la epífisis, o "infarto óseo" cuando afecta a la metadiáfisis. Los sitios comunes de afectación incluyen la cabeza femoral, la cabeza humeral, la metadiáfisis tibial, la metadiáfisis femoral, el escafoides, el semilunar y el astrágalo. Se cree que la osteonecrosis es una afección común que afecta con mayor frecuencia a los adultos entre la tercera y la quinta década de la vida. Los factores de riesgo para la osteonecrosis son numerosos e incluyen traumatismos, terapia con corticosteroides, consumo de alcohol, VIH, linfoma/leucemia, discrasias sanguíneas, quimioterapia, radioterapia, enfermedad de Gaucher y enfermedad de Caisson. La osteonecrosis epifisaria puede conducir a fracturas subcondrales y osteoartritis secundaria, mientras que la afectación metafiso-diafiaria no lo hace, lo que probablemente explique su falta de secuelas a largo plazo. El diagnóstico precoz de la osteonecrosis es importante: 1) para excluir otras causas de dolor del paciente y 2) para permitir una posible prevención quirúrgica precoz que evite el colapso articular y la necesidad de reemplazos articulares. Las imágenes también son importantes para la planificación preoperatoria. 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); Necrosis avascular, Cabeza femoral, Cabeza humeral, Osteonecrosis, Astrágalo.

**Resumen del enunciado:**

La osteonecrosis es común y puede provocar dolor y artritis secundaria cuando ocurre en ubicaciones articulares.

Traducido por Albert Solano López

**Escenario 1: Sospecha clínica de osteonecrosis. Imágenes iniciales.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Estudio radiológico del área de interés	Usualmente apropiado	Varía
Resonancia magnética del área de interés sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
Resonancia magnética del área de interés sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
Gammagrafía ósea del área de interés	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC del área de interés con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	Varía
TC del área de interés sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	Varía
TC del área de interés sin contraste IV	Usualmente inapropiado	Varía

**Escenario 2: Sospecha clínica de osteonecrosis. Radiografías normales o radiografías que muestran hallazgos sospechosos de osteonecrosis. Siguiendo prueba de imagen**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Resonancia magnética del área de interés sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	○
Resonancia magnética del área de interés sin y con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	○
TC del área de interés sin contraste IV	Puede ser apropiado (desacuerdo)	Varía
Gammagrafía ósea del área de interés	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC del área de interés con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	Varía
TC del área de interés sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	Varía

**Escenario 3: Osteonecrosis conocida con colapso articular por radiografías. Cirugía planificada. Siguiendo prueba de imagen.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Resonancia magnética del área de interés sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	○
TC del área de interés sin contraste IV	Usualmente apropiado	Varía
Artrografía por RM del área de interés.	Usualmente inapropiado	○
Resonancia magnética del área de interés sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
Gammagrafía ósea del área de interés	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC del área de interés con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	Varía
TC del área de interés sin y con contraste IV	Usualmente inapropiado	Varía

## OSTEONECROSIS

Panel de expertos en imágenes musculoesqueléticas: Alice S. Ha, MD, MS<sup>a</sup>; Eric Y. Chang, MD<sup>b</sup>; Roger J. Bartolotta, MD<sup>c</sup>; Matthew D. Bucknor, MD<sup>d</sup>; Karen C. Chen, MD<sup>e</sup>; Henry B. Ellis Jr., MD<sup>f</sup>; Jonathan Flug, MD, MBA<sup>g</sup>; Jessica R. Leschied, MD<sup>h</sup>; Andrew B. Ross, MD, MPH<sup>i</sup>; Akash Sharma, MD, MBA<sup>j</sup>; Jonelle M. Thomas, MD, MPH<sup>k</sup>; Francesca D. Beaman, MD.<sup>l</sup>

### **Resumen de la revisión de la literatura**

#### **Introducción/Antecedentes**

La osteonecrosis se define como la muerte celular ósea debido a un inadecuado suministro vascular. Aunque se desconoce la fisiopatología exacta, se han propuesto 3 posibles mecanismos: 1) interrupción vascular, 2) oclusión vascular o 3) compresión intraósea extravascular, muy probablemente causada por hipertrofia lipídica [1]. También se denomina "necrosis avascular" o "necrosis aséptica" cuando afecta a la epífisis y "infarto óseo" cuando afecta a la porción metafiso-diafisiaria de los huesos largos, y se tratará en este documento como "osteonecrosis". Las localizaciones más frecuentes son la cabeza femoral, la cabeza humeral, la metadiáfisis tibial, la metadiáfisis femoral, el escafoides, el semilunar y el astrágalo [2,3].

Se cree que la osteonecrosis es una afección común que afecta con mayor frecuencia a los adultos entre la tercera y la quinta década de la vida, y la incidencia reportada de osteonecrosis de la cabeza femoral es de 10,000 a 20,000 nuevos casos sintomáticos por año en los Estados Unidos [4,5]. Es probable que la prevalencia real de la osteonecrosis se encuentre infraestimada porque muchos pacientes son asintomáticos, especialmente los casos de localización metadiáfisiaria. Estudios recientes han demostrado que los casos de osteonecrosis femoral comprobados por RM se pueden visualizar retrospectivamente en la TC de abdomen/pelvis con contraste intravenoso (IV) realizado para otros fines diagnósticos y no informados en muchos casos [6,7]. Los factores de riesgo para la osteonecrosis son numerosos e incluyen traumatismos, terapia con corticosteroides, consumo de alcohol, VIH, linfoma/leucemia, discrasias sanguíneas, quimioterapia, radioterapia, enfermedad de Gaucher y enfermedad de Caisson [8-10]. En los casos no traumáticos, la osteonecrosis de la cabeza femoral suele ser bilateral (70-80%) [5]. Otras localizaciones de osteonecrosis (p. ej., astrágalo, cabeza humeral) suelen estar implicadas en casos de osteonecrosis multifocal [11,12]. En un seguimiento a largo plazo de pacientes con esteroides, Nawata et al [12] encontraron osteonecrosis en cadera (68%), rodilla (44%), tobillo (17%) y hombro (15%).

La osteonecrosis epifisaria puede provocar fractura subcondral y osteoartritis secundaria, mientras que los casos metadiáfisarios no lo hacen, lo que probablemente explique su falta de secuelas a largo plazo [5,10]. Se ha demostrado que el volumen necrótico de la osteonecrosis epifisaria es predictivo de un futuro colapso articular. Cabezas femorales con volumen necrótico >30% progresan al colapso con una frecuencia entre el 46% y el 83% de los casos, en contraste con las cabezas femorales con <30% en volumen necrótico, que progresan al colapso en menos de un 5% de los casos [13]. De manera similar, el volumen necrótico en la cabeza humeral se puede medir a través del ángulo necrótico (medición del plano coronal medio de la extensión de la osteonecrosis que abarca la cabeza humeral, que generalmente involucra el aspecto superomedial). Las cabezas humerales con un ángulo necrótico <90° no colapsaron en los 24 meses posteriores de seguimiento [14]. Además, el aumento del riesgo de colapso de la cabeza femoral se ha asociado con un aumento del derrame articular, aumento del edema de la médula ósea sobre el foco de la osteonecrosis, edad del paciente >40 años y aumento del índice de masa corporal ( $\geq 24$  kg/m) [5].

El diagnóstico precoz de la osteonecrosis es importante: 1) para excluir otras causas de dolor del paciente y 2) para permitir una posible prevención quirúrgica precoz que evite el colapso articular y la necesidad de reemplazos articulares. Las imágenes también son importantes para la planificación preoperatoria.

---

<sup>a</sup>Panel Vice-Chair, University of Washington, Seattle, Washington. <sup>b</sup>Panel Chair, VA San Diego Healthcare System, San Diego, California. <sup>c</sup>Weill Cornell Medical College, New York, New York. <sup>d</sup>University of California San Francisco, San Francisco, California. <sup>e</sup>VA San Diego Healthcare System, San Diego, California. <sup>f</sup>Texas Scottish Rite Hospital for Children, Dallas, Texas; American Academy of Orthopaedic Surgeons. <sup>g</sup>Mayo Clinic Arizona, Phoenix, Arizona. <sup>h</sup>Henry Ford Health System, Detroit, Michigan; Committee on Emergency Radiology-GSER. <sup>i</sup>University of Wisconsin School of Medicine & Public Health, Madison, Wisconsin. <sup>j</sup>Mayo Clinic, Jacksonville, Florida; Commission on Nuclear Medicine and Molecular Imaging. <sup>k</sup>Penn State Milton S. Hershey Medical Center, Hershey, Pennsylvania. <sup>l</sup>Specialty Chair, University of Kentucky, Lexington, Kentucky.

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

Reimprima las solicitudes a: [publications@acr.org](mailto:publications@acr.org)

Se han desarrollado muchos sistemas de estadificación para la osteonecrosis femoral y, a menudo, se adaptan a la cabeza humeral. El desarrollado por Ficat y Arlet en la década de 1960, no tiene en cuenta el tamaño o la ubicación de la lesión necrótica, pero sigue siendo el sistema más utilizado. También se pueden utilizar otros sistemas, como los sistemas de la Universidad de Pensilvania (Steinberg), la Asociación de Investigación Ósea de Circulación (ARCO) o el de la Asociación Ortopédica Japonesa [15].

Hasta ahora, el tratamiento no invasivo para la osteonecrosis no ha obtenido datos concluyentes que lo soporte y en él se incluyen las estatinas, bifosfonatos, anticoagulantes, terapia con ondas de choque extracorpóreas y oxígeno hiperbárico [16-18].

Las terapias invasivas en la osteonecrosis precoz tienen como objetivo prevenir el colapso articular y retrasar/prevenir la necesidad de reemplazo articular. La descompresión quirúrgica se puede realizar en varias localizaciones, que incluyen la cabeza femoral, la cabeza humeral y el astrágalo y se puede complementar con la inyección de células autólogas de la médula ósea, el injerto de peroné vascularizado o la estimulación eléctrica. Sin embargo, la eficacia general de la descompresión en la prevención de un eventual colapso articular sigue siendo controvertida [11,19-22]. En la osteonecrosis femoral o de la cabeza humeral avanzada con colapso articular, puede ser necesaria una hemiartroplastia de recubrimiento, mientras que la artroplastia articular total se realiza en casos de osteoartritis secundaria grave [23]. La osteonecrosis de la cabeza femoral representa el 10% de las indicaciones de los reemplazos totales de cadera en los Estados Unidos [24]. Para la osteonecrosis astragalina en estadio tardío, se puede realizar una resección/reemplazo del astrágalo con artroplastia o fusión de la articulación tibioastragalina [11].

En este documento se tratan las siguientes regiones del cuerpo: tórax, pelvis, cadera, fémur, rodilla, tibia/peroné, tobillo, pie, hombro, húmero, codo, antebrazo, muñeca y mano. La osteonecrosis del semilunar y el escafoides están cubiertos por el Tema de los criterios® de idoneidad del ACR bajo el tópico de "[Dolor crónico de muñeca](#)" [25]. La osteonecrosis de la cabeza de los metatarsianos, también conocida como "enfermedad de Freiberg", se trata en el Tema de los criterios® de idoneidad del ACR bajo el tópico de "[Dolor crónico en el pie](#)" [26]. Se ha demostrado que la osteonecrosis espontánea de la rodilla representa una fractura en el hueso osteopénico y no una osteonecrosis. Esta entidad ha pasado a denominarse fractura subcondral por insuficiencia de la rodilla y por lo tanto no se incluirá en este documento.

### **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: Sospecha clínica de osteonecrosis. Imágenes iniciales.**

Las regiones corporales cubiertas en este escenario clínico son tórax, pelvis, cadera, fémur, rodilla, tibia/peroné, tobillo, pie, hombro, húmero, codo, antebrazo, muñeca y mano.

#### **Radiografía del área de interés**

La radiografía es beneficiosa como estudio de imagen inicial frente a la sospecha clínica de osteonecrosis. Aunque las radiografías son menos sensibles para la detección precoz de osteonecrosis, ayudan a excluir otras causas de dolor en las extremidades, como fracturas, artritis primaria o tumores. Se recomienda la realización de proyecciones anteroposteriores, laterales (de Lowenstein en la cadera) y proyecciones oblicuas (p. ej., tobillo/rodilla) para la valoración del colapso subcondral en casos de osteonecrosis epifisaria [27,28]. En la osteonecrosis en etapa tardía, la radiografía también mostrará hallazgos de osteoartritis secundaria.

### **Gammagrafía ósea del área de interés**

En los últimos años, la gammagrafía ósea ha sido sustituida por la resonancia magnética para la detección de osteonecrosis debido a su escasa resolución espacial, su baja especificidad y la imposibilidad de cuantificar el tamaño de la lesión necrótica [29]. Se ha demostrado que la TC por emisión de fotón único (SPECT) mejora la precisión de la gammagrafía ósea en un pequeño grupo de pacientes postrasplante [30], pero la gammagrafía con radionúclidos no se realiza comúnmente para la detección de osteonecrosis. No se ha demostrado en los datos iniciales y muy limitados que la PET/TC sea útil en el diagnóstico de la osteonecrosis precoz [31]. Se necesitan más estudios para ver si la PET/TC puede ser útil en la detección de la osteonecrosis multifocal.

### **TC del área de interés con contraste intravenoso**

Hay pruebas limitadas que apoyen el uso de la TC con contraste intravenoso como estudio de imagen inicial frente a la sospecha clínica de osteonecrosis.

### **TC del área de interés sin y con contraste IV**

Hay pruebas limitadas que apoyen el uso de la TC sin y con contraste intravenoso como estudio de imagen inicial frente a la sospecha clínica de osteonecrosis.

### **TC del área de interés sin contraste intravenoso**

Hay pruebas limitadas que apoyen el uso de la TC sin contraste intravenoso como estudio de imagen inicial frente a la sospecha clínica de osteonecrosis.

### **Resonancia magnética del área de interés sin y con contraste intravenoso**

Hay pruebas limitadas que apoyen el uso de la RM sin y con contraste intravenoso como estudio de imagen inicial frente a la sospecha clínica de osteonecrosis.

### **Resonancia magnética del área de interés sin contraste intravenoso**

Hay pruebas limitadas que apoyen el uso de la RM sin contraste intravenoso como estudio de imagen inicial frente a la sospecha clínica de osteonecrosis.

### **Escenario 2: Sospecha clínica de osteonecrosis. Radiografías normales o radiografías que muestran hallazgos sospechosos de osteonecrosis. Siguiendo prueba de imagen.**

Las regiones corporales cubiertas en este escenario clínico son tórax, pelvis, cadera, fémur, rodilla, tibia/peroné, tobillo, pie, hombro, húmero, codo, antebrazo, muñeca y mano.

### **Gammagrafía ósea del área de interés**

Debido a su escasa resolución espacial, su baja especificidad y la incapacidad de cuantificar el tamaño de la lesión necrótica, la gammagrafía ósea no es beneficiosa para la caracterización de la osteonecrosis. La SPECT puede mejorar la precisión de la gammagrafía ósea [30,32,33] para la detección de osteonecrosis, pero su uso no ha sido ampliamente aceptado. Además, pocos estudios sugieren que la gammagrafía ósea se puede utilizar para detectar la osteonecrosis multifocal [34,35].

### **TC del área de interés con contraste intravenoso**

Hay pruebas limitadas que apoyen el uso de la TC con contraste intravenoso como la siguiente prueba de imagen frente a la sospecha clínica de osteonecrosis después de las radiografías.

### **TC del área de interés sin y con contraste IV**

Hay pruebas limitadas que apoyen el uso de la TC sin y con contraste intravenoso como la siguiente prueba de imagen frente a la sospecha clínica de osteonecrosis después de las radiografías.

### **TC del área de interés sin contraste intravenoso**

La TC es menos sensible que la gammagrafía ósea y la RM en la detección precoz de osteonecrosis [36]. Una vez que se produce la fractura por insuficiencia, la TC es superior a la RM en cuanto a la localización y extensión del colapso articular [37,38]. La tomografía computarizada también muestra bien los detalles óseos de la artrosis secundaria.

### **RM del área de interés sin y con contraste intravenoso**

Se ha demostrado que la RM con secuencias dinámicas tras la administración del contraste es útil para diferenciar la osteonecrosis del síndrome de edema transitorio de médula ósea y la fractura por insuficiencia subcondral [39]. En el edema transitorio de médula ósea se observan focos subcondrales de marcada hiperperfusión (flujo plasmático), mientras que la osteonecrosis muestra un margen periférico de alto flujo plasmático que rodea un área

subcondral sin flujo [40]. Se cree que este margen periférico “rim” representa el tejido de granulación. Se ha observado además una mayor pendiente en la curva de realce y un mayor realce de la epífisis en el edema transitorio de la médula ósea que en la fractura subcondral. Por el contrario, la osteonecrosis mostró una disminución general del realce máximo [41].

#### **RM del área de interés sin contraste intravenoso**

La resonancia magnética es la modalidad de imagen más sensible y específica en el diagnóstico de la osteonecrosis, con una sensibilidad y especificidad cercanas al 100% [24,28,42]. Un metaanálisis de 43 estudios para la detección precoz de la osteonecrosis de la cabeza femoral informó una sensibilidad del 93% y una especificidad del 91% [43]. La resonancia magnética permite caracterizar la osteonecrosis, incluida su ubicación, el volumen y la presencia de edema de médula ósea asociado o el derrame articular [13,14]. La resonancia magnética también es importante para detectar osteonecrosis asintomática en la cadera contralateral.

La resonancia magnética ayuda a diferenciar la osteonecrosis femoral de su principal diagnóstico diferencial la osteoporosis transitoria de cadera (también llamada "síndrome de edema transitorio de la médula ósea"), que se observa en pacientes de mediana edad, descrita originalmente en mujeres embarazadas durante el tercer trimestre. El edema de la médula ósea afecta a toda la cabeza y el cuello femoral. La afección es idiopática, autolimitada (dura de 3 a 9 meses) y se trata de forma conservadora [5,40]. La fractura por insuficiencia subcondral es otro diagnóstico diferencial a tener en cuenta, mientras que los tumores epifisarios son raros (condrosarcoma de células claras en adultos mayores o condroblastoma en adolescentes). Los sarcomas asociados al infarto (con mayor frecuencia histiocitomas fibrosos malignos y osteosarcomas) son extremadamente raros y suman menos de 80 casos en la literatura [44,45].

El incipiente desarrollo de protocolos de resonancia magnética de cuerpo entero para diversas afecciones (p. ej., mieloma múltiple, polimiositis o linfoma) han permitido la detección de osteonecrosis multifocal [46-48]. El estudio de Zhen-Guo utilizó un protocolo de resonancia magnética rápida que duraba solo de 12 a 15 minutos y que consistía solo en una secuencia STIR con una tasa de osteonecrosis del 11.6 % en pacientes con polimiositis/dermatomiositis.

#### **Escenario 3: Osteonecrosis conocida con colapso articular por radiografías. Cirugía planificada. Siguiendo prueba de imagen.**

Las regiones corporales cubiertas en este escenario clínico son el tobillo, el codo, la cadera, la rodilla, el hombro y la muñeca.

#### **Gammagrafía ósea del área de interés**

Hay pruebas limitadas que apoyen el uso de la gammagrafía ósea para la planificación preoperatoria de la osteonecrosis.

#### **TC del área de interés con contraste intravenoso**

Hay pruebas limitadas para apoyar el uso de la TC con contraste intravenoso para la planificación preoperatoria de la osteonecrosis.

#### **TC del área de interés sin y con contraste IV**

Hay pruebas limitadas para apoyar el uso de la TC sin y con contraste intravenoso para la planificación preoperatoria de la osteonecrosis.

#### **TC del área de interés sin contraste intravenoso**

La TC es superior a la RM para mostrar la localización y la extensión del colapso articular [37,38] y, por lo tanto, desempeña un papel fundamental en la planificación quirúrgica. La TC preoperatoria, antes de la artroplastia total de cadera, mostró que el 21% de la osteonecrosis de la cabeza femoral estadiada como estadio ARCO I o II en las radiografías en realidad eran un estadio III en la TC [49]. Con el desarrollo de tecnologías en la impresión 3D, la TC también desempeña un papel importante. Li et al [50] reportó que un modelo de planificación quirúrgico 3D impreso condujo a una disminución del tiempo quirúrgico y a la pérdida de sangre en la descompresión quirúrgica.

#### **Artrografía por RMN del área de interés**

Hay pruebas limitadas para apoyar el uso de la artrografía por RM para la planificación preoperatoria de la osteonecrosis.

#### **Resonancia magnética del área de interés sin y con contraste intravenoso**

No es sorprendente que se encontrara que el volumen de la sinovitis de cadera observada en la resonancia magnética con contraste aumentaba después del colapso de la cabeza femoral en comparación con la observada con

anterioridad al colapso [51]. Hay pruebas limitadas que apoyan el uso de la RM sin y con contraste intravenoso para la planificación preoperatoria de la osteonecrosis.

### **Resonancia magnética del área de interés sin contraste intravenoso**

En el caso de la osteonecrosis epifisaria, se ha demostrado que el volumen necrótico es predictivo de un futuro colapso articular. Cuando el volumen necrótico de la cabeza femoral es >30%, La cabeza femoral progresa al colapso entre el 46% y el 83% de los casos, mientras que la cabeza femoral con un volumen necrótico del <30% progresa al colapso en menos de un 5% de los casos [13]. Se ha demostrado que la visión en el plano sagital es importante en la detección del colapso articular en la RM [52]. De manera similar, el volumen necrótico en la cabeza humeral (que se encuentra con mayor frecuencia en su cara superomedial) se midió como el ángulo necrótico en el plano coronal medio. Las cabezas humerales con un ángulo necrótico <90° no colapsaron en los 24 meses posteriores de seguimiento [14].

### **Resumen de las recomendaciones**

- **Escenario 1:** La radiografía suele ser apropiada para la obtención de imágenes iniciales de osteonecrosis clínicamente sospechada.
- **Escenario 2:** La resonancia magnética sin contraste intravenoso suele ser apropiada como la siguiente prueba de imagen frente a la sospecha clínica de osteonecrosis después de radiografías normales o sospechosas. Aunque el panel no estuvo de acuerdo en recomendar la TC sin contraste intravenoso porque no hay suficiente literatura médica para concluir si estos pacientes se beneficiarían del procedimiento, su uso puede ser apropiado.
- **Escenario 3:** En el contexto de osteonecrosis conocida con colapso articular por radiografías, la RM sin contraste intravenoso o la TC sin contraste intravenoso suelen ser apropiadas como la siguiente prueba de imagen para la planificación preoperatoria. La RM sin contraste intravenoso puede predecir bien el volumen necrótico, mientras que la TC sin contraste intravenoso puede mostrar bien la ubicación y la extensión del colapso articular.

### **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® [53].

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".

## **Referencias**

1. Shah KN, Racine J, Jones LC, Aaron RK. Pathophysiology and risk factors for osteonecrosis. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2015;8:201-9.
2. Heinen AK, Harris TG. Avascular Necrosis of the Tibial Plafond Following Rotational Ankle Fractures. *Foot Ankle Clin* 2019;24:113-19.
3. Hernigou P, Hernigou J, Scarlat M. Shoulder Osteonecrosis: Pathogenesis, Causes, Clinical Evaluation, Imaging, and Classification. *Orthop Surg* 2020;12:1340-49.
4. Mont MA, Cherian JJ, Sierra RJ, Jones LC, Lieberman JR. Nontraumatic Osteonecrosis of the Femoral Head: Where Do We Stand Today? A Ten-Year Update. *J Bone Joint Surg Am* 2015;97:1604-27.
5. Murphey MD, Foreman KL, Klassen-Fischer MK, Fox MG, Chung EM, Kransdorf MJ. From the radiologic pathology archives imaging of osteonecrosis: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics* 2014;34:1003-28.
6. Barille MF, Wu JS, McMahon CJ. Femoral head avascular necrosis: a frequently missed incidental finding on multidetector CT. *Clin Radiol* 2014;69:280-5.
7. Rolston VS, Patel AV, Learch TJ, et al. Prevalence and Associations of Avascular Necrosis of the Hip in a Large Well-characterized Cohort of Patients With Inflammatory Bowel Disease. *J Clin Rheumatol* 2019;25:45-49.
8. Cohen-Rosenblum A, Cui Q. Osteonecrosis of the Femoral Head. *Orthop Clin North Am* 2019;50:139-49.
9. Hernigou P, Flouzat-Lachaniette CH, Daltro G, Galacteros F. Talar Osteonecrosis Related to Adult Sickle Cell Disease: Natural Evolution from Early to Late Stages. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98:1113-21.
10. Niinimäki R, Suo-Palosaari M, Pokka T, Harila-Saari A, Niinimäki T. The radiological and clinical follow-up of osteonecrosis in cancer patients. *Acta Oncol* 2019;58:505-11.
11. Issa K, Naziri Q, Kapadia BH, Lamm BM, Jones LC, Mont MA. Clinical characteristics of early-stage osteonecrosis of the ankle and treatment outcomes. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:e73.
12. Nawata K, Nakamura J, Hagiwara S, et al. Predictive value of magnetic resonance imaging for multifocal osteonecrosis screening associated with glucocorticoid therapy. *Mod Rheumatol* 2020;30:586-91.
13. Nam KW, Kim YL, Yoo JJ, Koo KH, Yoon KS, Kim HJ. Fate of untreated asymptomatic osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:477-84.
14. Sakai T, Sugano N, Nishii T, Hananouchi T, Yoshikawa H. Extent of osteonecrosis on MRI predicts humeral head collapse. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:1074-80.
15. Mont MA, Marulanda GA, Jones LC, et al. Systematic analysis of classification systems for osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88 Suppl 3:16-26.
16. Ajmal M, Matas AJ, Kuskowski M, Cheng EY. Does statin usage reduce the risk of corticosteroid-related osteonecrosis in renal transplant population? *Orthop Clin North Am* 2009;40:235-9.
17. Cao F, Liu G, Wang W, et al. Combined Treatment with an Anticoagulant and a Vasodilator Prevents Steroid-Associated Osteonecrosis of Rabbit Femoral Heads by Improving Hypercoagulability. *Biomed Res Int* 2017;2017:1624074.
18. Yuan HF, Guo CA, Yan ZQ. The use of bisphosphonate in the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a meta-analysis of randomized control trials. *Osteoporos Int* 2016;27:295-9.
19. Banerjee S, Issa K, Pivec R, Kapadia BH, Khanuja HS, Mont MA. Osteonecrosis of the hip: treatment options and outcomes. *Orthop Clin North Am* 2013;44:463-76.
20. Hernandez A, Nunez JH, Sallent A, Gargallo-Margarit A, Gallardo-Calero I, Barro V. Core Decompression Combined with Implantation of Autologous Bone Marrow Concentrate with Tricalcium Phosphate Does Not Prevent Radiographic Progression in Early Stage Osteonecrosis of the Hip. *Clin Orthop Surg* 2020;12:151-57.
21. Larson E, Jones LC, Goodman SB, Koo KH, Cui Q. Early-stage osteonecrosis of the femoral head: where are we and where are we going in year 2018? *Int Orthop* 2018;42:1723-28.
22. Pierce TP, Jauregui JJ, Elmallah RK, Lavernia CJ, Mont MA, Nace J. A current review of core decompression in the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2015;8:228-32.
23. Kim SJ, Kang DG, Park SB, Kim JH. Is Hemiresurfacing Arthroplasty for Osteonecrosis of the Hip a Viable Solution? *J Arthroplasty* 2015;30:987-92.
24. Zalavras CG, Lieberman JR. Osteonecrosis of the femoral head: evaluation and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 2014;22:455-64.
25. Rubin DA, Roberts CC, Bencardino JT, et al. ACR Appropriateness Criteria® Chronic Wrist Pain. *J Am Coll Radiol* 2018;15:S39-S55.

26. Tafur M, Bencardino JT, Roberts CC, et al. ACR Appropriateness Criteria® Chronic Foot Pain. *J Am Coll Radiol* 2020;17:S391-S402.
27. Cheng W, Xian H, Wang L, et al. Frog leg lateral view is a reliable predictor of the prognosis in osteonecrosis of the femoral head. *J Orthop Res* 2021;39:950-58.
28. Choi HR, Steinberg ME, E YC. Osteonecrosis of the femoral head: diagnosis and classification systems. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2015;8:210-20.
29. Beltran J, Herman LJ, Burk JM, et al. Femoral head avascular necrosis: MR imaging with clinical-pathologic and radionuclide correlation. *Radiology* 1988;166:215-20.
30. Ryu JS, Kim JS, Moon DH, et al. Bone SPECT is more sensitive than MRI in the detection of early osteonecrosis of the femoral head after renal transplantation. *J Nucl Med* 2002;43:1006-11.
31. Dasa V, Adbel-Nabi H, Anders MJ, Mihalko WM. F-18 fluoride positron emission tomography of the hip for osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:1081-6.
32. Kim JW, Ryu JS, Baek S, Byun SE, Chang JS. The timing of bone SPECT to predict osteonecrosis after internal fixation of femur neck fractures. *J Orthop Sci* 2017;22:457-62.
33. Yoon JY, Lee SJ, Yoon KS, Yoon PW. The diagnostic value of SPECT/CT in predicting the occurrence of osteonecrosis following femoral neck fracture: a prospective cohort study. *BMC Musculoskelet Disord* 2020;21:517.
34. An YS, Park S, Jung JY, Suh CH, Kim HA. Clinical characteristics and role of whole-body bone scan in multifocal osteonecrosis. *BMC Musculoskelet Disord* 2019;20:23.
35. Cajiao K, Setoain FJ, Peris P. Multifocal Osteonecrosis: The Usefulness of Bone Scintigraphy. *J Clin Rheumatol* 2021;27:e196-e97.
36. Hauzeur JP, Pasteels JL, Schoutens A, et al. The diagnostic value of magnetic resonance imaging in non-traumatic osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:641-9.
37. Stevens K, Tao C, Lee SU, et al. Subchondral fractures in osteonecrosis of the femoral head: comparison of radiography, CT, and MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2003;180:363-8.
38. Yeh LR, Chen CK, Huang YL, Pan HB, Yang CF. Diagnostic performance of MR imaging in the assessment of subchondral fractures in avascular necrosis of the femoral head. *Skeletal Radiol* 2009;38:559-64.
39. Chan WP, Liu YJ, Huang GS, et al. Relationship of idiopathic osteonecrosis of the femoral head to perfusion changes in the proximal femur by dynamic contrast-enhanced MRI. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196:637-43.
40. Geith T, Niethammer T, Milz S, Dietrich O, Reiser M, Baur-Melnyk A. Transient Bone Marrow Edema Syndrome versus Osteonecrosis: Perfusion Patterns at Dynamic Contrast-enhanced MR Imaging with High Temporal Resolution Can Allow Differentiation. *Radiology* 2017;283:478-85.
41. Mueller D, Schaeffeler C, Baum T, et al. Magnetic resonance perfusion and diffusion imaging characteristics of transient bone marrow edema, avascular necrosis and subchondral insufficiency fractures of the proximal femur. *Eur J Radiol* 2014;83:1862-9.
42. Pierce TP, Elmallah RK, Jauregui JJ, Poola S, Mont MA, Delanois RE. A current review of non-vascularized bone grafting in osteonecrosis of the femoral head. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2015;8:240-5.
43. Zhang YZ, Cao XY, Li XC, et al. Accuracy of MRI diagnosis of early osteonecrosis of the femoral head: a meta-analysis and systematic review. *J Orthop Surg Res* 2018;13:167.
44. McDonald MD, Sadigh S, Weber KL, Sebro R. A Rare Case of an Osteolytic Bone-infarct-associated Osteosarcoma: Case Report with Radiographic and Histopathologic Correlation, and Literature Review. *Cureus* 2018;10:e2777.
45. Stacy GS, Lo R, Montag A. Infarct-Associated Bone Sarcomas: Multimodality Imaging Findings. *AJR Am J Roentgenol* 2015;205:W432-41.
46. Ahmed N, Sriskandarajah P, Burd C, et al. Detection of avascular necrosis on routine diffusion-weighted whole body MRI in patients with multiple myeloma. *Br J Radiol* 2019;92:20180822.
47. Albano D, Patti C, La Grutta L, et al. Osteonecrosis detected by whole body magnetic resonance in patients with Hodgkin Lymphoma treated by BEACOPP. *Eur Radiol* 2017;27:2129-36.
48. Zhen-Guo H, Min-Xing Y, Xiao-Liang C, et al. Value of whole-body magnetic resonance imaging for screening multifocal osteonecrosis in patients with polymyositis/dermatomyositis. *Br J Radiol* 2017;90:20160780.
49. Lee B, Lim JY, Lee DM, et al. Computed Tomography Staging of Osteonecrosis of the Femoral Head. *Surg Technol Int* 2019;35:417-21.
50. Li B, Lei P, Liu H, et al. Clinical value of 3D printing guide plate in core decompression plus porous bioceramics rod placement for the treatment of early osteonecrosis of the femoral head. *J Orthop Surg Res* 2018;13:130.

51. Hatanaka H, Motomura G, Ikemura S, et al. Volume of hip synovitis detected on contrast-enhanced magnetic resonance imaging is associated with disease severity after collapse in osteonecrosis of the femoral head. *Skeletal Radiol* 2019;48:1193-200.
52. Ha AS, Wells L, Jaramillo D. Importance of sagittal MR imaging in nontraumatic femoral head osteonecrosis in children. *Pediatr Radiol* 2008;38:1195-200.
53. 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, 2022.

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.