

American College of Radiology
ACR Appropriateness Criteria®

Estadificación y vigilancia de tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos

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:

Los tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos son raros y abarcan una amplia variedad de tumores óseos y de tejidos blandos. Dado que el sitio más común de metástasis de estos tumores musculoesqueléticos primarios es el pulmón, las imágenes de tórax son necesarios tanto en la estadificación como en el seguimiento. Las metástasis extrapulmonares son raras, con unas pocas excepciones. Después de la resección del tumor primario, generalmente se recomienda seguimiento del sitio del tumor primario. Las recomendaciones de imágenes de vigilancia local difieren entre los tumores primarios de origen óseo y los de origen de tejidos blandos. Este documento consolida la evidencia actual y la opinión de expertos para la estadificación por imagen y la vigilancia de estos tumores en cinco escenarios clínicos. 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); Seguimiento; tumor maligno musculoesquelético; Sarcoma; Estadiaje; Vigilancia

Resumen del enunciado:

Este documento consolida la evidencia y la opinión de expertos para la estadificación y vigilancia por imágenes de tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos en cinco escenarios clínicos.

Traducido por Vladimir Cheranovskiy

Escenario 1: Tumor musculoesquelético primario maligno o agresivo. Estadaje inicial. Evaluación de metástasis pulmonares.

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
TC de tórax sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☼☼☼
FDG-PET/TC de cuerpo entero	Puede ser apropiado	☼☼☼☼
Radiografía de tórax	Usualmente inapropiado	☼
TC de tórax con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de tórax sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☼☼☼
FDG-PET/RM de cuerpo entero	Usualmente inapropiado	☼☼☼

Escenario 2: Tumor musculoesquelético primario maligno o agresivo. Estadaje inicial. Evaluación de metástasis extrapulmonares.

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
FDG-PET/TC de cuerpo entero	Usualmente apropiado	☼☼☼☼
RM de cuerpo entero sin contraste intravenoso	Puede ser apropiado (desacuerdo)	○
Gammagrafía ósea de cuerpo entero	Puede ser apropiado	☼☼☼
Gammagrafía ósea de cuerpo entero con SPECT o SPECT/TC del área de interés	Puede ser apropiado	☼☼☼
FDG-PET/RM de cuerpo entero	Puede ser apropiado	☼☼☼
PET/TC con fluoruro de cuerpo entero	Puede ser apropiado (desacuerdo)	☼☼☼☼
Ecografía del área de interés	Usualmente inapropiado	○
Radiografía del área de interés	Usualmente inapropiado	Varía
RM de cuerpo entero sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	○
TC del área de interés con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	Varía
TC del área de interés sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	Varía
TC del área de interés sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	Varía

Escenario 3:**Tumor musculoesquelético primario maligno o agresivo sin sospecha o evidencia de recidiva. Vigilancia de metástasis pulmonares.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
TC de tórax sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	☼☼☼
FDG-PET/TC de cuerpo entero	Puede ser apropiado	☼☼☼☼
Radiografía de tórax	Usualmente inapropiado	☼
TC de tórax con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☼☼☼
TC de tórax sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	☼☼☼
FDG-PET/RM de cuerpo entero	Usualmente inapropiado	☼☼☼

Escenario 4:**Tumor óseo primario maligno o agresivo. Vigilancia de recidiva local.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Radiografía del área de interés	Usualmente apropiado	Varía
RM del área de interés sin y con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	○
RM del área de interés sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	○
FDG-PET/TC de cuerpo entero	Puede ser apropiado	☼☼☼☼
TC del área de interés con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	Varía
Ecografía del área de interés	Usualmente inapropiado	○
Gammagrafía ósea de cuerpo entero	Usualmente inapropiado	☼☼☼
Gammagrafía ósea de cuerpo entero con SPECT o SPECT/TC del área de interés	Usualmente inapropiado	☼☼☼
FDG-PET/RM de cuerpo entero	Usualmente inapropiado	☼☼☼
PET/TC con fluoruro de cuerpo entero	Usualmente inapropiado	☼☼☼☼
TC del área de interés sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	Varía
TC del área de interés sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	Varía

Escenario 5:**Tumor primario de tejidos blandos maligno o agresivo. Vigilancia de recidiva local.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
RM del área de interés sin y con contraste intravenoso	Usualmente apropiado	○
RM del área de interés sin contraste intravenoso	Usualmente apropiado	○
Ecografía del área de interés	Puede ser apropiado (desacuerdo)	○
FDG-PET/RM de cuerpo entero	Puede ser apropiado	☢☢☢
FDG-PET/TC de cuerpo entero	Puede ser apropiado	☢☢☢☢
TC del área de interés con contraste intravenoso	Puede ser apropiado	Varía
Radiografía del área de interés	Usualmente inapropiado	Varía
TC del área de interés sin y con contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	Varía
TC del área de interés sin contraste intravenoso	Usualmente inapropiado	Varía

ESTADIAJE Y VIGILANCIA DE TUMORES MUSCULOESQUELÉTICOS PRIMARIOS MALIGNOS O AGRESIVOS

Panel de expertos en radiología musculoesquelética: Rupert Stanborough, MD^a; Jennifer L. Demertzis, MD^b; Daniel E. Wessell, MD, PhD^c; Leon Lenchik, MD^d; Shivani Ahlawat, MD^e; Jonathan C. Baker, MD^f; James Banks, MD^g; Jamie T. Caracciolo, MD, MBA^h; Hillary W. Garner, MDⁱ; Courtney Hentz, MD^j; Valerae O. Lewis, MD^k; Yi Lu, MD, PhD^l; Jennifer R. Maynard, MD^m; Jennifer L. Pierce, MDⁿ; Jinel A. Scott, MD, MBA^o; Akash Sharma, MD, MBA^p; Francesca D. Beaman, MD.^q

Resumen de la revisión de la literatura

Introducción

Los términos “tumor óseo” y “tumor de tejidos blandos” tienen definiciones amplias. Muchos de estos tumores no se ajustan a una asignación binaria benigna o maligna. La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica los tumores óseos y de tejidos blandos en las siguientes categorías: benignos, intermedios localmente agresivos, intermedios localmente agresivos que rara vez metastatizan y malignos [1]. Por esta razón, este documento trata tanto sobre los tumores malignos como sobre aquellos tumores intermedios o “agresivos” de origen óseo y de tejidos blandos. Los tumores primarios óseos y de tejidos blandos malignos y agresivos de origen musculoesquelético son raros. En 2020, los tumores de tejidos blandos representaron el 0,7 % y los tumores de huesos/articulaciones el 0,2 % de todos los casos nuevos de cáncer en los Estados Unidos [2,3]. La OMS reconoce más de 50 subtipos histológicos de tumores de tejidos blandos y más de 30 subtipos de tumores óseos. Muchas publicaciones que abordan la estadificación y la vigilancia de estos tumores carecen de poder estadístico suficiente dada la rareza de los tumores de huesos y tejidos blandos. Además, gran parte de la literatura es histórica y los resultados han cambiado con los avances terapéuticos y de imagen más recientes. La mayoría de estos tumores son remitidos y tratados en centros médicos terciarios, donde la evidencia médica disponible se complementa con la experiencia clínica y la opinión de expertos para formular un plan de tratamiento. Los autores han intentado consolidar al máximo este grupo diverso de tumores para simplificar la aplicación de estas recomendaciones. Se espera y fomenta la variación en la aplicación de estas recomendaciones de forma individual, con especial atención a la histología y clasificación del tumor.

Este documento es específico para tumores primarios malignos o agresivos de origen óseo o de tejidos blandos. Este documento no trata específicamente los siguientes temas 1) enfermedad metastásica en huesos o tejidos blandos, 2) tumores primarios de origen en columna o neuroeje, 3) tumores primarios de origen en cabeza o cuello, 4) tumores intraabdominales o retroperitoneales, 5) tumores primarios cutáneos, y 6) tumores de células plasmáticas u otros trastornos hematológicos que afectan al hueso (p. ej., mieloma múltiple). Los escenarios clínicos de este documento suponen que ya se ha establecido un diagnóstico de tumor óseo o de tejidos blandos primario maligno o agresivo. Este documento no aborda la evaluación de la eficacia de la quimioterapia o la radioterapia ni cuestiones de rentabilidad ni dosis de radiación.

Consideraciones especiales sobre las pruebas de imagen

A menudo se necesita reconstrucción con “hardware” después de una cirugía para conservar la extremidad en el tratamiento de tumores óseos y, ocasionalmente, para tumores de tejidos blandos. Este hardware crea artefactos y limita la evaluación de las estructuras adyacentes con secuencias y técnicas tradicionales de TC, PET/TC y RM. Aunque los artefactos metálicos pueden afectar negativamente la calidad de las imágenes de TC, PET/TC y/o RM, este documento asume que los artefactos metálicos se pueden minimizar con los protocolos actuales de reducción

^aResearch Author, Mayo Clinic Florida, Jacksonville, Florida. ^bDiagnostic Imaging Associates, Chesterfield, Missouri. ^cPanel Chair, Mayo Clinic, Jacksonville, Florida. ^dPanel Vice-Chair, Wake Forest University School of Medicine, Winston Salem, North Carolina. ^eThe Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore, Maryland. ^fMallinckrodt Institute of Radiology Washington University School of Medicine, Saint Louis, Missouri. ^gNova Southeastern University, Fort Lauderdale, Florida. ^hMoffitt Cancer Center and University of South Florida Morsani College of Medicine, Tampa, Florida; MSK-RADS (Bone) Committee. ⁱMayo Clinic Florida, Jacksonville, Florida. ^jStritch School of Medicine Loyola University Chicago, Maywood, Illinois; Commission on Radiation Oncology. ^kUniversity of Texas Health Science Center, Houston, Texas; American Academy of Orthopaedic Surgeons. ^lBrigham & Women's Hospital & Harvard Medical School, Boston, Massachusetts; American Association of Neurological Surgeons/Congress of Neurological Surgeons. ^mMayo Clinic Florida, Jacksonville, Florida, Primary care physician. ⁿUniversity of Virginia, Charlottesville, Virginia. ^oSUNY Downstate Health Sciences University, Brooklyn, New York. ^pMayo Clinic, Jacksonville, Florida; Commission on Nuclear Medicine and Molecular Imaging. ^qSpecialty 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

de artefactos metálicos. Todavía puede haber casos en los que los artefactos metálicos no puedan suprimirse lo suficiente y esas pruebas de imagen resulten de beneficio limitado. En estos casos, pueden ser necesarias desviaciones de las recomendaciones y deben basarse en la experiencia clínica y los conocimientos del equipo.

Discusión de los procedimientos en las diferentes situaciones.

Escenario 1: Tumor musculoesquelético primario maligno o agresivo. Estadiaje inicial. Evaluación de metástasis pulmonares.

Aproximadamente el 20% de los pacientes con sarcomas primarios de las extremidades tendrán o desarrollarán enfermedad metastásica a distancia. Las metástasis pulmonares representan aproximadamente el 75% de todas las metástasis de sarcoma, con variaciones de incidencia según la histología y el grado del tumor [4,5]. La enfermedad metastásica disminuye la supervivencia, siendo las metástasis pulmonares la principal causa de muerte en pacientes con osteosarcoma [6,7]. La metastasectomía mejora la supervivencia y la ablación térmica y la radioterapia están surgiendo como opciones de tratamiento alternativas prometedoras [8-10]. Por lo tanto, la evaluación de metástasis pulmonares es una parte esencial de la estadificación inicial de los tumores musculoesqueléticos primarios.

TC de tórax con contraste intravenoso

No existe literatura relevante sobre el uso específico de la TC de tórax con contraste intravenoso en la evaluación de metástasis pulmonares de tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos. Sin embargo, el contraste intravenoso puede dar lugar a una evaluación equívoca de la mineralización, que puede ser una característica morfológica útil para distinguir los nódulos pulmonares benignos de los malignos. Por lo tanto, la TC de tórax con contraste intravenoso generalmente no es útil como única técnica de imagen, y se considera que hay poco beneficio adicional en la evaluación por TC de nódulos pulmonares sin y con contraste intravenoso en comparación con la TC de tórax sin contraste intravenoso en este contexto.

TC de tórax sin y con contraste intravenoso

No existe literatura relevante sobre el uso específico de la TC de tórax sin y con contraste intravenoso en la evaluación de metástasis pulmonares de tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos. Sin embargo, el contraste intravenoso puede dar lugar a una evaluación equívoca de la mineralización, que puede ser una característica morfológica útil para distinguir los nódulos pulmonares benignos de los malignos. Por lo tanto, la TC de tórax con contraste intravenoso generalmente no es útil como única técnica de imagen, y se considera que hay poco beneficio adicional en la evaluación por TC de nódulos pulmonares sin y con contraste intravenoso en comparación con la TC de tórax sin contraste intravenoso en este contexto.

TC de tórax sin contraste intravenoso

La TC de tórax es la modalidad de imagen más sensible para identificar nódulos pulmonares en comparación con la radiografía, la PET/TC con flúor-18-2-fluoro-2-desoxi-D-glucosa (FDG) o la PET/RM con FDG. Sin embargo, los estudios han demostrado que incluso la TC subestima el número de metástasis pulmonares en comparación con la palpación pulmonar durante la toracotomía. Específicamente para las metástasis pulmonares de osteosarcoma, la TC omitió aproximadamente el 10% de las lesiones pulmonares palpables, de las cuales casi la mitad fueron metástasis confirmadas en una serie de 118 pacientes con osteosarcoma [9]. Una serie más pequeña de 28 pacientes con osteosarcoma también mostró que la TC omitió el 26% de las metástasis viables en comparación con la palpación [11]. Sin embargo, a medida que la tecnología de TC mejora y el grosor de los cortes disminuye, se pueden identificar más nódulos pulmonares y más pequeños, lo que genera el dilema de un aumento de las tasas de falsos positivos. Un estudio de 283 nódulos pulmonares en pacientes con osteosarcoma encontró un límite estadísticamente significativo de 6 mm para diferenciar los nódulos pulmonares benignos de los malignos (especificidad del 89,8%) [9]. Un estudio de 311 nódulos pulmonares subcentimétricos en 195 pacientes con sarcoma de tejidos blandos encontró que la combinación de criterios morfológicos, además de los criterios de tamaño, ayudó a diferenciar los nódulos pulmonares benignos y malignos, siendo los nódulos sólidos redondos >5 mm más propensos a ser malignos (76% $P = 0,002$) y los nódulos complejos en vidrio esmerilado <5 mm tienen más probabilidades de ser benignos (84%, $p < 0,0001$) [12]. Dado el beneficio de supervivencia del tratamiento de las metástasis pulmonares, si se identifican nódulos pulmonares con cualquier otra modalidad en pacientes con sarcoma musculoesquelético primario, a menudo está indicada la TC de tórax para biopsia y/o planificación previa al tratamiento.

FDG-PET/TC de cuerpo entero

Un metaanálisis de FDG-PET/TC para la estadificación de pacientes con osteosarcoma demostró una sensibilidad combinada del 81% y una especificidad del 94% para la detección de metástasis pulmonares [6]. Se ha establecido

la superioridad de la PET cuando se combina con la TC [13] . Se han publicado estudios de comparación entre la PET sola y la TC adquirida durante FDG-PET/TC, aunque la TC adquirida para la corrección de la atenuación y el registro anatómico no se considera equivalente a la TC de tórax de diagnóstico dedicada [13] . Roberge et al [14] compararon la FDG-PET/TC con imágenes convencionales en una cohorte de 109 pacientes durante la estadificación de sarcomas de tejidos blandos de las extremidades y de la pared tóraco-abdominal. En esta cohorte, 16 de los 109 pacientes tenían metástasis pulmonares, 10 de las cuales sólo se identificaron en la TC de tórax. Sólo 1 de los 16 pacientes con metástasis pulmonares fue identificado con imágenes de FDG-PET/TC, pero no con TC de tórax. Los autores concluyeron que la FDG-PET/TC añadió pocos beneficios sobre la TC de tórax sola en la evaluación de metástasis pulmonares [14] .

Un estudio que comparó la estadificación y los estudios de imagen de seguimiento en 41 niños con sarcomas óseos primarios mostró una mayor sensibilidad de la TC de tórax (93%) versus FDG-PET/TC (80%) para detectar metástasis pulmonares (aunque la especificidad fue mayor con FDG-PET /TC al 96% en comparación con el 87% para la TC de tórax). De los resultados de falsos negativos de FDG-PET/TC en ese estudio, la mitad fueron nódulos pulmonares <10 mm [15] . La evaluación de nódulos pulmonares subcentimétricos es una limitación conocida de la FDG-PET/TC debido a las limitaciones de resolución inherentes de la tecnología PET/TC y los artefactos del movimiento respiratorio. Sin embargo, un estudio de 63 nódulos pulmonares en 18 pacientes pediátricos con sarcoma óseo demostró el valor de utilizar un límite de valor de captación estandarizado (SUV) de FDG-PET para evaluar nódulos pulmonares pequeños; el uso de un valor de corte de $SUV_{\text{máx}} > 1$ y un límite de diámetro del nódulo de 6mm puede diferenciar nódulos benignos y malignos con una precisión del 92,1% en comparación con una precisión del 88,9% de solamente el análisis visual por FDG-PET/TC [16] .

FDG-PET/RM de cuerpo entero

La literatura específica sobre la estadificación de los sarcomas con FDG-PET/RM es escasa. Un único estudio realizado por Platzek et al [17] en 2017 evaluó la FDG-PET/RM en la estadificación del sarcoma en 29 pacientes y comparó los resultados con estudios convencionales de TC o RM. Ocho de los 29 pacientes tenían metástasis pulmonares, que se identificaron tanto en la FDG-PET/RM como en las imágenes convencionales. Sin embargo, el pequeño tamaño de la muestra impide la aplicación de estos datos a poblaciones más grandes. La inherente disminución de la resolución espacial de la resonancia magnética en comparación con la TC plantea dudas sobre la capacidad de identificar pequeñas metástasis pulmonares con FDG-PET/RM con tanta precisión como la TC. La resonancia magnética de los pulmones depende en gran medida de la capacidad de minimizar el movimiento respiratorio.

Radiografía de tórax

No existe literatura relevante que respalde el uso de la radiografía de tórax en la evaluación de metástasis pulmonares en la estadificación inicial de tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos.

Escenario 2: Tumor musculoesquelético primario maligno o agresivo. Estadaje inicial. Evaluación de metástasis extrapulmonares.

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

Las metástasis extrapulmonares son menos frecuentes que las pulmonares en pacientes con sarcomas primarios de las extremidades [5] . Las tasas y ubicaciones de las metástasis extrapulmonares varían según la histología y el grado del tumor; específicamente, el liposarcoma mixoide y el rhabdomyosarcoma alveolar se presentan comúnmente con metástasis extrapulmonares [18-20] . La enfermedad metastásica presagia un peor pronóstico y, en los casos de sarcoma de Ewing, las metástasis óseas en lugar de las metástasis pulmonares se asocian con una menor supervivencia [21,22] . La identificación de enfermedad metastásica aumenta el estadio del tumor y cambia su manejo. Por lo general, no se respalda la vigilancia de metástasis extrapulmonares en pacientes asintomáticos con tumores musculoesqueléticos malignos o agresivos. Cuando se ha establecido la recidiva, la evaluación o “reestadificación” de las metástasis extrapulmonares es sustancialmente la misma que la estadificación inicial analizada en esta variante.

Gammagrafía ósea de cuerpo entero

Aunque históricamente la gammagrafía ósea con Tc-99m se ha utilizado para detectar metástasis óseas, estudios más recientes han demostrado que la gammagrafía ósea con Tc-99m es inferior a la FDG-PET/TC en la detección de metástasis óseas en poblaciones oncológicas generales [23] . Esta conclusión también ha sido respaldada en pacientes con sarcoma óseo. Un estudio de 206 pacientes con osteosarcoma en estadio IV a los que se les realizó

gammagrafía ósea con Tc-99m y FDG-PET/TC calculó una sensibilidad del 95% y una precisión del 98% para FDG-PET/TC versus 76% y 96%, respectivamente, para la Gammagrafía ósea tc-99m [24] . Un estudio más pequeño de 64 pacientes pediátricos con sarcoma óseo también mostró una mayor precisión de la PET/TC con FDG (84%) frente a la gammagrafía ósea con Tc-99m (70%) para detectar metástasis óseas durante la estadificación inicial [22] . Otros estudios han sugerido que esta superioridad de FDG-PET/TC puede ser específica sólo de las metástasis osteolíticas, pero no de las metástasis osteoblásticas [25-27] . La capacidad de detectar metástasis extraóseas que suelen estar ocultas en la gammagrafía ósea con Tc-99m es un beneficio adicional de la FDG-PET/TC [28] .

De manera similar, los estudios han demostrado que la resonancia magnética de cuerpo entero es superior a la gammagrafía ósea con Tc-99m para detectar metástasis óseas en poblaciones generales. Un estudio específico de pacientes con sarcoma óseo de Ewing a los que se les realizó una resonancia magnética de cuerpo entero y una gammagrafía ósea con Tc-99m mostró que no solo se identificaron más metástasis óseas con la resonancia magnética, sino que en 4 de los 71 pacientes se detectaron metástasis óseas solo en la resonancia magnética, lo que cambió el estadio del tumor para estos pacientes [29] .

Gammagrafía ósea de cuerpo entero con SPECT o SPECT/TC del área de interés

La adición de la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) y la SPECT/TC a las gammagrafías óseas con Tc-99m puede aumentar la confianza en el diagnóstico. Un estudio de 2.954 gammagrafías óseas con Tc-99m en una población oncológica general aumentó la confianza diagnóstica en un 75% y redujo los hallazgos equívocos en un 27% [30] . Sin embargo, no existe literatura relevante que respalde el uso específico de SPECT o SPECT/TC con gammagrafías óseas en la estadificación inicial de metástasis extrapulmonares de tumores musculoesqueléticos malignos o agresivos.

TC del área de interés con contraste intravenoso

La TC se puede utilizar para evaluar un área de interés identificada clínicamente o mediante otra modalidad de imagen. No existe literatura relevante que respalde el uso de TC localizada en un área de interés en la estadificación inicial de metástasis extrapulmonares de tumores musculoesqueléticos malignos o agresivos; más bien, se recomienda un enfoque sistémico para la estadificación inicial.

TC del área de interés sin y con contraste intravenoso

La TC se puede utilizar para evaluar un área de interés identificada clínicamente o mediante otra modalidad de imagen. No existe literatura relevante que respalde el uso de TC localizada en un área de interés en la estadificación inicial de metástasis extrapulmonares de tumores musculoesqueléticos malignos o agresivos; más bien, se recomienda un enfoque sistémico para la estadificación inicial.

TC del área de interés sin contraste intravenoso

La TC se puede utilizar para evaluar un área de interés identificada clínicamente o mediante otra modalidad de imagen. No existe literatura relevante que respalde el uso de la TC localizada en un área de interés en la estadificación inicial de metástasis extrapulmonares de tumores musculoesqueléticos malignos o agresivos; más bien, se recomienda un enfoque sistémico para la estadificación inicial.

FDG-PET/TC de cuerpo entero

Un metaanálisis de FDG-PET/TC para la estadificación de pacientes con osteosarcoma demostró una sensibilidad global del 93% y una especificidad del 97% para la detección de metástasis óseas [6] . La cobertura de una FDG-PET/TC de cuerpo entero varía y generalmente se extiende desde la base del cráneo hasta los muslos o desde el vértice del cráneo hasta los pies. Un estudio de FDG-PET/TC en pacientes con sarcoma y melanoma mostró que la inclusión de las extremidades inferiores enteramente no añade ningún beneficio adicional en la identificación de metástasis [31] .

La FDG-PET/TC se considera superior a la gammagrafía ósea con Tc-99m en la detección de metástasis óseas. La literatura ha llegado a esta conclusión tanto en poblaciones de sarcoma óseo como oncológica general [30] . La FDG-PET/TC también es superior a la TC en este sentido. Quartuccio et al [22] estudiaron a 64 pacientes pediátricos con sarcoma óseo y encontraron una mayor precisión de la FDG-PET/TC (85% de precisión) en comparación con la TC (44% de precisión) en la detección de metástasis óseas durante la estadificación inicial de pacientes con sarcoma de Ewing. Hay conclusiones mixtas cuando se compara la FDG-PET/TC con la RM de cuerpo entero para detectar metástasis óseas en poblaciones de oncología general [32-34] . En un pequeño estudio de 20 pacientes con sarcoma de Ewing que comparó la FDG-PET/TC con la resonancia magnética de cuerpo entero, un solo paciente tuvo un hallazgo óseo falso positivo en la FDG-PET/TC. En general, en este estudio se identificaron un 39% más

de lesiones óseas con resonancia magnética de cuerpo entero en comparación a la FDG-PET/TC [35]. En el estudio de Quartuccio et al [22] de 64 pacientes pediátricos con sarcoma óseo, cuando se comparó FDG-PET/TC con RM para la detección de metástasis óseas, la precisión fue similar (85% versus 89%). La resonancia magnética discrimina mejor las metástasis óseas de la médula hematopoyética, las cuales pueden tener una mayor actividad metabólica en las imágenes por PET. Una ventaja de la PET sobre la RM es la capacidad de cuantificar la actividad metabólica del tumor, que puede servir como indicador de pronóstico [15].

La FDG-PET/TC también puede ser útil para detectar metástasis no esqueléticas, más frecuentemente en el pulmón, pero también en los ganglios linfáticos y otros órganos. La FDG-PET/TC puede detectar un mayor número de metástasis ganglionares en el sarcoma de tejidos blandos en comparación con las imágenes convencionales solas [36,37]. La incidencia de metástasis ganglionares depende de la histología del tumor.

FDG-PET/RM de cuerpo entero

La literatura específica sobre la estadificación del sarcoma con FDG-PET/RM es escasa. Un estudio de 29 pacientes con sarcoma sometidos a FDG-PET/RM e imágenes convencionales (TC de tórax/abdomen y/o RM local) no mostró diferencias significativas en la precisión para detectar metástasis con sensibilidades y especificidades del 97,8% y 100% para FDG-PET/RM en comparación con el 94,4% y el 100% de las imágenes convencionales. De los 10 pacientes de este estudio con metástasis, 6 tenían metástasis extrapulmonares [17]. Otro estudio de 98 lesiones óseas en una población oncológica general sometida a FDG-PET/TC y FDG-PET/RM simultáneamente mostró que estas modalidades son equivalentes para la detección y caracterización de lesiones óseas [38]. Aunque las exploraciones de cuerpo entero con FDG-PET/RM pueden resultar útiles en este contexto, se necesita evidencia adicional para comparar su utilidad con las modalidades existentes.

PET/TC con fluoruro de cuerpo entero

La PET/TC con fluoruro puede aumentar la confianza diagnóstica al detectar metástasis óseas en poblaciones oncológicas generales en comparación con las gammagrafías óseas planares con Tc-99m [39]. No existe literatura relevante que respalde específicamente el uso de PET/TC con flúor en la estadificación inicial de metástasis extrapulmonares de tumores musculoesqueléticos malignos o agresivos. Específicamente, las metástasis extraóseas extrapulmonares generalmente estarán ocultas en las exploraciones de cuerpo entero con PET/TC con flúor.

RM de cuerpo entero sin y con contraste intravenoso

No existe literatura relevante que respalde el uso de resonancia magnética de cuerpo entero sin y con contraste intravenoso en la estadificación inicial de metástasis extrapulmonares de tumores musculoesqueléticos malignos o agresivos. Sin embargo, la adición de contraste intravenoso puede ser útil para evaluar masas de tejido blando y, por lo tanto, podría ser beneficiosa en este contexto.

RM de cuerpo entero sin contraste intravenoso

La capacidad de la resonancia magnética para caracterizar los tejidos blandos y la médula ósea la hace ideal para identificar metástasis extrapulmonares. La resonancia magnética es particularmente útil para identificar y caracterizar con precisión las anomalías de la médula ósea como metástasis versus procesos no malignos. La médula hematopoyética es una anomalía no maligna de la médula que se encuentra con frecuencia y que puede confundirse con una metástasis en otras modalidades, en particular en la PET, cuando hay una actividad metabólica relativamente aumentada. La médula hematopoyética es abundante en las poblaciones pediátricas y de adultos jóvenes, lo que dificulta la estadificación de los sarcomas óseos en estas poblaciones. Múltiples medicamentos y otras enfermedades sistémicas pueden activar la médula hematopoyética en la población adulta.

Específicamente para el liposarcoma mixoide, un subtipo de sarcoma que se sabe que metastatiza preferentemente en ubicaciones extrapulmonares, múltiples estudios han encontrado que la resonancia magnética es más precisa que la FDG-PET, la FDG-PET/TC, la TC, la radiografía y la gammagrafía ósea para detectar metástasis extrapulmonares [40-44].

Un pequeño estudio en pacientes con sarcoma de Ewing mostró que se identificaban más lesiones óseas con mayor precisión en la RM de todo el cuerpo en comparación con la FDG-PET/TC [35]. Hay conclusiones mixtas cuando se compara la FDG-PET/TC con la RM de cuerpo entero para detectar metástasis óseas en poblaciones de oncología general [32-34].

La RM de cuerpo entero es más sensible que la gammagrafía ósea con Tc-99m para detectar metástasis óseas en una variedad de tumores que se sabe que metastatizan en los huesos. La sensibilidad también fue mayor específicamente en pacientes con sarcoma de Ewing [29].

Radiografía del área de interés

Las radiografías podrían usarse para evaluar un área de interés identificada clínicamente o mediante otra modalidad de imagen. No existe literatura relevante que respalde el uso de la radiografía en un área de interés en la estadificación inicial de metástasis extrapulmonares de tumores musculoesqueléticos malignos o agresivos.

Ecografía del área de interés

No existe literatura relevante que respalde el uso de la ecografía en el área de interés en la estadificación inicial de metástasis extrapulmonares de tumores musculoesqueléticos malignos o agresivos. La ecografía podría utilizarse para evaluar un área de interés identificada clínicamente o mediante otra modalidad de imagen. La ecografía es más útil para evaluar masas superficiales de los tejidos blandos que las lesiones óseas, que suelen estar ocultas si no hay disrupción cortical.

Escenario 3: Tumor musculoesquelético primario maligno o agresivo sin sospecha ni evidencia de recidiva. Vigilancia de metástasis pulmonares.

Las metástasis pulmonares representan la mayoría de la enfermedad metastásica a distancia en pacientes con sarcoma primario de extremidades en su conjunto. El riesgo de metástasis pulmonares varía según la histología y el grado del tumor. Aunque los pacientes con sarcomas de tejidos blandos de alto grado desarrollan metástasis pulmonares a una tasa de ~60%, aquellos con sarcomas de bajo grado tienen tasas de metástasis pulmonares <10% [45,46]. Por lo tanto, las directrices sobre la modalidad de detección pulmonar a menudo difieren entre los pacientes de bajo y alto riesgo. También existe debate sobre la frecuencia de la vigilancia pulmonar. Dado que la mayoría de las metástasis pulmonares ocurrirán dentro de los 2 años posteriores a la resección primaria [47], muchos expertos apoyan una vigilancia más frecuente inicialmente en los primeros años después del diagnóstico. Los regímenes de vigilancia generalmente se reducen a un seguimiento anual después de 5 años después de la resección [48-52]. Aunque estos protocolos dinámicos se utilizan con frecuencia, un ensayo prospectivo aleatorizado de 500 pacientes con sarcomas de extremidades resecados y sin enfermedad metastásica inicial no encontró diferencias en la supervivencia general o la supervivencia libre de recurrencia entre los grupos, ya sea que fueran vigilados a intervalos consistentes de 3 o 6 meses [53,54]. Las metástasis pulmonares se asocian con un peor pronóstico [45] y el tratamiento de estas metástasis pulmonares puede mejorar la supervivencia [8,10]. La identificación de metástasis pulmonares es una parte esencial del cribado de tumores musculoesqueléticos primarios. Hay poca o ninguna variación en la capacidad de una determinada modalidad para detectar metástasis pulmonares, ya sea que se realice en la estadificación inicial (ver Escenario 1), en la vigilancia o en la reestadificación en caso de recurrencia.

TC de tórax con contraste intravenoso

No existe literatura relevante sobre el uso específico de la TC de tórax con contraste intravenoso en la evaluación de metástasis pulmonares de tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos. Sin embargo, el contraste intravenoso puede dar lugar a una evaluación equívoca de la mineralización, que puede ser una característica morfológica útil para distinguir los nódulos pulmonares benignos de los malignos. Por lo tanto, la TC de tórax con contraste intravenoso generalmente no es útil como única técnica de imagen, y se considera que hay poco beneficio adicional en la evaluación por TC de nódulos pulmonares sin y con contraste intravenoso en comparación con la TC de tórax sin contraste intravenoso en este contexto.

TC de tórax sin y con contraste intravenoso

No existe literatura relevante sobre el uso específico de la TC de tórax sin y con contraste intravenoso en la evaluación de metástasis pulmonares de tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos. Sin embargo, el contraste intravenoso puede dar lugar a una evaluación equívoca de la mineralización, que puede ser una característica morfológica útil para distinguir los nódulos pulmonares benignos de los malignos. Por lo tanto, la TC de tórax con contraste intravenoso generalmente no es útil como única técnica de imagen, y se considera que hay poco beneficio adicional en la evaluación por TC de nódulos pulmonares sin y con contraste intravenoso en comparación con la TC de tórax sin contraste intravenoso en este contexto.

TC de tórax sin contraste intravenoso

La TC de tórax es la modalidad de imagen más sensible para la detección de metástasis pulmonares. Se ha criticado la tomografía computarizada para detectar metástasis pulmonares por ser demasiado sensible. Varios estudios han intentado encontrar criterios de tamaño y morfológicos para ayudar a discriminar entre nódulos pulmonares malignos y benignos [9,12]. Rissing et al [55] demostraron que aquellos con lesiones pulmonares <5 mm se asociaban con una supervivencia equivalente a aquellos con exploraciones normales. A menudo, cuando se

identifica una metástasis pulmonar en una modalidad de imagen diferente, se requiere TC para la biopsia o la planificación del tratamiento.

Las guías varían con respecto a si se debe utilizar la TC de tórax o la radiografía de tórax como vigilancia de las metástasis pulmonares en pacientes con sarcoma. Gran parte del debate también tiene en cuenta el análisis de costos y la exposición a la radiación. Un estudio retrospectivo realizado por Cho et al [56] de 176 pacientes con sarcomas de extremidades de alto grado en estadio II o III calculó tasas de supervivencia a 5 años similares, ya sea que fueran vigilados con radiografía de tórax o TC de tórax. Sin embargo, al estratificar las tasas de supervivencia por estadio, encontraron un beneficio de supervivencia para los pacientes en estadio III cuando se monitoreaban con TC de tórax probablemente relacionado con el aumento de las tasas de metástasis pulmonar con sarcoma de alto grado. Otros estudios tienen conclusiones diferentes. Un gran estudio retrospectivo multicéntrico realizado por Gamboa et al [45] que comparó la vigilancia pulmonar en 909 pacientes con sarcomas de tejidos blandos de alto grado, en extremidades, del cuerpo o retroperitoneales, encontró que la tasa de supervivencia a 5 años no fue inferior para los pacientes seguidos con radiografía de tórax en comparación con la TC de tórax (71% vs. 60%). Este estudio también encontró que no hubo diferencias en la tasa o el tipo de intervención para estas metástasis pulmonares cuando se detectaban. El sesgo de selección fue una limitación de ambos estudios retrospectivos porque no se conocía ni se reportaba la justificación sobre qué modalidad se utilizaba para el cribado. Además, el estudio de Gamboa et al [45] incluyó a 151 pacientes con sarcoma retroperitoneal, que tiene una alta tasa de recurrencia local; este grupo estuvo sobrerrepresentado en el grupo de imágenes por TC, que tuvo la peor tasa de supervivencia. Un ensayo prospectivo aleatorizado de 500 pacientes con sarcomas óseos y de tejidos blandos resecaados de las extremidades sin metástasis basales mostró la no inferioridad de la radiografía de tórax en comparación con la TC de tórax con una supervivencia general similar (56% vs. 53% respectivamente) y una supervivencia libre de recurrencia (59% vs. 54% respectivamente) cuando se utilizan para la vigilancia pulmonar [53,54] .

FDG-PET/TC de cuerpo entero

Aunque la FDG-PET/TC no es tan sensible para detectar metástasis pulmonares como la TC de tórax, se ha demostrado que es más específica y, por lo tanto, puede ser útil cuando se detecta un nódulo pulmonar indeterminado en la TC de tórax. Un estudio que comparó los estudios de imagen de estadiaje y las de seguimiento en 41 niños con sarcomas óseos primarios mostró una mayor sensibilidad de la TC de tórax (93%) en comparación con la FDG-PET/TC (80%) para detectar metástasis pulmonares (aunque la especificidad fue mayor con FDG-PET/TC del 96% en comparación con el 87% para la TC de tórax). De los resultados falsos negativos de FDG-PET/TC en ese estudio, la mitad fueron nódulos pulmonares <10 mm [15] . La evaluación de nódulos pulmonares subcentimétricos es una limitación conocida de la FDG-PET/TC debido a las limitaciones de resolución inherentes a la tecnología PET/TC y los artefactos del movimiento respiratorio. Sin embargo, un estudio de 63 nódulos pulmonares en 18 pacientes pediátricos con sarcoma óseo demostró el beneficio de utilizar un límite SUV de FDG-PET para evaluar nódulos pulmonares pequeños; el uso de un valor de corte de $SUV_{m\acute{a}x} > 1$ y un límite de diámetro del nódulo de 6 mm puede diferenciar nódulos benignos y malignos con una precisión del 92,1% en comparación con una precisión del 88,9% solamente con el análisis visual FDG-PET/TC [16].

FDG-PET/RM de cuerpo entero

No existe literatura relevante que respalde el uso de FDG-PET/RM en la evaluación de metástasis pulmonares durante la vigilancia de tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos. La resolución espacial inherentemente disminuida de la resonancia magnética en comparación con la TC plantea dudas sobre la capacidad de identificar pequeñas metástasis pulmonares con FDG-PET/RM con tanta precisión como la TC. La resonancia magnética de los pulmones depende en gran medida de la capacidad de minimizar el movimiento respiratorio.

Radiografía de tórax

La radiografía de tórax es menos sensible que la tomografía computarizada de tórax para la detección de nódulos pulmonares. Whooley et al [57] encontraron que el 83% de las metástasis asintomáticas se detectaron radiográficamente con un valor predictivo positivo del 92% y un valor predictivo negativo del 97%. Sin embargo, la detección de más metástasis pulmonares y más pequeñas con TC en comparación con la radiografía definitivamente no ha mejorado las tasas de supervivencia. Aunque la radiografía es menos sensible para la detección de metástasis pulmonares, no es tan claro cómo se correlaciona con las metástasis clínicamente significativas.

Escenario 4: Tumor óseo primario maligno o agresivo. Vigilancia de recidiva local.

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

Las tasas de recurrencia local después de la resección primaria de un tumor óseo maligno o agresivo varían y dependen del grado y la histología del tumor. Se informa que las tasas de recidiva local de sarcomas óseos son aproximadamente del 10% al 15% en pacientes con osteosarcoma y sarcoma de Ewing [58-61]. El pronóstico es malo para los tumores óseos malignos o agresivos con recidiva local, con tasas de supervivencia a 5 años posteriores a la recidiva, de aproximadamente el 15% al 30% en pacientes con osteosarcoma y el 5% en pacientes con sarcoma de Ewing [60,62]. Los factores asociados con un peor pronóstico en pacientes con osteosarcoma fueron el tamaño de la recidiva local (>5 cm) y la presencia de metástasis a distancia [60].

Las recomendaciones para la vigilancia por imagen de la recidiva local varían entre las guías de los expertos, aunque todas reconocen el beneficio de la evaluación clínica. Los tumores óseos con recidiva local a menudo pueden presentarse como una masa de tejido blando y, en un estudio de recidivas locales de osteosarcoma, la mayoría (aproximadamente el 75%) eran masas de tejidos blandos en lugar de lesiones óseas [60]. Algunas guías recomiendan que únicamente se realice el examen clínico, mientras que otras lo recomiendan en combinación con las pruebas de imagen [49,51,52,63]. El tiempo hasta la recidiva también varía según la histología del tumor. Se ha demostrado que la mayoría de las recidivas locales del osteosarcoma ocurren dentro de los 5 años posteriores a la resección. Sin embargo, se ha informado de recidiva tardía tanto del osteosarcoma como del sarcoma de Ewing [60,61]. En un estudio de osteosarcomas con recidiva local, las tasas de supervivencia disminuyeron del 30% a los 5 años al 13% a los 10 años, lo que sugiere que el seguimiento a largo plazo más allá de los 5 años es beneficioso. La histología, el grado y el escenario clínico del tumor siguen siendo de suma importancia a la hora de decidir cómo vigilar la recidiva local.

Gammagrafía ósea de cuerpo entero

Históricamente, las gammagrafías óseas se han utilizado para la vigilancia de la recidiva local. El aumento de la captación ósea en el sitio de resección primaria no es específico y puede ocurrir por muchas razones, incluidos cambios secundarios al hardware adyacente, fracturas y posiblemente recidiva. Con los avances en imágenes por resonancia magnética, tomografía computarizada y tomografía por emisión de positrones (PET), el uso de la gammagrafía ósea para la vigilancia de la recidiva local ha disminuido. Los estudios han demostrado la superioridad de la FDG-PET/TC y la RM frente a la gammagrafía ósea para la evaluación de metástasis óseas (ver Escenario 2). Aunque históricamente la gammagrafía ósea con Tc-99m se ha utilizado para detectar metástasis óseas, estudios más recientes han demostrado que la gammagrafía ósea con Tc-99m es inferior a la FDG-PET/TC en la detección de metástasis óseas en poblaciones oncológicas generales [23]. Un estudio más pequeño de 64 pacientes pediátricos con sarcoma óseo también mostró una mayor precisión de la PET/TC con FDG (84%) frente a la gammagrafía ósea con Tc-99m (70%) para detectar metástasis óseas durante la estadificación inicial [22]. No existe literatura relevante que respalde el uso de la gammagrafía ósea de cuerpo entero para la vigilancia de la recidiva local de tumores óseos primarios malignos o agresivos.

Gammagrafía ósea de cuerpo entero con SPECT o SPECT/TC del área de interés

No existe literatura relevante que respalde el uso de la gammagrafía ósea de cuerpo entero con SPECT o SPECT/CT de área de interés para la vigilancia de la recidiva local de tumores óseos primarios malignos o agresivos.

TC del área de interés con contraste intravenoso

La TC puede ser útil para la vigilancia de la recidiva local cuando no se puede obtener una resonancia magnética. La tomografía computarizada también puede ser beneficiosa si los artefactos metálicos en la resonancia magnética no pueden resolverse, aunque debe tenerse en cuenta que la tomografía computarizada también es susceptible a los artefactos metálicos. Aunque el contraste intravenoso no proporciona un beneficio adicional para la evaluación del hueso, dado que muchas recidivas de sarcomas óseos se presentan como masas de tejido blando, el contraste intravenoso puede ser útil para aumentar la visibilidad de los tumores de tejidos blandos que se realzan con el contraste.

TC del área de interés sin y con contraste intravenoso

La TC puede ser útil para la vigilancia de la recidiva local cuando no se puede obtener una resonancia magnética. La tomografía computarizada también puede ser beneficiosa si los artefactos metálicos en la resonancia magnética no pueden resolverse, aunque debe tenerse en cuenta que la tomografía computarizada también es susceptible a los artefactos metálicos. Aunque el contraste intravenoso no proporciona un beneficio adicional para la evaluación

ósea, dado que muchas recidivas de sarcomas óseos se presentan como masas de tejidos blandos, el contraste intravenoso puede ser útil para aumentar su visibilidad. Sin embargo, dado el aumento de la dosis de radiación sin beneficio clínico, por lo general no se recomienda la TC con y sin contraste intravenoso en lugar de la TC directamente con contraste intravenoso.

TC del área de interés sin contraste intravenoso

La TC puede ser útil para la vigilancia de la recidiva local cuando no se puede obtener una resonancia magnética. La tomografía computarizada también puede ser beneficiosa si los artefactos metálicos en la resonancia magnética no pueden resolverse, aunque debe tenerse en cuenta que la tomografía computarizada también es susceptible a los artefactos metálicos. Aunque el contraste intravenoso no proporciona un beneficio adicional para la evaluación ósea, dado que muchas recidivas de sarcomas óseos se presentan como masas de tejidos blandos, el contraste intravenoso puede ser útil para aumentar su visibilidad y generalmente se recomienda en este contexto.

FDG-PET/TC de cuerpo entero

La FDG-PET/TC tiene el beneficio adicional no sólo de obtener imágenes por TC de corte fino sino también la capacidad de detectar enfermedades metabólicamente activas. La FDG-PET/TC es muy precisa para detectar sarcomas óseos y de tejidos blandos con recidiva y puede ser útil cuando otras imágenes del área de interés son equívocas. En un estudio retrospectivo de una sola institución de 53 pacientes con sarcoma esquelético de Ewing, se encontró que la FDG-PET/TC tenía una sensibilidad del 95% y una especificidad del 87% para detectar la recidiva en su conjunto, siendo la recidiva local el 90% de esas recidivas. La precisión aumentó aún más cuando había sospecha clínica de recidiva local (84% aumentó a 94%) [64]. El grado de actividad metabólica cuantificado por el SUV_{max} también ha demostrado su utilidad para predecir el pronóstico; un estudio de pacientes con condrosarcoma identificó un límite de SUV_{max} de 6,15 para predecir diferencias significativas en la supervivencia ($P < 0,001$) [65]. Un estudio de pacientes postoperatorios con osteosarcoma de extremidades con reconstrucción con endoprótesis informó que un $SUV_{max} > 4,6$ más un $\Delta SUV > 75\%$ después de la cirugía puede distinguir de manera confiable la recidiva de la actividad metabólica posterior al tratamiento que puede persistir durante 3 años después de la resección [66].

FDG-PET/RM de cuerpo entero

No existe literatura relevante que respalde el uso de FDG-PET/RM de cuerpo entero como vigilancia de la recidiva local de tumores óseos primarios malignos o agresivos.

PET/TC con fluoruro de cuerpo entero

No existe literatura relevante que respalde el uso de PET/TC con fluoruro de cuerpo entero como vigilancia de la recidiva local de tumores óseos primarios malignos o agresivos.

RM del área de interés sin y con contraste intravenoso

La resonancia magnética del lugar de la resección del tumor primario ha afirmado aún más su utilidad para la vigilancia de la recidiva local con las mejoras en la reducción de los artefactos metálicos. Dada la preferencia por las cirugías para preservar las extremidades, muchas resecciones de tumores óseos requieren la implantación de dispositivos que crean artefactos locales que pueden ocultar los tejidos adyacentes. En los últimos años se han publicado pocos estudios que comparen el uso de la resonancia magnética para la recidiva local de tumores óseos con otras modalidades, probablemente dada su adopción clínica generalizada. A menudo se solicita resonancia magnética antes de la cirugía y la radioterapia cuando se confirma la recidiva local.

Dado que muchas recidivas locales son masas de tejidos blandos, el uso de contraste intravenoso sigue siendo beneficioso para ayudar a caracterizar las masas como malignas o benignas y también puede aumentar la confianza del lector [67,68].

RM del área de interés sin contraste intravenoso

La resonancia magnética del lugar de la resección del tumor primario ha afirmado aún más su utilidad para la vigilancia de la recidiva local con mejoras en la reducción de los artefactos metálicos. Dada la preferencia por las cirugías para preservar las extremidades, muchas resecciones de tumores óseos requieren la implantación de dispositivos, lo que crea artefactos locales que pueden ocultar los tejidos adyacentes. En los últimos años se han publicado pocos estudios que comparen el uso de la resonancia magnética para la recidiva local de tumores óseos con otras modalidades, probablemente dada su adopción clínica generalizada. A menudo se solicita resonancia magnética antes de la cirugía y la radioterapia cuando se confirma la recidiva local.

Dado que muchas recidivas locales son masas de tejidos blandos, el uso de contraste intravenoso sigue siendo beneficioso para ayudar a caracterizar las masas como malignas o benignas y también puede aumentar la confianza del lector. Sin embargo, la resolución inherente del contraste de la resonancia magnética, incluso en ausencia de contraste intravenoso, la convierte en una modalidad útil para evaluar la recidiva local de tumores óseos primarios malignos o agresivos [67,68] .

Radiografía del área de interés

La radiografía no sólo es útil para evaluar la recidiva de tumores óseos, sino que también es un complemento indispensable para la interpretación de la resonancia magnética. Cuando hay material quirúrgico presente, incluso con técnicas modernas de reducción de artefactos metálicos, la radiografía puede visualizar la interfaz hueso-metal o hueso-cemento, lo que puede ser fundamental para evaluar la recidiva del tumor. Se recomiendan radiografías para la vigilancia de la recidiva local de tumores óseos primarios malignos o agresivos.

Ecografía del área de interés

La ecografía no es útil para evaluar lesiones óseas cuando no hay extensión tumoral extraósea. Sin embargo, la ecografía puede ser beneficiosa si se identifica clínicamente una masa. No existe literatura relevante que respalde el uso de la ecografía como vigilancia de la recidiva local asintomática de tumores óseos primarios malignos o agresivos.

Escenario 5: Tumor primario de tejidos blandos maligno o agresivo. Vigilancia de recidiva local.

Las regiones del cuerpo cubiertas en este escenario clínico son abdomen, tobillo, tórax, codo, hombro, muslo, pie, antebrazo, mano, brazo, rodilla, pelvis, pierna y muñeca.

En estudios históricos más amplios se ha reportado que las tasas de recidiva local de los sarcomas de tejidos blandos ocurren entre el 5% y el 25% [69-72] . Aunque las tasas de recidiva local después de la resección primaria dependen de la histología y el grado del tumor, se han identificado varios otros factores que aumentan el riesgo. La ubicación del tumor se asocia con recidiva local, siendo los tumores ubicados profundamente en la fascia o en las extremidades superiores o tronco los que tienen más probabilidades de recidiva [73] . Los márgenes de resección positivos o estrechos también se han asociado con una mayor probabilidad de recidiva local [70,73,74] . La recidiva local se asocia con enfermedad metastásica y un aumento de la mortalidad [70] , y si la recidiva puede tratarse antes de desarrollar enfermedad metastásica hay un beneficio en la supervivencia [73] . El tamaño de la recidiva también se ha relacionado no sólo con la supervivencia [75] sino también con la morbilidad, porque los tumores más grandes a menudo requieren una cirugía más extensa [48] . Por lo tanto, la vigilancia de la recidiva local es importante para reducir tanto la mortalidad como la morbilidad.

Las recomendaciones para la vigilancia por imagen de la recidiva local varían entre las guías de los expertos, aunque todas reconocen el beneficio de la evaluación clínica. Los tumores óseos con recidiva local a menudo pueden presentarse como una masa de tejido blando y, en un estudio de recidivas locales de osteosarcoma, la mayoría (aproximadamente el 75%) eran masas de tejidos blandos en lugar de lesiones óseas [60] . Algunas guías recomiendan que únicamente se realice el examen clínico, mientras que otras lo recomiendan en combinación con las pruebas de imagen [49,51,52,63] . La evaluación clínica de la recidiva local profunda de los tejidos blandos sigue siendo una limitación de este enfoque. La mayoría de las recidivas locales de sarcomas de tejidos blandos se producen dentro de los cinco años posteriores a la resección primaria [78] . Por lo tanto, las guías que recomiendan la realización de pruebas de imagen por lo general abogan por vigilancia más estrecha en los primeros cinco años, que luego se reducen a la realización de pruebas de imagen anualmente. La histología, el grado y el escenario clínico del tumor siguen siendo de suma importancia a la hora de decidir cómo vigilar la recidiva local.

TC del área de interés con contraste intravenoso

La TC sigue siendo útil para la vigilancia de la recidiva local cuando no se puede obtener una resonancia magnética. Las imágenes por tomografía computarizada también pueden ser beneficiosas si los artefactos metálicos en la resonancia magnética no se pueden resolver, aunque debe tenerse en cuenta que la tomografía computarizada también es susceptible a los artefactos metálicos. Al evaluar los tejidos blandos, se recomiendan imágenes con contraste para aumentar la visibilidad de los tumores y, de ser así, las áreas de necrosis que pueden ayudar con la planificación de la biopsia y servir como punto de referencia para la evaluación futura de la respuesta al tratamiento.

TC del área de interés sin y con contraste intravenoso

La TC sigue siendo útil para la vigilancia de la recidiva local cuando no se puede obtener una resonancia magnética. Las imágenes por tomografía computarizada también pueden ser beneficiosas si los artefactos metálicos en la

resonancia magnética no tienen solución, aunque debe tenerse en cuenta que la tomografía computarizada también es susceptible a los artefactos metálicos. Al evaluar los tejidos blandos, se recomiendan imágenes con contraste para aumentar la visibilidad de los tumores y, de ser así, las áreas de necrosis que pueden ayudar con la planificación de la biopsia y servir como punto de referencia para la evaluación futura de la respuesta al tratamiento. Sin embargo, por lo general no se recomienda la TC con y sin contraste intravenoso en lugar de la TC directamente con contraste intravenoso.

TC del área de interés sin contraste intravenoso

La TC sigue siendo útil para la vigilancia de la recidiva local cuando no se puede obtener una resonancia magnética. Las imágenes por tomografía computarizada también pueden ser beneficiosas si los artefactos metálicos en la resonancia magnética no tienen solución, aunque debe tenerse en cuenta que la tomografía computarizada también es susceptible a los artefactos metálicos. Al evaluar los tejidos blandos, se recomiendan imágenes con contraste para aumentar la visibilidad de los tumores y, de ser así, las áreas de necrosis que pueden ayudar con la planificación de la biopsia y servir como punto de referencia para la evaluación futura de la respuesta al tratamiento.

FDG-PET/TC de cuerpo entero

La FDG-PET/TC tiene el beneficio adicional no sólo de obtener imágenes por TC de corte fino sino también la capacidad de detectar enfermedades metabólicamente activas. La FDG-PET/TC es muy precisa para detectar sarcomas óseos y de tejidos blandos recidivantes y puede ser útil cuando otras imágenes del área de interés son equívocas. Un estudio retrospectivo de una sola institución de 43 pacientes con sarcomas de huesos o tejidos blandos encontró una mejor sensibilidad y especificidad del seguimiento con FDG-PET/TC en comparación con la TC con contraste (94% y 92% vs. 78% y 67%, respectivamente). [79]. Un estudio retrospectivo de una sola institución de 152 pacientes con sarcomas de tejidos blandos que comparó FDG-PET/TC de cuerpo entero con RM del sitio de tratamiento primario no detectó diferencia significativa en detección de la recidiva local (sensibilidad de RM del 90% y especificidad del 98% en comparación con la sensibilidad de FDG-PET/TC del 95 % y la especificidad del 96 %) [80].

FDG-PET/RM de cuerpo entero

Un estudio retrospectivo de una sola institución de 41 pacientes con sarcomas de tejidos blandos resecaos y sospecha clínica de recidiva se sometieron a FDG-PET/RM, ya sea de todo el cuerpo si era un sarcoma primario del tronco o localizada en el sitio del tumor primario si era un sarcoma de la extremidad. Las imágenes de RM y luego las imágenes de FDG-PET/RM se interpretaron de forma independiente. Con la adición de imágenes por FDG-PET a la resonancia magnética, la sensibilidad aumentó del 82% al 96%, aunque la especificidad disminuyó levemente del 85% al 79%. La confianza diagnóstica aumentó para los lectores [81]. La FDG-PET/RM de cuerpo entero puede ser útil cuando otras imágenes del área de interés son equívocas.

RM del área de interés sin y con contraste intravenoso

La resonancia magnética utilizada como vigilancia del sitio del tumor primario de tejidos blandos es la base para evaluar la recidiva local. En los últimos años se han publicado pocos estudios sobre la utilidad diagnóstica de la resonancia magnética para la recidiva local de sarcomas de tejidos blandos, probablemente dada su adopción clínica generalizada. La resonancia magnética es útil no sólo para la vigilancia asintomática sino también si aparece un área clínicamente sospechosa en el sitio de resección. A menudo se solicita resonancia magnética antes de la cirugía y la radioterapia, cuando se confirma la recidiva local. Un estudio retrospectivo de una sola institución realizado por Park et al [77] de 325 pacientes con sarcoma de extremidad con una tasa de recidiva local del 11% encontró que la resonancia magnética detectó el 60% de los pacientes con recidiva no identificada clínicamente o con ecografía. Aquellos con recidiva local detectada mediante la RM tendieron a una mejor supervivencia, pero esto no alcanzó significación estadística.

La resonancia magnética ha sido criticada por tener muchos resultados falsos positivos, lo que lleva a procedimientos innecesarios y angustia emocional [82]. Un estudio retrospectivo de una sola institución de 11 recidivas locales en 124 pacientes con sarcoma de tejidos blandos encontró que la resonancia magnética tenía un valor predictivo positivo de sólo el 42% con 11 exámenes falsos positivos en esta cohorte y abogó por la vigilancia clínica únicamente [83]. Sin embargo, los estudios más amplios de una sola institución de Park et al [77] encontraron un valor predictivo positivo del 93%.

Se ha demostrado que las imágenes con contraste aportan beneficios en la evaluación de tumores de tejidos blandos para diferenciar lesiones benignas de malignas [68]. Un estudio retrospectivo más reciente que evaluó el valor

agregado de la resonancia magnética con contraste mostró que el contraste mejoró la confianza del lector incluso para lectores experimentados y mejoró la precisión de un lector menos experimentado del 65% al 72% [67] .

RM del área de interés sin contraste intravenoso

La resonancia magnética utilizada como vigilancia del sitio del tumor primario de tejidos blandos es la base para evaluar la recidiva local. En los últimos años se han publicado pocos estudios sobre la utilidad diagnóstica de la resonancia magnética para la recidiva local de sarcomas de tejidos blandos, probablemente dada su adopción clínica generalizada. La resonancia magnética es útil no sólo para la vigilancia asintomática sino también si aparece un área clínicamente sospechosa en el sitio de resección. A menudo se solicita resonancia magnética antes de la cirugía y la radioterapia cuando se confirma la recidiva local. Un estudio retrospectivo de una sola institución realizado por Park et al [77] de 325 pacientes con sarcoma de extremidad con una tasa de recidiva local del 11% encontró que la resonancia magnética detectó el 60% de los pacientes con recidiva no identificada clínicamente o con ecografía. Aquellos con recidiva local detectada mediante la RM tendieron a una mejor supervivencia, pero esto no alcanzó significación estadística.

La resonancia magnética ha sido criticada por tener muchos resultados falsos positivos, lo que lleva a procedimientos innecesarios y angustia emocional [82] . Un estudio retrospectivo de una sola institución de 11 recidivas locales en 124 pacientes con sarcoma de tejidos blandos encontró que la resonancia magnética tenía un valor predictivo positivo de sólo el 42% con 11 exámenes falsos positivos en esta cohorte y abogó por la vigilancia clínica únicamente [83] . Sin embargo, los estudios más amplios de una sola institución de Park et al [77] encontraron un valor predictivo positivo del 93%.

Se ha demostrado que las imágenes con contraste aportan beneficios en la evaluación de tumores de tejidos blandos para diferenciar lesiones benignas de malignas [68] . Un estudio retrospectivo más reciente que evaluó el valor agregado de la resonancia magnética con contraste mostró que el contraste mejoró la confianza del lector incluso para lectores experimentados y mejoró la precisión de un lector menos experimentado del 65% al 72% [67] . Sin embargo, la resonancia magnética sin contraste intravenoso sigue siendo muy sensible para detectar la recidiva local de un tumor de tejido blando debido al contraste de tejidos blandos inherente a la resonancia magnética y, por lo tanto, sigue siendo beneficiosa.

Radiografía del área de interés

En casos raros de un tumor primario de tejidos blandos que produce matriz ósea o condroide, puede haber un beneficio limitado de la radiografía del área de interés para detectar la recidiva local, pero en general esta modalidad no suele ser útil para la mayoría de los pacientes. No existe literatura relevante que respalde el uso de la radiografía sola como vigilancia de la recidiva local de tumores primarios de tejidos blandos malignos o agresivos.

Ecografía del área de interés

La recidiva local de un tumor de tejidos blandos se puede detectar mediante ecografía. Es importante conocer que la mayoría de los estudios que comparan la ecografía con la resonancia magnética están desactualizados porque tanto la tecnología de la ecografía como la de la resonancia magnética han avanzado significativamente. Un estudio retrospectivo unicéntrico más reciente de 68 pacientes con sarcomas de tejidos blandos de las extremidades (tasa de recidiva del 28 %) seguido de ecografía y resonancia magnética encontró una sensibilidad del 88 % y una especificidad del 94 % en la detección de recidivas locales con ecografía, con un valor predictivo negativo del 96%; En este estudio, las lesiones ecográficas con resultados falsos negativos se identificaron mediante resonancia magnética [84] .

Resumen de las recomendaciones

- **Escenario 1:** la TC de tórax sin contraste intravenoso suele ser apropiada para la estadificación inicial de tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos en la evaluación de metástasis pulmonares.
- **Escenario 2:** la FDG-PET/TC de cuerpo entero suele ser apropiada para la estadificación inicial de tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos en la evaluación de metástasis extrapulmonares. Aunque los expertos no estuvieron de acuerdo en recomendar la resonancia magnética de cuerpo entero sin contraste intravenoso o la PET/TC con flúor de cuerpo entero, debido a que no hay suficiente literatura médica para concluir si estos pacientes se beneficiarían del procedimiento, su uso puede ser apropiado.
- **Escenario 3:** la TC de tórax sin contraste intravenoso suele ser apropiada para la vigilancia de metástasis pulmonares en pacientes con tumores musculoesqueléticos primarios malignos o agresivos sin sospecha o evidencia de recidiva.

- **Escenario 4:** Radiografía del área de interés, combinada con la RM del área de interés sin y con contraste intravenoso o la RM del área de interés sin contraste intravenoso, suelen ser apropiadas para la vigilancia de la recidiva local en pacientes con tumores óseos primarios malignos o agresivos. Estos procedimientos son complementarios y ambos están indicados en esta población de pacientes.
- **Escenario 5:** la RM del área de interés sin y con contraste intravenoso o la RM del área de interés sin contraste intravenoso suelen ser apropiadas para la vigilancia de la recidiva local en pacientes con tumores primarios de tejidos blandos malignos o agresivos. Estos procedimientos son alternativas equivalentes (es decir, solo se ordenará un procedimiento para proporcionar la información clínica para gestionar eficazmente la atención del paciente). Aunque los expertos no estuvieron de acuerdo en recomendar la ecografía del área de interés, ya que hay datos limitados que comparan su utilidad con otras modalidades de imagen establecidas, como la resonancia magnética, su uso puede ser apropiado.

Documentos de Apoyo

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

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

Idoneidad Nombres de categoría y definiciones

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

Información relativa sobre el nivel de radiación

Los posibles efectos adversos para la salud asociados con la exposición a la radiación son un factor importante a considerar al seleccionar el procedimiento de imagen apropiado. Debido a que existe una amplia gama de exposiciones a la radiación asociadas con diferentes procedimientos de diagnóstico, se ha incluido una indicación de nivel de radiación relativo (RRL) para cada examen por imágenes. Los RRL se basan en la dosis efectiva, que es una cuantificación de dosis de radiación que se utiliza para estimar el riesgo total de radiación de la población asociado con un procedimiento de imagen. Los pacientes en el grupo de edad pediátrica tienen un riesgo inherentemente mayor de exposición, debido tanto a la sensibilidad orgánica como a una mayor esperanza de vida (relevante para la larga latencia que parece acompañar a la exposición a la radiación). Por estas razones, los rangos estimados de dosis de RRL para los exámenes pediátricos son más bajos en comparación con los especificados para

adultos (ver Tabla a continuación). Se puede encontrar información adicional sobre la evaluación de la dosis de radiación para los exámenes por imágenes en el documento [Introducción a la Evaluación de la Dosis de Radiación](#) de los Criterios de Idoneidad del ACR® [85].

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 "Varia".

Referencias

1. WHO Classification of Tumours Editorial Board. *Soft tissue and bone tumours*. 5th ed. Lyon (France): IARC Press; 2020.
2. National Cancer Institute. Surveillance, Epidemiology, and End Results Program. Cancer Stat Facts: Soft Tissue including Heart Cancer. Available at: <https://seer.cancer.gov/statfacts/html/soft.html>. Accessed March 31, 2022.
3. National Cancer Institute. Surveillance, Epidemiology, and End Results Program. Cancer Stat Facts: Bone and Joint Cancer. Available at: <https://seer.cancer.gov/statfacts/html/bones.html>. Accessed March 31, 2022.
4. Becher S, Oskouei S. PET Imaging in Sarcoma. *Orthop Clin North Am* 2015;46:409-15, xi.
5. Billingsley KG, Lewis JJ, Leung DH, Casper ES, Woodruff JM, Brennan MF. Multifactorial analysis of the survival of patients with distant metastasis arising from primary extremity sarcoma. *Cancer* 1999;85:389-95.
6. Liu F, Zhang Q, Zhou D, Dong J. Effectiveness of (18)F-FDG PET/CT in the diagnosis and staging of osteosarcoma: a meta-analysis of 26 studies. *BMC Cancer* 2019;19:323.
7. Mirabello L, Troisi RJ, Savage SA. Osteosarcoma incidence and survival rates from 1973 to 2004: data from the Surveillance, Epidemiology, and End Results Program. *Cancer* 2009;115:1531-43.
8. Briccoli A, Rocca M, Salone M, Guzzardella GA, Balladelli A, Bacci G. High grade osteosarcoma of the extremities metastatic to the lung: long-term results in 323 patients treated combining surgery and chemotherapy, 1985-2005. *Surg Oncol* 2010;19:193-9.
9. Ciccarese F, Bazzocchi A, Ciminari R, et al. The many faces of pulmonary metastases of osteosarcoma: Retrospective study on 283 lesions submitted to surgery. *Eur J Radiol* 2015;84:2679-85.
10. Diemel KD, Klippe HJ, Branseheid D. Pulmonary metastasectomy for osteosarcoma: is it justified? *Recent Results Cancer Res* 2009;179:183-208.
11. Kayton ML, Huvos AG, Casher J, et al. Computed tomographic scan of the chest underestimates the number of metastatic lesions in osteosarcoma. *J Pediatr Surg* 2006;41:200-6; discussion 00-6.
12. Dudeck O, Zeile M, Andreou D, et al. Computed tomographic criteria for the discrimination of subcentimeter lung nodules in patients with soft-tissue sarcomas. *Clin Imaging* 2011;35:174-9.
13. Piperkova E, Mikhaeil M, Mousavi A, et al. Impact of PET and CT in PET/CT studies for staging and evaluating treatment response in bone and soft tissue sarcomas. *Clin Nucl Med* 2009;34:146-50.
14. Roberge D, Vakilian S, Alabed YZ, Turcotte RE, Freeman CR, Hickeyson M. FDG PET/CT in Initial Staging of Adult Soft-Tissue Sarcoma. *Sarcoma* 2012;2012:960194.
15. London K, Stege C, Cross S, et al. 18F-FDG PET/CT compared to conventional imaging modalities in pediatric primary bone tumors. *Pediatr Radiol* 2012;42:418-30.
16. Cistaro A, Lopci E, Gastaldo L, Fania P, Brach Del Prever A, Fagioli F. The role of 18F-FDG PET/CT in the metabolic characterization of lung nodules in pediatric patients with bone sarcoma. *Pediatr Blood Cancer* 2012;59:1206-10.

17. Platzek I, Beuthien-Baumann B, Schramm G, et al. FDG PET/MR in initial staging of sarcoma: Initial experience and comparison with conventional imaging. *Clin Imaging* 2017;42:126-32.
18. Fuglo HM, Maretty-Nielsen K, Hovgaard D, Keller JO, Safwat AA, Petersen MM. Metastatic pattern, local relapse, and survival of patients with myxoid liposarcoma: a retrospective study of 45 patients. *Sarcoma* 2013;2013:548628.
19. Jha P, Frolich AM, McCarville B, et al. Unusual association of alveolar rhabdomyosarcoma with pancreatic metastasis: emerging role of PET-CT in tumor staging. *Pediatr Radiol* 2010;40:1380-6.
20. Nishida Y, Tsukushi S, Urakawa H, et al. High incidence of regional and in-transit lymph node metastasis in patients with alveolar rhabdomyosarcoma. *Int J Clin Oncol* 2014;19:536-43.
21. Cotterill SJ, Ahrens S, Paulussen M, et al. Prognostic factors in Ewing's tumor of bone: analysis of 975 patients from the European Intergroup Cooperative Ewing's Sarcoma Study Group. *J Clin Oncol* 2000;18:3108-14.
22. Quartuccio N, Fox J, Kuk D, et al. Pediatric bone sarcoma: diagnostic performance of (1)(8)F-FDG PET/CT versus conventional imaging for initial staging and follow-up. *AJR* 2015;204:153-60.
23. Chang CY, Gill CM, Joseph Simeone F, et al. Comparison of the diagnostic accuracy of 99 m-Tc-MDP bone scintigraphy and 18 F-FDG PET/CT for the detection of skeletal metastases. *Acta Radiol* 2016;57:58-65.
24. Byun BH, Kong CB, Lim I, et al. Comparison of (18)F-FDG PET/CT and (99 m)Tc-MDP bone scintigraphy for detection of bone metastasis in osteosarcoma. *Skeletal Radiol* 2013;42:1673-81.
25. Cook GJ, Houston S, Rubens R, Maisey MN, Fogelman I. Detection of bone metastases in breast cancer by 18FDG PET: differing metabolic activity in osteoblastic and osteolytic lesions. *J Clin Oncol* 1998;16:3375-9.
26. Gallowitsch HJ, Kresnik E, Gasser J, et al. F-18 fluorodeoxyglucose positron-emission tomography in the diagnosis of tumor recurrence and metastases in the follow-up of patients with breast carcinoma: a comparison to conventional imaging. *Invest Radiol* 2003;38:250-6.
27. Huyge V, Garcia C, Vanderstappen A, Alexiou J, Gil T, Flamen P. Progressive osteoblastic bone metastases in breast cancer negative on FDG-PET. *Clin Nucl Med* 2009;34:417-20.
28. Ozulker T, Kucukoz Uzun A, Ozulker F, Ozpacac T. Comparison of (18)F-FDG-PET/CT with (99m)Tc-MDP bone scintigraphy for the detection of bone metastases in cancer patients. *Nucl Med Commun* 2010;31:597-603.
29. Kalus S, Saifuddin A. Whole-body MRI vs bone scintigraphy in the staging of Ewing sarcoma of bone: a 12-year single-institution review. *Eur Radiol* 2019;29:5700-08.
30. Adusumilli P, Nejadhamzeeigilani H, Pitts K, et al. Protocol-driven multidetector SPECT/CT: integration of hybrid imaging into the routine workflow of whole-body bone scintigraphy in oncology patients. *Clin Radiol* 2020;75:79 e1-79 e7.
31. Webb HR, Latifi HR, Griffeth LK. Utility of whole-body (head-to-toe) PET/CT in the evaluation of melanoma and sarcoma patients. *Nucl Med Commun* 2018;39:68-73.
32. Antoch G, Vogt FM, Freudenberg LS, et al. Whole-body dual-modality PET/CT and whole-body MRI for tumor staging in oncology. *JAMA* 2003;290:3199-206.
33. Daldrup-Link HE, Franzius C, Link TM, et al. Whole-body MR imaging for detection of bone metastases in children and young adults: comparison with skeletal scintigraphy and FDG PET. *AJR* 2001;177:229-36.
34. Schmidt GP, Schoenberg SO, Schmid R, et al. Screening for bone metastases: whole-body MRI using a 32-channel system versus dual-modality PET-CT. *Eur Radiol* 2007;17:939-49.
35. Bosma SE, Vriens D, Gelderblom H, van de Sande MAJ, Dijkstra PDS, Bloem JL. (18)F-FDG PET-CT versus MRI for detection of skeletal metastasis in Ewing sarcoma. *Skeletal Radiol* 2019;48:1735-46.
36. Ricard F, Cimarelli S, Deshayes E, Mognetti T, Thiesse P, Giammarile F. Additional Benefit of F-18 FDG PET/CT in the staging and follow-up of pediatric rhabdomyosarcoma. *Clin Nucl Med* 2011;36:672-7.
37. Volker T, Denecke T, Steffen I, et al. Positron emission tomography for staging of pediatric sarcoma patients: results of a prospective multicenter trial. *J Clin Oncol* 2007;25:5435-41.
38. Eiber M, Takei T, Souvatzoglou M, et al. Performance of whole-body integrated 18F-FDG PET/MR in comparison to PET/CT for evaluation of malignant bone lesions. *J Nucl Med* 2014;55:191-7.
39. Lofgren J, Mortensen J, Rasmussen SH, et al. A Prospective Study Comparing (99m)Tc-Hydroxyethylene-Diphosphonate Planar Bone Scintigraphy and Whole-Body SPECT/CT with (18)F-Fluoride PET/CT and (18)F-Fluoride PET/MRI for Diagnosing Bone Metastases. *J Nucl Med* 2017;58:1778-85.
40. Durr HR, Rauh J, Baur-Melnyk A, et al. Myxoid liposarcoma: local relapse and metastatic pattern in 43 patients. *BMC Cancer* 2018;18:304.
41. Gorelik N, Reddy SMV, Turcotte RE, et al. Early detection of metastases using whole-body MRI for initial staging and routine follow-up of myxoid liposarcoma. *Skeletal Radiol* 2018;47:369-79.

42. Gouin F, Renault A, Bertrand-Vasseur A, et al. Early detection of multiple bone and extra-skeletal metastases by body magnetic resonance imaging (BMRI) after treatment of Myxoid/Round-Cell Liposarcoma (MRCLS). *Eur J Surg Oncol* 2019;45:2431-36.
43. Noble JL, Moskovic E, Fisher C, Judson I. Imaging of skeletal metastases in myxoid liposarcoma. *Sarcoma* 2010;2010:262361.
44. Stevenson JD, Watson JJ, Cool P, et al. Whole-body magnetic resonance imaging in myxoid liposarcoma: A useful adjunct for the detection of extra-pulmonary metastatic disease. *Eur J Surg Oncol* 2016;42:574-80.
45. Gamboa AC, Ethun CG, Switchenko JM, et al. Lung Surveillance Strategy for High-Grade Soft Tissue Sarcomas: Chest X-Ray or CT Scan? *J Am Coll Surg* 2019;229:449-57.
46. Miller BJ, Carmody Soni EE, Reith JD, Gibbs CP, Scarborough MT. CT scans for pulmonary surveillance may be overused in lower-grade sarcoma. *Iowa Orthop J* 2012;32:28-34.
47. Rehders A, Hosch SB, Scheunemann P, Stoecklein NH, Knoefel WT, Peiper M. Benefit of surgical treatment of lung metastasis in soft tissue sarcoma. *Arch Surg* 2007;142:70-5; discussion 76.
48. Cipriano CA, Jang E, Tyler W. Sarcoma Surveillance: A Review of Current Evidence and Guidelines. *J Am Acad Orthop Surg* 2020;28:145-56.
49. Dangoor A, Seddon B, Gerrand C, Grimer R, Whelan J, Judson I. UK guidelines for the management of soft tissue sarcomas. *Clin Sarcoma Res* 2016;6:20.
50. Gerrand C, Athanasou N, Brennan B, et al. UK guidelines for the management of bone sarcomas. *Clin Sarcoma Res* 2016;6:7.
51. ESMO/European Sarcoma Network Working Group. Soft tissue and visceral sarcomas: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol* 2014;25 Suppl 3:iii102-12.
52. von Mehren M, Randall RL, Benjamin RS, et al. Soft Tissue Sarcoma, Version 2.2018, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J Natl Compr Canc Netw* 2018;16:536-63.
53. Puri A, Ranganathan P, Gulia A, Crasto S, Hawaldar R, Badwe RA. Does a less intensive surveillance protocol affect the survival of patients after treatment of a sarcoma of the limb? updated results of the randomized TOSS study. *Bone Joint J* 2018;100-B:262-68.
54. Puri A, Gulia A, Hawaldar R, Ranganathan P, Badwe RA. Does intensity of surveillance affect survival after surgery for sarcomas? Results of a randomized noninferiority trial. *Clin Orthop Relat Res* 2014;472:1568-75.
55. Rissing S, Rougraff BT, Davis K. Indeterminate pulmonary nodules in patients with sarcoma affect survival. *Clin Orthop Relat Res* 2007;459:118-21.
56. Cho HS, Park IH, Jeong WJ, Han I, Kim HS. Prognostic value of computed tomography for monitoring pulmonary metastases in soft tissue sarcoma patients after surgical management: a retrospective cohort study. *Ann Surg Oncol* 2011;18:3392-8.
57. Whooley BP, Gibbs JF, Mooney MM, McGrath BE, Kraybill WG. Primary extremity sarcoma: what is the appropriate follow-up? *Ann Surg Oncol* 2000;7:9-14.
58. Bertrand TE, Cruz A, Binitie O, Cheong D, Letson GD. Do Surgical Margins Affect Local Recurrence and Survival in Extremity, Nonmetastatic, High-grade Osteosarcoma? *Clin Orthop Relat Res* 2016;474:677-83.
59. Kasalak O, Dammann A, Adams HJA, et al. Surveillance MRI for the detection of locally recurrent Ewing sarcoma seems futile. *Skeletal Radiol* 2018;47:1517-22.
60. Takeuchi A, Lewis VO, Satcher RL, Moon BS, Lin PP. What are the factors that affect survival and relapse after local recurrence of osteosarcoma? *Clin Orthop Relat Res* 2014;472:3188-95.
61. Wasilewski-Masker K, Liu Q, Yasui Y, et al. Late recurrence in pediatric cancer: a report from the Childhood Cancer Survivor Study. *J Natl Cancer Inst* 2009;101:1709-20.
62. Bacci G, Longhi A, Ferrari S, et al. Pattern of relapse in 290 patients with nonmetastatic Ewing's sarcoma family tumors treated at a single institution with adjuvant and neoadjuvant chemotherapy between 1972 and 1999. *Eur J Surg Oncol* 2006;32:974-9.
63. Greenberg DD, Crawford B. Surveillance Strategies for Sarcoma: Results of a Survey of Members of the Musculoskeletal Tumor Society. *Sarcoma* 2016;2016:8289509.
64. Sharma P, Khangembam BC, Suman KC, et al. Diagnostic accuracy of 18F-FDG PET/CT for detecting recurrence in patients with primary skeletal Ewing sarcoma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2013;40:1036-43.
65. Vadi SK, Mittal BR, Gorla AKR, et al. 18F-FDG PET/CT in Diagnostic and Prognostic Evaluation of Patients With Suspected Recurrence of Chondrosarcoma. *Clin Nucl Med* 2018;43:87-93.
66. Chang KJ, Kong CB, Cho WH, et al. Usefulness of increased 18F-FDG uptake for detecting local recurrence in patients with extremity osteosarcoma treated with surgical resection and endoprosthetic replacement. *Skeletal Radiol* 2015;44:529-37.

67. Diana Afonso P, Kosinski AS, Spritzer CE. Following unenhanced MRI assessment for local recurrence after surgical resection of mesenchymal soft tissue tumors, do additional gadolinium-enhanced images change reader confidence or diagnosis? *Eur J Radiol* 2013;82:806-13.
68. Kransdorf MJ, Murphey MD. The use of gadolinium in the MR evaluation of soft tissue tumors. *Semin Ultrasound CT MR* 1997;18:251-68.
69. Gronchi A, Lo Vullo S, Colombo C, et al. Extremity soft tissue sarcoma in a series of patients treated at a single institution: local control directly impacts survival. *Ann Surg* 2010;251:506-11.
70. Novais EN, Demiralp B, Alderete J, Larson MC, Rose PS, Sim FH. Do surgical margin and local recurrence influence survival in soft tissue sarcomas? *Clin Orthop Relat Res* 2010;468:3003-11.
71. Sabolch A, Feng M, Griffith K, et al. Risk factors for local recurrence and metastasis in soft tissue sarcomas of the extremity. *Am J Clin Oncol* 2012;35:151-7.
72. Salas S, Stoeckle E, Collin F, et al. Superficial soft tissue sarcomas (S-STs): a study of 367 patients from the French Sarcoma Group (FSG) database. *Eur J Cancer* 2009;45:2091-102.
73. Sugiura H, Nishida Y, Nakashima H, Yamada Y, Tsukushi S, Yamada K. Surgical procedures and prognostic factors for local recurrence of soft tissue sarcomas. *J Orthop Sci* 2014;19:141-9.
74. Alamanda VK, Crosby SN, Archer KR, Song Y, Schwartz HS, Holt GE. Predictors and clinical significance of local recurrence in extremity soft tissue sarcoma. *Acta Oncol* 2013;52:793-802.
75. Stojadinovic A, Leung DH, Allen P, Lewis JJ, Jaques DP, Brennan MF. Primary adult soft tissue sarcoma: time-dependent influence of prognostic variables. *J Clin Oncol* 2002;20:4344-52.
76. Rothermundt C, Whelan JS, Dileo P, et al. What is the role of routine follow-up for localised limb soft tissue sarcomas? A retrospective analysis of 174 patients. *Br J Cancer* 2014;110:2420-6.
77. Park JW, Yoo HJ, Kim HS, et al. MRI surveillance for local recurrence in extremity soft tissue sarcoma. *Eur J Surg Oncol* 2019;45:268-74.
78. Sawamura C, Matsumoto S, Shimoji T, Okawa A, Ae K. How long should we follow patients with soft tissue sarcomas? *Clin Orthop Relat Res* 2014;472:842-8.
79. Al-Ibraheem A, Buck AK, Benz MR, et al. (18) F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography for the detection of recurrent bone and soft tissue sarcoma. *Cancer* 2013;119:1227-34.
80. Park SY, Chung HW, Chae SY, Lee JS. Comparison of MRI and PET-CT in detecting the loco-regional recurrence of soft tissue sarcomas during surveillance. *Skeletal Radiol* 2016;45:1375-84.
81. Erfanian Y, Grueneisen J, Kirchner J, et al. Integrated 18F-FDG PET/MRI compared to MRI alone for identification of local recurrences of soft tissue sarcomas: a comparison trial. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2017;44:1823-31.
82. Richardson K, Potter M, Damron TA. Image intensive soft tissue sarcoma surveillance uncovers pathology earlier than patient complaints but with frequent initially indeterminate lesions. *J Surg Oncol* 2016;113:818-22.
83. Labarre D, Aziza R, Filleron T, et al. Detection of local recurrences of limb soft tissue sarcomas: is magnetic resonance imaging (MRI) relevant? *Eur J Radiol* 2009;72:50-3.
84. Tagliafico A, Truini M, Spina B, et al. Follow-up of recurrences of limb soft tissue sarcomas in patients with localized disease: performance of ultrasound. *Eur Radiol* 2015;25:2764-70.
85. 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.