

**Colegio Americano de Radiología  
Criterios® de idoneidad de ACR  
Osteoporosis y densidad mineral ósea**

**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 osteoporosis constituye un riesgo importante para la salud pública. Se estima que 10.2 millones de adultos en los Estados Unidos de más de 50 años tienen osteoporosis, una afección sistémica que debilita los huesos y aumenta la susceptibilidad a las fracturas. Alrededor de la mitad de las mujeres y casi un tercio de los hombres de más de 50 años sufrirán una fractura osteoporótica. Estas fracturas se asocian con una disminución de la calidad de vida, una disminución de la función física y una reducción de la independencia. La absorciometría de rayos X de doble energía (DXA, por sus siglas en inglés) es la principal modalidad de diagnóstico por imagen utilizada en la detección de la osteoporosis en mujeres de más de 65 años y hombres de más de 70 años. La DXA puede ser utilizada en pacientes menores de 65 años para evaluar la densidad de masa ósea si existen factores de riesgo adicionales. En ciertas situaciones, la evaluación de la fractura vertebral y la puntuación del hueso trabecular pueden predecir aún más el riesgo de fractura, particularmente en pacientes que aún no son osteoporóticos pero que se encuentran en el rango de osteopenia. La TC cuantitativa es útil en pacientes con cambios degenerativos avanzados en la columna vertebral. Dado la eficacia comprobada de la terapia farmacológica, el papel de las imágenes para identificar y controlar adecuadamente a las personas de alto riesgo es fundamental para reducir sustancialmente la morbilidad y mortalidad asociadas a la osteoporosis, y reducir el considerable costo económico para el sistema de Salud. 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); Densidad Mineral ósea (DMO), DXA, Osteopenia, Osteoporosis, QCT (TC cuantitativo), VFA

**Resumen del enunciado:**

Dado la eficacia comprobada de la terapia farmacológica, el papel de las técnicas de imagen para identificar y controlar adecuadamente a las personas de alto riesgo es fundamental para reducir la morbilidad y mortalidad asociadas a la osteoporosis, y el costo para el sistema de atención médica.

Traducido por Albert Solano López

**Escenario 1:** Cribado de osteoporosis o diagnóstico por imágenes iniciales frente a la sospecha clínica de baja densidad mineral ósea.

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de columna lumbar y cadera(s)	Usualmente apropiado	⊕
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de antebrazo distal	Puede ser apropiado	⊕
TC cuantitativo de columna lumbar y cadera	Puede ser apropiado	⊕⊕⊕
Ultrasonografía cuantitativa de calcáneo	Usualmente inapropiado	○
Absorciometría radiológica simple (SXA) del antebrazo	Usualmente inapropiado	⊕
Puntuación ósea trabecular (TBS) de columna lumbar	Usualmente inapropiado	⊕
Radiografía del esqueleto apendicular	Usualmente inapropiado	⊕⊕
Radiografía del esqueleto axial	Usualmente inapropiado	Varía

**Escenario 2:** Imágenes de seguimiento de pacientes que demostraron tener riesgo de fractura o vigilancia de baja densidad mineral ósea establecida.

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de columna lumbar y cadera(s)	Usualmente apropiado	⊕
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de antebrazo distal	Puede ser apropiado	⊕
Puntuación ósea trabecular (TBS) de columna lumbar	Puede ser apropiado	⊕
TC cuantitativo de columna lumbar y cadera	Puede ser apropiado	⊕⊕⊕
Ultrasonografía cuantitativa de calcáneo	Usualmente inapropiado	○
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de columna lumbar con morfometría vertebral	Usualmente inapropiado	⊕
Absorciometría radiológica simple (SXA) del antebrazo	Usualmente inapropiado	⊕

**Escenario 3:**

**Imágenes de seguimiento. Pacientes con puntuaciones T menores de -1,0 (por DXA) y uno o más de los siguientes criterios: 1) Mujeres iguales o mayores de 70 años de edad o hombres iguales o mayores de 80 años de edad; 2) Pérdida histórica de altura superior a 4 cm (mayor a 1,5 pulgadas); 3) Fractura vertebral previa autoinformada pero no documentada; 4) Terapia con glucocorticoides equivalente o superior a 5 mg de prednisona o equivalente al día durante igual o superior a 3 meses.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de columna lumbar y cadera(s)	Usualmente apropiado	☼
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de columna lumbar con morfometría vertebral	Usualmente apropiado	☼
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de antebrazo distal	Puede ser apropiado	☼
Radiografía del esqueleto axial	Puede ser apropiado	Varía
TC cuantitativo de columna lumbar y cadera	Puede ser apropiado	☼☼☼
Ultrasonografía cuantitativa de calcáneo	Usualmente inapropiado	○
Absorciometría radiológica simple (SXA) del antebrazo	Usualmente inapropiado	☼
Puntuación ósea trabecular (TBS) de columna lumbar	Usualmente inapropiado	☼
Radiografía del esqueleto apendicular	Usualmente inapropiado	☼☼

**Escenario 4:**

**Diagnóstico por imágenes inicial para mujeres o hombres premenopáusicos menores de 50 años. Individuo con factores de riesgo que puedan alterar la densidad mineral ósea.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de columna lumbar y cadera(s)	Usualmente apropiado	☼
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de antebrazo distal	Puede ser apropiado	☼
Ultrasonografía cuantitativa de calcáneo	Usualmente inapropiado	○
Absorciometría radiológica simple (SXA) del antebrazo	Usualmente inapropiado	☼
Puntuación ósea trabecular (TBS) de columna lumbar	Usualmente inapropiado	☼
Radiografía del esqueleto apendicular	Usualmente inapropiado	☼☼
Radiografía del esqueleto axial	Usualmente inapropiado	Varía
TC cuantitativo de columna lumbar y cadera	Usualmente inapropiado	☼☼☼

**Escenario 5:**

**Mujeres premenopáusicas con factores de riesgo. Hombres menores de 50 años con factores de riesgo. Seguimiento de la baja densidad mineral ósea.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de columna lumbar y cadera(s)	Usualmente apropiado	⊕
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de antebrazo distal	Puede ser apropiado	⊕
TC cuantitativo de columna lumbar y cadera	Puede ser apropiado	⊕⊕⊕
Ultrasonografía cuantitativa de calcáneo	Usualmente inapropiado	○
Absorciometría radiológica simple (SXA) del antebrazo	Usualmente inapropiado	⊕
Puntuación ósea trabecular (TBS) de columna lumbar	Usualmente inapropiado	⊕

**Escenario 6:**

**Mujeres y hombres de 50 o más años y sospecha de osteoporosis. Severos cambios degenerativos de la columna vertebral con o sin escoliosis u otras condiciones que de forma espuria elevan la densidad mineral ósea. Estudio de imagen inicial.**

Procedimiento	Categoría de idoneidad	Nivel relativo de radiación
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de antebrazo distal	Usualmente apropiado	⊕
Absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) de columna lumbar y cadera(s)	Usualmente apropiado	⊕
TC cuantitativo de columna lumbar y cadera	Usualmente apropiado	⊕⊕⊕
Ultrasonografía cuantitativa de calcáneo	Usualmente inapropiado	○
Absorciometría radiológica simple (SXA) del antebrazo	Usualmente inapropiado	⊕
Radiografía del esqueleto apendicular	Usualmente inapropiado	⊕⊕
Radiografía del esqueleto axial	Usualmente inapropiado	Varía

## OSTEOPOROSIS Y DENSIDAD MINERAL ÓSEA

Panel de expertos en imágenes musculoesqueléticas: Joseph S. Yu, MD;<sup>a</sup> Nidhi G. Krishna, MD<sup>b</sup>; Michael G. Fox, MD, MBA<sup>c</sup>; Donna G. Blankenbaker, MD<sup>d</sup>; Matthew A. Frick, MD<sup>e</sup>; Shari T. Jawetz, MD<sup>f</sup>; Guibin Li, MD<sup>g</sup>; Charles Reitman, MD<sup>h</sup>; Nicholas Said, MD, MBA<sup>i</sup>; J. Derek Stensby, MD<sup>j</sup>; Naveen Subhas, MD, MPH<sup>k</sup>; Mark Tulchinsky, MD, MD<sup>l</sup>; Eric A. Walker, MD, MHA<sup>m</sup>; Francesca D. Beaman, MD.<sup>n</sup>

### Resumen de la revisión de la literatura

#### Introducción/Antecedentes

La osteoporosis es una alteración esquelética sistémica caracterizada por una reducción de la densidad ósea y el deterioro del tejido óseo, que conduce a la fragilidad ósea y al aumento de la susceptibilidad a las fracturas [1]. La resistencia ósea es un producto de la densidad mineral ósea (DMO), una propiedad cuantificable, y de la integridad de la microarquitectura trabecular. En la actualidad, el enfoque consensuado para el cribado y seguimiento de la osteoporosis en la población es la medición de la DMO, que es una forma eficaz de identificar a los pacientes que están en riesgo de fractura. Se estima que 10.2 millones de adultos de más de 50 años tienen osteoporosis en los Estados Unidos ; Sin embargo, se prevé que el envejecimiento de la población aumente esta cifra en más de un 30% para 2030. La mayoría de los expertos están de acuerdo en que la osteoporosis generalmente está infradiagnosticada [2,3]. Aproximadamente la mitad de las mujeres y casi un tercio de los hombres de más de 50 años sufrirán una fractura osteoporótica [4]. Se proyecta que el número anual de fracturas aumente de 1.9 millones en 2018 a más de 3.2 millones de fracturas en 2040, con costos médicos directos que aumentarán de \$48.8 mil millones a \$81.5 mil millones durante el mismo rango de tiempo [5,6]. Si también se tienen en cuenta los costos sociales indirectos, el coste total proyectado podría superar los 95.000 millones de dólares en 2040 [6].

Las fracturas osteoporóticas se asocian con posteriores fracturas y mortalidad prematura. En los pacientes que han sufrido una fractura, el 10 % tendrá otra en 1 año, el 18 % en 2 años y el 31 % en 5 años [7]. La tasa de mortalidad en el primer año es del 20%, pero también hay un riesgo de mortalidad de 3 a 4 veces mayor en los 5 años posteriores a cualquier fractura por fragilidad [8]. Es más alta después de sufrir una fractura de cadera, donde hay una mortalidad a 1 año del 24% en mujeres y del 38% en hombres [9]. Las fracturas por fragilidad también se asocian con una disminución de la calidad de vida, una disminución de la función física y una reducción de la independencia [10]. Dada la eficacia comprobada de la terapia farmacológica, el papel de las imágenes para identificar y controlar adecuadamente a las personas de alto riesgo es fundamental para reducir sustancialmente la morbilidad y mortalidad asociadas a la osteoporosis.

#### Consideraciones especiales sobre imágenes

La absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) es el pilar de la densitometría ósea para detectar la osteopenia y la osteoporosis. Debido a que esta modalidad se basa en la precisión, es esencial que los pacientes sean escaneados en la misma máquina DXA porque las diferencias en las tecnologías de los proveedores prohíben una comparación directa a menos que se haya realizado una calibración cruzada [11,12].

La TC es una tecnología de rayos X que utiliza una técnica tomográfica junto con el procesamiento informático para generar una imagen seccional en un plano. La TC tiene una mayor sensibilidad a las diferencias sutiles en las densidades de electrones que la radiografía y, por lo tanto, crea una imagen con un contraste notablemente mejorado.

La TC cuantitativa (TCC) se realiza en un escáner clínico estándar y es muy preciso para determinar la densidad del tejido dentro de una región de interés. Los sitios de exploración para la TCC incluyen la columna lumbar y la cadera. Varios estudios han evaluado el uso de tomografías computarizadas convencionales para medir la densidad

<sup>a</sup>The Ohio State University Wexner Medical Center, Columbus, Ohio. <sup>b</sup>Research Author, Ohio State University, Columbus, Ohio. <sup>c</sup>Panel Chair, Mayo Clinic Arizona, Phoenix, Arizona. <sup>d</sup>University of Wisconsin School of Medicine and Public Health, Madison, Wisconsin. <sup>e</sup>Mayo Clinic, Rochester, Minnesota. <sup>f</sup>Hospital for Special Surgery, New York, New York. <sup>g</sup>The Ohio State University Wexner Medical Center, Columbus, Ohio, Primary care physician. <sup>h</sup>Medical University of South Carolina, Charleston, South Carolina; North American Spine Society. <sup>i</sup>Duke University Medical Center, Durham, North Carolina. <sup>j</sup>University of Missouri Health Care, Columbia, Missouri. <sup>k</sup>Cleveland Clinic, Cleveland, Ohio. <sup>l</sup>Penn State Milton S. Hershey Medical Center, Hershey, Pennsylvania, Penn State Milton S. Hershey Medical Center, Hershey, Pennsylvania; Commission on Nuclear Medicine and Molecular Imaging. <sup>m</sup>Penn State Milton S. Hershey Medical Center, Hershey, Pennsylvania and Uniformed Services University of the Health Sciences, Bethesda, Maryland. <sup>n</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)

ósea mediante el establecimiento de niveles umbrales de unidades de Hounsfield que son diagnósticos de osteopenia y osteoporosis, pero este concepto se considera más un uso oportunista de la TC que no una herramienta de detección [13-15]. La TCC periférica de alta resolución utiliza la misma tecnología en una máquina dedicada más pequeña y se centra en el radio distal y la tibia. En la actualidad, los estudios de QCT periférica no están aprobados para el diagnóstico de la osteoporosis, aunque tienen aplicaciones de investigación en la determinación de alteraciones en la arquitectura ósea. Hay que tener en cuenta que la QCT periférica se realiza habitualmente en niños [16].

### **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: Cribado de osteoporosis o imagen inicial de sospecha clínica de baja densidad mineral ósea.**

Las indicaciones para el estudio de DMO según la Sociedad Internacional de Densitometría Clínica (ISCD) son: [17]:

1. Todas las mujeres  $\geq 65$  años y los hombres  $\geq 70$  años (detección asintomática)
2. Mujeres  $< 65$  años que tienen un riesgo adicional de osteoporosis, según los antecedentes médicos y otros hallazgos. Los factores de riesgo adicionales para la osteoporosis incluyen:
  - a. Deficiencia de estrógenos
  - b. Antecedentes de fractura materna de cadera que ocurrió después de los 50 años de edad
  - c. Masa corporal baja ( $< 127$  lb o  $57,6$  kg)
  - d. Antecedentes de amenorrea ( $> 1$  año antes de los 42 años de edad)
3. Mujeres  $< 65$  años u hombres  $< 70$  años de edad que tienen factores de riesgo adicionales, incluyendo:
  - a. Consumo actual de cigarrillos
  - b. Pérdida de estatura, cifosis torácica
4. Personas con osteopenia o fracturas por fragilidad en estudios de imagen como radiografías, tomografías computarizadas o resonancias magnéticas
5. Personas de  $\geq 50$  años que desarrollan una fractura de muñeca, cadera, columna vertebral o húmero proximal con un traumatismo mínimo o sin traumatismo, excluyendo las fracturas patológicas
6. Personas de cualquier edad que desarrollen 1 o más fracturas por insuficiencia
7. Personas que se están considerando para el tratamiento farmacológico de la osteoporosis
8. Individuos que están siendo evaluados para determinar la efectividad del tratamiento farmacológico para la osteoporosis

#### **DXA (Absorciometría de rayos X de doble energía)**

La DXA se recomienda para el cribado de la osteoporosis o para la obtención de imágenes iniciales frente a la sospecha clínica de DMO baja. Es un método clínicamente probado para medir la DMO en la columna lumbar, el fémur proximal, el antebrazo y todo el cuerpo. Se ha demostrado que las mediciones de DMO derivadas de la DXA pueden predecir con precisión el riesgo de fractura [18,19]. Los estudios epidemiológicos han demostrado que la DMO se correlaciona con el riesgo de fractura de la población y la cantidad de fuerza necesaria para fracturar el hueso [20,21].

En un estudio rutinario de DXA, se informan 2 sitios (la columna lumbar y la cadera). En la columna vertebral, una proyección frontal mide hasta 4 cuerpos vertebrales de L1 a L4, y en la cadera, una proyección frontal mide 2 regiones: el cuello femoral y la cadera total [17]. En el caso de una DMO falsamente elevada de la columna lumbar causada por fractura, osteoartritis de la articulación facetaria o espondilosis, se pueden excluir del análisis hasta 2 niveles vertebrales. Sin embargo, si es necesaria la exclusión de más de 2 niveles, entonces se puede escanear la segunda cadera como sustituto de la columna vertebral [22]. Alternativamente, el tercio distal del radio del brazo no dominante se puede utilizar como un tercer sitio en situaciones en las que solo se dispone de una cadera. De lo contrario, el radio distal se utiliza principalmente en pacientes con hiperparatiroidismo. El hiperparatiroidismo primario disminuye preferentemente la mineralización en sitios ricos en corticales, como la cadera y el radio medio, en contraste con el hueso predominantemente esponjoso de la columna lumbar [22].

La precisión y reproducibilidad de la DXA ha llevado al establecimiento de estándares para el diagnóstico de la osteoporosis establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), con el respaldo de la Fundación Nacional de Osteoporosis (NOF) y la Asociación Americana de Endocrinólogos Clínicos [23,24]. El riesgo de fractura se determina cuando se compara la DMO medida por DXA con una población de referencia asintomática emparejada por sexo. El diagnóstico se basa en las puntuaciones T, es decir, el número de desviaciones estándar que la DMO del paciente está por encima o por debajo de la media en una población de referencia, que varía según el sexo y la raza. La puntuación Z representa el número de desviaciones estándar por encima o por debajo de la media de los controles emparejados por edad. Las puntuaciones Z se utilizan para detectar causas secundarias de osteoporosis.

La OMS define la DMO normal como una puntuación  $T \geq -1,0$ . La baja masa ósea u osteopenia se define como una puntuación T entre -1,0 y -2,5, mientras que las puntuaciones  $T \leq -2,5$  indican osteoporosis [25]. Una fractura osteoporótica reemplaza cualquier medición de DXA, por lo que los pacientes que se encuentran en rango osteopéxico que tienen una fractura por fragilidad deben actualizarse al diagnóstico de osteoporosis [1]. La NOF recomienda el tratamiento farmacológico para todas las mujeres y hombres posmenopáusicos >50 años con una puntuación  $T \leq -2,5$  [26]. En pacientes con baja masa ósea, se utiliza una herramienta clínica de evaluación del riesgo de fractura conocida como FRAX. Los factores de la herramienta FRAX incluyen la DMO de cadera, la edad, el sexo, la estatura, el peso, los antecedentes familiares de fractura de cadera, el tabaquismo, el uso de esteroides >3 meses, la artritis reumatoide y el consumo de alcohol [27]. El algoritmo FRAX es específico de cada país y está diseñado para su uso en mujeres y hombres posmenopáusicos de 40 a 90 años de edad que no han recibido tratamiento previo. La NOF recomienda el tratamiento en pacientes con una probabilidad a 10 años de una fractura de cadera  $\geq 3\%$  o una probabilidad a 10 años de una fractura importante relacionada con la osteoporosis  $\geq 20\%$  según FRAX [28].

Aunque la DXA es una herramienta de detección precisa, sigue estando infrautilizada. Según 2 informes recientes, solo el 6,7 % de los pacientes se sometieron a una evaluación con DXA 6 meses después de sufrir una fractura por fragilidad en 1 estudio, y solo el 8 % de los pacientes en tratamiento con glucocorticoides a largo plazo tuvieron DXA de seguimiento [29,30]. La infrautilización puede conducir a un tratamiento insuficiente en aproximadamente el 70% de estos pacientes, y los pacientes que no reciben un tratamiento adecuado tienen un mayor riesgo de sufrir fracturas adicionales a lo largo de su vida [7,29].

### **TCC (TC cuantitativo)**

La TCC también proporciona DMO volumétrica (DMOv), y mediante esta técnica se pueden evaluar tanto los compartimentos óseos trabeculares como los corticales [31,32]. La QCT se puede realizar en la gran mayoría de los escáneres de TC disponibles en el mercado, siempre que incluyan un software de análisis de densitometría y un phantom o maniquí de calibración. Al interpretar los resultados de la DMOv de la TCC, es importante reconocer 2 diferencias importantes con respecto a la DXA. Las puntuaciones Z y T pueden calcularse a partir de la DMOv, pero las puntuaciones T no se aplican a la definición de osteoporosis u osteopenia de la OMS [31]. La aplicación exclusiva de la clasificación de la OMS es inherente a la DMO proyectiva [25]. Los valores de corte del Colegio Americano de Radiología del TCC para baja masa ósea u osteopenia son de 80 a 120 mg/ml y de <80 mg/ml para osteoporosis [12]. Otra diferencia importante entre el TCC y la DXA está relacionada con el control del paciente. Los valores de DMO de la columna vertebral medidos por TCC demuestran tasas más altas de pérdida ósea con la edad avanzada, principalmente debido a la medición exclusiva del hueso esponjoso. La tasa de cambio en el hueso esponjoso es significativamente mayor que la del hueso cortical. Por el contrario, las propiedades proyectivas de la DXA suman los platillos vertebrales y los elementos posteriores de predominio cortical con las medidas del cuerpo vertebral esponjoso, disminuyendo así su tasa de cambio a lo largo del tiempo [31].

La TCC proyectiva de cadera es una técnica que simula imágenes de tipo DXA a partir de la TCC. Proporciona una medición calculada de la DMO de un área de la cadera a través de técnicas complejas de post procesamiento. La DMO es comparable a la DXA, la definición de osteoporosis de la clasificación de la OMS como una puntuación  $T \leq -2,5$  es aplicable a esta técnica de TC [33].

Las indicaciones para la utilización de la QCT como modalidad de cribado son las mismas que las de la DXA. Sin embargo, en el contexto del cribado o de las imágenes iniciales, la TCC se considera una herramienta secundaria a la DXA. La TCC puede considerarse como una modalidad primaria de diagnóstico por imágenes en ciertas afecciones. Los casos en los que la TCQ se considera superior a la DXA incluyen talla extrema (pacientes muy altos y muy pequeños), pacientes con obesidad ( $IMC >35 \text{ kg/m}^2$ ), pacientes con enfermedad degenerativa grave de la columna vertebral y cuando se desea una mayor sensibilidad a pequeños cambios en la densidad ósea trabecular (seguimiento del tratamiento con hormona paratiroidea y glucocorticoides) [34]. Recientemente se informó que las QCT oportunistas de la columna lumbar eran más predictivas de fracturas de columna en pacientes neurológicos y oncológicos que las DXA de referencia, pero solo hubo 84 pacientes en este estudio [35].

### **QUS (Ultrasonografía cuantitativa de calcáneo)**

No hay pruebas suficientes que apoyen el uso actual de ecografía cuantitativa (QUS) como herramienta de cribado en pacientes con sospecha de osteoporosis o DMO baja. Las estructuras complejas densas demuestran una mayor atenuación, mientras que el hueso osteoporótico muestra velocidades más bajas. Las limitaciones de la QUS son la falta de precisión y sensibilidad [36]. Hay disponibles escáneres QUS dedicados para el calcáneo, la falange y la tibia. Sin embargo, el talón representa el único sitio validado para el uso clínico de la QUS. La QUS no mide la DMO y, por lo tanto, no se puede utilizar el sistema de clasificación de la OMS y no se puede hacer un diagnóstico de osteoporosis. La discordancia entre el QUS y la DXA central no es infrecuente [37]. Un reciente metaanálisis realizado para evaluar el papel de la QUS en las enfermedades reumáticas inflamatorias llegó a la conclusión de que la literatura actual no apoya la sustitución de la DXA por la QUS en el diagnóstico y seguimiento de la osteoporosis en las enfermedades reumáticas [38].

### **Radiografía Esqueleto Apendicular**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso actual de la radiografía como herramienta de cribado en pacientes con sospecha de osteoporosis o DMO baja. La radiografía es una tecnología basada en rayos X que se utiliza ampliamente en la práctica médica actual para la adquisición rápida de imágenes para un gran número de indicaciones. La radiografía utiliza las diferencias en la densidad de electrones para generar contraste entre diferentes tejidos, incluido el hueso. Aunque existen varios estándares utilizados para identificar el hueso desmineralizado en las radiografías, la radiografía tiene una sensibilidad sustancialmente menor a la pérdida ósea que la DXA. La osteopenia no es un hallazgo fiable hasta que se ha perdido entre el 30% y el 40% del hueso [39]. Los pacientes que tienen evidencia radiográfica de osteopenia y/o fracturas por fragilidad deben ser remitidos a la DXA para su mejor caracterización.

### **Radiografía Esqueleto Axial**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso actual de la radiografía como herramienta de cribado en pacientes con sospecha de osteoporosis o DMO baja. Según se informa, los pacientes con un índice de segundo metacarpiano bajo pueden tener un mayor riesgo de desarrollar fracturas de cadera [40]. Un estudio reciente que utiliza inteligencia artificial para segmentar la morfometría metacarpiana ha demostrado potencial como herramienta de cribado con una sensibilidad del 82,4% y una especificidad del 95,7% y una precisión de casi el 94% [41]. Los pacientes que tienen evidencia radiográfica de fracturas por desmineralización y/o fragilidad deben ser remitidos a DXA para su mejor caracterización.

### **SXA (Absorciometría radiológica simple)**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso actual de la absorciometría radiológica simple (SXA) en pacientes con sospecha de osteoporosis o DMO baja. La SXA es una tecnología basada en rayos X por proyección que utiliza un tubo de rayos X como fuente de fotones y se ha demostrado que mide con precisión la DMO en el antebrazo. Ya no se usa ampliamente en la práctica actual y ha sido suplantado por DXA.

### **TBS (Puntuación ósea trabecular)**

Aunque la DXA proporciona una evaluación precisa de la DMO, no siempre es un predictor preciso del riesgo de fractura porque existe una superposición considerable entre los valores de DMO en individuos con y sin fracturas. La puntuación ósea trabecular (TBS) es un predictor independiente del riesgo de fractura porque los valores de TBS cuantifican la microarquitectura ósea, un determinante de la resistencia ósea [42]. Esta herramienta analítica realiza

un análisis de texturas en imágenes DXA de columna lumbar en 2D y captura información midiendo las variaciones del nivel de gris de un píxel a los píxeles adyacentes, proporcionando características óseas en 3D, como el número trabecular, la separación trabecular y la densidad de conectividad [43]. Existe evidencia de que TBS puede diferenciar entre dos microarquitecturas 3D que exhiben mediciones idénticas de DMO de la calidad ósea en lugar de la cantidad ósea medida por DXA, QCT y ultrasonido. Los valores elevados de TBS se correlacionan con la resistencia a la fractura, mientras que el hueso osteoporótico poroso presenta valores más bajos que el hueso normal [44]. Las ventajas de la TBS son que se puede evaluar retrospectivamente a partir de exploraciones DXA obtenidas previamente que proporcionan datos longitudinales, y no se ve afectada por la presencia de calcificaciones suprayacentes o cambios degenerativos en la columna vertebral [45].

En el contexto de los exámenes de detección o las imágenes iniciales, el TBS se considera una herramienta complementaria de la DXA. Sin embargo, el TBS no debe sólo usarse en la práctica clínica, ya sea para detectar la osteoporosis o para tomar decisiones sobre el tratamiento [17]. El TBS puede ser útil en ciertas poblaciones. El TBS, cuando se utiliza junto con la DMO, los factores de riesgo clínicos y/o el FRAX, mejora de forma significativa su precisión [46-50]. La reducción significativa de los TBS se asocia con fracturas por fragilidad en la osteoporosis secundaria. En estos pacientes, se ha encontrado que el TBS tiene una asociación sustancialmente mayor con el riesgo de fractura que la DMO [51,52]. Los TBS en pacientes con diabetes tipo 2, enfermedad renal crónica, tratamiento con glucocorticoides, artritis reumatoide e hiperparatiroidismo han demostrado un mayor riesgo de fractura, incluso en el contexto de DMO normal [47,53].

### **Escenario 2: Imágenes de seguimiento de pacientes con riesgo de fractura o vigilancia de baja densidad mineral ósea establecida.**

Se recomienda la realización de pruebas de imagen de seguimiento en pacientes que tienen un mayor riesgo de fractura, que han sido diagnosticados previamente de osteopenia u osteoporosis, o que han iniciado tratamiento para la osteoporosis. Además, como se describe en la variante 3, se puede considerar la evaluación de fracturas vertebrales (VFA) en pacientes con fracturas de columna vertebral documentadas o si han sido diagnosticados con osteopenia y cumplen con ciertos criterios de edad, han experimentado pérdida de estatura o fracturas vertebrales no documentadas, o tienen antecedentes de uso de medicamentos glucocorticoides durante >3 meses.

### **DXA**

La DXA de seguimiento es importante para monitorizar a los pacientes que tienen una DMO baja, ya sea para la progresión o la respuesta terapéutica, y en aquellos con DMO normal que tienen un mayor riesgo de fractura y/o disminución de la masa ósea. La medición de la DMO de cadera sigue siendo la forma más fiable de evaluar el riesgo de fractura de cadera, mientras que las imágenes de la columna vertebral son óptimas para monitorizar la respuesta al tratamiento. Es esencial que los pacientes sean escaneados en la misma máquina porque las diferencias en las tecnologías de los proveedores prohíben una comparación directa a menos que se haya realizado una calibración cruzada [54]. La obtención de una medición de la DMO de calidad en todo momento subraya su importancia porque son los valores de DMO, no las puntuaciones T, los que se comparan entre las exploraciones [55]. No es necesario repetir las mediciones de la DMO de forma rutinaria en pacientes con osteopenia, a menos que la puntuación T basal sea de  $<-2,0$  o que se desarrollen factores de riesgo [56].

Cuando un paciente no tratado presenta una disminución estadísticamente significativa de la DMO en el seguimiento mediante DXA, se puede considerar el inicio del tratamiento en el contexto de osteoporosis primaria confirmada o cuando existe una correlación clínica que identifica posibles causas secundarias de osteoporosis [57]. Las pruebas seriadas de DMO combinadas con factores de riesgo clínicos, marcadores de recambio óseo y otros factores como la pérdida de estatura y el TBS también se pueden utilizar para determinar si se debe iniciar el tratamiento. Los pacientes que reciben tratamiento y que muestran una disminución de la DMO en las exploraciones de seguimiento pueden requerir un ajuste en su régimen de farmacoterapia [24].

En la mayoría de los pacientes, el intervalo de tiempo para el seguimiento se basa en la tasa de cambio de la mineralización ósea, que suele ser de unos 2 años; sin embargo, es preferible que este intervalo sea más corto (1 a  $<2$  años) después de iniciado el tratamiento [23]. Los pacientes que tienen un alto riesgo de una disminución más rápida de la masa ósea, como los que reciben terapia con glucocorticoides, también requieren intervalos más cortos entre los estudios; Es apropiado intervalos de 1 año después del inicio o cambio de la terapia, con intervalos progresivamente más largos una vez que se establece el efecto terapéutico [58]. Se desaconsejan los intervalos de exploración  $<1$  año [24]. También se recomienda la realización de pruebas seriadas de DMO en individuos después del cese de la terapia farmacológica para la osteoporosis.

Las mediciones de la DMO del antebrazo deben realizarse en las siguientes circunstancias; cuando la cadera y/o la columna vertebral no pueden medirse o interpretarse, en pacientes con hiperparatiroidismo primario y secundario, y en pacientes que superan el límite de peso para la tabla DXA. En pacientes mayores con enfermedad renal crónica, se ha demostrado que el porcentaje de pacientes con osteopenia y osteoporosis aumenta con la progresión de la enfermedad renal crónica; la disminución de la DMO afecta predominantemente a la cadera y no a la columna vertebral [59]. De acuerdo con el Tercer Taller Internacional sobre Hiperparatiroidismo, los pacientes con hiperparatiroidismo con puntuaciones  $T \leq -2.5$  en cualquiera de los 3 sitios medidos de rutina deben ser escaneados cada 1 o 2 años, así como someterse a una paratiroidectomía [60].

#### **DXA VFA (Absorciometría de rayos X de doble energía con valoración de las fracturas vertebrales)**

En esta variante, no se admite el uso de VFA. Esto difiere de la variante 3 en la que se puede considerar la VFA en pacientes con fracturas de columna documentadas o si han sido diagnosticados con osteopenia y cumplen con ciertos criterios de edad, han experimentado pérdida de estatura o FV no documentadas, o tienen antecedentes de uso de medicamentos glucocorticoides durante >3 meses [17].

#### **TCC (QTC)**

La TCC se considera una herramienta secundaria o complementaria de la DXA. La TCC puede ser útil en poblaciones únicas en las que se necesita una mayor precisión. La TCC demuestra una excelente precisión y reproducibilidad a los cambios y puede utilizarse para la monitorización de la DMO en pacientes tratados y no tratados, siempre que exista una calibración rutinaria [22]. La TCC es más sensible al cambio que la DXA porque detecta mineralización en el hueso esponjoso, la parte del hueso más sensible a los cambios rápidos, así como en el hueso cortical, como el hueso recién formado en los compartimentos cortical y subcortical [61-63]. Las puntuaciones T del cuello femoral y de la cadera total calculadas a partir de los datos de QCT proyectados de seguimiento son equivalentes a las puntuaciones T de DXA correspondientes para la monitorización de la osteoporosis de acuerdo con los criterios de la OMS, y pueden utilizarse longitudinalmente [22].

#### **QUS**

No hay pruebas suficientes que apoyen el uso rutinario de la QUS en el seguimiento de los pacientes tratados y no tratados.

#### **SXA**

No hay pruebas suficientes que apoyen el uso rutinario de SXA en el seguimiento de pacientes tratados y no tratados.

#### **TBS**

La puntuación ósea trabecular se considera una herramienta complementaria de DXA. La TBS puede ser útil en una población pequeña en la que es necesario observar cambios marginales más allá de la DMO. El TBS puede ser beneficioso para estratificar el riesgo en individuos con valores de DMO relativamente normales u osteopénicos, ya que la mayoría de las fracturas ocurren en este subgrupo de pacientes no osteoporóticos. Múltiples estudios han demostrado asociaciones de TBS con fracturas en mujeres posmenopáusicas, así como algunas fracturas en hombres [64-68].

El TBS es potencialmente útil para monitorizar la terapia anabólica, pero su papel en la monitorización de la terapia antirresortiva no está claro [69-72]. Hay datos que indican que, en el seguimiento, los cambios más pequeños son más evidentes en el TBS que en la DMO, especialmente en pacientes con enfermedad degenerativa de la columna vertebral. En un escenario clínico en el que existe discordancia entre la DMO de la columna vertebral y la cadera, la TBS puede proporcionar información adicional sobre el riesgo de fractura del paciente. En pacientes con DMO normal, pero con TBS bajo y fracturas múltiples, los cambios en el TBS pueden influir en el manejo terapéutico [73].

**Escenario 3: Imágenes de seguimiento. Pacientes con puntuaciones T menores de -1,0 (por DXA) y uno o más de los siguientes: 1) Mujeres iguales o mayores de 70 años de edad o hombres iguales o mayores de 80 años de edad; 2) Pérdida histórica de altura superior a 4 cm (mayor a 1,5 pulgadas); 3) Fractura vertebral previa autoinformada pero no documentada; 4) Terapia con glucocorticoides equivalente o superior a 5 mg de prednisona o equivalente al día durante igual o superior a 3 meses.**

La fractura vertebral es la fractura osteoporótica más frecuente, sobre todo en mujeres posmenopáusicas. La mayoría de estas fracturas son clínicamente silenciosas, lo que significa que no provocan suficiente dolor como para justificar una evaluación clínica o un diagnóstico por la imagen [74]. Los pacientes que sufren una fractura vertebral tienen una alta predilección para desarrollar una fractura vertebral posterior; por lo tanto, la detección es un fuerte predictor

de alto riesgo de fractura independiente de la DMO [75,76]. Existen numerosas modalidades para diagnosticar sospechas de fracturas en la columna vertebral.

### **DXA**

La DXA de seguimiento es compatible en el seguimiento de pacientes que tienen valores de DMO bajos y riesgo de fractura vertebral [56].

### **DXA VFA**

En sus directrices de 2019, el ISCD recomendó que se consideraran las imágenes densitométricas de la columna vertebral, o VFA, para las indicaciones enumeradas en esta variante [17]. La VFA es una característica de los escáneres DXA en la que se proporciona una imagen lateral de la columna torácica y lumbar de T5 a L5 con el fin de detectar deformidades del cuerpo vertebral; la mayoría de las FV se producen entre los niveles T7 y L4 [77]. Este procedimiento es complementario a la DXA; la imagen se obtiene durante la sesión de DXA y representa un punto de atención. Un método visual semicuantitativo utilizado para el diagnóstico caracteriza la morfología basada en la forma (cuña, cóncava o aplastamiento), ubicación (anterior, posterior y/o media) y el número total de vértebras involucradas [78,79]. En general, las fracturas de grado 2 (reducción moderada o del 26%-40%) y las fracturas de grado 3 (graves o reducción del >40%) son más predictivas de fracturas futuras que las fracturas de grado 1 (leves o reducción del 20%-25%), que tienen una mayor superposición con las deformidades no fracturarias [80]. Es probable que una fractura solitaria y asintomática de grado 1 tenga una importancia clínica mínima o nula, mientras que una fractura de grado 3 es un predictor importante del riesgo de fractura no solo en la columna vertebral sino también en una localización no vertebral [81].

Se estima que dos tercios de las FV evidentes radiográficamente no se reconocen clínicamente y se detectan de forma incidental [82]. Numerosos estudios epidemiológicos han proporcionado la incidencia y prevalencia de FV en diferentes poblaciones [83-85]. El riesgo de desarrollar una FV aumenta sustancialmente en las mujeres después de los 70 años y en los hombres de más de 80 años [86-88]. En pacientes con exposición crónica a medicamentos glucocorticoides, la prevalencia de FV es >50% en los >70 años, aproximadamente el 17% en pacientes tratados por enfermedad autoinmune y el 22% en pacientes con enfermedad de Crohn [89-91]. La incidencia es de 2 a 2,5 veces mayor en las mujeres que en los hombres [77].

La utilidad de la VFA es identificar a los pacientes que de otro modo no calificarían para el tratamiento según las pautas de la NOF, que se basan únicamente en las mediciones de la DMO. Múltiples estudios han demostrado poblaciones de pacientes que fueron reclasificados debido a la detección de FV [92-95]. Un estudio realizado en los Países Bajos demostró que el 60% de los pacientes con una fractura en VFA se encontraban en el rango no osteoporótico y, de estos, el 74% no conocía la presencia de fracturas [92]. En otro estudio reciente de mujeres posmenopáusicas, el 17,2% de las pacientes tuvieron su diagnóstico actualizado a osteoporosis grave debido a FV diagnosticadas con VFA [96]. En un metaanálisis basado en FV detectadas por VFA, se notificó que entre las mujeres que tenían FV prevalentes, hasta el 43 % tenía DMO baja (osteopenia) y hasta el 32 % tenía una densidad ósea normal [76]. La detección de FV desconocidas influye en el inicio del tratamiento en pacientes asintomáticos, así como en las decisiones terapéuticas de los pacientes tratados cuya DMO puede haberse mantenido estable o haber mostrado mejoría con la DXA [97].

### **QCT**

La QCT se considera una herramienta secundaria o complementaria de DXA. Se puede considerar como una modalidad primaria en los casos en los que existe una enfermedad degenerativa grave de la columna vertebral o una escoliosis significativa (ver Variante 6) y cuando es deseable tener una mayor resolución espacial para optimizar el detalle óseo.

### **QUS**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de QUS para obtener imágenes de la columna vertebral.

### **Radiografía Esqueleto Apendicular**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de la radiografía appendicular.

### **Radiografía Esqueleto Axial**

Se puede considerar la realización de radiografías laterales de la columna vertebral cuando la VFA no es diagnóstica o cuando las imágenes no se pueden obtener adecuadamente. Además, las radiografías de la columna vertebral pueden considerarse como una alternativa a los VFA en pacientes que tienen DMO baja y factores de riesgo para desarrollar FV [17]. La ventaja de la radiografía sobre la VFA es la resolución espacial superior. La delineación

nítida de Los platillos vertebrales y los márgenes corticales permite la detección de fracturas sutiles de grado 1 de Genant [98]. Al reportar la severidad de un defecto del cuerpo vertebral, se debe utilizar la metodología semicuantitativa de Genant [78].

### **SXA**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de SXA para obtener imágenes de la columna vertebral.

### **TBS**

TBS se considera una herramienta complementaria de DXA. La TBS puede ser útil en una población pequeña en la que existe la necesidad de observar cambios marginales más allá de la DMO. La TBS mejora el FRAX en pacientes cuyo nivel de DMO se encuentra cerca del umbral de intervención y puede proporcionar datos que faciliten las decisiones de tratamiento, pero el TBS no debe utilizarse por sí solo en el seguimiento de pacientes con factores de riesgo de FV [47].

### **Escenario 4: Imágenes iniciales para mujeres premenopáusicas o hombres menores de 50 años. Individuo con factores de riesgo que puedan alterar la densidad mineral ósea.**

1. Personas con afecciones médicas que podrían alterar la DMO, tales como:
  - a. Insuficiencia renal crónica
  - b. Artritis reumatoide y otras artritis inflamatorias
  - c. Trastornos alimentarios, como anorexia nerviosa y bulimia
  - d. Trasplante de órganos
  - e. Inmovilización prolongada
  - f. Afecciones asociadas con osteoporosis secundaria, como malabsorción gastrointestinal o desnutrición, esprúe, osteomalacia, deficiencia de vitamina D, endometriosis, acromegalia, alcoholismo crónico o cirrosis establecida y mieloma múltiple
  - g. Personas que se han sometido a un bypass gástrico por obesidad. La precisión de la DXA en estos pacientes podría verse afectada por la obesidad
  - h. Individuos con un trastorno endocrino que se sabe que afecta negativamente a la DMO (p. ej., hiperparatiroidismo, hipertiroidismo o síndrome de Cushing)
2. Personas que reciben (o se espera recibir) terapia con glucocorticoides durante >3 meses
3. Hombres hipogonadales >18 años y hombres con castración inducida quirúrgica o quimioterapéuticamente
4. Individuos que comienzan o reciben tratamiento a largo plazo con medicamentos que se sabe que afectan negativamente a la DMO (p. ej., fármacos anticonvulsivos, terapia de privación de andrógenos, terapia con inhibidores de la aromataasa o heparina crónica).

### **DXA**

Los datos obtenidos en mujeres premenopáusicas son escasos. La bibliografía indica que la DXA sigue siendo la principal modalidad de cribado para evaluar la mineralización ósea en pacientes con estos escenarios clínicos [99]. El cribado de la DMO no debe realizarse en mujeres premenopáusicas. Las 2 excepciones son las mujeres jóvenes con antecedentes de fracturas por traumatismos menores y aquellas que tienen causas conocidas de pérdida ósea [100,101]. El daño de las enfermedades crónicas y el IMC bajo se reportan como factores de riesgo para la DMO baja en pacientes premenopáusicas con Lupus eritematoso sistémico en las cuales un control y/o tratamiento tempranos pueden prevenir la pérdida ósea grave y futuras fracturas [102]. En las directrices del Colegio Americano de Reumatología de 2017 sobre la osteoporosis inducida por glucocorticoides, los adultos que reciben terapia con glucocorticoides durante >3 meses y que han tenido una fractura previa u otros factores de riesgo deben someterse a una evaluación de la DMO cada 2 o 3 años [103]. En los pacientes trasplantados de órganos, debido a la rápida pérdida ósea en los primeros 6 a 12 meses después del trasplante, se propuso la misma pauta de imagen [103].

Se debe considerar una DXA basal en mujeres de menos de 40 años que experimentan menopausia prematura por cualquier motivo, especialmente cuando la menopausia fue inducida por quimioterapia. En las mujeres no tratadas que inician un inhibidor de la aromataasa, la pérdida ósea es más marcada entre los 12 y los 24 meses [104]. Los hombres que se someten a terapia de privación de andrógenos tienen un riesgo sustancialmente elevado de fractura. Se debe considerar un estudio basal de DXA en hombres que reciben terapia de privación de andrógenos después de 6 meses de terapia [105].

Los criterios de la OMS para la osteoporosis no se aplican, y solo se deben informar las puntuaciones Z (no las puntuaciones T) [57]. La puntuación Z representa los controles emparejados por sexo y edad para la evaluación de la osteoporosis secundaria. Las puntuaciones Z de  $\leq -2,0$  se definen como "por debajo del rango esperado para la edad", y las puntuaciones Z  $> -2,0$  están "dentro del rango esperado para la edad" [106]. Las puntuaciones Z deben ser específicas de la población cuando existan datos de referencia adecuados, y el origen étnico autoinformado del paciente debe utilizarse en el cálculo de las puntuaciones Z. No se puede hacer un diagnóstico de osteoporosis en hombres de menos de 50 años basándose únicamente en la DMO [17].

### **QCT**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de la TCC como estudio de cribado en este grupo de pacientes. Un estudio en el que se utilizó la TCG en mujeres premenopáusicas con osteoporosis idiopática demostró una buena correlación entre la DMOv por TCC y la DMO en un área por DXA [107]. Estos resultados son consistentes con las imágenes óseas en 3D en la cresta ilíaca, el radio y la tibia en la osteoporosis idiopática premenopáusica y sugieren que el término osteoporosis puede ser apropiado en mujeres con puntuaciones Z  $< -2,0$ , ya sea que haya o no antecedentes de fractura [107]. Un estudio alternativo demostró una relación débil entre la competencia mecánica periférica y central [108].

### **QUS**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de la QUS como estudio de cribado en este grupo de pacientes. Se ha informado que la correlación entre los parámetros de QUS y DXA es menor en mujeres premenopáusicas que en mujeres posmenopáusicas y no es predictiva de osteoporosis [109].

### **Radiografía Esqueleto Apendicular**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de la radiografía del esqueleto apendicular como estudio de cribado en este grupo de pacientes.

### **Radiografía Esqueleto Axial**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso radiográfico del esqueleto axial como estudio de cribado en este grupo de pacientes.

### **SXA**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de SXA como estudio de cribado en este grupo de pacientes.

### **TBS**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de la TBS como estudio de cribado en este grupo de pacientes.

### **Escenario 5: Mujeres premenopáusicas con factores de riesgo. Hombres menores de 50 años con factores de riesgo. Seguimiento de la baja densidad mineral ósea.**

1. Personas con afecciones médicas que podrían alterar la DMO, tales como:
  - a. Insuficiencia renal crónica
  - b. Artritis reumatoide y otras artritis inflamatorias
  - c. Trastornos alimentarios, como anorexia nerviosa y bulimia
  - d. Trasplante de órganos
  - e. Inmovilización prolongada
  - f. Afecciones asociadas con osteoporosis secundaria, como malabsorción gastrointestinal o desnutrición, esprúe, osteomalacia, deficiencia de vitamina D, endometriosis, acromegalia, alcoholismo crónico o cirrosis establecida y mieloma múltiple
  - g. Personas que se han sometido a un bypass gástrico por obesidad. La precisión de la DXA en estos pacientes podría verse afectada por la obesidad
  - h. Individuos con un trastorno endocrino que se sabe que afecta negativamente a la DMO (p. ej., hiperparatiroidismo, hipertiroidismo o síndrome de Cushing)
2. Personas que reciben (o se espera recibir) terapia con glucocorticoides durante  $>3$  meses
3. Hombres hipogonadales  $>18$  años y hombres con castración inducida quirúrgica o quimioterapéuticamente
4. Individuos que comienzan o reciben tratamiento a largo plazo con medicamentos que se sabe que afectan negativamente a la DMO (p. ej., fármacos anticonvulsivos, terapia de privación de andrógenos, terapia con inhibidores de la aromataasa o heparina crónica).

El seguimiento de las mujeres premenopáusicas, así como de los hombres de 20 a 50 años, se basa en las afecciones clínicas subyacentes enumeradas. La mayoría de los grupos de expertos recomiendan un intervalo de tiempo de seguimiento de 1 a 2 años si existe un alto riesgo de pérdida ósea acelerada y de cada 2 años si hay factores de riesgo [24].

#### **DXA**

La literatura indica que la DXA es la principal modalidad para monitorizar la DMO en mujeres premenopáusicas, así como en hombres adultos de menos de 50 años con factores de riesgo [24]. La necesidad de seguimiento de la DXA viene dictada por las circunstancias clínicas de los pacientes.

#### **QCT**

La TCC se considera una herramienta secundaria o complementaria de DXA. La TCC puede permitir la monitorización de la DMO en mujeres y hombres premenopáusicos de entre 20 y 50 años con factores de riesgo. La TCC demuestra una excelente precisión y reproducibilidad a los cambios [31].

#### **QUS**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de la QUS para monitorizar a las mujeres premenopáusicas o a los hombres adultos de menos de 50 años con factores de riesgo.

#### **SXA**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de SXA para monitorizar a las mujeres premenopáusicas o a los hombres adultos de menos de 50 años con factores de riesgo.

#### **TBS**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de la TBS para monitorizar a las mujeres premenopáusicas o a los hombres adultos de menos 50 años con factores de riesgo.

### **Escenario 6: Hombres o mujeres mayores o iguales a 50 años. Sospecha de osteoporosis. Cambios degenerativos avanzados de la columna vertebral con o sin escoliosis, u otras afecciones que pueden elevar la DMO de forma espuria. Imágenes iniciales.**

#### **DXA**

La DXA permite el cribado de pacientes con factores de riesgo y cambios degenerativos avanzados en la columna vertebral. En un examen rutinario de DXA, se escanean y miden tanto la columna lumbar como la cadera. Debido a la naturaleza proyectiva de la DXA, los valores de DMO espuriamente elevados de la columna lumbar pueden ser causados por espondilosis y osteoartritis facetaria degenerativa o tejido denso suprayacente. Según se informa, en los exámenes con mediciones falsamente elevadas, la causa más común (>81%) es la enfermedad degenerativa de la columna vertebral [110]. El ISCD recomienda una inspección minuciosa de las imágenes y de los valores de DMO asociados para controlar los niveles de exclusión. En pacientes con espondilitis anquilosante, se ha notificado una correlación moderada y una concordancia razonable entre las puntuaciones T de la cadera y la columna lumbar, lo que sugiere que la DXA de la cadera y la columna lumbar pueden ser útiles para el cribado en pacientes con espondilitis anquilosante sin espinas fusionadas [111].

Además de los cambios degenerativos en la columna vertebral, las mediciones de DMO mediante DXA también pueden estar espuriamente elevadas en pacientes con hemoglobinopatías que tienen un hígado sobrecargado de hierro y en pacientes con calcificaciones abdominales graves [112,113].

#### **QCT**

La literatura indica que la TCC es ideal para la evaluación de la columna vertebral en el contexto de la degeneración avanzada de la columna vertebral y se prefiere a la DXA en el control de los pacientes en estas condiciones. Debido a que toma muestras selectivas solo de la porción esponjosa del cuerpo vertebral y excluye las placas terminales, las cortezas y los elementos posteriores, la DMO mediante TCC generalmente no se ve afectada negativamente por la artritis en la columna vertebral y tiene una mayor sensibilidad al cambio que la DXA en este grupo de pacientes [32,114]. También puede proporcionar información complementaria en pacientes preoperatorios que pueden tener una densidad ósea disminuida [115].

#### **QUS**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de la QUS como estudio de cribado de la DMO baja en pacientes con cambios degenerativos avanzados en la columna vertebral.

### **Radiografía Esqueleto Apendicular**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de la radiografía del esqueleto apendicular como estudio de cribado de la DMO baja en pacientes con cambios degenerativos avanzados en la columna vertebral.

### **Radiografía Esqueleto Axial**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de la radiografía del esqueleto axial como estudio de cribado de la DMO baja en pacientes con cambios degenerativos avanzados en la columna vertebral.

### **SXA**

No hay pruebas suficientes para apoyar el uso de SXA como herramienta de cribado de la DMO baja en pacientes con cambios degenerativos avanzados en la columna vertebral.

### **Resumen de las recomendaciones**

- **Escenario 1:** La DXA de la columna lumbar y la(s) cadera(s) suele ser apropiada para el cribado de la osteoporosis o para la obtención de imágenes iniciales frente a la sospecha clínica de una DMO baja.
- **Escenario 2:** La DXA de la columna lumbar y la(s) cadera(s) suele ser apropiada en el seguimiento de los pacientes que han demostrado tener riesgo de fractura o la vigilancia de la DMO baja establecida.
- **Escenario 3:** La DXA de columna lumbar y cadera(s) y DXA VFA suele ser apropiada para el seguimiento por la imagen de pacientes con puntuaciones T inferiores a -1,0 (por DXA) y uno o más de los siguientes factores : 1) Mujeres iguales o mayores de 70 años de edad o hombres iguales o mayores de 80 años de edad; 2) Pérdida histórica de altura superior a 4 cm (mayor a 1,5 pulgadas); 3) FV previa autoinformada pero no documentada; 4) Terapia con glucocorticoides equivalente o superior a 5 mg de prednisona o equivalente al día durante igual o superior a 3 meses. La VFA y la DXA son procedimientos complementarios que se realizan de forma concomitante, lo que permite el servicio de un nuevo punto de atención en el mismo procedimiento en el que se obtiene una medición de la DMO.
- **Escenario 4:** La DXA de la columna lumbar y la(s) cadera(s) suele ser apropiada para la obtención de imágenes iniciales de pacientes con factores de riesgo que podrían alterar la DMO, incluidas las mujeres premenopáusicas o los hombres menores de 50 años.
- **Escenario 5:** La DXA de la columna lumbar y la(s) cadera(s) suele ser apropiada para el seguimiento por imágenes de la DMO baja de pacientes con factores de riesgo, incluidas las mujeres premenopáusicas o los hombres menores de 50 años con factores de riesgo.
- **Escenario 6:** La DXA distal del antebrazo o la columna lumbar DXA y la(s) cadera(s) o la columna lumbar y la cadera QCT suelen ser apropiadas para la obtención de imágenes iniciales de osteoporosis clínicamente sospechada en pacientes con cambios degenerativos avanzados de la columna vertebral con o sin escoliosis, u otras afecciones que pueden elevar espuriamente la DMO. Estos procedimientos son alternativas equivalentes (es decir, solo se ordenará un procedimiento para proporcionar la información clínica para administrar de manera efectiva la atención del paciente).

### **Documentos de Apoyo**

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

Para obtener información adicional sobre la metodología de los criterios de idoneidad y otros documentos de apoyo, consulte [www.acr.org/ac](http://www.acr.org/ac).

## Idoneidad Nombres de categoría y definiciones

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

## Información relativa sobre el nivel de radiación

Los posibles efectos adversos para la salud asociados con la exposición a la radiación son un factor importante a considerar al seleccionar el procedimiento de imagen apropiado. Debido a que existe una amplia gama de exposiciones a la radiación asociadas con diferentes procedimientos de diagnóstico, se ha incluido una indicación de nivel de radiación relativo (RRL) para cada examen por imágenes. Los RRL se basan en la dosis efectiva, que es una cuantificación de dosis de radiación que se utiliza para estimar el riesgo total de radiación de la población asociado con un procedimiento de imagen. Los pacientes en el grupo de edad pediátrica tienen un riesgo inherentemente mayor de exposición, debido tanto a la sensibilidad orgánica como a una mayor esperanza de vida (relevante para la larga latencia que parece acompañar a la exposición a la radiación). Por estas razones, los rangos estimados de dosis de RRL para los exámenes pediátricos son más bajos en comparación con los especificados para adultos (ver Tabla a continuación). Se puede encontrar información adicional sobre la evaluación de la dosis de radiación para los exámenes por imágenes en el documento [Introducción a la Evaluación de la Dosis de Radiación](#) de los Criterios de Idoneidad del ACR® [116].

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. Siris ES, Adler R, Bilezikian J, et al. The clinical diagnosis of osteoporosis: a position statement from the National Bone Health Alliance Working Group. *Osteoporos Int* 2014;25:1439-43.
2. Gillespie CW, Morin PE. Trends and Disparities in Osteoporosis Screening Among Women in the United States, 2008-2014. *Am J Med* 2017;130:306-16.
3. Wright NC, Looker AC, Saag KG, et al. The recent prevalence of osteoporosis and low bone mass in the United States based on bone mineral density at the femoral neck or lumbar spine. *J Bone Miner Res* 2014;29:2520-6.
4. Nguyen ND, Ahlborg HG, Center JR, Eisman JA, Nguyen TV. Residual lifetime risk of fractures in women and men. *J Bone Miner Res* 2007;22:781-8.
5. Burge R, Dawson-Hughes B, Solomon DH, Wong JB, King A, Tosteson A. Incidence and economic burden of osteoporosis-related fractures in the United States, 2005-2025. *J Bone Miner Res* 2007;22:465-75.
6. Lewiecki EM, Ortendahl JD, Vanderpuye-Orgle J, et al. Healthcare Policy Changes in Osteoporosis Can Improve Outcomes and Reduce Costs in the United States. *JBMR Plus* 2019;3:e10192.
7. Balasubramanian A, Zhang J, Chen L, et al. Risk of subsequent fracture after prior fracture among older women. *Osteoporos Int* 2019;30:79-92.
8. Bliuc D, Nguyen ND, Milch VE, Nguyen TV, Eisman JA, Center JR. Mortality risk associated with low-trauma osteoporotic fracture and subsequent fracture in men and women. *JAMA* 2009;301:513-21.
9. Haentjens P, Magaziner J, Colon-Emeric CS, et al. Meta-analysis: excess mortality after hip fracture among older women and men. *Ann Intern Med* 2010;152:380-90.
10. Fischer S, Kapinos KA, Mulcahy A, Pinto L, Hayden O, Barron R. Estimating the long-term functional burden of osteoporosis-related fractures. *Osteoporos Int* 2017;28:2843-51.
11. Morgan SL, Prater GL. Quality in dual-energy X-ray absorptiometry scans. *Bone* 2017;104:13-28.
12. American College of Radiology. ACR–SPR–SSR Practice Parameter for the Performance of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DXA). Available at: <http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/PGTS/guidelines/DXA.pdf>. Accessed March 31, 2022.
13. Gausden EB, Nwachukwu BU, Schreiber JJ, Lorch DG, Lane JM. Opportunistic Use of CT Imaging for Osteoporosis Screening and Bone Density Assessment: A Qualitative Systematic Review. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99:1580-90.
14. Kim YW, Kim JH, Yoon SH, et al. Vertebral bone attenuation on low-dose chest CT: quantitative volumetric analysis for bone fragility assessment. *Osteoporos Int* 2017;28:329-38.
15. Lee SJ, Binkley N, Lubner MG, Bruce RJ, Ziemlewicz TJ, Pickhardt PJ. Opportunistic screening for osteoporosis using the sagittal reconstruction from routine abdominal CT for combined assessment of vertebral fractures and density. *Osteoporos Int* 2016;27:1131-36.
16. Burrows M, Liu D, McKay H. High-resolution peripheral QCT imaging of bone micro-structure in adolescents. *Osteoporos Int* 2010;21:515-20.
17. Shuhart CR, Yeap SS, Anderson PA, et al. Executive Summary of the 2019 ISCD Position Development Conference on Monitoring Treatment, DXA Cross-calibration and Least Significant Change, Spinal Cord Injury, Peri-prosthetic and Orthopedic Bone Health, Transgender Medicine, and Pediatrics. *J Clin Densitom* 2019;22:453-71.
18. Curry SJ, Krist AH, Owens DK, et al. Screening for Osteoporosis to Prevent Fractures: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA* 2018;319:2521-31.
19. Kanis JA, Borgstrom F, De Laet C, et al. Assessment of fracture risk. *Osteoporos Int* 2005;16:581-9.
20. Kanis JA, Johnell O, De Laet C, et al. A meta-analysis of previous fracture and subsequent fracture risk. *Bone* 2004;35:375-82.
21. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Dawson A, De Laet C, Jonsson B. Ten year probabilities of osteoporotic fractures according to BMD and diagnostic thresholds. *Osteoporos Int* 2001;12:989-95.
22. Shepherd JA, Schousboe JT, Broy SB, Engelke K, Leslie WD. Executive Summary of the 2015 ISCD Position Development Conference on Advanced Measures From DXA and QCT: Fracture Prediction Beyond BMD. *J Clin Densitom* 2015;18:274-86.
23. Camacho PM, Petak SM, Binkley N, et al. American Association of Clinical Endocrinologists/American College of Endocrinology Clinical Practice Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Postmenopausal Osteoporosis- 2020 Update Executive Summary. *Endocr Pract* 2020;26:564-70.

24. Cosman F, de Beur SJ, LeBoff MS, et al. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis. *Osteoporos Int* 2014;25:2359-81.
25. World Health Organization. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis : report of a WHO study group [meeting held in Rome from 22 to 25 June 1992]. 1994; Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39142>. Accessed March 31, 2022.
26. Reid IR, Horne AM, Mihov B, et al. Fracture Prevention with Zoledronate in Older Women with Osteopenia. *N Engl J Med* 2018;379:2407-16.
27. Kanis JA, McCloskey EV, Johansson H, Oden A, Strom O, Borgstrom F. Development and use of FRAX in osteoporosis. *Osteoporos Int* 2010;21 Suppl 2:S407-13.
28. Kanis JA, Hans D, Cooper C, et al. Interpretation and use of FRAX in clinical practice. *Osteoporos Int* 2011;22:2395-411.
29. Barton DW, Behrend CJ, Carmouche JJ. Rates of osteoporosis screening and treatment following vertebral fracture. *Spine J* 2019;19:411-17.
30. Trijau S, de Lamotte G, Pradel V, et al. Osteoporosis prevention among chronic glucocorticoid users: results from a public health insurance database. *RMD Open* 2016;2:e000249.
31. Engelke K, Lang T, Khosla S, et al. Clinical Use of Quantitative Computed Tomography (QCT) of the Hip in the Management of Osteoporosis in Adults: the 2015 ISCD Official Positions-Part I. *J Clin Densitom* 2015;18:338-58.
32. Link TM, Lang TF. Axial QCT: clinical applications and new developments. *J Clin Densitom* 2014;17:438-48.
33. Cann CE, Adams JE, Brown JK, Brett AD. CTXA hip--an extension of classical DXA measurements using quantitative CT. *PLoS One* 2014;9:e91904.
34. American College of Radiology. ACR–SPR–SSR Practice Parameter for the Performance of Quantitative Computed Tomography (QCT) Bone Densitometry. Available at: <http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/PGTS/guidelines/QCT.pdf>. Accessed March 31, 2022.
35. Loffler MT, Jacob A, Valentinitzsch A, et al. Improved prediction of incident vertebral fractures using opportunistic QCT compared to DXA. *Eur Radiol* 2019;29:4980-89.
36. Njeh CF, Hans D, Li J, et al. Comparison of six calcaneal quantitative ultrasound devices: precision and hip fracture discrimination. *Osteoporos Int* 2000;11:1051-62.
37. Krieg MA, Barkmann R, Gonnelli S, et al. Quantitative ultrasound in the management of osteoporosis: the 2007 ISCD Official Positions. *J Clin Densitom* 2008;11:163-87.
38. Oo WM, Naganathan V, Bo MT, Hunter DJ. Clinical utilities of quantitative ultrasound in osteoporosis associated with inflammatory rheumatic diseases. *Quant Imaging Med Surg* 2018;8:100-13.
39. Adami S, Gatti D, Rossini M, et al. The radiological assessment of vertebral osteoporosis. *Bone* 1992;13 Suppl 2:S33-6.
40. Haara M, Heliövaara M, Impivaara O, et al. Low metacarpal index predicts hip fracture: a prospective population study of 3,561 subjects with 15 years of follow-up. *Acta Orthop* 2006;77:9-14.
41. Tecele N, Teitel J, Morris MR, Sani N, Mitten D, Hammert WC. Convolutional Neural Network for Second Metacarpal Radiographic Osteoporosis Screening. *J Hand Surg Am* 2020;45:175-81.
42. Martineau P, Leslie WD, Johansson H, et al. Clinical Utility of Using Lumbar Spine Trabecular Bone Score to Adjust Fracture Probability: The Manitoba BMD Cohort. *J Bone Miner Res* 2017;32:1568-74.
43. Winzenrieth R, Michelet F, Hans D. Three-dimensional (3D) microarchitecture correlations with 2D projection image gray-level variations assessed by trabecular bone score using high-resolution computed tomographic acquisitions: effects of resolution and noise. *J Clin Densitom* 2013;16:287-96.
44. Silva BC, Leslie WD, Resch H, et al. Trabecular bone score: a noninvasive analytical method based upon the DXA image. *J Bone Miner Res* 2014;29:518-30.
45. Padlina I, Gonzalez-Rodriguez E, Hans D, et al. The lumbar spine age-related degenerative disease influences the BMD not the TBS: the Osteolaus cohort. *Osteoporos Int* 2017;28:909-15.
46. Florez H, Hernandez-Rodriguez J, Muxi A, et al. Trabecular bone score improves fracture risk assessment in glucocorticoid-induced osteoporosis. *Rheumatology (Oxford)* 2020;59:1574-80.
47. Hans D, Stenova E, Lamy O. The Trabecular Bone Score (TBS) Complements DXA and the FRAX as a Fracture Risk Assessment Tool in Routine Clinical Practice. *Curr Osteoporos Rep* 2017;15:521-31.
48. Leslie W, Kanis JA, Lamy O, Johansson H, McCloskey EV, Hans D. Adjustment of FRAX probability according to lumbar spine Trabecular Bone Score (TBS): The Manitoba BMD Cohort. *Journal of Clinical Densitometry* 2013;16:267-68.

49. McCloskey EV, Oden A, Harvey NC, et al. A Meta-Analysis of Trabecular Bone Score in Fracture Risk Prediction and Its Relationship to FRAX. *J Bone Miner Res* 2016;31:940-8.
50. Ripamonti C, Lisi L, Buffa A, Gnudi S, Caudarella R. The Trabecular Bone Score Predicts Spine Fragility Fractures in Postmenopausal Caucasian Women Without Osteoporosis Independently of Bone Mineral Density. *Med Arch* 2018;72:46-50.
51. Leslie WD, Aubry-Rozier B, Lamy O, Hans D. TBS (trabecular bone score) and diabetes-related fracture risk. *J Clin Endocrinol Metab* 2013;98:602-9.
52. Yamamoto M, Yamauchi M, Sugimoto T. Prevalent vertebral fracture is dominantly associated with spinal microstructural deterioration rather than bone mineral density in patients with type 2 diabetes mellitus. *PLoS One* 2019;14:e0222571.
53. Munoz-Torres M, Manzanares Cordova R, Garcia-Martin A, et al. Usefulness of Trabecular Bone Score (TBS) to Identify Bone Fragility in Patients with Primary Hyperparathyroidism. *J Clin Densitom* 2019;22:162-70.
54. Damlakis J, Adams JE, Guglielmi G, Link TM. Radiation exposure in X-ray-based imaging techniques used in osteoporosis. *Eur Radiol* 2010;20:2707-14.
55. Carey JJ, Delaney MF. Utility of DXA for monitoring, technical aspects of DXA BMD measurement and precision testing. *Bone* 2017;104:44-53.
56. Gourlay ML, Fine JP, Preisser JS, et al. Bone-density testing interval and transition to osteoporosis in older women. *N Engl J Med* 2012;366:225-33.
57. Lewiecki EM, Watts NB, McClung MR, et al. Official positions of the international society for clinical densitometry. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:3651-5.
58. Kendler DL, Compston J, Carey JJ, Wu CH, Ibrahim A, Lewiecki EM. Repeating Measurement of Bone Mineral Density when Monitoring with Dual-energy X-ray Absorptiometry: 2019 ISCD Official Position. *J Clin Densitom* 2019;22:489-500.
59. Bezerra de Carvalho KS, Vasco RFV, Custodio MR, Jorgetti V, Moyses RMA, Elias RM. Chronic kidney disease is associated with low BMD at the hip but not at the spine. *Osteoporos Int* 2019;30:1015-23.
60. Bilezikian JP, Khan AA, Potts JT, Jr., Third International Workshop on the Management of Asymptomatic Primary H. Guidelines for the management of asymptomatic primary hyperparathyroidism: summary statement from the third international workshop. *J Clin Endocrinol Metab* 2009;94:335-9.
61. Engelke K, Fuerst T, Dardzinski B, et al. Odanacatib treatment affects trabecular and cortical bone in the femur of postmenopausal women: results of a two-year placebo-controlled trial. *J Bone Miner Res* 2015;30:30-8.
62. Engelke K, Nagase S, Fuerst T, et al. The effect of the cathepsin K inhibitor ONO-5334 on trabecular and cortical bone in postmenopausal osteoporosis: the OCEAN study. *J Bone Miner Res* 2014;29:629-38.
63. Genant HK, Libanati C, Engelke K, et al. Improvements in hip trabecular, subcortical, and cortical density and mass in postmenopausal women with osteoporosis treated with denosumab. *Bone* 2013;56:482-8.
64. Hans D, Goertzen AL, Krieg MA, Leslie WD. Bone microarchitecture assessed by TBS predicts osteoporotic fractures independent of bone density: the Manitoba study. *J Bone Miner Res* 2011;26:2762-9.
65. Ho-Pham LT, Hans D, Doan MC, Mai LD, Nguyen TV. Genetic determinant of trabecular bone score (TBS) and bone mineral density: A bivariate analysis. *Bone* 2016;92:79-84.
66. Krueger D, Fidler E, Libber J, Aubry-Rozier B, Hans D, Binkley N. Spine trabecular bone score subsequent to bone mineral density improves fracture discrimination in women. *J Clin Densitom* 2014;17:60-5.
67. Muschitz C, Kocijan R, Haschka J, et al. TBS reflects trabecular microarchitecture in premenopausal women and men with idiopathic osteoporosis and low-traumatic fractures. *Bone* 2015;79:259-66.
68. Schousboe JT, Vo T, Taylor BC, et al. Prediction of Incident Major Osteoporotic and Hip Fractures by Trabecular Bone Score (TBS) and Prevalent Radiographic Vertebral Fracture in Older Men. *J Bone Miner Res* 2016;31:690-7.
69. Bilezikian JP, Hattersley G, Fitzpatrick LA, et al. Abaloparatide-SC improves trabecular microarchitecture as assessed by trabecular bone score (TBS): a 24-week randomized clinical trial. *Osteoporos Int* 2018;29:323-28.
70. Dhaliwal R, Hans D, Hattersley G, et al. Abaloparatide in Postmenopausal Women With Osteoporosis and Type 2 Diabetes: A Post Hoc Analysis of the ACTIVE Study. *JBMR Plus* 2020;4:e10346.

71. Saag KG, Agnusdei D, Hans D, et al. Trabecular Bone Score in Patients With Chronic Glucocorticoid Therapy-Induced Osteoporosis Treated With Alendronate or Teriparatide. *Arthritis Rheumatol* 2016;68:2122-8.
72. Tsai JN, Jiang LA, Lee H, Hans D, Leder BZ. Effects of Teriparatide, Denosumab, or Both on Spine Trabecular Microarchitecture in DATA-Switch: a Randomized Controlled Trial. *J Clin Densitom* 2017;20:507-12.
73. Shevroja E, Lamy O, Kohlmeier L, Koromani F, Rivadeneira F, Hans D. Use of Trabecular Bone Score (TBS) as a Complementary Approach to Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA) for Fracture Risk Assessment in Clinical Practice. *J Clin Densitom* 2017;20:334-45.
74. Delmas PD, van de Langerijt L, Watts NB, et al. Underdiagnosis of vertebral fractures is a worldwide problem: the IMPACT study. *J Bone Miner Res* 2005;20:557-63.
75. Kanterewicz E, Puigoriol E, Rodriguez Cros JR, Peris P. Prevalent vertebral fractures and minor vertebral deformities analyzed by vertebral fracture assessment (VFA) increases the risk of incident fractures in postmenopausal women: the FRODOS study. *Osteoporos Int* 2019;30:2141-49.
76. Yang J, Mao Y, Nieves JW. Identification of prevalent vertebral fractures using Vertebral Fracture Assessment (VFA) in asymptomatic postmenopausal women: A systematic review and meta-analysis. *Bone* 2020;136:115358.
77. Van der Klift M, De Laet CE, McCloskey EV, Hofman A, Pols HA. The incidence of vertebral fractures in men and women: the Rotterdam Study. *J Bone Miner Res* 2002;17:1051-6.
78. Genant HK, Wu CY, van Kuijk C, Nevitt MC. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. *J Bone Miner Res* 1993;8:1137-48.
79. Siris ES, Genant HK, Laster AJ, Chen P, Misurski DA, Krege JH. Enhanced prediction of fracture risk combining vertebral fracture status and BMD. *Osteoporos Int* 2007;18:761-70.
80. Ferrar L, Jiang G, Cawthon PM, et al. Identification of vertebral fracture and non-osteoporotic short vertebral height in men: the MrOS study. *J Bone Miner Res* 2007;22:1434-41.
81. Delmas PD, Genant HK, Crans GG, et al. Severity of prevalent vertebral fractures and the risk of subsequent vertebral and nonvertebral fractures: results from the MORE trial. *Bone* 2003;33:522-32.
82. Fink HA, Milavetz DL, Palermo L, et al. What proportion of incident radiographic vertebral deformities is clinically diagnosed and vice versa? *J Bone Miner Res* 2005;20:1216-22.
83. Clark P, Cons-Molina F, Deleze M, et al. The prevalence of radiographic vertebral fractures in Latin American countries: the Latin American Vertebral Osteoporosis Study (LAVOS). *Osteoporos Int* 2009;20:275-82.
84. Ferrar L, Roux C, Felsenberg D, Gluer CC, Eastell R. Association between incident and baseline vertebral fractures in European women: vertebral fracture assessment in the Osteoporosis and Ultrasound Study (OPUS). *Osteoporos Int* 2012;23:59-65.
85. Schousboe JT, Rosen HR, Vokes TJ, et al. Prediction models of prevalent radiographic vertebral fractures among older women. *J Clin Densitom* 2014;17:378-85.
86. Amin S, Achenbach SJ, Atkinson EJ, Khosla S, Melton LJ, 3rd. Trends in fracture incidence: a population-based study over 20 years. *J Bone Miner Res* 2014;29:581-9.
87. Bassgen K, Westphal T, Haar P, Kundt G, Mittlmeier T, Schober HC. Population-based prospective study on the incidence of osteoporosis-associated fractures in a German population of 200,413 inhabitants. *J Public Health (Oxf)* 2013;35:255-61.
88. Siggeirsdottir K, Aspelund T, Jonsson BY, et al. Epidemiology of fractures in Iceland and secular trends in major osteoporotic fractures 1989-2008. *Osteoporos Int* 2014;25:211-9.
89. Angeli A, Guglielmi G, Dovio A, et al. High prevalence of asymptomatic vertebral fractures in postmenopausal women receiving chronic glucocorticoid therapy: a cross-sectional outpatient study. *Bone* 2006;39:253-9.
90. Klaus J, Armbrrecht G, Steinkamp M, et al. High prevalence of osteoporotic vertebral fractures in patients with Crohn's disease. *Gut* 2002;51:654-8.
91. Tsugeno H, Tsugeno H, Fujita T, et al. Vertebral fracture and cortical bone changes in corticosteroid-induced osteoporosis. *Osteoporos Int* 2002;13:650-6.
92. Jager PL, Jonkman S, Koolhaas W, Stiekema A, Wolffenbuttel BH, Slart RH. Combined vertebral fracture assessment and bone mineral density measurement: a new standard in the diagnosis of osteoporosis in academic populations. *Osteoporos Int* 2011;22:1059-68.

93. Kanterewicz E, Puigoriol E, Garcia-Barrionuevo J, et al. Prevalence of vertebral fractures and minor vertebral deformities evaluated by DXA-assisted vertebral fracture assessment (VFA) in a population-based study of postmenopausal women: the FRODOS study. *Osteoporos Int* 2014;25:1455-64.
94. Mrgan M, Mohammed A, Gram J. Combined vertebral assessment and bone densitometry increases the prevalence and severity of osteoporosis in patients referred to DXA scanning. *J Clin Densitom* 2013;16:549-53.
95. Shetty S, John B, Mohan S, Paul TV. Vertebral fracture assessment by dual-energy X-ray absorptiometry along with bone mineral density in the evaluation of postmenopausal osteoporosis. *Arch Osteoporos* 2020;15:25.
96. Cai S, Yu H, Li Y, et al. Bone mineral density measurement combined with vertebral fracture assessment increases diagnosis of osteoporosis in postmenopausal women. *Skeletal Radiol* 2020;49:273-80.
97. Borges JLC, Sousa da Silva M, Ward RJ, Diemer KM, Yeap SS, Lewiecki EM. Repeating Vertebral Fracture Assessment: 2019 ISCD Official Position. *J Clin Densitom* 2019;22:484-88.
98. Wang YXJ, Liu WH, Diacinti D, et al. Diagnosis and grading of radiographic osteoporotic vertebral deformity by general radiologists after a brief self-learning period. *J Thorac Dis* 2020;12:4702-10.
99. Cohen A, Shane E. Evaluation and management of the premenopausal woman with low BMD. *Curr Osteoporos Rep* 2013;11:276-85.
100. Cohen A. Premenopausal Osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Am* 2017;46:117-33.
101. Pepe J, Body JJ, Hadji P, et al. Osteoporosis in Premenopausal Women: A Clinical Narrative Review by the ECTS and the IOF. *J Clin Endocrinol Metab* 2020;105.
102. Mori Y, Baba K, Kogure A, et al. Assessment of the risk of low bone mineral density in premenopausal Japanese female patients with systemic lupus erythematosus. *J Orthop* 2018;15:89-93.
103. Buckley L, Guyatt G, Fink HA, et al. 2017 American College of Rheumatology Guideline for the Prevention and Treatment of Glucocorticoid-Induced Osteoporosis. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2017;69:1095-110.
104. Grossmann M, Ramchand SK, Milat F, et al. Assessment and management of bone health in women with oestrogen receptor-positive breast cancer receiving endocrine therapy: position statement summary. *Med J Aust* 2019;211:224-29.
105. Greenspan SL, Coates P, Sereika SM, Nelson JB, Trump DL, Resnick NM. Bone loss after initiation of androgen deprivation therapy in patients with prostate cancer. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90:6410-7.
106. Leslie WD, Adler RA, El-Hajj Fuleihan G, et al. Application of the 1994 WHO classification to populations other than postmenopausal Caucasian women: the 2005 ISCD Official Positions. *J Clin Densitom* 2006;9:22-30.
107. Cohen A, Lang TF, McMahon DJ, et al. Central QCT reveals lower volumetric BMD and stiffness in premenopausal women with idiopathic osteoporosis, regardless of fracture history. *J Clin Endocrinol Metab* 2012;97:4244-52.
108. Cohen A, Dempster DW, Muller R, et al. Assessment of trabecular and cortical architecture and mechanical competence of bone by high-resolution peripheral computed tomography: comparison with transiliac bone biopsy. *Osteoporos Int* 2010;21:263-73.
109. Dane C, Dane B, Cetin A, Erginbas M. The role of quantitative ultrasound in predicting osteoporosis defined by dual-energy X-ray absorptiometry in pre- and postmenopausal women. *Climacteric* 2008;11:296-303.
110. Paccou J, Javier RM, Henry-Desailly I, et al. The French multicentre elevated bone mass study: prevalence and causes. *Osteoporos Int* 2021;32:1763-75.
111. Magrey MN, Lewis S, Asim Khan M. Utility of DXA scanning and risk factors for osteoporosis in ankylosing spondylitis-A prospective study. *Semin Arthritis Rheum* 2016;46:88-94.
112. Allard HM, Calvelli L, Weyhmler MG, Gildengorin G, Fung EB. Vertebral Bone Density Measurements by DXA are Influenced by Hepatic Iron Overload in Patients with Hemoglobinopathies. *J Clin Densitom* 2019;22:329-37.
113. Bristow SM, Gamble GD, Horne AM, Reid IR. Longitudinal changes in bone mineral density, bone mineral content and bone area at the lumbar spine and hip in postmenopausal women, and the influence of abdominal aortic calcification. *Bone Rep* 2019;10:100190.
114. Guglielmi G, Floriani I, Torri V, et al. Effect of spinal degenerative changes on volumetric bone mineral density of the central skeleton as measured by quantitative computed tomography. *Acta Radiol* 2005;46:269-75.

115. Schwaiger BJ, Behr M, Gersing AS, et al. Computed Tomography Findings Associated with Clinical Outcome After Dynamic Posterior Stabilization of the Lumbar Spine. *World Neurosurg* 2016;93:306-14.
116. 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.