

LA DENSITOMETRÍA ÓSEA: UN NUEVO MÉTODO DIAGNÓSTICO PARA EL UROLOGO.

Jacques Planas y Juan Morote.

Servicio de Urología. Hospital Vall d'Hebrón. Universidad Autónoma. Barcelona. España.

Resumen.- *OBJETIVO:* Intentar familiarizar al urólogo con las diferentes técnicas diagnósticas que disponemos hoy en día para la medida de la DMO, así como realizar una revisión del estado actual de la densitometría ósea.

MÉTODOS: Llevamos a cabo una revisión de los métodos que disponemos en la actualidad para valorar la densidad mineral ósea, haciendo mayor hincapié en la absorciometría dual de rayos X (DXA), considerada en la actualidad cómo la técnica estándar para el diagnóstico de osteoporosis. Revisamos también el papel de la densitometría periférica y el uso de los ultrasonidos para la valoración del estado de la masa ósea del paciente.

RESULTADOS: Podemos considerar a la absorciometría dual de rayos X a nivel de columna lumbar y cadera cómo la técnica estándar para la valoración de la masa ósea. Los dispositivos periféricos, así como los ultrasonidos, probablemente desarrollarán un papel muy importante en el futuro. La falta de estudios amplios y prospectivos para su valoración implican que actualmente no se aconseje su utilización en la práctica clínica diaria para el diagnóstico y monitorización de la osteoporosis.

CONCLUSIONES: Debemos concienciarnos cómo urólogos de la importancia de la salud ósea de nuestros pacientes, especialmente de aquellos con cáncer de próstata y más específicamente de aquellos sometidos a privación andrógena. Conocer algunos aspectos sobre la osteoporosis y sobre cómo realizar su diagnóstico y seguimiento, nos puede ser de utilidad para disminuir el impacto que representa esta patología sobre la morbilidad y mortalidad de nuestros pacientes.

Palabras clave: Osteoporosis. Absorciometría dual de rayos X (DXA). Supresión androgénica.

Summary.- *OBJECTIVES:* To familiarize the urologist with the various diagnostic tests currently available for bone mineral density measurement, as well as to perform an update on bone mineral densitometry.

METHODS: We review the currently available methods for the evaluation of bone mineral density, with special focus on dual energy X-ray absorptiometry (DXA), considered the standard technique for the diagnosis of osteoporosis. We also review the role of peripheral densitometry and the use of ultrasounds for the evaluation of bone mass status.

Correspondencia

Jacques Planas Morin
Servicio de Urología
Hospital General Universitario Vall d'Hebrón
Passeig Vall d'Hebrón, 119-129
08035 Barcelona. (España)
jplanas@vhebron.net

RESULTS: We may consider lumbar vertebrae and hip DXA the standard technique for the evaluation of bone mass. Peripheral devices and ultrasounds will probably have a very important role in the future. The lack of large prospective evaluation studies imply that its use is not being advised in daily clinical practice for diagnosis and follow-up of osteoporosis.

CONCLUSIONS: We, as urologists, should become aware of the importance of bone health of our patients, especially those with prostate cancer, specifically for those receiving androgen deprivation therapies. To know some features of osteoporosis and how to diagnose and follow it may be very useful to diminish the impact this disease represents for our patient's morbidity and mortality.

Keywords: *Osteoporosis. Dual x-ray absorptiometry.*

INTRODUCCIÓN

El tratamiento estándar del cáncer de próstata metastático se basa en la supresión androgénica (SA) conseguida mediante la castración quirúrgica o farmacológica (con análogos GnRH). En los últimos años hemos presenciado un aumento del uso de la SA en pacientes sin enfermedad metastásica, administrándose de forma precoz en pacientes con enfermedad localmente avanzada o de forma adyuvante en pacientes con recidiva bioquímica. Puesto que la duración del tratamiento con SA se prevé prolongado en estos pacientes, tanto los urólogos como los mismos pacientes debemos prestar atención a los efectos secundarios relacionados con la situación de hipogonadismo a largo plazo que ocasiona la SA (1). Conocemos que el hipogonadismo secundario al tratamiento con SA se asocia con un incremento de la resorción ósea (2). Este hecho puede conllevar a la aparición de osteoporosis; situación relevante en pacientes con cáncer de próstata puesto que condiciona un aumento del riesgo de fractura ósea (3). Además un trabajo recientemente publicado ha demostrado una correlación negativa entre la fractura esquelética y la supervivencia global en pacientes con cáncer de próstata en tratamiento con SA (4).

Por otro lado un porcentaje significativo de pacientes con cáncer de próstata presentan valores bajos de densidad mineral ósea (DMO) antes de recibir tratamiento con SA. La incidencia de osteoporosis en pacientes con cáncer de próstata previo al inicio

del tratamiento hormonal se sitúa entre el 5% y el 40% revisando la literatura (5-10). Este hecho es sumamente importante por la mayor repercusión sobre el hueso que tendrá en estos pacientes el hipogonadismo secundario a la SA y porque se puede plantear la hipótesis de que el mismo cáncer de próstata sea el responsable directo de este incremento en la incidencia de osteopenia y osteoporosis.

El objetivo de este capítulo es intentar familiarizar al urólogo con las diferentes técnicas diagnósticas que disponemos hoy en día para la medida de la DMO, así como realizar una revisión del estado actual de la densitometría ósea.

OSTEOPOROSIS

Definimos cómo osteoporosis aquella alteración esquelética caracterizada por el compromiso de la resistencia ósea que predispone al enfermo a un riesgo aumentado de fractura. La resistencia ósea refleja la integración de dos aspectos: la densidad mineral ósea y la calidad ósea.

Características del hueso

El hueso está formado por mineral, principalmente en forma de hidroxapatita de calcio, que se combina con colágeno tipo I y diferentes proteínas especializadas para dar lugar a la matriz ósea (11). A su vez, el esqueleto está formado por dos tipos de tejido macroscópicamente diferentes; el hueso trabecular (localizado principalmente a nivel de los cuerpos vertebrales y de la pelvis) y el hueso cortical (localizado principalmente en los huesos largos). El hueso trabecular representa el 20% del total de la masa ósea, y presenta un metabolismo más elevado que el hueso cortical. Por este motivo, es más sensible a los cambios hormonales y terapéuticos que este último (12).

El calcio tiene la capacidad de absorber radiación, y de hecho lo hace en una proporción mayor que las proteínas y que los tejidos blandos. La cantidad de energía en forma de rayos X que es absorbida por el calcio en una sección ósea concreta refleja el contenido mineral óseo. Si dividimos el contenido mineral óseo por el área o por el volumen del hueso que queremos estudiar obtendremos una estimación de la DMO. Varios estudios han correlacionado la DMO y la fuerza necesaria para romper un hueso (13, 14).

Por otro lado la calidad ósea está determinada por la arquitectura ósea, el recambio óseo, el daño óseo acumulado (por ejemplo la presencia de

microfracturas) y por la mineralización ósea. A diferencia de la DMO, la calidad ósea no es medible por ningún método en la actualidad, y por tanto la medida de la DMO es la única que nos puede aportar información sobre la resistencia ósea con vistas a identificar aquellos enfermos que presentan un mayor riesgo de fractura (14).

Densidad Mineral Ósea

La DMO viene definida por la concentración media de mineral por unidad de área. Existen diferentes métodos para llevar a cabo la medida de la DMO. Los diferentes métodos densitométricos se basan en el principio de la atenuación que sufren los rayos X o los fotones de rayos gamma al atravesar los tejidos. Los valores de atenuación se suelen expresar en equivalentes a grosor mineral con el fin de compararlos con unas curvas basadas en la población normal. El resultado se expresa en desviaciones estándar respecto a estas curvas de normalidad. De todas maneras, el valor obtenido es una medida combinada de tejido óseo, medula ósea y tejido circundante. La medida adecuada de la masa ósea requeriría una densitometría tridimensional que excluyera la medula ósea y los tejidos blandos que rodean al hueso (15). Aunque las unidades de la DMO son g/cm^2 , la mayoría de decisiones clínicas se basan en el T-score.

Dentro de la terminología relacionada con la densitometría ósea, hallamos dos conceptos que debemos definir:

- T-score: es el número de desviaciones estándar (SD) por debajo de la DMO media en adultos jóvenes (entre 25 y 45 años).
- Z-score: es el número de SD por encima o por debajo de la media de la DMO en la población de la misma edad que el paciente.

TABLA I. CLASIFICACIÓN DE LA OSTEOPOROSIS SEGÚN LA OMS.

Clasificación	DMO*
Normal	Menor de -1.0 SD
Osteopenia	Entre -1.0 y 2.5 SD
Osteoporosis	Menor de -2.5 SD

SD: Desviación estándar

*Desviación estándar derivada de la media del pico de masa ósea en adultos jóvenes.

Dado que la DMO disminuye con la edad, los T-score suelen ser inferiores que los Z-score a partir de los 40 años, y esta diferencia aumenta de acuerdo con la edad.

Definiciones de Osteoporosis

Un grupo de trabajo de la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha definido a la DMO en mujeres como normal, osteopenia o osteoporosis en comparación con la DMO de mujeres de raza blanca, jóvenes y sanas (16, 17) (Tabla I). Para realizar el diagnóstico de osteoporosis, es suficiente presentar un valor de DMO menor de -2.5 SD en cualquiera de las localizaciones medidas.

Aunque la definición de la OMS se ha aplicado al sexo masculino, este hecho ha sido motivo de controversia y discusión dado que los varones presentan un mayor pico de masa ósea y tienen un mayor tamaño óseo que las mujeres. En realidad no existe en la actualidad un consenso sobre la definición de osteoporosis en el varón. De hecho si utilizamos la definición de la OMS para valorar la osteoporosis en el varón, la incidencia y la prevalencia de esta se verían reducidas. Un estudio realizado en Estados Unidos objetiva que utilizando los criterios de la OMS serían diagnosticados de osteoporosis entre 0.3 y 1 millón de varones. En cambio si utilizáramos la misma definición de la OMS modificada respecto a la comparación de la DMO en varones jóvenes, serían diagnosticados entre 1 y 2 millones de varones con osteoporosis y entre 8 y 13 millones de osteopenia (18). Este hecho ha motivado que la Internacional Society of Clinical Densitometry (ISCD) definiera en el año 2003 unos criterios diagnósticos de osteoporosis para el sexo masculino (Tabla II).

TÉCNICAS DENSITOMÉTRICAS

La medida de la DMO nos puede ser de utilidad por dos motivos: diagnosticar aquellos enfermos

TABLA II. CRITERIOS DE LA ISCD 2003 PARA EL DIAGNÓSTICO DE OSTEOPOROSIS EN EL VARÓN.

65 años o mayor	t-score < -2.5
50-64 años	t-score < -2.5 + factores de riesgo de fractura ósea
Menores de 50 años	z-score < -2

con un contenido bajo de tejido mineral óseo, y para monitorizar el curso de una osteoporosis sospechada o confirmada con varias medidas repetidas (por ejemplo cómo seguimiento de los efectos del tratamiento).

Cualquiera de los métodos que vamos a utilizar para medir la DMO debe cumplir dos requisitos: presentar un alto nivel de precisión y un alto nivel de exactitud en la medida realizada. Estos dos conceptos son utilizados frecuentemente de forma sinónima, pero son diferentes en el contexto de la estadística y la probabilidad. El alto nivel de precisión se refiere a que la técnica seleccionada debe presentar pocos errores en la medida debidos al azar, mientras que el alto nivel de exactitud se refiere a que el valor medido debe corresponderse con el valor real. Dicho de otro modo, la precisión de la técnica seleccionada es importante para monitorizar las variaciones del contenido mineral óseo en un mismo enfermo a lo largo del tiempo. La exactitud es por otro lado decisiva para establecer un diagnóstico fiable en cada caso individualmente.

Características óseas de las localizaciones donde vamos a determinar la DMO.

Debemos tener en cuenta que aproximadamente el 80% del peso esquelético es aportado por hueso cortical o compacto, mientras que el 20% res-

tante es aportado por el hueso trabecular o poroso. La actividad metabólica del hueso trabecular es de 3 a 10 veces mayor que la del hueso cortical. Por este motivo la medida del hueso trabecular nos reportará una mayor utilidad cuando queramos determinar los cambios del contenido mineral óseo (12).

El hueso trabecular representa el 40% del contenido mineral óseo de los cuerpos vertebrales, mientras que el cuello femoral contiene también aproximadamente un 40% de hueso trabecular. La parte más distal del radio (radio ultradistal) contiene un 80% de hueso trabecular. Sin embargo la forma irregular de esta parte del radio comporta dificultades a la hora de calibrar y obtener medidas en esta localización, disminuyendo de forma importante la precisión de la técnica en esta zona. Por este motivo, la medida más utilizada a nivel del radio se lleva a cabo en el tercio distal (también llamado radio 33%), que contiene aproximadamente un 25% de hueso trabecular (12).

Tipos de técnicas densitométricas

En la actualidad disponemos de múltiples métodos tecnológicos para determinar la medida de la DMO: absorciometría fotónica simple (SPA), absorciometría fotónica dual (DPA), absorciometría radiográfica (RA), absorciometría radiológica simple

TABLA III. TÉCNICAS UTILIZADAS PARA LA MEDIDA DE LA MASA ÓSEA MÁS UTILIZADAS EN LA ACTUALIDAD.

	Localización	Tiempo, min	Precisión, error %	Exposición Rx, mrem
DXA i SXA periférica	Radio, manos, calcáneo	5-15	1-3	1
DXA	Columna, cadera, cuerpo entero	5-10	1-2	1-5
QCT	Columna, cadera, antebrazo	10-30	2-4	50
Ultrasonidos	Tibia, rótula, calcáneo	5-10	3-4	0
RA	Manos	5-10	1-2	5

Min: minutos, Exposición Rx: exposición radiológica, DXA: Absorciometría de doble energía de rayos X, SXA: Absorciometría radiológica simple, QCT: Tomografía cuantitativa computerizada, RA: Absorciometría radiográfica.

(SXA), absorciometría de doble energía de rayos X (DXA), tomografía cuantitativa computerizada (QCT) y densitometría por ultrasonidos (BUA). La Tabla III recoge las técnicas utilizadas habitualmente hoy en día para la medida de la masa ósea, comparándolas en relación al tiempo destinado para la realización de cada una de ellas (en minutos), su precisión y la exposición radiológica a la que se somete al paciente medida en mrem (19).

Absorciometría Fotónica Simple (SPA)

Fue la primera técnica densitométrica que se desarrolló a principios de los años 60. Un fotón proveniente de una fuente radioactiva (1125) atraviesa el hueso periférico. Dado que únicamente se utiliza un fotón, no podemos separar la atenuación producida por el tejido óseo de la producida por los tejidos blandos. Por este motivo esta técnica sólo se puede utilizar en zonas como el calcáneo o el radio donde prácticamente todo el tejido atravesado es óseo. Actualmente es una técnica en desuso.

Absorciometría Fotónica Dual (DPA)

Técnica muy parecida a la anterior con la diferencia que se basa en la utilización de dos fotones diferentes que provienen de un radioisótopo (^{153}Gd). Es pues capaz de diferenciar la atenuación del hueso de la de los tejidos blandos. Se puede utilizar tanto en localización axial como en localización periférica. Con el desarrollo de la DXA (la cual no precisa de fuentes isotópicas), esta técnica entró también en desuso.

Absorciometría Dual de Rayos X (DXA)

Se basa en la emisión de dos haces de energía diferentes originados de una fuente de rayos X en vez de una fuente radioactiva, de manera que conseguimos una mayor precisión que con la DPA. La utilización de dos haces de energía permite corregir la atenuación producida por los tejidos blandos. Es la técnica más ampliamente utilizada en la actualidad por su baja radiación, por su precisión y por su capacidad de obtener medidas tanto del esqueleto axial como del esqueleto periférico (20).

Con esta técnica podemos explorar la cadera, la columna, el antebrazo y la totalidad del esqueleto.

La medida de la DMO a nivel de la cadera se puede realizar en distintas localizaciones: cuello femoral, trocánter, diáfisis femoral, triángulo de Wards y cadera completa. El triángulo de Wards representa una zona variable, no anatómica, definida por el

software de la máquina, que corresponde al área de menor DMO a nivel de la cadera (15). Las medidas a nivel de la cadera completa y a nivel del cuello femoral están consideradas como buenas predictoras del riesgo de fractura de cadera, y predicen mejor la fractura de cadera que la medida de la DMO en otras localizaciones. La medida de la DMO a nivel de la cadera es también predictora del riesgo global de fractura como lo son las medidas de la DMO en otras localizaciones, pero su ventaja es que no suele estar afectada por los procesos degenerativos articulares asociados a la edad (11, 21).

Por otro lado la medida de la DMO a nivel de la columna suele realizarse a nivel de L1 hasta L4. Los cuerpos vertebrales contienen principalmente hueso trabecular, que debido a su participación en la fase de remodelación ósea, es más sensible a los efectos de las hormonas y de determinados fármacos que el hueso cortical. Por lo tanto, la medida de la DMO a nivel de la columna suele objetivar mejor los cambios de la DMO en respuesta a determinados tratamientos a diferencia de la medida de la DMO en otras localizaciones.

Por el contrario la medida anteroposterior de la DMO a nivel de la columna suele incluir también la medida de los elementos posteriores así como del mineral que pueda contener la aorta abdominal (sin contribuir ninguna de las dos a la resistencia del cuerpo vertebral), y sus resultados pueden encontrarse falsamente elevados en aquellos pacientes con procesos degenerativos a nivel de la columna. Por este motivo, a diferencia de otras localizaciones, la determinación de la DMO en proyección anteroposterior a nivel de la columna lumbar suele aumentar en lugar de disminuir a partir de los 65 años (22). Algunos aparatos nos dan la posibilidad de obtener imágenes laterales que tienen la ventaja de poder medir exclusivamente el cuerpo vertebral excluyendo los arcos posteriores y los osteofitos anteriores. No obstante la proyección lateral nos ofrece unos resultados menos reproducibles que la proyección anteroposterior.

El desarrollo de aparatos de DXA con brazos en C rotatorios que permiten realizar la medida tanto en proyección anteroposterior como lateral de la columna con el enfermo en decúbito supino aportan una mejoría sustancial de la precisión y exactitud de la proyección lateral. Guglielmi et al. (23) describen en su trabajo que la medida de la DMO con la proyección lateral tiene una sensibilidad diagnóstica de osteoporosis superior que la proyección posteroanterior. Otro trabajo que defiende la utilidad de la medida de la DMO de columna con la DXA lateral con el enfermo en decúbito supino es el

publicado por Lafferty et al. En su trabajo objetivan que la combinación de la DXA lateral de columna y la DXA de cuello femoral detecta un 97% de pacientes osteoporóticos, mientras que la combinación de DXA anteroposterior de columna y la DXA de cuello femoral detecta únicamente el 85% de pacientes osteoporóticos (24).

Los aparatos de absorciometría dual de rayos X presentan una alta precisión (0.5-2%), repetibilidad y han demostrado tener un valor predictivo de fractura. Sus inconvenientes son el alto coste y el gran tamaño del aparataje, así como la necesidad de personal especializado para su manejo.

Densitometría periférica

En los últimos años se han desarrollado densitómetros periféricos por absorciometría de doble energía de rayos X (pDXA) y otros por energía de rayos X simple (pRA). Sus ventajas radican en su menor tamaño, la escasa radiación que emiten y el hecho de que no requieren personal especializado para su manejo.

Con esta técnica podemos medir la DMO a nivel del antebrazo y del calcáneo. Una localización utilizada con frecuencia es la parte distal del radio, ya que contiene hueso trabecular y cortical. Otras localizaciones menos utilizadas son los metacarpianos y las falanges (25, 26).

Aunque estas técnicas pueden predecir fracturas, su capacidad de predicción de fractura de cadera es inferior a la DMO medida con DXA a nivel de la cadera. Igualmente, su capacidad predictiva de fracturas vertebrales también es menor que la DXA de cadera y columna (27).

Uno de los problemas que presentan los densitómetros periféricos es su escasa concordancia con el T-score. La proporción de pacientes con T-scores inferiores a -2.5 varía de forma considerable entre unos tipos de densitómetros y otros. De hecho en la actualidad no existe consenso sobre la interpretación de los resultados de las medidas periféricas, y se continúa debatiendo acerca de la capacidad de los aparatos periféricos para identificar a pacientes con una DMO central baja. La ISCD aconseja identificar puntos de corte para cada tipo de densitómetro periférico que tengan una sensibilidad del 90% a la hora de identificar pacientes con osteoporosis como paso previo antes de utilizar estas técnicas como screening (28). Por este motivo diferentes autores sugieren utilizar un corte diagnóstico de osteoporosis diferente del -2.5 de la definición de la OMS (29).

Tomografía cuantitativa computerizada (QCT)

Esta técnica nos permite realizar la medida de la DMO tanto a nivel axial como a nivel periférico (antebrazo).

Es la única técnica que nos ofrece una medida tridimensional volumétrica, y por tanto la única que es capaz de diferenciar el hueso cortical del trabecular. La QCT tiene un valor predictivo de fractura vertebral igual de bueno que la DXA de columna (30).

La QCT presenta una precisión del 1% a nivel de la columna y del 1.2-3% a nivel de la cadera. Sus inconvenientes son su alto coste económico y a diferencia del resto de técnicas la alta radiación a la que es sometido el enfermo.

Ultrasonografía

La densitometría por ultrasonidos se podría clasificar en el grupo de densitometría periférica, pero tiene cualidades que la diferencian del resto de técnicas expuestas anteriormente. Como su nombre indica, la fuente de energía utilizada no es radiológica. La localización más habitualmente utilizada es a nivel del calcáneo, aunque algunos aparatos también miden la DMO a nivel de la rótula, tibia y falanges. Miden fundamentalmente el hueso trabecular.

La atenuación de los ultrasonidos de banda ancha (broadband ultrasonic attenuation, BUA) a través del hueso, se usa para determinar la densidad y la estructura ósea. Algunos aparatos pueden medir la velocidad del sonido (VS) y ofrecen un índice que es la combinación de BUA y de VS, índice ecográfico cuantitativo (QUI) que nos aporta datos cuantitativos y evalúa aspectos cualitativos como la elasticidad, la estructura y la geometría del hueso. De hecho la ultrasonografía es la única técnica que analiza estos aspectos de la microarquitectura ósea, cada vez más relevantes como factores de riesgo de fractura (15).

Algunos estudios han demostrado que la ultrasonografía tiene el mismo valor predictivo de fracturas vertebrales que la DXA de columna y cadera (31-33). Por otro lado la combinación de BUA a nivel del calcáneo con la DXA a nivel del cuello femoral predice mejor el riesgo de fractura de cadera que cada una de las medidas por separado (34, 35).

La ventaja de estas técnicas son la ausencia de radiación ionizante, su rápida realización, su pequeño tamaño y que no requieren de personal especializado para su uso. Tienen una precisión del 0.4-4%.

DISCUSIÓN

Antes de analizar cuál es la mejor técnica para valorar la DMO, debemos tener presente que el principal uso clínico que haremos de la medida de la DMO es la predicción del riesgo de fractura. Las fracturas causadas por la osteoporosis suelen localizarse a nivel de la parte distal del antebrazo, a nivel vertebral, a nivel costal y a nivel de la cadera (36). Varios estudios prospectivos han establecido que el riesgo de fractura aumenta a medida que disminuye la DMO; algunos han definido que el riesgo de fractura aumenta de 1.5 a 3 veces por cada desviación estándar que disminuya la DMO, pero no se ha establecido ninguna medida concreta de DMO a partir de la cual este riesgo aumente claramente. Así pues, debemos considerar a la DMO como un factor de riesgo continuo; cómo más baja sea la DMO, más alto será el riesgo de fractura (37-39). De hecho la medida de la DMO puede predecir el riesgo de fractura, pero no tiene la capacidad de identificar individualmente al individuo que sufrirá la fractura (21).

A parte de una DMO baja, se han descrito otros factores que se han asociado con un elevado riesgo de fractura: factores hereditarios, alteraciones hormonales, tipo de vida sedentaria, el bajo peso corporal y la pérdida de peso, el hábito tabáquico y deficiencias de calcio y vitamina D (12).

Para escoger la mejor técnica densitométrica y para valorar cuál es la mejor localización a estudiar debemos tener en cuenta varias consideraciones

tanto técnicas cómo prácticas que nos aportan los diferentes métodos de medida densitométrica.

Los densitómetros periféricos presentan más ventajas prácticas: tienen un tamaño más pequeño, su coste económico es menor, la exploración se realiza más rápidamente y no precisan de personal especializado para su manejo. Se ha demostrado que son fiables, precisos y que tienen capacidad predictiva de fractura. Por el contrario uno de sus principales inconvenientes es que presentan una moderada correlación con las medidas de la DMO a nivel de la cadera y de la columna lumbar, presentando una concordancia T-score baja. Este hecho obliga a utilizar diferentes cortes de T-score cómo criterios diagnósticos de osteoporosis a diferencia del T-score -2.5 establecido por la OMS. Además al comparar los densitómetros periféricos con los axiales utilizando cómo valores de referencia los hallados a nivel de la cadera o de la columna, el principal problema son los falsos positivos y falsos negativos para cualquiera de los cortes diagnósticos T-score de los densitómetros periféricos. Por este motivo una de las posibles aplicaciones de los densitómetros periféricos que se propone hoy en día es cómo método de screening para seleccionar aquellos enfermos con valores de DMO bajos que deberían ser sometidos a una densitometría axial (DXA).

A diferencia de los métodos periféricos, la DXA de cadera y columna tiene la ventaja de medir la masa ósea en las localizaciones donde preferentemente queremos evitar la fractura. Los métodos

TABLA IV. RELACIONES ENTRE LAS MEDIDAS DE DMO EN DIFERENTES LOCALIZACIONES Y EL RIESGO DE FRACTURA ASOCIADO (11).

Tipo fractura, RR per SD (95% CI)				
Localización medida DMO	Cadera	Vertebral	Antebrazo	Cualquier localización
Cadera	2.4 (2.2-2.6)	1.9 (1.8-2.1)	1.4 (1.4-1.6)	1.6 (1.4-1.8)
Columna lumbar	1.5 (1.3-1.7)	1.9 (1.8-2.0)	1.5 (1.3-1.8)	1.5 (1.4-1.7)
Radio distal	1.5 (1.3-1.8)	1.7 (1.5-1.9)	1.7 (1.4-2.0)	1.4 (1.3-1.6)
Calcáneo	1.8 (1.5-2.1)	1.7 (1.5-1.9)	1.6 (1.4-1.8)	1.5 (1.4-1.6)
Calcáneo US	1.6 (1.4-1.8)			1.5 (1.4-1.7)

RR: Riesgo relativo, SD: desviación estándar, US: ultrasonidos

axiales son fiables y precisos, someten al enfermo a baja radiación y han demostrado la capacidad de predecir fracturas en las localizaciones estudiadas. En realidad la medida con DXA de la DMO a nivel de la cadera y columna se ha convertido en la medida estándar con la que se compara cualquier otra técnica densitométrica.

En relación a cuál es la mejor localización para medir la DMO, parecería lógico pensar que la determinación de la medida en las zonas donde queremos evitar la fractura (cadera y columna) será más exacta. Esto es cierto para la medida de la DMO a nivel de la cadera para predecir la fractura de la misma (37). De todos modos tanto la DMO a nivel de la cadera como la DMO a nivel de la columna presentan una precisión semejante para predecir las fracturas vertebrales, y todas las localizaciones y tipos de medida tienen una precisión similar para predecir el riesgo general de cualquier fractura (11). Un trabajo publicado por Melton (40), identificó la medida de la DMO a nivel del antebrazo como la mejor predictora de fractura en el varón.

En el caso concreto de pacientes con cáncer de próstata sometidos a SA, Mittan (41) demostró que la pérdida ósea secundaria al tratamiento hormonal era más pronunciada a nivel del radio. Otros autores han observado que niveles bajos de testosterona sérica se correlacionan con la DMO del radio ultradistal (42). En un trabajo recientemente publicado (43), los autores objetivaron un aumento en la detección de osteoporosis en pacientes que recibían SA cuando se añadía la determinación de la DMO a nivel del radio a la DXA de columna y cadera.

La ISCD recomienda no utilizar para el diagnóstico de osteoporosis las medidas de DMO a nivel del triángulo de Wards ni la proyección lateral en la DXA de columna, entre otros motivos por el importante sobrediagnóstico de osteoporosis que obtendríamos con estas dos medidas (44).

En la Tabla IV se muestra la relación entre la medida de la DMO en distintas localizaciones y el riesgo de fractura.

Cómo hemos podido comprobar, existen diversidad de criterios en la literatura respecto a cuál es la mejor técnica densitométrica y en cuánto a la localización óptima para realizar la medida de la DMO. En la ISCD del año 2003, se establecieron unas directrices generales (45):

- Para la utilización de la DXA como método diagnóstico, se debe medir la DMO en columna en proyección posteroanterior y en cadera a todos los en-

fermos. Se puede utilizar la medición de DMO en antebrazo cuando la medida en columna o cadera no se puede realizar o interpretar, en casos de hiperparatiroidismo y en enfermos muy obesos con un peso superior al peso máximo de la mesa de DXA.

- Para estudiar la columna debemos utilizar la medida posteroanterior de L1 hasta L4. Se recomienda utilizar todas las vértebras evaluables y excluir únicamente aquellas que estén afectadas por cambios estructurales o por artefactos. La proyección lateral no se debería utilizar como método diagnóstico, si bien puede jugar un papel en la monitorización/seguimiento del enfermo.

- Para estudiar la cadera podemos utilizar cualquiera de las dos caderas. Podemos utilizar la totalidad del fémur proximal, el cuello femoral o el trocánter, y no se recomienda utilizar el triángulo de Wards para el diagnóstico.

- Para estudiar el antebrazo deberíamos utilizar el radio 33% (también llamado un tercio de radio) del antebrazo no dominante para el diagnóstico. Las otras zonas del antebrazo no se recomiendan utilizar.

- En cuanto a la densitometría periférica, debemos tener en cuenta que los criterios diagnósticos de osteoporosis y osteopenia de la OMS no deberían utilizarse con excepción del radio 33%. Las medidas periféricas son útiles para valorar el riesgo de fractura, para identificar pacientes con pocas probabilidades de presentar osteoporosis o para identificar pacientes que deberían ser tratados. De todos modos estos aspectos no pueden aplicarse en la práctica clínica hasta que no se establezcan puntos de corte específicos para cada método periférico. En cualquier caso no deberían ser utilizados para monitorización.

CONCLUSIÓN

Una vez revisados los diferentes métodos densitométricos con sus ventajas e inconvenientes, parece haber consenso sobre dos aspectos:

- Dado que la medida de la DMO a nivel de la cadera es la mejor predictora de fractura de cadera, la medida de la DMO en esta localización puede ser de utilidad en pacientes mayores de 65 años, edad a partir de la cual el riesgo de fractura de cadera aumenta de forma considerable.

- La DMO medida a nivel de la columna es más sensible a los cambios ocasionados por diferentes fármacos (corticoides, por ejemplo), de manera que sería la mejor elección para monitorizar aquellos pacientes

sometidos a tratamientos que influyen en el metabolismo del hueso trabecular.

Esperamos que este capítulo haya servido para concienciarnos cómo urólogos del impacto que tiene sobre el hueso la supresión androgénica en el paciente con cáncer de próstata. Conocer algunos aspectos sobre la osteoporosis inducida por la supresión androgénica y sobre su diagnóstico nos puede ayudar a detectarla precozmente y a evitar el importante impacto sobre la morbilidad y sobre la mortalidad que representa en un grupo de pacientes cada vez más numeroso que atendemos en nuestra actividad diaria.

BIBLIOGRAFÍA y LECTURAS RECOMENDADAS (*lectura de interés y ** lectura fundamental)

1. 1. HOLZBEIERLEIN, J.M.; McLAUGHLIN, M.D.; THRASHER, J.B.: "Complications of androgen deprivation therapy for prostate cancer". *Curr. Opin. Urol.*, 14: 177, 2004.
2. DANIELL, H.W.: "Osteoporosis after orchiectomy for prostate cancer". *J. Urol.*, 157: 439, 1997.
- **3. SHAHINIAN, V.B.; KUO, Y.; FREEMAN, J.: "Risk of fracture after androgen deprivation for prostate cancer". *N. Engl. J. Med.*, 352: 154, 2005.
- **4. OEFELEIN, M.G.; RESNICK, M.I.: "The impact of osteoporosis in men treated for prostate cancer". *Urol. Clin. North Am.*, 31: 313, 2004.
5. AGARWAL, M.M.; KHANDELWAL, N.; MANDAL, A. y cols.: "Factors affecting bone mineral density in patients with prostate carcinoma before and after orchidectomy". *Cancer*, 103: 2042, 2005.
- *6. BERRUTI, A.; DOGLIOTTI, L.; TERRONE, C. y cols.: "Changes in bone mineral density, lean body mass and fat content as measured by dual energy x-ray absorptiometry in patients with prostate cancer without apparent bone metastases given androgen deprivation therapy". *J. Urol.*, 167: 2361, 2002.
- *7. CONDE, F.A.; SARNA, L.; OKA, R. y cols.: "Age, body mass index, and serum prostate-specific antigen correlate with bone loss in men with prostate cancer not receiving androgen deprivation therapy". *Urology*, 64: 335, 2004.
- *8. HUSSAIN, S.A.; WESTON, R.; STEPHENSON, R. y cols.: "Immediate dual energy X-ray absorptiometry reveals a high incidence of osteoporosis in patients with advanced prostate cancer before hormonal manipulation". *BJU Int.*, 92: 690, 2003.
- *9. SMITH, M.R.; McGOVERN, F.; FALLON, M. y cols.: "Low bone mineral density in hormone-naive men with prostate carcinoma". *Cancer*, 91: 2238, 2001.
10. WEI, J.T.; GROSS, M.; JAFFE, C. y cols.: "Androgen deprivation therapy for prostate cancer results in significant loss of bone density". *Urology*, 54: 607, 1999.
11. CUMMINGS, S.R.; BATES, D.; BLACK, D.M.: "Clinical use of bone densitometry: scientific review". *Jama*, 288: 1889, 2002.
12. "Bone density measurement--a systematic review. A report from SBU, the Swedish Council on Technology Assessment in Health Care". *J. Intern. Med. Suppl.*, 739: 1, 1997.
13. LOTZ, J.C.; HAYES, W.C.: "The use of quantitative computed tomography to estimate risk of fracture of the hip from falls". *J. Bone Joint Surg. Am.*, 72: 689, 1990.
- *14. WATTS, N.B.: "Fundamentals and pitfalls of bone densitometry using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA)". *Osteoporos Int.*, 15: 847, 2004.
15. IBÁÑEZ, R.: "Bone mineral density measurement techniques". *An. Sist. Sanit Navar.*, 26: 19, 2003.
16. SMITH, M.R.: "Management of treatment-related osteoporosis in men with prostate cancer". *Cancer Treat. Rev.*, 29: 211, 2003.
- **17. GILBERT, S.M.; McKIERNAN, J.M.: "Epidemiology of male osteoporosis and prostate cancer". *Curr. Opin. Urol.*, 15: 23, 2005.
18. BILEZIKIAN, J.P.: "Osteoporosis in men". *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 84: 3431, 1999.
19. GRAMPP, S.; GENANT, H.; MATHUR, A. y cols.: "Comparisons of noninvasive bone mineral measurements in assessing age-related loss, fracture discrimination, and diagnostic classification". *J. Bone Miner Res.*, 12: 697, 1997.
20. JERGAS, M.; GENANT, H.K.: "Current methods and recent advances in the diagnosis of osteoporosis". *Arthritis Rheum.*, 36: 1649, 1993.
21. MARSHALL, D.; JOHNELL, O.; WEDEL, H.: "Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures". *BMJ*, 312: 1254, 1996.
22. STEIGER, P.; CUMMINGS, S.; BLACK, D. y cols.: "Ge-related decrements in bone mineral density in women over 65". *J. Bone Miner Res.*, 7: 625, 1992.
23. GUGLIELMI, G.; GRIMSTON, S.; FISCHER, K. y cols.: "Osteoporosis: diagnosis with lateral and posteroanterior dual x-ray absorptiometry compared with quantitative CT". *Radiology*, 192: 845, 1994.
24. LAFFERTY, F.W.; ROWLAND, D.Y.: "Correlations of dual-energy X-ray absorptiometry, quantitative computed tomography, and single photon absorptiometry with spinal and non-spinal fractures". *Osteoporos. Int.*, 6: 407, 1996.

25. FITER, J.; NOLLA, J.; GOMEZ-VAQUERO, C. y cols.: "A comparative study of computed digital absorptiometry and conventional dual-energy X-ray absorptiometry in postmenopausal women". *Osteoporos. Int.*, 12: 565, 2001.
26. YAMADA, M.; ITO, M.; HAYASHI, K. y cols.: "Dual energy X-ray absorptiometry of the calcaneus: comparison with other techniques to assess bone density and value in predicting risk of spine fracture". *AJR*, 163: 1435, 1994.
27. SIRIS, E.S.; MILLER, P.; BARRETT-CONNOR, E. y cols.: "Identification and fracture outcomes of undiagnosed low bone mineral density in postmenopausal women: results from the National Osteoporosis Risk Assessment". *Jama*, 286: 2815, 2001.
28. PICARD, D.; BROWN, J.; ROSENTHALL, L. y cols.: "Ability of peripheral DXA measurement to diagnose osteoporosis as assessed by central DXA measurement". *J. Clin. Densitom.*, 7: 111, 2004.
29. BOUXSEIN, M.L.; PALERMO, L.; YEUNG, C. y cols.: "Digital X-ray radiogrammetry predicts hip, wrist and vertebral fracture risk in elderly women: a prospective analysis from the study of osteoporotic fractures". *Osteoporos. Int.*, 13: 358, 2002.
30. PACIFICI, R.; RUPICH, R.; GRIFFIN, M. y cols.: "Dual energy radiography versus quantitative computer tomography for the diagnosis of osteoporosis". *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 70: 705, 1990.
31. HEANEY, R.P.; AVIOLI, L.; CHESNUT, C. y cols.: "Ultrasound velocity, through bone predicts incident vertebral deformity". *J. Bone Miner Res.*, 10: 341, 1995.
32. McKELVIE, M.L.; FORDHAM, J.; CLIFFORD, C. y cols.: "In vitro comparison of quantitative computed tomography and broadband ultrasonic attenuation of trabecular bone". *Bone*, 10: 101, 1989.
33. SCHOTT, A.M.; WEILL-ENGERER, S.; HANS, D. y cols.: "Ultrasound discriminates patients with hip fracture equally well as dual energy X-ray absorptiometry and independently of bone mineral density". *J. Bone Miner Res.*, 10: 243, 1995.
34. BAUER, D.C.; GLUER, C.; CAULEY, J. y cols.: "Broadband ultrasound attenuation predicts fractures strongly and independently of densitometry in older women. A prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group". *Arch. Intern. Med.*, 157: 629, 1997.
35. HANS, D.; DARGENT-MOLINA, P.; SCHOTT, A. y cols.: "Ultrasonographic heel measurements to predict hip fracture in elderly women: the EPIDOS prospective study". *Lancet*, 348: 511, 1996.
36. MELTON, L.J.; CHRISCHILLES, E.; COOPER, C. y cols.: "How many women have osteoporosis?". *J. Bone Miner Res.*, 20: 886, 2005.
- **37. CUMMINGS, S.R.; BLACK, D.; NEVITT, M. y cols.: "Bone density at various sites for prediction of hip fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group". *Lancet*, 341: 72, 1993.
38. HUI, S.L.; SLEMENDA, C.W.; JOHNSTON, C.: "Age and bone mass as predictors of fracture in a prospective study". *J. Clin. Invest.*, 81: 1804, 1988.
39. WASNICH, R.D.; ROSS, P.; DAVIS, J. y cols.: "A comparison of single and multi-site BMC measurements for assessment of spine fracture probability". *J. Nucl. Med.*, 30: 1166, 1989.
- **40. MELTON, L.J.; ATKINSON, E.; O'CONNOR, M. y cols.: "Bone density and fracture risk in men". *J. Bone Miner Res.*, 13: 1915, 1998.
41. MITTAN, D.; LEE, S.; MILLER, E. y cols.: "Bone loss following hypogonadism in men with prostate cancer treated with GnRH analogs". *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 87: 3656, 2002.
42. KELLY, P.J.; POCOCK, N.; SAMBROOK, P. y cols.: "Dietary calcium, sex hormones, and bone mineral density in men". *BMJ*, 300: 1361, 1990.
- *43. BRUDER, J.M.; MA, J.; BASLER, J. y cols.: "Prevalence of osteopenia and osteoporosis by central and peripheral bone mineral density in men with prostate cancer during androgen-deprivation therapy". *Urology*, 67: 152, 2006.
44. GREENSPAN, S.L.; MAITLAND-RAMSEY, L.; MYERS, E.: "Classification of osteoporosis in the elderly is dependent on site-specific analysis". *Calcif. Tissue Int.*, 58: 409, 1996.
45. "Indications and reporting for dual-energy x-ray absorptiometry". *J. Clin. Densitom.*, 7: 37, 2004.