

# DENSITOMETRÍA ÓSEA

## BONE DENSITOMETRY

DRA. EDITH MIRANDA V. (1), DRA. SARA MUÑOZ CH. (1), DRA. PAOLA PAOLINELLI G. (1), DRA. CLAUDIA ASTUDILLO A. (1).

1. Diagnóstico por Imágenes. Clínica Las Condes.

Email: edithmirandav@gmail.com

### RESUMEN

*La osteoporosis es un importante problema de salud pública en el mundo, con gran trascendencia clínica y socioeconómica, que adquiere relevancia por la demostrada relación entre densidad mineral ósea (DMO) y riesgo de fractura.*

*Actualmente existen varios métodos para la medición de la DMO central o periférica, como el ultrasonido, tomografía computada y absorciometría de energía dual de rayo x (DXA).*

*Según los criterios de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la única técnica aceptada y reconocida es la DXA, en que se utiliza radiación ionizante en bajas dosis, generando dos haces de rayos x, absorbidos por las partes blandas y el hueso respectivamente. Con esa información se calcula la DMO del hueso explorado en columna lumbar y cadera.*

*Una vez obtenida la DMO de un determinado paciente, ésta debe ser considerada en función de los valores de su población control, bien respecto al pico de masa ósea de la población joven sana (t-score), bien respecto a su grupo de edad y sexo (z-score).*

*En ambos casos se transforma el valor de la DMO en desviaciones estándar (DE) respecto al valor medio poblacional. Este estudio permite así valorar el riesgo relativo de presentar fractura antes de que se produzcan e iniciar medidas preventivas, confirmar el diagnóstico de fragilidad ósea ante la presencia de fractura o bien monitorizar respuesta a tratamientos de osteoporosis.*

*Palabras clave: Osteoporosis, densitometría ósea (DMO), DXA.*

### SUMMARY

*Osteoporosis is a major public health problem in the world, with great clinical and socioeconomic importance, which is important because of the demonstrated relationship between bone mineral density (BMD) and fracture risk.*

*Currently there are several methods for measurement of central or peripheral BMD, such as ultrasound, computed tomography and dual energy absorptiometry ray x (DXA).*

*According to World Health Organization (WHO) criteria, the only technique accepted and recognized is DXA, which uses low-dose ionizing radiation, generating two x-ray beams, absorbed by the soft tissues and bone respectively. With that information BMD is calculated at the lumbar spine and hip. Once the BMD of a particular patient is obtained, it must be considered on the values of their control population in respect to peak bone mass of healthy young population (t-score) or in respect to their age and sex group (z-score) In both cases, the value of BMD is transformed in standard deviations (SD) from the mean population.*

*This study thus allows assessing the relative risk of fracture before they occur and initiate preventive measures, confirming the diagnosis of the presence of fragility bone fracture or monitor response to osteoporosis treatment.*

*Key words: Osteoporosis, Bone Mineral Density (BMD), DXA.*

### INTRODUCCIÓN

La osteoporosis es un problema importante de salud pública en el mundo y su prevalencia va en aumento.

La importancia clínica de la osteoporosis se encuentra en las fracturas

asociadas con la enfermedad.

El 2000, se estableció un consenso en una conferencia de Institutos Nacionales de la Salud de Estados Unidos que definió osteoporosis de la siguiente manera: "un trastorno esquelético caracterizado por un compromiso de la resistencia ósea que predispone a una persona a un riesgo aumentado de fractura. La resistencia ósea refleja la integración de 2 características principales: densidad ósea y calidad ósea "(1)

Probablemente, el único índice de aplicación clínica de la calidad del hueso en la actualidad es la historia de un paciente de una fractura por fragilidad. En la ausencia de métodos de medición de la calidad del hueso, el diagnóstico de la osteoporosis tiende a hacerse sobre la base de la baja densidad ósea.

Al interpretar los resultados de Densidad Mineral Ósea (DMO), se ha decidido adoptar la ampliamente utilizada definición de osteoporosis de la DMO (2) (3), que se basa en la comparación de la DMO del paciente con la media de una población normal de adultos jóvenes del mismo sexo y raza. Al paciente se le asigna un t-score, que es el número de desviaciones estándar por encima o por debajo de la DMO media para adultos jóvenes normales.

### IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO DE OSTEOPOROSIS

La Sociedad de Osteoporosis de Canadá elaboró un consenso en 1996 (4) en que se establecen factores de riesgo y recomendaciones de evaluación de osteoporosis. Se recomienda que en todas las mujeres posmenopáusicas y hombres mayores de 50 años de edad se evalúe la presencia de factores de riesgo para la osteoporosis.

Los factores de riesgo seleccionados deberían ayudar a los médicos a identificar a aquellos que requieren mayor evaluación y a determinar si la intervención médica es necesaria para reducir el riesgo de fractura osteoporótica.

Se recomienda una medición de la DMO para aquellos con al menos un factor de riesgo mayor o dos factores de riesgo menores, como se indica a continuación.

Factores que identifican a las personas que deben ser evaluados por osteoporosis

#### Factores de riesgo mayores

- Edad > 65 años
- Fractura por compresión vertebral
- Fractura por fragilidad después de los 40
- Antecedentes familiares de fractura osteoporótica (especialmente fractura de cadera de la madre)
- Terapia sistémica de glucocorticoides de > 3 meses de duración
- Síndrome de malabsorción
- Hiperparatiroidismo primario
- Propensión a caer

- Osteopenia aparente en radiografía simple
- Hipogonadismo
- Menopausia precoz (antes de los 45)

#### Factores de riesgo menores

- Artritis reumatoide
- Antecedentes de hipertiroidismo clínico
- Terapia anticonvulsivante crónica
- Baja ingesta de calcio dietético
- Tabaquismo
- Consumo excesivo de alcohol
- Consumo excesivo de cafeína
- Peso <57 kg
- Pérdida de peso > 10% a los 25 años
- Terapia crónica con heparina

### MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA MASA ÓSEA

El primer método de evaluación de masa ósea fue el estudio histológico y pese a que pudiera considerarse estándar de oro en su evaluación, sus limitaciones por ser un método cruento, lento y costoso lo han relegado prácticamente a estudios de investigación.

Los métodos que se han impuesto son indirectos, siendo el más impreciso la radiología simple, que requiere una pérdida de masa ósea de aproximadamente 30% para ser percibido, ya que los signos característicos como el remaque de corticales, trabeculación vertical o resorciones subperiósticas pueden verse afectados por la dureza del rayo x. Los índices radiológicos semicuantitativos se han abandonado por su poca reproducibilidad y limitaciones de seguimiento.

En la década de los sesenta, Cameron y Soreson (5) sentaron las bases para el desarrollo de técnicas cuantitativas de determinación de masa ósea con la absorciometría fotónica simple (SPA).

El progreso tecnológico ha permitido el desarrollo de instrumentos capaces de cuantificar la masa ósea en distintas áreas esqueléticas con mayor exactitud. (Tabla 1).

### DENSITOMETRÍA ÓSEA

La evaluación indirecta cuantitativa se puede realizar con diversas técnicas densitométricas que se fundamentan en la alteración que produce el tejido óseo mineralizado sobre agentes físicos.

Las técnicas de medición de densidad ósea deben ser divididas en mediciones del esqueleto central (columna, fémur proximal, esqueleto total, etc.) y mediciones del esqueleto periférico.

Todas las técnicas han mostrado cierta capacidad de predecir el riesgo de fractura (6, 7).

La toma mediciones del esqueleto central (columna y cadera), es más adecuada ya que son los sitios más propensos a la pérdida ósea y de mayor riesgo de fracturas osteoporóticas.

**TABLA 1. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE MASA ÓSEA**

DIRECTA	
Histología / histomorfometría	
INDIRECTA	
CUALITATIVA Radiología Simple	
SEMICUANTITATIVA Índices radiológicos	
CUANTITATIVA	
<i>Técnicas densitométricas axiales</i>	
-Densitometría fotónica dual (DPA)	
-Tomografía axial cuantitativa (QCT)	
-Tomografía axial computada de alta resolución (hrQCT)	
-Densitometría radiológica de doble energía (DXA)	
<i>Técnicas densitométricas periféricas</i>	
-Densitometría radiológica monoenergética (SXA)	
-Densitometría fotónica simple (SPA)	
-DXA periférica (pDXA)	
-Tomografía periférica cuantitativa (QTCp)	
-Ultrasonidos cuantitativos (QUS)	
-Radiogrametría digital cuantitativa (QDR)	

Una medición en sitios periféricos (por ejemplo, la muñeca, el talón) con exploraciones de absorciometría de energía dual de rayos (DXA) periférica o ultrasonido cuantitativo es menos predictiva que las mediciones directas, sin embargo existen debido a los menores costos y mayor accesibilidad. En la actualidad estos últimos se emplean muy poco o han sido desechados. La tomografía computada cuantitativa es otro método, de mayor precisión pero no utilizado por su alto costo y alta radiación.

La DXA se ha impuesto como técnica densitométrica por diferentes razones (8):

- 1- Permite explorar los sectores anatómicos donde se asientan las fracturas osteoporóticas epidemiológicamente más relevantes (columna vertebral y fémur proximal).
- 2- Su excelente precisión que permite controles evolutivos.
- 3- La evolución de la masa ósea con la edad en los sectores estudiados es concordante con la epidemiología de la enfermedad.
- 4- Permite observar la respuesta terapéutica de la masa ósea.
- 5- La exposición radiológica es baja (menos de la décima parte de una radiografía de tórax convencional) y predice el riesgo de fractura en cualquier sector anatómico de manera similar a la densitometría periférica.

La absorciometría de energía dual de rayos X (DXA) que se procesa a través de un ordenador, es la técnica más popular utilizada para medir la densidad ósea del paciente.

El equipo utiliza radiaciones ionizantes, generando dos haces de rayos x con alta y baja energía: uno es absorbido por las partes blandas y el otro por el hueso. Detecta la absorción de cada uno de ellos al atravesar el paciente y con la información se calcula la DMO del hueso explorado mediante un proceso matemático.

Este proceso matemático se inicia con la diferenciación de tejido óseo con respecto al blando, determinación del área explorada (cm<sup>2</sup>), determinación del contenido mineral óseo (CMO, g) y con el cociente de ambos se obtiene la densidad por unidad de superficie (densidad mineral ósea DMO g/cm<sup>2</sup>) en cada subsector de la región ósea explorada (Fig 1). Existen programas para exclusión del material protésico, análisis de escoliosis y densitómetros que permiten la exploración del cuerpo entero aportando información de la DMO y de la composición corporal de los tejidos blandos.

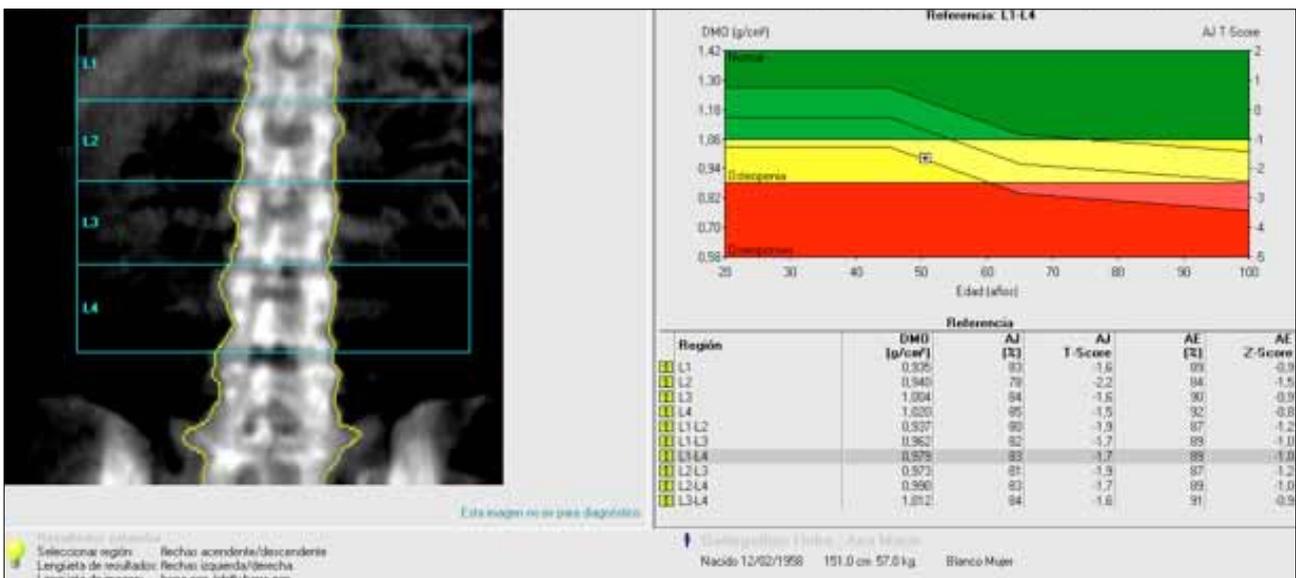


Figura 1.

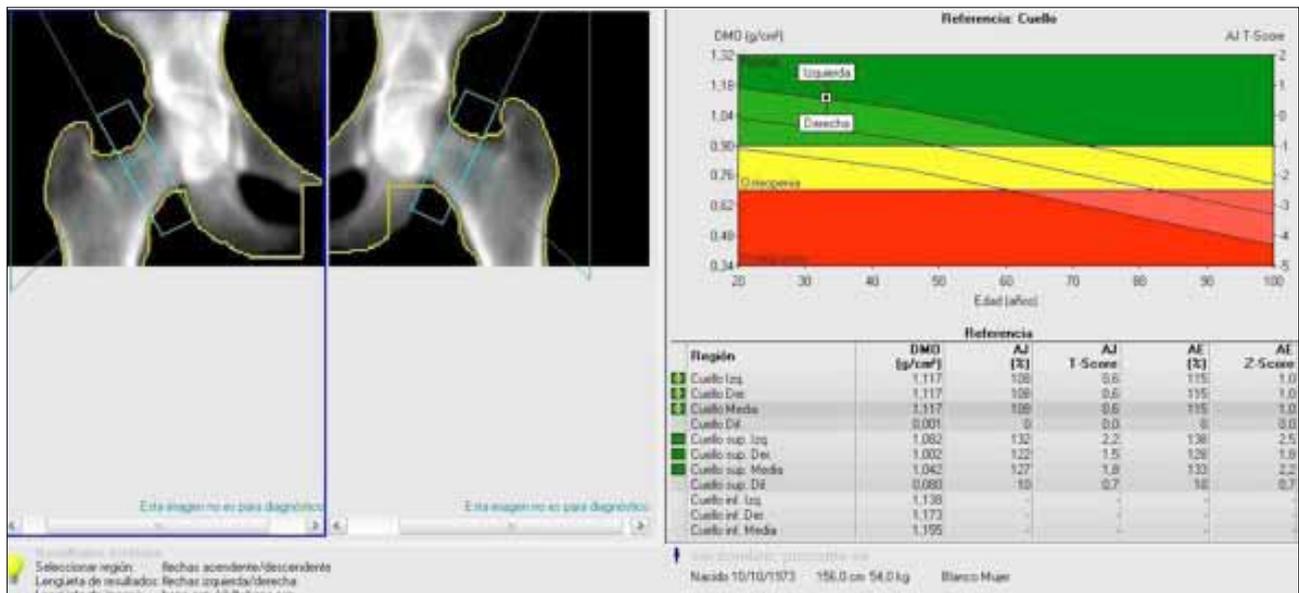


Figura 2.

Los tiempos de exploración van entre los 2 y 5 minutos. La dosis de radiación recibida por el paciente es muy baja de 0,5 a 2,4 microSv (esta última para cuerpo completo). Su precisión, evaluada como coeficiente de variación, se calcula en 0.5% para exploraciones *in vitro* y entre el 1-2% según sector anatómico en exploraciones *in vivo*.

**INTERPRETACIÓN DMO**

Aunque las mediciones se pueden hacer en cualquier lugar del cuerpo, se han tomado patrones para el diagnóstico de la osteoporosis.

Las mediciones son realizadas en el esqueleto axial, en la columna lumbar (vértebras L1, L2, L3, L4; a veces se prescinde de L1), y en el esqueleto apendicular: epifisis femoral proximal, donde se distinguen 3 regiones: cervical, trocantérea y triángulo de Ward; sin entrar en discusiones sobre la mejor medición femoral, generalmente se admite la realizada en la región cervical femoral (Fig 2).

La región lumbar informa sobre el estado del hueso trabecular y la región cervical femoral informa del estado del hueso cortical. Las regiones medidas se denominan ROI (regiones óseas de interés). Se debe seguir un protocolo muy estricto al medirlas y, sobre todo, al valorar una evolución con nuevas densitometrías óseas, pues si no se ha medido exactamente lo mismo, los resultados no son comparables.

Hay que hacer constar la existencia de una medición ósea general, denominada de cuerpo entero, que da valores a 10 regiones corporales y además mide partes blandas; pero su precisión es menor que cuando se hacen las regiones por separado, sin embargo tiene mucho interés para estudios biomecánicos y en medicina deportiva.

Otras mediciones, en el antebrazo o el calcáneo, que se habían propuesto no tienen interés para el diagnóstico de la osteoporosis debido a la gran frecuencia de distrofias óseas reflejas que sólo afectan a estas zonas; sin embargo, tienen valor para medir dichas distrofias. Actualmente, en el comercio existen sólo 3 modelos de aparatos.

Presentan diferentes filtros, número de detectores, sistemas de calibración y algoritmos de selección de área, que no son comparables.

Sin entrar en su descripción, hay que decir que distintos aparatos con distintos gradientes de medición pueden dar ligeras modificaciones de los valores y alterar el seguimiento de un tratamiento, por ello se aconseja que las mediciones siempre se hagan con el mismo aparato y, a ser posible, en el mismo sitio.

Es fundamental además un programa de control de calidad diario, para la detección de cualquier tipo de falla que altere su precisión.

**INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

Las cifras obtenidas se trasladan a una gráfica estadística de población con su línea de promedios y 2 líneas separadas por 1 o 2 desviaciones estándar (DE), por encima y por debajo. Se considera que entre estas 2 líneas separadas por una DE, se encuentra el 68% de la población normal.

**Criterios de la OMS (9)**

En su informe técnico sienta las bases para el diagnóstico de la osteoporosis basados en la masa ósea, que clasifica a las pacientes de acuerdo al t-score o divergencia en DE respecto al pico de masa ósea de la mujer adulta joven:

**Normal:** DMO > -1 DE t-score.

**Osteopenia:** DMO entre -1 DE y -2,5 DE t-score.

**Osteoporosis:** DMO ≤ -2,5 DE t-score.

**Osteoporosis grave:** DMO ≤ -2,5 DE t-score + fractura por fragilidad. donde t-score son los valores para la población adulta joven del mismo sexo (cálculo: DMO paciente - DMO adulto joven/DE de la DMO del adulto joven).

y z-score son los valores para la población con respecto a la edad y del mismo sexo (cálculo: DMO paciente - DMO misma edad/DE de la DMO de la misma edad).

Se establecen gráficas distintas en relación con el sexo, y las que se dan en nuestros medios se refieren a la raza blanca.

En hombres, niños y otros grupos étnicos, la aplicación de los criterios diagnósticos de la OMS no está precisada (10). Existen discrepancias sobre el uso de estos criterios en hombres y no existe acuerdo sobre qué valores de referencia se debe utilizar, aquellos derivados del pico de masa ósea específicos para el hombre o los ya aceptados para la mujer (11). La *International Society for Clinical Densitometry (ISCD)* mantiene el uso de valores referenciados a edad y sexo (z-score) en niños, adolescentes y hombres menores de 50 años (12).

Si el t-score es clave para el diagnóstico de osteoporosis, es importante señalar que el riesgo absoluto de fractura para un mismo valor de la masa ósea cambia sustancialmente con la edad.

El algoritmo FRAX (*The World Health Organization Fracture Risk Assessment Tool*) permite calcular el riesgo absoluto de fractura de cadera y fracturas osteoporóticas mayores combinando edad, talla, peso, factores de riesgo clínico y masa ósea (13).

## CAUSAS DE ERROR

La causa de error más frecuente, o más apropiadamente causa de di-

vergencia de los resultados, se produce al medir las regiones de forma distinta o por colocar al paciente de forma incorrecta. Al colocar al enfermo y al seleccionar la región a medir (ROI), hay que ser muy preciso y siempre hacerlo bajo un elaborado protocolo.

## CAUSAS QUE MODIFICAN LOS RESULTADOS

**Extrínsecas.** Se incluyen todas las causas externas capaces de aumentar la densidad de las partes a valorar, tales como la presencia de medallas, fajas, clips metálicos, haber ingerido días antes un medio de contraste gastrointestinal.

**Intrínsecas.** Entre los procesos propios del individuo hay que tener en cuenta que todos los procesos artrósicos que esclerosan las superficies, o que forman osteofitos densos, incrementan los valores de masa ósea; ello hace que en personas de más de 70 años sea más fiable la medición femoral que la lumbar. Lo mismo cabe decir cuando existen varios aplastamientos vertebrales, donde se presentan valores lumbares muy elevados. Hay que ser muy cauto al diagnosticar, pues puede producirse el aparente efecto paradójico, donde el seguimiento de un tratamiento recalcificante demuestre, en sucesivas densitometrías óseas, un incremento paulatino de la masa ósea lumbar y una disminución de la femoral. En estos casos cabe pensar, y una radiografía lo confirmará, que prosigue el proceso osteopenizante, pero que la artrosis lumbar lo enmascara.

## COMENTARIO FINAL

La medición de densitometría ósea es una técnica actualmente bien establecida en la práctica clínica y es generalmente aceptado que la técnica DXA es el estándar de oro para la medición de la DMO.

Este estudio tiene gran importancia pues nos permite valorar el riesgo relativo de presentar fractura antes de que se produzca e iniciar medidas preventivas, confirmar el diagnóstico de fragilidad ósea ante la presencia de fractura o bien monitorizar respuesta a tratamientos de osteoporosis.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Osteoporosis prevention, diagnosis and therapy. NIH consensus statements 2000;17(1):1-45.
2. Kanis J, Melton L, Christiansen C, Johnston C, Khaltaev N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res* 1994;9:1137-41.
3. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: report of a WHO Study Group. Geneva: WHO; 1994. Tech. rep. series.
4. Brown J, Josse R. 2002 Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of osteoporosis in Canada. *CMAJ* 2002;167:1-34.
5. Cameron J, Soreson J. Measurement of bone mineral in vivo: an improved method. *Science*. 1963;142:230-2.
6. South Paul J, Osteoporosis: Part I. Evaluation and Assessment. *AAFP* 2001;63:897-904.
7. Brunader R, Shelton D. Radiologic Bone Assessment in the evaluation of osteoporosis. *AAFP* 2002;65:1357-64.
8. Gomez C, Díaz JB. Métodos de determinación de la densidad mineral ósea. *Rev*

*Clin Esp* 2009; 209 supl 1:15-22.

9. WHO study group. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. Geneva, Switzerland: WHO; 1994.

10. Orwoll E. Assessing bone density in men. *J bone Miner Res*. 2000; 15: 1867-70.

11. Kanis JA. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. *Lancet*. 2002;359:1929-36.

12. Lewiecki E, Gordon C, Baim S, Leonard M, Bishop N, Bianchi M, et al. International Society for Clinical Densitometry 2007 Adult and Pediatric Official Positions. *Bone*. 2008; 43(6):1115-21.

13. The World Health Organization Fracture Risk Assessment Tool (FRAX). 2007. Disponible en <http://www.she.ac.uk/FRAX/>.

Las autoras declaran no tener conflictos de interés, con relación a este artículo.