

722 Antonio Bazarra-Fernández

Servicio de Obstetricia y Ginecología. Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña. A Coruña. España.

Correspondencia:

Dr. A. Bazarra-Fernández.
C/Amparo López Jean, 13, 4.º A. 15174 Culleredo (A Coruña).
España.
Correo electrónico: abazarra@udc.es

Fecha de recepción: 13/5/2009.

Aceptado para su publicación: 27/7/2009.

Cálculo de la resistencia ósea en la menopausia

New approach to bone strength measurement in postmenopausal woman

RESUMEN

Un nuevo modelo matemático debiera desarrollarse para estudiar, en las mujeres posmenopáusicas, el mecanismo fisiológico del remodelado óseo, prestando atención a la isotropía de los tejidos óseos y a la no uniformidad del corte transversal del hueso. Deberían desarrollarse el equipo y los programas informáticos necesarios para trasladar la información de un sistema de dispositivos y programas desde el microentorno óseo a otros que debieran hacer el diagnóstico.

PALABRAS CLAVE

Osteoporosis. Hueso. Resistencia ósea. Fractura. DEXA.

ABSTRACT

Mathematical model must be developed in postmenopausal women to study the physiological mechanism of internal remodelling of the bone, by taking into account isotropy and non-isotropy of bone tissues and the non-uniformity of the bone cross-section. Tools and programs designed to communicate information from one computer expert system to another should be developed.

KEY WORDS

Osteoporosis. Bone. Strength. Fracture. Database and Expert Systems Applications (DEXA).

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente, la mitad de las mujeres con fracturas tienen la densidad mineral ósea (DMO) por encima del umbral diagnóstico de osteoporosis. La DMO baja, los marcadores de remodelado óseo (MRO) elevados y la fractura previa podrían usarse para identificar, dentro de las mujeres con osteopenia, a aquellas con riesgo alto de fractura. En las mujeres posmenopáusicas con osteopenia, la baja DMO, los MRO elevados y la fractura previa tienen que ver con un riesgo aumentado de fractura en los 10 años subsecuentes. Su evaluación puede desempeñar un papel importante en mujeres que se identifican en riesgo alto de fractura y que no podrían ser exclusivamente descubiertas por la medición de la DMO, e informar acerca de quién puede beneficiarse de una consecuente intervención terapéutica¹.

Los médicos confían en el T-score de la DMO para decidir la iniciación del tratamiento en la osteoporosis. Aunque las pautas aconsejen usar factores de riesgo clínicos para la toma de decisión, no hay evidencia suficiente para esto. Los métodos más relacionados con la evidencia de riesgo de fractura

pueden ayudar al médico a seleccionar a las pacientes que probablemente obtendrán una ventaja más importante al someterse al tratamiento de la osteoporosis². Los profesionales deberían hablar de las diferentes estrategias para la prevención de fractura con todos los pacientes después de una fractura por fragilidad, para asegurarse de que entienden que la participación en comportamientos preventivos puede modificar sus riesgos sucesivos³.

MÉTODOS PARA MEDIR LA DENSIDAD MINERAL ÓSEA

Varios métodos están disponibles para medir la DMO. En general, la densidad de hueso inferior, el riesgo es más alto para la fractura ósea, pero no siempre sucede así.

Actualmente no hay ninguna medida exacta de la resistencia del hueso. Varios métodos están disponibles para medir la DMO; la técnica más usada es la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA). La DMO se usa como una medida subrogada y explica, aproximadamente, de forma estadística el 70% o menos de la resistencia ósea. No informa de lo que hay, sino que lleva a imaginar lo que pueda haber y esto es uno de sus grandes puntos débiles.

La osteoporosis está relacionada con la resistencia ósea disminuida, a su vez relacionada tanto con la DMO como con la masa ósea, entre otros. La DMO determinada mediante DXA es el patrón de oro para el diagnóstico de la osteoporosis. Basado en el informe de la Organización Mundial de la Salud de 1994, la osteoporosis en la mujer se define como un valor de DMO de $T\text{-score} \leq -2,5$ DE del valor medio de una población sana joven de 25 a 30 años.

La DXA calcula la DMO por medio del área que se debe escanear (aDMO, *areal bone mineral density* [aBMD]) por lo que no es una medida exacta de la densidad mineral verdadera del hueso, que es la masa dividida por un volumen. A fin de distinguir DXA-DMO de la densidad mineral ósea volumétrica, a veces se refieren a DXA-BMD como aDMO. El efecto equívoco de diferencias en el tamaño de hueso se debe al valor de profundidad que se pierde en el cálculo de DMO. Hay que destacar que, a pesar de los problemas de la tecnología DXA en la estimación del volumen, todavía es una medida bastante exacta de la DMO. Los métodos para corregir este

defecto incluyen el cálculo de un volumen que está próximo a la medida de área proyectada por DXA. Los resultados de la DXA-DMO ajustados de esta manera se mencionan como la densidad mineral aparente del hueso (BMAD) y son una proporción del contenido de mineral de hueso contra una valoración cúbica del volumen de hueso. Como aDMO, los resultados de BMAD no representan exactamente la densidad de mineral del hueso verdadera, ya que también aquí se usan aproximaciones del volumen del hueso.

Los ultrasonidos (QUS) pueden usarse para predecir el riesgo de fractura, pero no pueden usarse para el diagnóstico de osteoporosis o para supervisar los efectos del tratamiento.

La tomografía mide el contenido mineral volumétrico verdadero del hueso, midiendo por separado el hueso trabecular y cortical de forma tridimensional.

La fractura vertebral se evalúa mediante radiología, así como la descalcificación avanzada. Los métodos cuantitativos, tales como morfometría o la resonancia magnética (RM) se han desarrollado durante los pasados años y pueden usarse para cuantificar más exactamente los rasgos de las fracturas vertebrales.

La RM es un nuevo método de medir la DMO.

FUNDAMENTOS DE LA DENSITOMETRÍA

La ciencia densitométrica fue descrita por primera vez por Bouguer y Lambert, quienes describieron la pérdida de la radiación (o luz) al atravesar un medio.

«DÓNDE ESTAMOS EN LA DENSITOMETRÍA» SUS PUNTOS DÉBILES

Afrontamos un gran problema: la osteoporosis es una amenaza para la salud pública. Por razones de la naturaleza bidimensional de la DXA, se deben de hacer asunciones en cuanto a la naturaleza tridimensional de los huesos que implican una gran tarea. Por tanto, se deduce que parece que este método es muy sensible al error y es necesario saber tratar con estos errores.

Incluso, aunque una concordancia alta entre los densitómetros fuera observada con ocasión de una

724 única medición, se observó una significativa discordancia en las DMO de estudios longitudinales⁴⁻⁶.

La resistencia ósea está constituida por muchos componentes, que incluyen la arquitectura, la geometría, la porosidad cortical y la densidad de mineralización del tejido. Estos componentes están contenidos dentro de la medida de DMO, pero no pueden distinguirse individualmente.

Las propiedades mecánicas del hueso son determinadas no sólo por la DMO, sino también por su estructura trabecular y su composición orgánica.

La medida directa de estos componentes de la resistencia ósea puede conducir a la predicción de riesgo de fractura o al control subrogado con la utilización de la medida de la DMO.

Además de la carga en la compresión axial, la carga también se hace en la flexión. En la flexión y la extensión de una reparación descompensada las fuerzas extensibles se ejercen en la superficie convexa de la flexión, mientras que las fuerzas compresivas se ejercen en la superficie cóncava. Los parámetros geométricos son predictores del riesgo de fractura, aunque no parezca que ellos sean mejores predictores que una medida convencional de la DMO.

La metodología y la filosofía de la DXA se expresan como intrínsecamente equívoca y engañosa del estado mineral óseo y una medida errónea del riesgo relativo de fractura. Se ha probado que la metodología de la ABAD-DXA para proporcionar determinaciones exactas, cuantitativas y significativas in vivo (no en el cadáver) de la densidad mineral del hueso no está justificada ni es correcta. La sistemática subyacente de las importantes inexactitudes intrínsecamente inevitables e incorregibles, se expresa en los valores de los resultados de la DXA in vivo-DMO, y son cuantitativamente consecuentes con ser la causa primordial de aspectos no fiables, mal enfocados y mal interpretados del conocimiento consensual de la fragilidad del hueso, de su diagnóstico y el pronóstico de la osteoporosis, y de sus terapias.

La DMO es sólo la densidad mineral del hueso, los factores de riesgo para la osteoporosis sólo son factores de riesgo y la mezcla de ambos parámetros no tiene en absoluto más sentido que cada uno de ellos por separado. La densidad del hueso es un parámetro subrogado para diagnosticar la resistencia ósea. Está bien, pero no es suficiente, porque

cuando se trata con fluoruro de sodio y obtenemos una DMO alta la fragilidad está aumentada y algunos individuos con DMO disminuida presentan fracturas y otros no las presentan. Las pruebas en cadáver están bien, pero no son concluyentes ni extrapolables, porque los huesos son estructuras vivas y no sólo algo estático, sino dinámico intrínsecamente y en movimiento. La medida de la DMO por DXA ha servido como un sustituto adecuado⁷ para la medida de la resistencia ósea y explica aproximadamente el 70% o menos de esta. Los factores de riesgo de fractura están bien, pero no son necesariamente una enfermedad y ninguno es suficiente para justificar la fractura. Con y sin ellos, hay personas con fracturas y sin fracturas y con la resistencia ósea conveniente y sin ésta, y hay mujeres con y sin fracturas.

Es importante entender que el hueso no es una estructura dura y sin vida; es, de hecho, un complejo tejido vivo. De este modo, los factores de riesgo para accidentes cardiovasculares son un ejemplo muy bueno para esta situación. ¿Pero qué prueba es la mejor para los diagnosticar los accidentes cardiovasculares? Hay muchas, y todas están bien. ¿Pero cuál es la mejor? ¿Tal vez el Holter? Quizás esa sea la respuesta. Y tal vez aquí está la respuesta al diagnóstico de la osteoporosis.

La predicción de la fractura de cadera y de otras fracturas osteoporóticas basadas en los algoritmos de evaluación (FRAXTM), que incluye factores de riesgo clínicos solos, o la combinación de factores de riesgo clínicos más DMO, es predicción, pero la medicina es medicina, y la predicción futura no es la medicina, la cual es ciencia y evidencia⁸⁻¹⁶.

La densidad del hueso es un parámetro subrogado para diagnosticar la resistencia ósea, pero no es bastante. Los factores de riesgo de fractura tampoco son suficientes y por ello se combinan, por lo que es necesario un nuevo acercamiento al diagnóstico. Se propone un nuevo modelo para estudiar los huesos.

UNA NUEVA METODOLOGÍA PARA DIAGNOSTICAR LA OSTEOPOROSIS MENOPÁUSICA

Un método de 5 dimensiones tal vez sería el mejor enfoque. De este modo, un modelo matemático,

físico y fisiológico de 5 dimensiones debería desarrollarse para determinar las propiedades del hueso, incluidos la geometría (DXA de 2 dimensiones), el espacio, el tiempo y el movimiento y la tensión, lo cual se obtendría desarrollando programas y dispositivos de computación que transmitan la informa-

ción desde el individuo para hacer los cálculos en aparatos a distancia, con lo que se dispondría no sólo de datos morfológicos, sino también de datos fisiológicos, y sobre todo de la realidad vital ósea al disponer de información de su comportamiento estructural interno, que es la base de la fractura.

BIBLIOGRAFÍA

1. Sornay-Rendu E, Munoz F, Garnero P, Duboeuf F, Delmas PD. Identification of osteopenic women at high risk of fracture: the OFELY study. *J Bone Miner Res.* 2005;20:1813-9.
2. Cranney A, Tsang JF, Leslie WD. Factors predicting osteoporosis treatment initiation in a regionally based cohort. *Osteoporosis Int.* 2008;20:1621-5.
3. Giangregorio L, Dolovich L, Cranney A, Adili A, Debeer J, Papaioannou A, et al. Osteoporosis risk perceptions among patients who have sustained a fragility fracture. *Patient Educ Couns.* 2009;74:213-20.
4. Hasserijs R. Vertebral deformation in urban Swedish men and women: prevalence based on 797 subjects. *Acta Orthop Scand.* 2001;72:273-8.
5. Newitt MC. Risk factors for a first-incident radiographic vertebral fracture in women. The study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res.* 2005;20:131-40.
6. Dannemann C, Grätz KW, Riener MO, Zwahlen RA. Jaw osteonecrosis related to bisphosphonate therapy: A severe secondary disorder. *Bone.* 2007;40:828-34.
7. Bonnick SL. HSA: Beyond BMD with DXA. *Bone.* 2007;41:S9-12.
8. Kanis JA. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. *Lancet.* 2002;359:1929-36.
9. Kanis JA, Black D, Cooper C, Dargent P, Dawson-Hughes B, De Laet C, et al. A new approach to the development of assessment guidelines for osteoporosis. *Osteoporosis Int.* 2002;13:527-36.
10. Kanis JA, Borgstrom F, De Laet C, Johansson H, Johnell O, Jonsson B, Oden A, et al. Assessment of fracture risk. *Osteoporosis Int.* 2005;16:581-9.
11. Kanis JA, Johnell O, Johansson H, Oden A, Delmas P, Eisman J, et al. Prior clinical vertebral fractures are a particularly strong predictor of hip fracture: a meta-analysis. *Osteoporosis Int.* 2006;17 Suppl 3:365.
12. Johnell O, Kanis JA, Oden A, Johansson H, Gluer C, Fujiwara S, et al. A comparison of total hip BMD as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. *J Bone Miner Res.* 2005;20 Suppl 1:S4.
13. Kanis JA, Johansson H, Oden A, Johnell O, De Laet C, Melton LJ, et al. A meta-analysis of prior corticosteroid use and fracture risk. *J Bone Miner Res.* 2004;19:893-9.
14. Johnell O, Kanis JA, Oden A, Johansson H, De Laet C, Delmas P, et al. Predictive value of BMD for hip and other fractures. *J Bone Miner Res.* 2005;20:1185-94.
15. Kanis JA, Johansson H, Oden A, De Laet C, Johnell O, Eisman JA, et al. A meta-analysis of milk intake and fracture risk: low utility for case finding. *Osteoporosis Int.* 2005;16:799-804.
16. FRAX: WHO Fracture Risk Assessment Tool. Disponible en: <http://www.shef.ac.uk/FRAX/>