

ARCHIVO HISTÓRICO



El presente artículo corresponde a un archivo originalmente publicado en el **Boletín de la Escuela de Medicina**, actualmente incluido en el historial de **Ars Medica Revista de ciencias médicas**. El contenido del presente artículo, no necesariamente representa la actual línea editorial. Para mayor información visitar el siguiente

vínculo: <http://www.arsmedica.cl/index.php/MED/about/submissions#authorGuidelines>

Cuantificación de la masa ósea: experiencia con la densitometría y métodos comparativos

Dr. Vinicio Cervilla Oltremari
 Profesor Auxiliar de Radiología
 Departamento de Radiología

El creciente interés por conocer el estado de mineralización del esqueleto a través de medios no invasivos, nace de la estrecha relación existente entre la resistencia ósea y su densidad mineral. La resistencia ósea es a su vez inversamente proporcional al riesgo de fractura, que es finalmente la variante que nos interesa conocer y en lo posible cuantificar.

En el pasado, debido a la falta de exactitud de los métodos disponibles, se observaba una importante sobreposición en los valores de densidad ósea entre pacientes con fracturas osteoporóticas y sujetos controles de la misma edad, por lo que se pensaba que la densidad ósea *per se* no era un buen predictor del riesgo de fractura. Recientemente, sin embargo, varios investigadores han demostrado una excelente discriminación entre pacientes con y sin fracturas mediante la cuantificación de la densidad ósea en columna y fémur. La mayoría de los investigadores considera hoy que el riesgo de fractura depende de un valor absoluto de densidad ósea, convirtiéndose ésta en la variable individual que contribuye en forma más significativa a la ocurrencia de fracturas, seguida por la mayor frecuencia de caídas a medida que aumenta la edad y luego por la resistencia del tejido óseo. Así, vemos que hay mayor probabilidad de fractura por debajo de cierto umbral de densidad ósea, y que valores altos de densidad ósea, independientemente de la edad, confieren significativa protección contra fracturas. Estos hallazgos han llevado a redefinir la osteoporosis como el umbral crítico de densidad ósea bajo el cual hay un mayor riesgo estadístico de fractura, en lugar de la presencia de fracturas atraumáticas en asociación con osteopenia.

Todos los métodos actuales de medición demuestran una pérdida progresiva y sustancial de hueso con la edad, en todos los lugares del esqueleto. Esta pérdida es variable, siendo mayor para el hueso trabecular que para el cortical. Este último conforma el 80% del esqueleto y sus pérdidas son de 1%-2% al año después de alcanzada la máxima masa ósea, que se logra a los 30-35 años. Después de la menopausia, estas pérdidas se incrementan aún más, llegando a cifras de hasta 2%-4% al año en promedio.

Para detectar estas pérdidas graduales de masa ósea es imprescindible contar con métodos de gran exactitud. Los más comúnmente usados son absorciometría de fotones de haz simple y doble energía, tomografía computada cuantitativa y absorciometría de rayos X de doble energía.

Antes de describirlos es necesario mencionar brevemente los términos empleados para caracterizar el desempeño de estos métodos en la medición de la densidad ósea. Usamos sensibilidad para describir la facilidad con que el método diferencia lo normal de lo anormal, o bien, la capacidad para detectar pequeños cambios seriados en el tiempo. La exactitud o grado de certeza (*accuracy*) es

la capacidad propia del método para entregar el verdadero valor que se está midiendo. Precisión, en cambio, la definimos como la habilidad para reproducir mediciones en estudios longitudinales (reproducibilidad). De esto se desprende que una técnica dada puede ser precisa pero no necesariamente exacta.

La absorciometría de fotones de haz simple (SPA) es un método de alta precisión y baja dosis de radiación que usa un radioisótopo (^{125}I) como fuente de fotones. A pesar de que el método puede parecer poco costoso por su simplicidad, a la larga no lo es, ya que el radioisótopo debe ser renovado cada seis meses. La mayor desventaja de la SPA es que el estudio se limita al esqueleto apendicular (radio y calcáneo), cuyas mediciones no se correlacionan bien con aquellas de columna y fémur, que son los sitios más importantes de fractura en sujetos osteoporóticos.

El mismo principio físico de la SPA se extiende a la absorciometría de fotones de doble energía (DPA), que usa gadolinio (Gd^{153}) como radioisótopo dicromático para entregar un haz con dos niveles distintos de energía, lo que corrige la distorsión dada por la presencia de grasa en hueso trabecular. Este método permite la medición a nivel de esqueleto axial (columna, fémur), además del contenido mineral de cuerpo total. La precisión es tan buena y la dosis de radiación igualmente baja como SPA, pero el tiempo de examen se prolonga a veinte-treinta minutos, y el grado de certeza es algo menor. Es también necesario recambiar la fuente de radioisótopo cada doce a dieciocho meses y recalibrar el equipo en la medida que la actividad del radioisótopo va disminuyendo, lo que eventualmente puede afectar la exactitud de la medición.

Otro método disponible desde hace algún tiempo es la tomografía computada cuantitativa (QCT), que desde el punto de vista de la práctica clínica puede hacer mediciones sólo a nivel de columna, pero con la ventaja de que es capaz de cuantificar hueso trabecular, de gran actividad metabólica. Esto le confiere la importancia clínica de ser altamente sensible a la detección de cambios precoces o mínimos en densidad ósea. La QCT implica el uso de costosos equipamientos y complejo software de limitada disponibilidad. La dosis de radiación es alta (100-1.000 mR) y el método de energía simple (SE-QCT) comúnmente utilizado está sujeto a errores de medición debido al contenido graso de la médula ósea, que llega a ser importante (5%-15%) en caso de pacientes con osteoporosis. Este error puede subsanarse en gran parte con el uso de un sistema de doble energía (DE-QCT), pero se pierde en precisión y aumenta la dosis de radiación, además de la mayor complejidad y costo del software.

Desde 1989, en la mayoría de los centros se ha cambiado la tecnología DPA por absorciometría de rayos X de doble energía (DEXA) por las razones técnicas que más adelante se analizan. Esta nueva tecnología ha venido a renovar la credibilidad y confianza en

la densitometría ósea no invasiva. El concepto de la técnica es similar a aquel de la DPA, pero con el uso de un tubo de rayos X como fuente de energía, y se ha designado entonces como DPX o DEXA (absorciometría de rayos X o radiográfica de doble energía).

La medición de densidad mineral ósea con el método DPX consiste en el cálculo de la atenuación que sufre un haz de fotones de doble energía (en este caso proveniente de una fuente de rayos X) al atravesar los distintos tejidos de un segmento del cuerpo. Se crea con esto una diferencia de contraste entre los haces de baja y alta energía que atraviesan el hueso, que al sustraer el perfil de energía de las partes blandas entrega un valor neto correspondiente a la transmisión o atenuación ósea. Sus ventajas sobre DPA son varias, incluyendo una mayor intensidad de la fuente, con un flujo de fotones alrededor de 1.000 veces mayor, lo que resulta en una mejor resolución (1,5 vs 5 mm), menor tiempo de examen (5 vs 30 min) y menor dosis de radiación (5-10 mrem).

La fuente de energía (rayos X) es permanente y el software es relativamente simple, existiendo actualmente posibilidades de medición a nivel de columna, fémur, antebrazo, cuerpo entero y columna en proyección lateral. Esta última constituye un importante avance tecnológico del sistema, permitiendo hacer mediciones de la región central del cuerpo vertebral, lo que se correlaciona bastante bien con mediciones de hueso trabecular aislado logradas con QCT.

En un futuro próximo estará también comercialmente disponible un software específicamente dedicado a la evaluación de densidad ósea en niños, lo que permitirá desarrollar estudios de importantes patologías pediátricas, incluyendo precoces defectos congénitos del metabolismo óseo y también poblaciones de niños normales, para una mejor comprensión del desarrollo esquelético. Un significativo mejoramiento en precisión ha sido posible con este método, con lo que se espera aumentar en forma considerable la utilidad clínica de la densitometría ósea.

Constituye limitación a la medición de densidad ósea de columna anteroposterior, la presencia de elementos metálicos de fijación, tales como barras de Luque y Harrington, por ejemplo. También puede interferir en la medición tanto anteroposterior como lateral, la presencia de una cantidad significativa de grasas metálicas, tal como ocurre en resecciones ganglionares o en cirugía vascular, y la presencia de medio de contraste en estudios digestivos recientes con sulfato de bario.

La presencia de fenómenos avanzados de espondilosis, discopatías regresivas y fenómenos de artrosis de articulaciones interapofisiarias pueden en ciertos casos elevar falsamente los valores de densidad ósea medidos principalmente por la esclerosis que los acompaña. Una solución, al menos en casos de cambios degenerativos de columna de predominio en elementos posteriores, es la utilización de la proyección lateral, que mide la densidad mineral ósea de los cuerpos vertebrales en forma aislada. Se ha demostrado recientemente que la presencia de calcificaciones parietales en la aorta abdominal no determina variaciones significativas en los valores de densidad ósea a nivel de columna lumbar.

En 1989, la National Osteoporosis Foundation definió un número de situaciones clínicas en que la medición de masa ósea estaba justificada. En forma resumida y modificada, las indicaciones serían las siguientes:

1. Mujeres deficientes de estrógeno con el fin de diagnosticar osteopenia y tomar decisiones respecto a terapia hormonal de reemplazo o terapias alternativas.

2. En pacientes con osteopenia o deformación vertebral detectada en una radiografía convencional, para diagnosticar la real presencia de una pérdida ósea significativa con fines diagnóstico y terapéutico.
3. En pacientes en terapia glucocorticoidea prolongada, para diagnosticar una eventual reducción de la masa ósea. También está indicada en una serie de enfermedades que pueden comprometer al esqueleto, tales como anorexia nerviosa, bulimia, amenorrea de las atletas, menopausia prematura, Síndrome de Turner, hiperparatiroidismo en tratamiento médico, etcétera.
4. En pacientes con osteoporosis, para monitorizar el efecto de la terapia.

Su uso en todas las mujeres menopáusicas permanece como muy controvertido, y no está indicado en la actualidad.

Respecto a la interpretación de los resultados de los estudios de densidad ósea por DPX, los valores obtenidos para un segmento corporal dado deben compararse con aquellos valores obtenidos en una población adulta joven de referencia, idealmente del mismo grupo étnico y de la misma área geográfica. Así, se pueden observar los resultados expresados como *score Z*, que corresponde a las desviaciones estándar por sobre o bajo el promedio de la población joven de referencia, y que orienta hacia el riesgo de osteoporosis de una determinada paciente. También es útil el análisis del valor absoluto obtenido, el que se expresa en g/cm². Según muchos autores, existe un umbral crítico bajo el cual el riesgo de fractura aumenta en forma continua; este umbral crítico es diferente para los distintos grupos óseos y varía en alrededor de 5%-10% entre los equipos de distinta fabricación. Es por esto que el informante debe orientar al médico tratante respecto a estos parámetros y al riesgo teórico de osteoporosis de acuerdo a los antecedentes antes mencionados.

En conclusión, la aparición de la densitometría radiológica DEXA ha resultado en nuestra experiencia un excelente método de detección de osteoporosis, incluso en mujeres asintomáticas. El enfrentamiento terapéutico de la menopausia ha podido contar con un método preciso y no invasivo que ha permitido tomar decisiones terapéuticas que hace pocos años no se consideraban.

Hay que tener presente que estos métodos miden la densidad ósea, que, aunque es la principal determinante del riesgo de fractura, no da toda la información respecto a este riesgo. Existe en la actualidad un desarrollo tecnológico más moderno, aún en etapa experimental, que permite evaluar la resistencia o fortaleza de los huesos, el cual puede ser un método complementario a la medición de densidad ósea.

REFERENCIAS ESCOGIDAS

- Chesnut CH III. The imaging and quantitation of bone by radiographic and scanning methodologies. En: FL Coe & MJ Favus (Eds): Disorders of bone and mineral metabolism. 1991, Raven Press, Nueva York, pp 443-454.
- Gerrant HK, Black JE, Steiger P, Glueer C, Ehinger B Harris ST. Appropriate use of bone densitometry. Radiology 1989; 170:817-822.
- Tothill P. Methods of bone mineral measurement. Phys Med Biol 1989; 34:543-572.