

# DENSITOMETRÍA MINERAL ÓSEA POR TOMOGRAFÍA COMPUTADA

NÉSTOR BOSSIO\*, RICARDO CAPIGLIONI\*\*

\*Jefe Diagnóstico por Imágenes, Hospital Zonal, Zarate, Buenos Aires.

\*\*Departamento de Investigaciones músculo-esqueléticas, Universidad Maimónides.

## RESUMEN

La tomografía computarizada cuantitativa (QCT) es una técnica de medición real de la densidad ósea (DMO), en forma volumétrica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) mediante ROI (región de interés), sin interferencias propias o externas, en el esqueleto axial o periférico.

Otros métodos, tales como DXA (de las siglas inglesas Dual Energy X-ray Absorptiometry) solo proporcionan estimaciones en proyección de la densidad ósea, generando sus resultados en proyección de área ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ), no proporcionando un verdadero valor de la profundidad de la región.

Atenuación ultrasónica, tasa de transmisión del ultrasonido (US) solo pueden reflejar la arquitectura ósea.

Esto concluye que la tomografía computarizada cuantitativa (QCT) proporciona predicciones válidas de la masa ósea trabecular, cortical y volumétrica, y de la capacidad mecánica del hueso, con la posibilidad de medición muscular regional (LRM) de gran importancia para la evaluación de la relación músculo/hueso.

**Palabras clave:** densitometría mineral ósea - masa ósea - densidad mineral ósea maxilar y vertebral - tomografía computada cuantitativa (QCT) - región de interés (ROI) - masa magra regional (LRM).

## ABSTRACT

Quantitative computed tomography (QCT) is a technique of true measurement of bone density (BMD) as volumetric ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) by ROI (region of interest) without own or external interference in the axial or peripheral skeleton.

Other methods, such as DXA projection only provide estimates of bone density, results in generating projection area ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ), not providing a true value of the depth of the region.

Ultrasonic attenuation rate of transmission of ultrasound (US) can only reflect bone architecture.

This concludes that the quantitative computed tomography (QCT) provides valid predictions of the trabecular, and cortical volumetric bone mass and mechanical ability of the bone, with the possibility of measuring regional muscle (LRM) of great importance in assessing the relationship muscle/bone.

**Keywords:** bone mineral densitometry - bone mass bone mineral density jaw & vertebral - quantitative computed tomography (QCT) - region of interest (ROI) - lean regional mass (LRM).

## INTRODUCCIÓN

La tomografía computada cuantitativa o tomo-densitometría es un método usado para medir la masa ósea.

Es una técnica destinada a medir la densidad mineral ósea en el esqueleto axial y apendicular. Las imágenes de sección transversal (tridimensionales) del QCT también permiten el aislamiento del hueso trabecular, que es un sitio más sensible para detectar cambios minerales óseos que el cortical. Nos provee

estimaciones separadas de la densidad mineral ósea (BMD) del hueso trabecular y del cortical, sus unidades son masa por unidad de volumen ( $\text{mg}/\text{cm}^3$ ).

Es uno de los tres métodos mencionados por la Fundación Nacional de Osteoporosis por ser útil y seguro para la evaluación de la osteoporosis.

Los datos se usan para medir un factor de riesgo y determinar la necesidad, tipo y eficacia de la terapia.

Con la técnica apropiada, la precisión del método por QCT es de 2-3%, por eso el monitoreo de los pacientes a intervalos anuales rinde resultados clínicamente útiles.

### **¿Qué datos nos brinda la densitometría ósea?**

Tanto la QCT como la DXA (dual energy X-ray absorptiometry) miden la masa de ósea de la columna vertebral, lo cual implica una ventaja importante sobre los que mide los huesos en la periferia del esqueleto, donde la densidad ósea es lenta para cambiar en respuesta a la terapia de una enfermedad.

La columna vertebral es una mezcla entre cambios rápidos de huesos trabeculares (esponjosos) y cambios lentos de huesos corticales (compactos).

El hueso trabecular del esqueleto axial es la porción de hueso más activo desde el punto de vista metabólico y, por lo tanto, el más sensible a los cambios negativos que provocan la carencia hormonal, los fármacos, los tóxicos; así como el primero en responder a una terapia osteo-formativa, por consiguiente, el estudio de columna se considera la “rutina de primera evaluación” y es la primera región a tener en cuenta para el diagnóstico y control de tratamiento.

### **Diferencias entre los métodos de valoración de DMO**

El diámetro de sección transversal vertebral es variable y aumenta con la edad, lo cual es motivo de error en las mediciones por DXA que calculan la densidad, como un cociente entre el contenido mineral óseo (CMO) y el área proyectada, y expresan sus resultados en  $\text{gr}/\text{cm}^2$ : “densidad areal”.

La QCT es el método de mayor sensibilidad y especificidad para evaluar el hueso trabecular axial, permite además una visualización directa de la zona estudiada, evita incorporar al análisis “artefactos”: lesiones líticas, angiomas, fracturas vertebrales, cirugías previas —especialmente las instrumentadas—, islotes óseos, metástasis blásticas, Paget, osteofitos, artrosis facetarias, calcificaciones de aorta, litiasis renal o biliar, medios de contraste intra-raquídeos o abdominales, siliconas en glúteos, etc.

Posee una resolución espacial alta, lo cual permite el análisis “compartimental” de las estructuras óseas, con un coeficiente bajo de variación y dosis mínima de radiación ( $< 5 \text{ mrem}$ ).

El análisis de la textura ósea puede brindar información adicional necesaria para analizar cualidad y resistencia ósea, ya que mide densidad ósea en áreas

que puede verse afectada por el tamaño de los huesos.

Scan DEXA mide la suma de estos dos compartimentos, pero también incluye la calcificación aórtica y los osteofitos en el cálculo mineral óseo de la columna vertebral.

QCT es el único que aísla el hueso trabecular metabólicamente activo para el análisis.

El DXA lateral ha mostrado recientemente tener una sensibilidad intermedia entre la alta de QCT y la sensibilidad, un poco rebajada, del DXA convencional para la detección de la osteoporosis; pero usa entre 4 y 10 veces de exposición a la radiación, es menos precisa y el tiempo de estudio aumenta en comparación al DXA/QDR convencional.

Nuevos métodos de ultrasonido para la rodilla o el talón han sido propuestos para estudios de la osteoporosis, pero (a diferencia de QCT o DXA) no miden la masa ósea y no pueden usarse para medir la columna vertebral, donde ocurren más fracturas osteoporóticas.

### **¿Cómo se realiza el examen de QCT?**

El examen se lleva a cabo sobre cualquier Scanner de TC moderno y lleva menos de 10 minutos:

1. Se toma una radiografía digital de las vértebras lumbares e inferiores dorsales en posición lateral.
2. Se obtiene un corte de 10mm de espesor a través del plano medio en el cuerpo vertebral entre L1 y L4.

La densidad promedio (en valores del TC: unidades Hounsfield) de hueso trabecular seleccionada mediante ROI (región de interés) se mide en cada vértebra y es expresado como equivalente mineral óseo por comparación con valores conocidos de hidroxipatita equivalente del fantomas cortado simultáneamente en el estudio del paciente.

3. La radiografía digital y el corte axial son evaluados cuantitativamente y cualquier alteración hallada.

Compresiones vertebrales, quistes, condensaciones, etc., son excluidos en el informe.

La densidad ósea promedio del paciente es entonces:

- Comparada gráficamente a los controles de edad y sexo.
- Relacionada con un principio de riesgo de fractura.
- Categorizada por grupos de preponderancia de fracturas en una edad similar y por su densidad ósea.

### **¿Qué grado de radiación recibe el paciente en la exposición?**

Todas las medidas de densidad ósea usan pequeñas cantidades de radiación para determinar la cantidad ósea presentada. Para la Densitometría por QCT, la exposición se restringe a cuatro cortes de 10mm de grosor del abdomen y una radiografía digital lateral. No hay exposiciones medibles en gónadas para los métodos de baja dosificación normalmente usados por QCT.

La relativa exposición de la médula de hueso a la radiación es igual a los 5 milli-rem en todo el cuerpo.

Para comparar, una radiografía de tórax está sobre los 3 milli-rem por equivalencia en todo el cuerpo, un vuelo a campo atraviesa de avión está sobre los 2 milli-rem y el fondo natural está sobre 1 milli-rem por día.

### **Indicaciones clínicas para el QCT, definidas por la Fundación Nacional de Osteoporosis**

1. Para evaluar la densidad ósea de mujeres perimenopáusicas, para su iniciación en la terapia de reemplazo de estrógeno.
2. Para establecer un diagnóstico de osteoporosis o evaluar su severidad en el contexto de atención clínica general.
3. Para controlar la densidad ósea en pacientes que reciben terapia glucocorticoide u otras drogas.
4. Para diagnosticar baja densidad ósea en pacientes con desórdenes metabólicos tales como hiperparatiroidismo ligero primario.
5. Evaluación maxilares, pre-post implantes, tratamientos.

### **Regiones que pueden ser estudiadas con QCT:**

- Columna vertebral
- Caderas (cuello femoral)
- Rodilla
- Maxilares (superior – inferior)
- Músculo (valorar relación músculo/hueso)

El análisis actual no se limita exclusivamente a la DMO trabecular, sino que el software (BoneCAD Analysis) desarrollado en nuestro centro, nos permite valorar:

- DMO trabecular – cortical,
- DMO volumétrica del cuerpo vertebral,

- BMC,
- Análisis del tejido no mineralizado dentro del corte,
- Masa muscular regional (LRM).

Los sectores estudiados se extendieron con el uso de nuevo software (BoneCAD Analysis):

- Fémur distal,
- Tibia proximal,
- Huesos maxilares.

### **CONCLUSIÓN**

En los estudios de evaluación de cambios a corto plazo, QCT tal vez sea el más sensible partiendo de la base de que mide el hueso trabecular, que es unas ocho veces metabólicamente más activo que el cortical.

QCT provee una medida tridimensional de la densidad mineral ósea (BMD - BMC) a diferencia de la mayoría de las otras técnicas proyectivas. Las imágenes de sección transversal nos permiten el aislamiento del hueso trabecular, sitio más sensible para detectar cambios minerales óseos del cortical. Como derivados de la imagen tridimensional sus unidades son masa por unidad de volumen ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

La capacidad de QCT para determinar selectivamente el metabólico activo y analizar separadamente al hueso trabecular, le otorga la capacidad de discriminar pacientes con probabilidad de fracturas y de supervisar respuesta esquelética al envejecimiento, a la enfermedad, o a la terapia.

Evaluando el estado muscular en forma correlativa con el esquelético se puede distinguir entre las osteopenias y osteoporosis “primarias” o “secundarias” (metabólicas); y las fisiológicas o las ocasionadas por desuso (mecánicas).

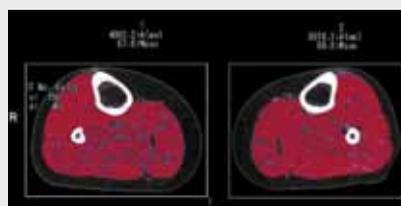
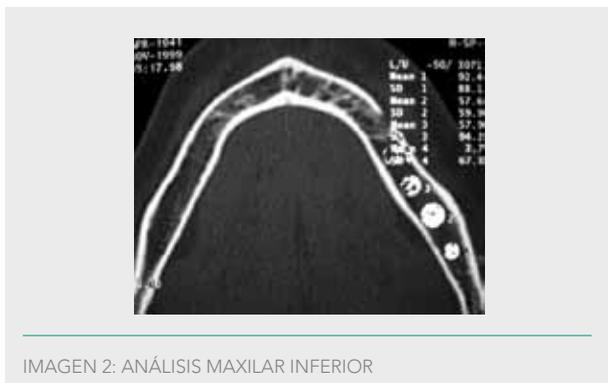


IMAGEN 1: ANÁLISIS DE MASA MUSCULAR



## BIBLIOGRAFÍA

Evaluación de la Osteoporosis: La ventaja cuantitativa de los Tomógrafos Computados, H.K. Genant. Diagnostic Imaging, August 1985.

La Osteoporosis leve versus la definitiva: Comparación de Técnicas de Densitometría Ósea usando diferentes modelos estadísticos. A.F. Heuck, J. Block, C.- C. Gluer, P. Steiger y H.K. Genant

Journal of Bone and Mineral Research; Vol. 4, No. 6, 1989.

Detección precoz por Tomografía Computada Cuantitativa Multicorte de alteraciones en la densidad mineral ósea, inducidas por una dieta aterogénica, en un modelo experimental en ratas en crecimiento. Marcelo Joaquín Gubert, Fabián Monforte, Claudia Calo, Silvia María Friedman, Pedro Lylyk, Carlota Alicia Gamba - Rev. Argentina radiología. vol.76 no.1 CABA mar. 2012.

Reparación y regeneración ósea de los maxilares cuantificada por medio de tomografía cuantitativa computada periférica QCT. A Espósito - V. Montángero - Diagnostico - Marzo 2015.

Densidad mineral ósea de los maxilares. Valoración con tomografía computarizada cuantitativa. Juan López Quiles, S. Arena, R. Ortega, J. Santos, J. María Martínez-González

The Journal of the American Dental Association, ISSN 1138-7750, Vol. 5, N° 2 (ABR), 2010.

Utilidad de la densitometría ósea en el control de la evolución de la consolidación en las fracturas de la columna lumbar. Acta ortopédica Mexicana- Vol 18 N° 1 - Enero - Febrero 2004.

The relationships between two indices of mandibular bone quality and bone mineral density measured by dual energy X-ray absorptiometry. K Horner and H Devlin. Turner Dental School, University of Manchester, UK. Dentomaxillofacial Radiology (1998) 27, 17 - 21.

Lean Mass and Not Fat Mass Is Associated With Male Proximal Femur Strength. Thomas G Travison, Andre B Araujo, Gretchen R Esche, Thomas J Beck, - journal of bone and mineral research. Vol 23, N° 2, 2008.

Bonnick S, Johnston C, Klerekoper M. Importance of precision in bone density measurements. J Clin Densitom 2001; 4:105-110.

Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporosis fractures. BMJ 1996; 18: 1254-1259.

*Departamento de Investigaciones Músculo-Esquelética,  
Universidad Maimónides, Buenos Aires.  
Correo electrónico: capiglioni.ricardo@maimonides.edu*