



## Investigación original

# Valores de referencia de la densidad mineral ósea por densitometría tipo DXA en una población adulta sana de Bogotá

Edwin Jáuregui\*, Marianella Galvis, Viviana Moncaleano, Katherine González y Yezid Muñoz

Riesgo de Fractura S.A-CAYRE IPS, Bogotá, Colombia

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

#### Historia del artículo:

Recibido el 4 de febrero de 2020

Aceptado el 23 de junio de 2020

On-line el 20 de agosto de 2020

#### Palabras clave:

Densitometría ósea

Diagnóstico

DXA

Osteoporosis

Valores de referencia

### R E S U M E N

**Introducción:** La actual definición de osteoporosis es basada en la absorciometría de energía dual de Rx (DXA, por sus siglas en inglés), lo cual representa la principal técnica para la cuantificación de la densidad mineral ósea (DMO) y la evaluación del riesgo de fractura. El objetivo de este estudio fue determinar la DMO en columna lumbar y cuello femoral de adultos sanos desde el punto de vista metabólico óseo en una población de Bogotá-Colombia. **Métodos:** Se realizó un estudio observacional, analítico, de corte transversal, basado en un cuestionario aplicado a la población de estudio. Las medidas densitométricas fueron realizadas con un equipo compacto de alto rendimiento de la General Electric, modelo iDXA, por el mismo tecnólogo en los sitios esqueléticos de interés, columna lumbar L1, L2, L3, L4 y L1-4 en proyección anteroposterior y en cuello femoral. El cálculo del tamaño de muestra se realizó teniendo en cuenta la estratificación por sexo y 2 grupos de edad: 20 a 29 años y 30 a 39 años. Se encuestó a 805 individuos y 432 se realizaron la densitometría ósea.

**Resultados:** Los valores encontrados en columna lumbar para cada uno de los grupos de nuestra población, fueron: 1,150 g/cm<sup>2</sup> (DE: 0,11), 1,180 g/cm<sup>2</sup> (DE: 0,10), para mujeres y hombres de 20 a 29 años, y 1,169 g/cm<sup>2</sup> (DE: 0,10), 1,209 g/cm<sup>2</sup> (DE: 0,10) para mujeres y hombres de 30 a 39 años, respectivamente. A nivel del cuello femoral, 0,991 g/cm<sup>2</sup> (DE: 0,10), 1,119 g/cm<sup>2</sup> (DE: 0,13), para mujeres y hombres de 20 a 29 años, y 0,970 g/cm<sup>2</sup> (DE: 0,11), 1,079 g/cm<sup>2</sup> (DE: 0,13) para mujeres y hombres de 30 a 39 años, respectivamente.

**Conclusión:** Este estudio pudo demostrar el comportamiento de la DMO en nuestra población, la cual es inferior a la detectada en otras latitudes y a las utilizadas como valores de referencia en nuestros equipos. Adicionalmente, se determinó el valor máximo de masa ósea en cada una de las regiones de interés para los rangos de edad de la población de nuestro estudio

© 2020 Asociación Colombiana de Reumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [Edwinjaureguic69@gmail.com](mailto:Edwinjaureguic69@gmail.com) (E. Jáuregui).

<https://doi.org/10.1016/j.rcreu.2020.06.010>

0121-8123/© 2020 Asociación Colombiana de Reumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

## Bone mineral density reference values by densitometry (DXA) in a healthy adult population of Bogota

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Bone densitometry  
Diagnosis  
DXA  
Osteoporosis  
Reference values

**Introduction:** The current definition of osteoporosis is based on the dual energy X-ray absorptiometry (DXA), which represents the main technique for the quantification of bone mineral density (BMD) and the evaluation of fracture risk. The objective of this study was to determine the BMD in the lumbar spine and femoral neck of healthy adults from a bone metabolism point of view in a population of Bogotá-Colombia.

**Method:** An observational, analytical, cross-sectional study was conducted based on a questionnaire completed by the study population. The densitometric measurements were carried out using a high-performance compact equipment of the General Electric, iDXA model, by the same technologist at the skeletal sites of interest, lumbar spine L1, L2, L3, L4 and L1-4 in anteroposterior projection, and in femoral neck. The sample size calculation was performed taking into account stratification by gender and 2 age groups: 20 to 29 years, and 30 to 39 years. A total of 805 individuals were surveyed, and 432 bone densitometries were performed.

**Results:** The values found in the lumbar spine for each of the groups in our population were: 1.150 g/cm<sup>2</sup> (SD: 0.11), 1.180 g/cm<sup>2</sup> (SD: 0.10), for women and men aged 20 to 29 years, and 1.169 g/cm<sup>2</sup> (SD: 0.10), 1.209 g/cm<sup>2</sup> (SD: 0.10) for women and men aged 30 to 39, respectively. At the level of the femoral neck, 0.991 g/cm<sup>2</sup> (SD: 0.10), 1.119 g/cm<sup>2</sup> (SD: 0.13), for women and men aged 20 to 29 years, respectively, and 0.970 g/cm<sup>2</sup> (SD: 0.11), 1.079 g/cm<sup>2</sup> (SD: 0.13) for women and men aged 30 to 39, respectively.

**Conclusion:** This study was able to demonstrate the behaviour of BMD in our population, which is lower than that detected in other latitudes and those used as reference values in our equipment. Additionally, the maximum bone mass value was determined in each of the locations of interest for the age ranges of the population in our study.

© 2020 Asociación Colombiana de Reumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

La actual definición de osteoporosis se basa en la absorciometría de energía dual de Rx (DXA, por sus siglas en inglés), la principal técnica para la cuantificación de la densidad mineral ósea (DMO) y la evaluación del riesgo de fractura<sup>1-3</sup>. En la práctica clínica, los valores de DMO individual se comparan con unos valores de referencia. Para propósitos diagnósticos, un panel definido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) propuso definir osteoporosis sobre la base del T score (la diferencia entre la DMO medida y el valor promedio de jóvenes adultos expresado en desviaciones estándar)<sup>1,2</sup>. En la actualidad, a pesar de sus limitaciones<sup>4-6</sup>, esta definición se aplica en el mundo entero.

Los valores normales proporcionados por las compañías que fabrican los equipos para realizar la medición de la DMO no representan los valores de las poblaciones específicas. En Colombia, el mestizaje de la población supone un comportamiento diferente de la DMO. Esta depende de la edad, la enfermedad, la genética, los factores mecánicos, la nutrición y los efectos hormonales<sup>7-9</sup>. Los valores de referencia pueden variar en las diferentes poblaciones<sup>10-16</sup>. Adicionalmente, la exactitud de los valores normales depende del tamaño de muestra y de los criterios de selección empleados en el estudio. Si los valores de referencia no son correctos, puede existir

una sobrestimación o subestimación de la clasificación diagnóstica de los sujetos.

Los estudios realizados en Colombia<sup>17-19</sup> han sido importantes como un esfuerzo por conocer los valores de referencia del país y poner en evidencia que estos no son iguales en las diferentes poblaciones. Sin embargo, se requieren estudios con gran rigor metodológico para obtener estimaciones válidas. Además, las técnicas evaluadas para establecer estos valores de referencia fueron para sitios anatómicos periféricos (calcáneo y antebrazo), y en el estudio del doctor Villegas, si bien fue para el establecimiento de estimativos a nivel de columna lumbar y cuello femoral, la tecnología que se utiliza hoy en día es diferente. El objetivo de este estudio fue determinar la DMO ósea en columna lumbar y cuello femoral de adultos sanos, desde el punto de vista metabólico óseo, en una población de Bogotá, Colombia.

## Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio observacional, analítico, de corte transversal, basado en un cuestionario aplicado a la población de estudio que permitió identificar a los sujetos que cumplían con la definición de normalidad ya que no presentaban criterios de exclusión y reunían los criterios de inclusión. La muestra fue tomada de trabajadores o estudiantes del

Servicio Nacional de Aprendizaje, Sector Salud, Seccional Bogotá, Riesgo de Fractura S.A-CAYRE Bogotá, Facultad de Medicina Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, soldados profesionales del batallón de infantería n.º X Armada Nacional de Colombia, ubicado en Bogotá.

Los criterios de inclusión fueron: 1) adultos de ambos sexos entre 20 y 39 años; 2) ser colombiano, y 3) sujetos que aceptaron su participación en el estudio y firmaron el consentimiento informado. Y los criterios de exclusión: 1) presencia o antecedente de cáncer, excepto cáncer de piel tipo no melanoma; 2) paciente en hemodiálisis o diálisis peritoneal; 3) paciente que hubiera recibido yodo radioactivo; 4) haber recibido o estar recibiendo cualquiera de los siguientes medicamentos por un periodo igual o superior a 3 meses continuos: corticoides orales, inhalados o parenterales, fenitoína, carbamazepina, fenobarbital, heparina, hormona tiroidea, suplementos de calcio o vitamina D, estrógenos o terapia de reemplazo hormonal, medicamentos para osteoporosis o modificadores de enfermedades reumáticas; 5) presencia o antecedente de bajo peso u obesidad; 6) presencia o antecedente de alteraciones menstruales: menarquia tardía o menopausia precoz; amenorrea durante 12 meses consecutivos o más, por razones ajenas a embarazo, menopausia o histerectomía; 7) presencia o antecedente de alcoholismo o fumador de acuerdo con nuestras definiciones operacionales; 8) presencia o antecedente de inactividad física o práctica deportiva de alto rendimiento; 9) antecedente familiar de osteoporosis o fracturas vertebrales o de cuello femoral; 10) antecedente de cirugías tipo histerectomía, gastrectomía, resección intestinal o prótesis de mama, abdomen o glúteos; 11) sujetos con deformidades físicas conocidas a nivel de la columna o previa cirugía de columna lumbar o reemplazo de cadera bilateral; 12) mujeres embarazadas; 13) individuos con antecedente de prematuridad; 14) sujetos de raza afrocolombiana; 15) sujetos que por su condición física estuvieran impedidos para la realización de la densitometría ósea; 16) sujetos que se negaban al desplazamiento hasta el sitio de realización de la densitometría ósea; 17) imposibilidad para lectura e interpretación de la densitometría ósea (este criterio se evaluaba previamente al ingreso de la base de datos para el análisis); 18) sujetos con talla menor de 145 cm o mayor de 195 cm. Los médicos que aplicaron el cuestionario a la población fueron médicos generales, entrenados con anterioridad acerca de las definiciones operacionales de cada uno de los criterios.

Las medidas densitométricas fueron realizadas por el mismo tecnólogo en los sitios esqueléticos de interés: columna lumbar L1, L2, L3, L4 y L1-L4 en proyección anteroposterior (AP) y en cuello femoral. El valor de DMO se expresa en  $\text{g/cm}^2$  de superficie ósea explorada. Estas medidas se llevaron a cabo mediante la técnica DXA, en un equipo compacto de alto rendimiento de la General Electric, modelo iDXA, con una precisión de 0,3% en medidas de columna lumbar AP y de 1,0% en medidas de fémur proximal, a bajas dosis de radiación, cuantificada en 5 microsivert. Asimismo, fueron realizadas mediante técnicas certificadas por la International Society Clinical Densitometry, al igual que los lectores, y fueron revisadas previamente por el experto en lectura. En caso de presentarse mala técnica en la toma del examen, este fue repetido, hasta obtener una adecuada técnica. Cada día antes de comenzar a utilizar el equipo, este se calibró con el phantom.

El protocolo fue aprobado por un comité de ética y todos los pacientes a quienes se les realizó la densitometría ósea firmaron el consentimiento informado.

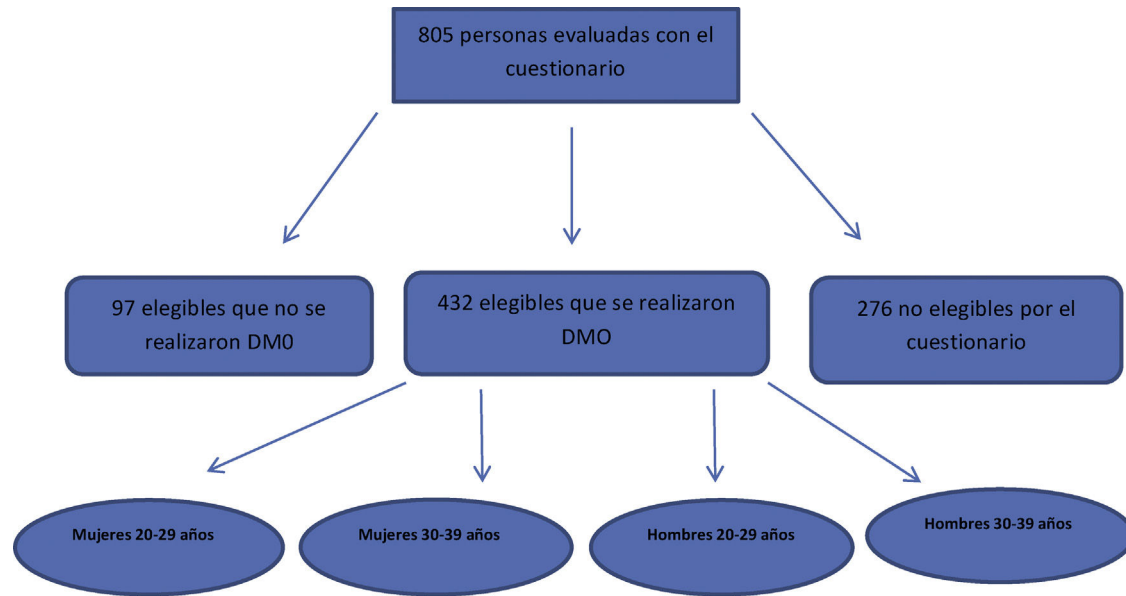
El cálculo del tamaño de muestra se hizo teniendo en cuenta la estratificación por sexo y 2 grupos de edad: 20 a 29 años y 30 a 39 años, considerando la media de la DMO para la población de Estados Unidos y Europa (mujeres:  $1,180 \text{ g/cm}^2$ ; hombres:  $1,220 \text{ g/cm}^2$ ), con una desviación estándar de  $0,12 \text{ g/cm}^2$ , la cual se encuentra dispuesta en la base de datos del equipo donde se realizará la medición de la DMO. La región de interés fue a nivel de L1-L4 y cuello femoral. El error tipo I que se tuvo en cuenta fue de 0,05, con un poder del 80%. El tipo de cálculo se llevó a cabo a 2 colas. Se hizo un muestreo por conveniencia. Los datos obtenidos por el cuestionario se analizaron de forma descriptiva, utilizando el promedio como medida de resumen y la desviación estándar como medida de variabilidad. Los datos que se obtuvieron sobre los estimativos densitométricos fueron estratificados por grupos de edad y sexo y también se analizaron en forma descriptiva. Para evaluar si los datos de la DMO provenían de una distribución normal se empleó la prueba de Shapiro-Wilk. A efectos de establecer el valor máximo de la DMO, se determinó la mediana para cada región de interés (columna lumbar y cuello femoral) en los grupos de acuerdo con el sexo.

## Resultados

En total, se encuestó a 805 individuos que accedieron a responder las preguntas del cuestionario (fig. 1), de los cuales resultaron elegibles 529 pero solo 432 acudieron a realizarse la densitometría; los restantes 276 no fueron elegibles.

La población provenía en su mayoría de los estratos sociales 2, 3 y 4 de la ciudad de Bogotá, Colombia, la mayor parte con un nivel educativo entre secundaria y universitario. Los valores encontrados en columna lumbar para cada uno de los grupos de nuestra población fueron:  $1,150 \text{ g/cm}^2$  (DE = 0,11) y  $1,180 \text{ g/cm}^2$  (DE = 0,10) para mujeres y hombres de 20 a 29 años, y  $1,169 \text{ g/cm}^2$  (DE = 0,10) y  $1,209 \text{ g/cm}^2$  (DE = 0,10) para mujeres y hombres de 30 a 39 años, respectivamente. A nivel del cuello femoral,  $0,991 \text{ g/cm}^2$  (DE = 0,10) y  $1,119 \text{ g/cm}^2$  (DE = 0,13) para mujeres y hombres de 20 a 29 años, y  $0,970 \text{ g/cm}^2$  (DE = 0,11) y  $1,079 \text{ g/cm}^2$  (DE = 0,13) para mujeres y hombres de 30 a 39 años, respectivamente (tabla 1).

La evaluación de la distribución de la DMO se realizó mediante una prueba de Shapiro-Wilk. Como resultado de esta, se encontró una distribución normal tanto para columna lumbar como para cuello femoral en mujeres en los diferentes grupos de edad. En el caso de los hombres, solo el grupo entre 30 y 39 años presentó una distribución normal en las 2 regiones de interés (columna lumbar y cuello femoral), pero este comportamiento no se repitió en el grupo etario de los 20 a los 29 años ( $p = 0,00243$  y  $0,00418$ , respectivamente). El valor máximo de masa ósea en nuestra población de estudio se logró para las mujeres a nivel de la columna lumbar a los 34 años y a nivel del cuello femoral a los 29 años. En el caso de los hombres, en la columna lumbar el valor máximo de masa ósea se evidenció a los 25 años en columna lumbar y a los 23,5 años a nivel del cuello femoral (tabla 2).



DMO: densitometría ósea.

**Figura 1 – Reclutamiento de individuos.**

DMO: densitometría ósea.

**Tabla 1 – Datos de la población sana y valores de referencia**

| Variable                    | Mujeres 20-29 años, n = 101 | Mujeres 30-39 años, n = 100 | Hombres 20-29 años, n = 138 | Hombres 30-39 años, n = 93 |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| <b>IMC</b>                  |                             |                             |                             |                            |
| Promedio                    | 22,46                       | 23,32                       | 23,64                       | 24,87                      |
| DE                          | 2,63                        | 2,84                        | 2,51                        | 2,48                       |
| <b>Peso (kg)</b>            |                             |                             |                             |                            |
| Promedio                    | 57,37                       | 57,85                       | 70,11                       | 74,09                      |
| DE                          | 8,52                        | 6,99                        | 8,94                        | 8,72                       |
| <b>Talla (cm)</b>           |                             |                             |                             |                            |
| Promedio                    | 159,34                      | 157,47                      | 171,88                      | 172,46                     |
| DE                          | 6,14                        | 4,75                        | 6,33                        | 6,75                       |
| <b>Columna lumbar L1-L4</b> |                             |                             |                             |                            |
| DMO (g/cm)                  |                             |                             |                             |                            |
| Promedio                    | 1,150                       | 1,169                       | 1,180                       | 1,209                      |
| DE                          | 0,119                       | 0,104                       | 0,104                       | 0,108                      |
| <b>Cuello femoral</b>       |                             |                             |                             |                            |
| DMO (g/cm <sup>2</sup> )    |                             |                             |                             |                            |
| Promedio                    | 0,991                       | 0,970                       | 1,119                       | 1,079                      |
| DE                          | 0,107                       | 0,111                       | 0,135                       | 0,135                      |
| <b>Nivel educativo</b>      |                             |                             |                             |                            |
| Primaria (%)                | 0                           | 7                           | 1                           | 1                          |
| Secundaria (%)              | 3                           | 16                          | 38                          | 24                         |
| Técnico (%)                 | 50                          | 34                          | 23                          | 17                         |
| Universitario (%)           | 44                          | 42                          | 36                          | 45                         |
| Posgrado (%)                | 3                           | 1                           | 2                           | 13                         |
| <b>Estrato</b>              |                             |                             |                             |                            |
| 1 (%)                       | 2                           | 4                           | 9                           | 2                          |
| 2 (%)                       | 32                          | 41                          | 38                          | 25                         |
| 3 (%)                       | 40                          | 33                          | 31                          | 38                         |
| 4 (%)                       | 19                          | 19                          | 17                          | 25                         |
| 5 (%)                       | 5                           | 2                           | 4                           | 8                          |
| 6 (%)                       | 2                           | 1                           | 1                           | 2                          |

**Tabla 2 – Valor máximo de masa ósea hombres y mujeres**

| Masa ósea                                   | Mujeres 20 a 39 años,<br>n = 201 | Hombres 20 a 39 años,<br>n = 231 |
|---|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Columna lumbar L1-L4</b>                 |                                  |                                  |
| Valor máximo detectado (g/cm <sup>2</sup> ) | 1,503                            | 1,672                            |
| Promedio (g/cm <sup>2</sup> )               | 1,160                            | 1,182                            |
| Desviación estándar                         | 0,112                            | 0,122                            |
| Mediana (g/cm <sup>2</sup> )                | 1,155                            | 1,180                            |
| Edad valor máximo de masa ósea (años)       | 34                               | 25                               |
| <b>Cuello femoral</b>                       |                                  |                                  |
| Valor máximo detectado (g/cm <sup>2</sup> ) | 1,272                            | 1,582                            |
| Promedio (g/cm <sup>2</sup> )               | 0,981                            | 1,090                            |
| Desviación estándar                         | 0,109                            | 0,142                            |
| Mediana (g/cm <sup>2</sup> )                | 0,976                            | 1,081                            |
| Edad valor máximo de masa ósea (años)       | 29                               | 23,5                             |

## Discusión

Este es el primer estudio que se realiza en Colombia para determinar los valores de referencia de la DMO. A tales efectos, se definió metodológicamente la población sana desde el punto de vista metabólico óseo, con criterios de inclusión y exclusión muy estrictos. Los hallazgos encontrados corroboran la hipótesis de que los individuos sanos tienen unos valores de DMO, tanto en columna lumbar como en cuello femoral, inferiores a los valores de referencia que traen los softwares de los equipos con los cuales se realiza la densitometría ósea en la actualidad en el país. Asimismo, concuerdan con lo hallado en estudios similares realizados en las poblaciones latinoamericanas, incluido Brasil<sup>20-23</sup>.

En nuestro estudio se tomaron todas las precauciones para eliminar los posibles sesgos de selección, una mala clasificación y variables confusoras, para lo cual se construyó un cuestionario con variables muy rígidas, a fin de excluir a los individuos que tuvieran factores que alteraran la DMO o el metabolismo del hueso. Además, con el phantom se calibró a diario el equipo con el que se realizaron las densitometrías, se estandarizó el personal que hacía el interrogatorio a los individuos, así como el personal de técnicas y médicos que llevaba a cabo e interpretaba los exámenes, realizados en un equipo de última tecnología, con una alta precisión y que genera una mínima radiación.

Una de las limitaciones de este estudio consiste en que la población muestreada corresponde al área urbana, a personas con un buen nivel educativo y fueron excluidos individuos afrodescendientes. Por tanto, puede no ser generalizable a la toda la población del país. Por otra parte, la población de estudio fue muy homogénea, con unos criterios de inclusión y exclusión muy estrictos que, si bien controlaron los posibles sesgos y variables confusoras, pueden no reflejar el comportamiento de la masa ósea de la población colombiana.

Con los hallazgos de este estudio surge la necesidad de realizar nuevos estudios que involucren a una población con un rango de edad mucho más amplio, con individuos de los diferentes estratos, etnias y áreas de procedencia, de tal manera que permita validar los resultados aquí expuestos. Asimismo, es preciso validar el cuestionario construido para identificar la población sana desde el punto de vista óseo y determinar la

prevalencia de la osteopenia y la osteoporosis en la población colombiana.

Adicionalmente, este estudio lleva a reflexionar en torno a la forma en que durante la práctica clínica diaria se realiza la clasificación de un paciente como normal, osteopénico u osteoporótico, con base exclusivamente en los valores que trae incorporado el software de las compañías que fabrican los equipos. Estos valores son diferentes de aquellos de la DMO detectada de nuestra población, lo cual se demostrará en un nuevo estudio. Por esto, es importante crear conciencia dentro de la población médica acerca de esta limitación y tratar de establecer parámetros que permitan clasificar la salud ósea de nuestros pacientes de manera diferente de simplemente el resultado de una densitometría.

En conclusión, en este estudio se pudo demostrar que el comportamiento de la DMO en nuestra población se sitúa en valores inferiores a los detectados en otras latitudes, así como a aquellos utilizadas como valores de referencia en nuestros equipos. Además, se determinó el valor máximo de masa ósea en cada una de las regiones de interés para los rangos de edad de la población de nuestro estudio.

## Financiación

Esta investigación fue financiada por Riesgo de Fractura S.A. Colombia, además de Un punto seguido y continúa en minúsculas; además no se coloca el monto de la financiación de Asoreuma por ganar un concurso de la Asociación Colombiana de Reumatología.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Kanis J, Cooper C, Rizzoli R, Reginster JY. Scientific Advisory Board of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis (ESCEO) and the Committees of Scientific Advisors and National Societies of the International Osteoporosis Foundation (IOF) European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in



- postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 2019;30:3–44, <http://dx.doi.org/10.1007/s00198-018-4704-5>.
2. Kanis JA, Gluer CC. An update on the diagnosis and assessment of osteoporosis with densitometry. Committee of Scientific Advisors, International Osteoporosis Foundation. *Osteoporos Int.* 2000;11:192–202, <http://dx.doi.org/10.1007/s001980050281>.
  3. Kanis JA, Melton LJ 3rd, Christiansen C, Johnston CC, Khaltaev N. Perspective: The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res.* 1994;9:1137–41, <http://dx.doi.org/10.1002/jbmr.5650090802>.
  4. Hui SL, Slemenda CW, Johnston CC Jr. Age and bone mass as predictors of fracture in a prospective study. *J Clin Invest.* 1988;81:1804–9, <http://dx.doi.org/10.1172/JCI113523>.
  5. 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. *Osteoporos Int.* 2002;13:527–36, <http://dx.doi.org/10.1007/s001980200069>.
  6. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Jonsson B, de Laet C, Dawson A. Risk of hip fracture according to the World Health Organization criteria for osteopenia and osteoporosis. *Bone.* 2000;27:585–90, [http://dx.doi.org/10.1016/s8756-3282\(00\)00381-1](http://dx.doi.org/10.1016/s8756-3282(00)00381-1).
  7. McGuigan FE, Murray L, Gallagher A, Davey-Smith G, Neville CE, Van't Hof R, et al. Genetic and environmental determinants of peak bone mass in young men and women. *J Bone Miner Res.* 2002;17:1273–9, <http://dx.doi.org/10.1359/jbmr.2002.17.7.1273>.
  8. Krall EA, Dawson-Hughes B. Heritable and life-style determinants of bone mineral density. *J Bone Miner Res.* 1993;8:1–9, <http://dx.doi.org/10.1002/jbmr.5650080102>.
  9. Bonjour JP, Theintz G, Law F, Slosman D, Rizzoli R. Peak bone mass. *Osteoporos Int.* 1994;4 Suppl 1:7–13, <http://dx.doi.org/10.1007/BF01623429>.
  10. Petley GW, Cotton AM, Murrills AJ, Taylor PA, Cooper C, Cawley MID, et al. Reference ranges of bone mineral density for women in southern England: The impact of local data on the diagnosis of osteoporosis. *Br J Radiol.* 1996;69:655–60, <http://dx.doi.org/10.1259/0007-1285-69-823-655>.
  11. Pocock NA, Eisman JA, Mazess RB, Sambrook PN, Yeates MG, Freund J. Bone mineral density in Australia compared with the United States. *J Bone Miner Res.* 1998;3:601–4, <http://dx.doi.org/10.1002/jbmr.5650030604>.
  12. Diaz Curiel M, Carrasco de la Pena JL, Honorato Perez J, Perez Cano R, Rapado A, Ruiz Martinez I. Study of bone mineral density in lumbar spine and femoral neck in a Spanish population Multicentre Research Project on Osteoporosis. *Osteoporos Int.* 1997;7:59–64, <http://dx.doi.org/10.1007/BF01623462>.
  13. Tenenhouse A, Joseph L, Kreiger N, Poliquin S, Murray TM, Blondeau L, et al. Estimation of the prevalence of low bone density in Canadian women and men using a population-specific DXA reference standard: the Canadian Multicentre Osteoporosis Study (CaMos). *Osteoporos Int.* 2000;11:897–904, <http://dx.doi.org/10.1007/s001980070050>.
  14. Looker AC, Wahner HW, Dunn WL, Calvo MS, Harris TB, Heyse SP, et al. Proximal femur bone mineral levels of US adults. *Osteoporos Int.* 1995;5:389–409, <http://dx.doi.org/10.1007/BF01622262>.
  15. Looker AC, Wahner HW, Dunn WL, Calvo MS, Harris TB, Heyse SP, et al. Updated data on proximal femur bone mineral levels of US adults. *Osteoporos Int.* 1998;8:468–89, <http://dx.doi.org/10.1007/s001980050093>.
  16. Lofman O, Larsson L, Toss G. Bone mineral density in diagnosis of osteoporosis: Reference population, definition of peak bone mass, and measured site determine prevalence. *J Clin Densitom.* 2000;3:177–86, <http://dx.doi.org/10.1385/jcd:3:2:177>.
  17. Villegas J, Onatra W, Sanchez J, Posso H, Yunez I. Densidad mineral ósea medida por densitometría de energía dual de Rx en mujeres climáticas de Santafé de Bogotá. *Rev Col Menop.* 1995;1:30–5.
  18. Muñoz Y, Bernal A, Rueda J, Pinzon J, Ruiz A. Ultrasonometry of the heel reference data in Colombian mestizo population Analysis of 21294 individuals. Abstract. Third International Symposium for Clinical Practicioners. Florida. 1999.
  19. Jaller J. Comportamiento de la masa ósea y prevalencia de la osteoporosis en una población de la costa colombiana. *Reemo.* 2001;10:187–91.
  20. Pumarino H, Lillo R, Oviedo S, González P. Densidad y contenido óseo en hombres normales. Medición por densitometría bifotónica. *Rev Med Chile.* 1993;121:1006–11.
  21. Lobo G, Ladron D, Zerboni A. Densitometría ósea en mujeres chilenas normales en edad fértil: correlación con valores referenciales y variables antropométricas. *Rev Med Chile.* 2004;132:681–90, <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872004000600004>.
  22. Mautalen C, Rubin Z, Vega E, Ghiringhelli G, Fromm G. Bone mineral density of the lumbar spine and proximal femur of normal females in Buenos Aires. *Medicina (B Aires).* 1990;50:25–9.
  23. Nogueira ML, Lucas R, Ramos I, de Barros H. Curvas osteodensitométricas numa populacao de Mulheres. *Acta Reumatol Port.* 2011;36:126–36.