# Utilidad de la densitometría de doble fotón (DXA) vs. densitometría periférica (p-DXA) en el diagnóstico de osteoporosis en mujeres climatéricas

NIDIA FERNANDA VILLANUEVA, DEYANIRA FRANCO AYALA - Estudiantes de XII semestre. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. (UDCA). Trabajo de Grado.
WILLIAM H. ONATRA, Profesor de Ginecología y Obstetricia, Universidad Nacional de Colombia. Docente de Ginecología y Obstetricia de la UDCA.
JUAN GUILLERMO VILLEGAS - Radiólogo, Clínica Reina Sofía. Colsánitas.
JAIRO CASTRO - Epidemiólogo Clínico. UDCA.
Recibido: 10 de febrero de 2006. Aceptado: 15 de marzo de 2006.

## RESUMEN

**Objetivo:** con este estudio se evaluó la eficacia de la densitometría periférica (p-DXA) como método diagnóstico de osteoporosis en mujeres posmenopáusicas, buscando un método alterno a la densitometría ósea axial, más económico y de una sensibilidad y especificidad similar.

**Material y Métodos:** se seleccionaron 60 mujeres de la consulta de ginecología quienes habían asistido a la consulta de climaterio del Hospital de Fontibón y quienes no habían recibido Terapia Hormonal de Reemplazo. Se les practicó DXA en columna y cadera en un equipo Lunar DPX y se comparó con p-DXA de falange. Se practicaron Tablas tetracóricas con el fin de conocer la sensibilidad y especificidad entre los métodos.

**Resultados:** los indicadores de sensibilidad de la p-DXA frente a DXA para detectar osteopenia, fueron de 47.5% con una especificidad del 54%, una exactitud global del 50%, una razón de probabilidad positiva de 0.95 y una negativa de 1.05, un valor predictivo positivo de 37% y un valor predictivo negativo de 61%, para una prevalencia de osteopenia del 38.3%.

La sensibilidad de la p-DXA para detectar osteoporosis es de 38%, con una especificidad del 92%, una exactitud global del 70%, una razón de probabilidad positiva de 4.75 y una negativa de 0.67, un valor predictivo positivo de 75% y un valor predictivo negativo de 69%, para una prevalencia de osteoporosis del 40%.

Se estableció que la sensibilidad de la p-DXA para discriminar entre osteopenia y osteoporosis es de 43%, con una especificidad del 77%, una exactitud global del 56%, una razón de probabilidad positiva de 1.87 y una negativa de 0.74, un valor predictivo positivo de 75% y un valor predictivo negativo de 45.5%.

**Conclusión:** la densitometría p-DXA no es una prueba que supera la sensibilidad y especificidad de la densitometría (DXA), a pesar de que éstas aumentan de manera muy discreta en mujeres posmenopáusicas mayores de 55 años.

**Palabras clave:** osteoporosis, osteopenia, densitometría dual de RX (DXA), densitometría periférica de doble fotón (p-DXA), climaterio femenino.

## SUMMARY

**Objective.** To evaluate the efficacy of periferal densitometry (p-DXA) as a diagnostic tool for osteoporosis in postmeno-

pausal women, while looking for a cost efficient method, with similar sensibility and specificity.

**Materials and Methods.** Sixty postmenopausal women from the Climateric Clinic of a teaching institution, that had not received any hormone Replacement therapy, were studied. Lumbar and hip DXA studies were obtained by using a Lunar DPX equipment and compared with phalangeal p-DXA. Tetrachoric tables were used to establish the sensibility and specificity between the two x-ray methods.

**Results.** Sensibility indicators for p-DXA vs DXA to detect osteopenia were 47.5%, specificity of 54%, global exactitude 50%, positive probability ratio, 0.95, negative probability ratio, 1.05, positive predictive value, 37%, negative predictive value, 61%, for a prevalence of osteopenia of 38.3%. The p-DXA sensibility to detect osteoporosis was 38%, with specificity 92%, global exactitude, 70%, positive probability ratio, 4.75, negative probability ratio, 0.67, positive predictive value, 75%, negative predictive value, 69%, for a 40% prevalence of osteoporosis. It was established that p-DXA sensibility to discriminate osteopenia from osteoporosis was 43%, specificity, 77%, global exactitude, 56%, positive probability ratio, 1.87, negative probability ratio, 0.74, positive predictive value, 75%, and negative predictive value, 45.5%.

**Conclusion.** p-DXA densitometry is not a test with better sensibility and specificity that DXA densitometry, instead of if those parameters show a discrete increase in postmenopausal women older than 55 years of age.

**Key words:** Osteopenia, Osteoporosis, Dual RX(DXA), Densitometry, Dual Photon Periferal Densitometry (DXA), Female Climateric.

## Introducción

La osteoporosis se ha considerado como una enfermedad caracterizada por disminución de la masa ósea y el deterioro de la microarquitectura del tejido óseo, factores determinantes del incremento de la fragilidad del hueso y el consiguiente riesgo de fractura1, 2. Se ha estimado que una mujer y un hombre de 50 años, tendrán un 40% y un 13% de posibilidad de fracturarse, respectivamente3.

La osteoporosis se presenta con mayor frecuencia en el sexo femenino, y se postula que los cambios hormonales, como la disminución de los esteroides gonadales –estrógenos y progestagenos–, los cuales se presentan durante el climaterio, aumentan la susceptibilidad de la mujer al desarrollo de dicha patología4. Otros factores que pueden influir son: antecedentes familiares de osteoporosis, edad, raza, localización geográfica, consumo de alcohol y/o tabaco5, el peso bajo, el sedentarismo, el uso de corticoides, la edad de la menarquia, y los ciclos anovulatorios6. En Colombia, las tasas de fecundidad actualmente tienden a disminuir, mientras que el promedio de edad de los adultos y del adulto mayor, tiende a aumentar.

Los datos estadísticos para Colombia evidencian que el promedio de edad, actualmente, es de 68 años y se espera que para el 2015 sea de 70 años7. El número de mujeres para el año de 1951 era un poco más de 625.000 en todo el país, en 1964 fue de 880.000, en 1973 ascendieron a más de 1.060.000, en 1985, 1.673.000 y en el año 2000 se acercaría a los 2.800.000. De este grupo, las mayores de 50 años representan el 25- 30% indicando un aumento progresivo y cada vez mayor de la población femenina, con la consiguiente aparición de un aumento en la incidencia de osteopenia y osteoporosis8, 9.

Por las anteriores consideraciones, se hace necesaria la realización de técnicas que permitan un diagnóstico temprano y un tratamiento oportuno, con el fin de disminuir la morbimortalidad de la población femenina, así como el mejoramiento de la calidad de vida de las pacientes. Para tal fin se encuentran actualmente métodos cuantitativos para la determinación de la masa ósea, destacándose la Densitometría Fotónica Simple (SPD, la Densitometría Fotónica Dual (DPA) y la Densitometría Radiológica de Doble Energía (DXA). Las dos últimas, se basan en la diferencia de absorción de energía entre tejidos blandos y hueso, lo cual permite eliminar el efecto de error que introduce la mayor o menor cantidad de grasa corporal en la medición de la masa ósea. Esto es importante en zonas de gran espesor de partes blandas (abdomen, lumbar, cadera) pero en zonas periféricas (mano, radio, calcáneo) su efecto es mucho menor, pudiéndose usar sistemas de densitometría de energía única y el Ultrasonido de Calcáneo10-12.

Con la aparición de los Rayos X (RX), el diagnóstico de osteoporosis se realizaba con radiografías de columna lumbar y, accidentalmente, en los RX de tórax. Inicialmente se utilizó la técnica de absorciometría de fotón único (DPX) y posteriormente la técnica de absorciometría de rayos X de fotón dual (DXA), la cual valora el estado esquelético de los pacientes mediante un rastreo más rápido, con un menor tiempo de estudio, y con una mejor resolución13. Sin embargo, dentro

de este método diagnóstico, aparecen nuevas técnicas como la densitometría axial (DXA) y la DXAC (computarizada), las cuales realizan la medición de la densidad mineral ósea (DMO) en sitios como la cadera y la columna, siendo útiles en la detección de la osteopenia regional.

Aparece luego el DXA periférico (p-DXA), el cual evalúa el estado óseo a nivel de miembros superiores en la parte distal (carpo, falanges) constituyéndose como un método ágil y menos costoso, el cual realiza una adecuada medición en pacientes con osteopenia generalizada, en mujeres menores de 60 años, en las cuales la osteopenia del radio distal se correlaciona bien con la deficiencia mineral ósea de cualquier localización14,15.

De acuerdo a las características del DXA y del p- DXA como métodos diagnósticos para osteoporosis, se desea conocer la sensibilidad y especificidad de estas dos técnicas, teniendo en cuenta que el DXA sigue siendo la prueba de oro en el diagnóstico de dicha patología16. Por otra parte, se busca un método que sea práctico, de bajo costo, el cual se pueda aplicar en forma masiva a la población de riesgo y el p-DXA cumple, en parte, estos requisitos. Si bien el ultrasonido de calcáneo (QUS) se ha utilizado como método de tamizaje, se plantea la posibilidad que tendría el p-DXA como método alternativo11, 12, 17.

## Material y métodos

*

Tipo de estudio: el tipo de investigación realizado fue un estudio prospectivo, de prueba diagnóstica, en la cual se evaluó el valor del p- DXA en la falange vs. DXA en columna lumbar y cadera, útiles en el diagnóstico de normalidad o anormalidad de la DMO.

*

Población: la población de referencia estaba conformada por mujeres posmenopáusicas inscritas en el programa de prevención de osteoporosis del Centro de Medicina Preventiva del Hospital de Fontibón. En el estudio, se incluye el p-XA (falange) y se desea conocer la correlación con el DEXA en este grupo de pacientes. La evaluación se realizó en la Unidad de Radiología de la Clínica Reina Sofía, previa firma del consentimiento informado.

*

Características del DXA: se utilizó un densitómetro Lunar DPX alfa, con un rango de coeficiente de variación de 0.9- .0%, para columna lumbar, y 1.5-2.4% a nivel de cuello femoral. El p-DXA se realizó con un equipo Accudexa, el cual tiene una precisión del 0.67% y una seguridad del 4.1%.

*

Procedimiento: a todas las mujeres posmenopáusicas que se encontraban inscritas en el programa de prevención de osteoporosis, del Centro de Medicina Preventiva de Fontibón, se les realizó la Historia Clínica, en la cual se consignaron datos como la edad y los factores de riesgo, y si estaban tomando alguna medicación para la osteoporosis. Como criterios de inclusión sólo entraron al estudio aquellas mujeres con útero y ovarios intactos, quienes no estaban ingiriendo ningún medicamento para la osteoporosis ni Terapia Hormonal de Reemplazo.

Una vez recolectados todos los datos se ingresó la información al paquete estadístico EPIINFO 2002 y con los resultados allí obtenidos se realizó el análisis correspondiente, aceptando los valores de normalidad propuesto por la OMS, la cual considera hasta -1 desviaciones estándar (DS), para osteopenia de -1 a -2.5 DS y para osteoporosis por debajo de -2.5 DS18.

### *Tabulación y análisis*

Los datos de la investigación se ubicaron en un formato de recolección y los valores se ingresaron posteriormente a una base de datos en el paquete estadístico EPIINFO 2002. Se realizó una Tabla de contingencia de dos por dos o tetracórica (Tabla 1), en la cual se ubicaron, en las filas, el resultado de la prueba de estudio (los positivos arriba y los negativos abajo), y sobre las columnas la verdadera condición establecida por el patrón de oro (el positivo a la izquierda y el negativo a la derecha).

**Tabla 1.** Tabla Tetracórica.

| | **Enfermos** | **Sanos** |
|---|---|---|
| Positivos | A | B |
| Negativos | C | D |

Se realizó, en primera instancia, un análisis global con toda la población objeto del presente estudio, en el cual se evaluó el resultado de una prueba SPX normal o anormal, comparado con el DXA. En otra tabla de contingencia (tabla 2), se evaluó el resultado de la prueba para osteopenia y no osteopenia comparada con el patrón de oro. Se evaluó el rendimiento de la densitometría periférica (SPX) a través de los indicadores clásicos de sensibilidad, especificidad, exactitud, valores de probabilidades y valores predictivos, definidos de la siguiente manera18,19:

### *Criterios:*

1. Sensibilidad: es la posibilidad que tiene una prueba de detectar los verdaderamente enfermos, o lo que es lo mismo, indicar que un individuo está enfermo cuando realmente lo está. El cálculo de la misma se realiza por medio de la siguiente fórmula: A/A+C.
2. Tasa de falsos negativos o complemento de la sensibilidad: es el grado de error de una prueba en no detectar los

enfermos. En la medida en que una prueba tiene una tasa de falsos negativos más altos, se escaparán a su detección más enfermos.

3. Especificidad: es la capacidad que tiene una prueba para detectar los verdaderamente no enfermos o lo mismo, indicar que un individuo está sano cuando realmente lo está. El cálculo se realiza por medio de la siguiente fórmula: D/B+D.
4. Tasa de falsos positivos o complemento de la especificidad: es el grado de error de una prueba al detectar como enfermos a los individuos sanos.
5. Exactitud global: es la sumatoria de los verdaderos positivos más los verdaderos negativos, dividida entre el universo de pacientes; este indicador tiene poca aplicación. Se calcula mediante la fórmula: A+D/ A+B+C+D.
6. Valor predictivo positivo: es la probabilidad de que alguien esté enfermo, dado que el resultado de la prueba en él resulta positivo, es decir, la probabilidad de estar enfermo. Se calcula por la siguiente fórmula: A/A+B.
7. Valor predictivo negativo: es la probabilidad de que alguien esté libre de enfermedad, dado que el resultado de la prueba en él resulta negativo, es decir, la probabilidad de estar sano. Se calcula de la siguiente manera: D/C+D.
8. Razón de probabilidades de un resultado positivo: es el número de veces en las cuales la prueba es positiva en los enfermos, en relación con el número de veces que ésta es positiva en los sanos. Para su cálculo se realiza la fórmula: sensibilidad/(100-especificidad).
9. Razón de probabilidades de un resultado negativo: es el número de veces en que la prueba es negativa en los enfermos, en relación con el número de veces que ésta es negativa en los sanos. Se calcula por la siguiente fórmula: (100–sensibilidad / especificidad).

**Tabla 2.** Evaluación estadística de la sensibilidad y especificidad.

| Resultados de la prueba | Comportamiento de la prueba | |
|---|---|---|
| | El paciente tiene la enfermedad | El paciente no tiene la enfermedad |
| Positivo<br>El paciente SÍ puede tener la enfermedad | Verdaderos positivos | Falsos Positivos |
| Negativo<br>El paciente puede NO tener la enfermedad | Falsos Negativos | Verdaderos Negativos |
| Sensibilidad = VP / VP + FN x 100<br>Especificidad = VP / VP + FN x 100 | | |

VP = Verdaderos Positivos VN = Verdaderos Negativos
FP = Falsos Positivos FN = Falsos Negativos

Para determinar la sensibilidad y especificidad de los dos métodos, se registró el total de los casos verdaderos positivos y verdaderos negativos, así como los falsos positivos y falsos negativos para el diagnóstico de enfermedad, aplicando las fórmulas estadísticas descriptivas de acuerdo al teorema de Bayes18.

Aspectos éticos y legales de la investigación: en Colombia la investigación en salud se encuentra regulada por la resolución No. 008430 del 4 de octubre de 1993. Por lo tanto, este trabajo de investigación preservó y cumplió los lineamientos que allí se exponen; el trabajo de tesis, por ser un estudio prospectivo que emplea el registro de datos a través de procedimientos radiológicos, en los cuales existe una mínima probabilidad de afectar a los sujetos de estudio, se cataloga como una investigación con riesgo mayor que el mínimo, según el artículo 11 de la citada resolución; y de acuerdo a los artículos 14, 15 y 16 obteniendo el consentimiento informado por escrito de los sujetos de estudio, de acuerdo a la declaración de Helsinki20.

## Resultados

El número de pacientes en el estudio fue de 60, con un promedio de edad de 58.8 años, con una mínima de 46 y máxima de 80 años. Los resultados de T-score para p-DXA y

DXA, muestran que el promedio fue de -1.34 desviaciones estándar (DS) para la p-DXA y -2.06 DS para el DXA.

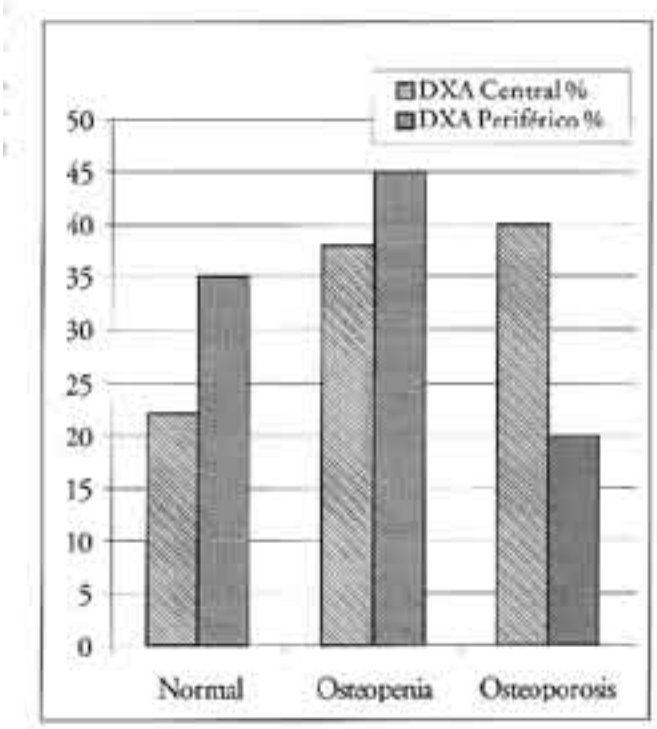
### *Población general*

### *Correlación entre los dos procedimientos:*

Al comparar los dos procedimientos en la población general, se aprecian diferencias entre el DXA y el p-DXA de acuerdo a los estándares establecidos de normalidad (22% vs. 35%), osteopenia (38% vs. 45%) y osteoporosis (40% vs. 20%), evidenciándose que el DXA es más útil en el diagnóstico de osteoporosis que el p-DXA, sin diferencias significativas ($p<0.761$) –Gráfica 1.

### *Indicadores en la población general*

Se determinó que la sensibilidad del p-DXA, para detectar normalidad en relación con el DXA, fue de 72%, con especificidad de 61.5%, exactitud global del 70%, razón de probabilidad positiva de 1.87 y una negativa de 0.45, valor predictivo positivo de 87.2% y uno negativo de 38.1%, para una prevalencia del 78.3% (Tabla 3).




**Gráfica 1.** Correlación entre el DXA central y periférico en la población general.

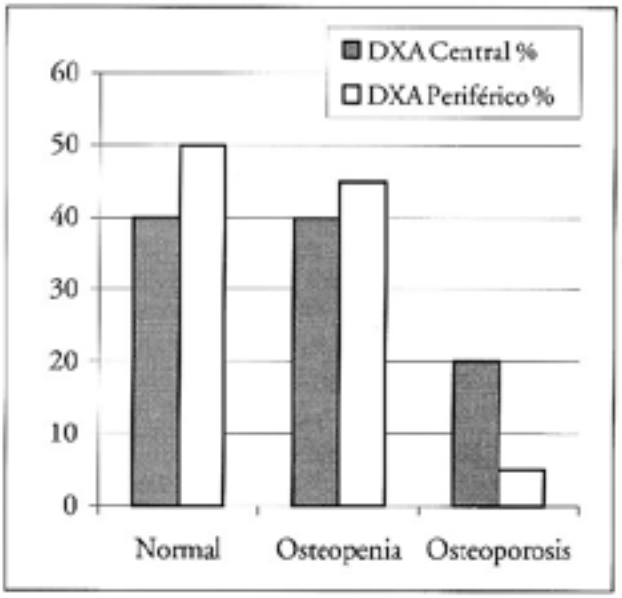
### *Sensibilidad del P-DX vs. DXA entre osteopenia y osteoporosis*

La sensibilidad de la p-DXA para detectar osteopenia comparada con el DXA fue del 47.5%, especificidad del 54%, exactitud global del 50%, razón de probabilidad positiva de 0.95 y una negativa de 1.05, un valor predictivo positivo de 37% y un valor predictivo negativo de 61%, para una prevalencia de osteopenia del 38.3% Se estableció que la sensibilidad de la p-DXA para detectar osteoporosis, comparada con el DXA, es de 38% con una especificidad del 92%, una exactitud global del 70%, una razón de probabilidad positiva de 4.75 y una negativa de 0.67, valor predictivo positivo de 75% y un valor predictivo negativo de 69%, para una prevalencia de osteoporosis del 40% (Tabla 1). El factor de sensibilidad de la p-DXA para discriminar entre osteopenia y osteoporosis, comparada con el DXA, es de 43%, especificidad del 77%, exactitud global del 56%, razón de probabilidad positiva de 1.87 y una negativa de 0.74, valor predictivo positivo de 75% y un valor predictivo negativo de 45.5% (Tabla 4).

### *Grupos de edad, entre 45 y 55 años y mayores de 55*

*Correlación entre los dos procedimientos:*

Al dividir la población por debajo de 45-55 años, se evidencia que el DXA ofrece diferencias significativas a nivel de osteoporosis para este grupo de edad. DXA vs. p-DXA periférico presenta niveles de normalidad del 40% vs. 50%, osteopenia 40% vs. 45%, osteoporosis 20% vs. 5%. No hay diferencias significativas en los dos grupos ($p< 0.219$ y $p< 0.351$) respectivamente (Gráfica 2).




**Gráfica 2.** Correlación entre el DXA central y periférico en la población entre 45 y 55 años.

Tabla 3. Indicadores en la población general, entre los dos métodos.

| POBLACIÓN GENERAL | | | |
|---|---|---|---|
| p-DXA vs. DXA | Normal % | Osteopenia % | Osteoporosis % |
| SENSIBILIDAD | 72 | 47.50 | 38 |
| ESPECIFICIDAD | 61.50 | 54 | 92 |
| EXACTITUD GLOBAL | 70 | 50 | 70 |
| RAZÓN DE PROBALIDAD (+) | 1.87 | 0.95 | 4.75 |
| RAZÓN DE PROBALIDAD (-) | 0.45 | 1.05 | 0.67 |
| VALOR PREDICTIVO (+) | 87.20 | 37 | 75 |
| VALOR PREDICTIVO (-) | 38.10 | 61 | 69 |
| PREVALENCIA | 78.3 | 38.3 | 40 |

Tabla 4. Sensibilidad entre el p-DXA y el DXA entre Osteopenia vs. Osteoporosis.

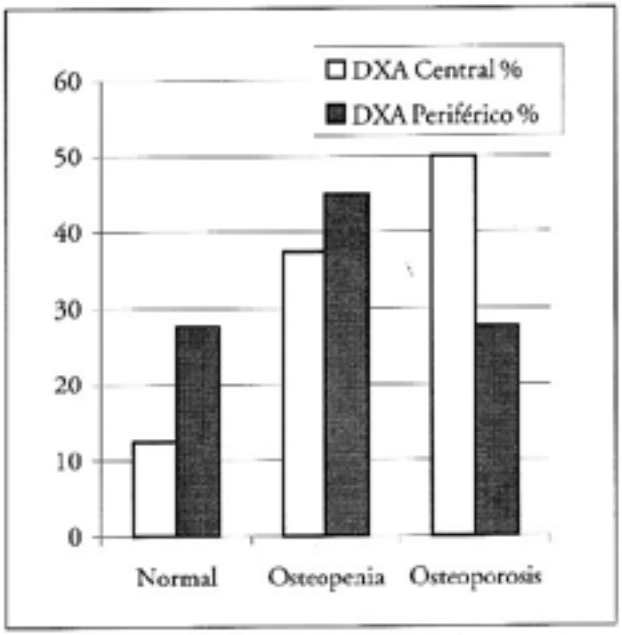
| POBLACIÓN GENERAL: SENSIBILIDAD DEL p-DXA ENTRE OSTEOPENIA vs. OSTEOPORORIS | |
|---|---|
| | % |
| CORRELACIÓN | 43 |
| ESPECIFICIDAD | 77 |
| EXACTITUD GLOBAL | 56 |
| RAZÓN DE PROBABILIDAD (+) | 1.87 |
| RAZÓN DE PROBABILIDAD (-) | 0.74 |
| VALOR PREDICTIVO (+) | 75 |
| VALOR PREDICTIVO (-) | 45 |

En la población mayor de 55 años el p-DXA muestra diferencias significativas a nivel de normalidad y osteopenia, pero a nivel del diagnóstico de osteoporosis ofrece más ventajas el DXA central. Los datos muestran que el DXA vs p-DXA, en los niveles de normalidad, fue del 12.5% vs. 27.5%, osteopenia 37.5% vs. 45%, osteoporosis 50% vs. 27.5% (Gráfica 3).

### *Indicadores: población entre 45 y 55 años*

La sensibilidad de la p-DXA para normalidad, comparada con el DXA, es de 54%, especificidad del 62.5%, exactitud global del 57.1%, razón de probabilidad positiva de 1.44 y una negativa de 0.74, valor predictivo positivo de 70% y un valor predictivo negativo de 45.4%, para una prevalencia del 62%.

Se estableció que la sensibilidad de la p- DXA para detectar osteopenia, comparada con el DXA, es del 50%, especificidad del 61.5%, exactitud global del 57.1%, razón de probabilidad positiva de 1.3 y negativa de 0.81, valor predictivo positivo de 44.4% y valor predictivo negativo de 76.7%, para una prevalencía de osteopenia del 38.1%.




Gráfica 3. Correlación entre el DXA central y periférico en la población mayor de 55años.

La sensibilidad de la p-DXA para detectar osteoporosis, comparada con el DXA, es de 20%, especificidad del 100%, exactitud global del 80.9%, razón de probabilidad positiva difícil de calcular y una negativa de 0.8, valor predictivo positivo de 100% y valor predictivo negativo de 80%, para una prevalencía de osteoporosis del 23.8% (Tabla 5).

***Población mayor de 55 años***

Se estableció que la sensibilidad de la p-DXA en mayores de 55 años para detectar anormalidad comparada con el DXA es de 79.4%, con una especificidad del 60%, exactitud global del 76.9%, razón de probabilidad positiva de 1.98 y una negativa de 0.34, un valor predictivo positivo de 93.1% y un valor predictivo negativo de 30%, para una prevalencía del 87.1%.

La sensibilidad de la p-DXA para detectar osteopenia comparada con la DXA es de 40%, especificidad del 50%, exactitud global del 46.1%, razón de probabilidad positiva de 0.8 y una negativa de 1.2, valor predictivo positivo de 33.3% y valor predictivo negativo de 57.1%, para una prevalencía de osteoporosis del 38.4%. Se estableció que la sensibilidad de la p-DXA para detectar osteoporosis comparada con el DXA es de 42.1%, especificidad del 85%, exactitud global del 64.1%, razón de probabilidad positiva de 2.80 y una negativa de 0.68, valor predictivo positivo de 72.7% y valor predictivo negativo de 60.7%, para una prevalencía de osteoporosis del 48.7% (Tabla 3).

Tabla 5. Indicadores de normalidad, osteopenia y osteoporosis, entre los dos métodos en la población de 45 a 55 años y mayores de 55 años.

| Población | 45-55 AÑOS | | | > 55 AÑOS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| p-DXA vs. DXA | Normal | Osteopenia | Osteoporosis | Normal | Osteopenia | Osteoporosis |
| SENSIBILIDAD | 54 | 50 | 20 | 79.40 | 40 | 42.10 |
| ESPECIFICIDAD | 62.50 | 61.50 | 100 | 60 | 50 | 85 |
| EXACTITUD GLOBAL | 57.1 | 57.1 | 80.9 | 76.9 | 46.1 | 64.1 |
| RAZÓN DE PROBALIDAD (+) | 1.44 | 1.3 | No calculable | 1.98 | 0.8 | 2.80 |
| RAZÓN DE PROBALIDAD (-) | 0.74 | 0.81 | 0.8 | 0.34 | 1.2 | 0.68 |
| VALOR PREDICTIVO (+) | 70 | 44.40 | 100 | 93.10 | 33.3 | 72.7 |
| VALOR PREDICTIVO (-) | 45.40 | 76.70 | 80 | 30.00 | 57.10 | 60.70 |
| PREVALENCIA | 62 | 38.1 | 23.8 | 87.1 | 38.4 | 48.7 |

***Sensibilidad de la p-DXA en la población de 45 a 55 años y mayores de 55 años***

El factor de sensibilidad de la p-DXA para discriminar entre osteopenia y osteoporosis, comparada con el DXA entre los 45 y los 55 años, es de 33.3% con una especificidad del 100%, exactitud global del 71.4%, razón de probabilidad positiva difícil de calcular y negativa de 0.67, valor predictivo positivo de 100% y valor predictivo negativo de 67.7%.

Se estableció que la sensibilidad e a p-DXA, para discriminar entre osteopenia y osteoporosis, comparada con el DXA en mayores de 5 años, es de 44.4%, una especificidad del 66.6%, exactitud global del 51.8%, razón de probabilidad positiva de 1.32 y una negativa de 0.83, un valor predictivo positivo de 72.7% y un valor predictivo negativo de 37.5%, para una prevalencía de osteoporosis del 66.6% (Tabla 6).

## Discusión

El concepto actual de osteoporosis, en los diferentes consensos, se acepta que es un entidad caracterizada por una baja masa ósea y deterioro de la microarquitectura, lo cual conlleva un aumento de la fragilidad ósea y consecuentemente a un aumento del riesgo de fractura. Aunque la determinación de la masa ósea por métodos físicos no evalúa la microarquitectura, y a pesar de que existen otros factores los cuales pueden precipitar la aparición de las fracturas, diversos estudios prospectivos han establecido que la medición de la DMO es el mejor factor predictivo individual para el desarrollo de fracturas21.

Dentro de las técnicas cuantitativas para la determinación de la DMO se destacan: la densitometría fotónica simple (SPA), la densitometría fotónica dual (DPA), la densitometría radiológica de doble energía (DXA), radioabsorciometría

ósea digital (RXA), tomografía cuantitativa computarizada (QTC). La DPA, DXA y RXA se basan en la diferencia de absorción de energía entre tejidos blandos y hueso, de modo que permite eliminar el efecto de error que introduce la mayor o menor cantidad de grasa corporal en la medición de la masa ósea22. La QTC es la única técnica tridimensional volumétrica que permite evaluar la DMO en volumen y sus valores se dan en g/cm3. Los QTC son los únicos densitómetros capaces de diferenciar el hueso cortical, del trabecular. Se ha demostrado que la diferencia de la DMO con la edad y entre sujetos sanos y osteoporóticos es mejor medida con QTC que con DXA23.

## Densitometría DXA

La densitometría DXA de cadera y columna lumbar tiene la ventaja de medir la DMO en las localizaciones en donde, preferentemente, se quiere prevenir fractura. La columna medida anteroposteriomente (AP) con el densitómetro DXA, contiene aproximadamente un 66% de hueso trabecular y la cadera un 75% de hueso cortical. Por tanto, con esta técnica y midiendo ambas localizaciones se obtienen datos de ambos tipos de hueso. Son fiables y precisos; la radiación es baja y han demostrado su capacidad de predecir fracturas en las localizaciones estudiadas. Se considera hoy el "gold estándar" en el diagnóstico de osteoporosis; su medición en cadera y columna se ha convertido en la determinación estándar con la cual se compara cualquier otro densitómetro. Tiene el inconveniente del alto costo y de requerir espacio y personal técnico especializado.

## Densitómetros periféricos

En los últimos años se han desarrollado densitómetros periféricos, unos por absorciometría de rayos X simple (RA) y otros por doble energía de rayos X (p-DXA)25. Todos ellos tienen la ventaja de su menor tamaño, escasa radiación y de no precisar personal especializado para su uso.

Hay periféricos de antebrazo, de calcáneo, de metacarpiano y de falanges26, 27. La radioabsorciometría simple (RA) utiliza una sencilla radiografía de manos con una placa de alta precisión28.

Entre los DXA periféricos (p-DXA) se destaca la absorciometría digital computarizada de doble energía de rayos X (CDA), diseñado para medir la masa ósea de la falange media del tercer dedo de la mano no dominante29. Este densitómetro (Accudex,) ha demostrado tener una alta precisión30 y buena correlación con las mediciones obtenidas con periféricos de adioabsorciometría de la mano y antebrazo (r>0.90). La correlación con la DMO de cadera y columna lumbar es moderada (r entre 0.5 y 0.6)27, 31. Con este densitómetro, como ocurre con otros periféricos, se ha observado escasa concordancia con la Tscore, por lo que diversos autores sugieren usar un corte diagnóstico de osteoporosis distinto del - 2.5 de la definición de la OMS32, 34. Ibañez y col. han evaluado la correlación entre la DMO de falange, utilizando el densitómetro periférico Accudexa (CDA), y la obtenida en cadera y columna lumbar con el densitómetro Hologic (DXA), describiendo que es el mejor punto de corte del densitómetro digital para uso diagnóstico en -1 DS (Sensibilidad 70.4; Especificidad 73.2). Otros autores sugieren puntos de corte de -1.616, como tamizaje, el intervalo T-score -0.5 a -1.9 DS. El densitómetro de falange Accudexa, demostró un ahorro del 55% de las DXA de cadera y columna.

El valor de densidad ósea de falanges o de metacarpianos tiene el inconveniente de dar una medición fundamentalmente cortical, mientras que la pérdida de hueso trabecular es más frecuente en todos los tipos de osteoporosis. La medición en carpo y epífisis de radio contiene entre un 50 y un 75% de hueso trabecular.

El densitómetro de falange, CDA, ha demostrado ser predictivo de fractura vertebral32, 33 y de cadera34, 35. Varios estudios han probado el valor predictivo de fracturas vertebrales de la radioabsorciometría simple (RA), la radioabsorciometría doble (SXA) de radio o de talón y los ultrasonidos de calcáneo26, 36.

Se puede resumir que los densitómetros periféricos son rápidos, seguros, fiables y económicos. En un estudio realizado por Belmonte y col.21 en 169 sujetos, se ha comparado la RXA con la densitometría estándar medida mediante sistema Lunar®. El coeficiente de correlación de Pearson osciló de R= 0.581 a 0.597 según se muestra en la Tabla 7. Este valor no fue muy distinto del hallado para DXA respecto al AccuDXA comercial de falange, con R de 0.528 para columna lumbar y 0.645 para cadera.

Cabe destacar que la correlación de la DMO en las tres localizaciones estudiadas por RXA (falange medial, proximal y MC) fue muy elevada, con valores de R entre 0.736 y 0.855. La correlación entre DXA lumbar y de cadera también fue alta, con R=0.73020 (Tabla 7).

De acuerdo a los datos obtenidos en el presente estudio, la prueba tiene una buena sensibilidad para la detección de normalidad en la población general, pero cuando se analiza la distribución por edades, se encuentra que posee una baja sensibilidad en pacientes menores de 55 años, en comparación con la buena sensibilidad alcanzada en pacientes de mayor edad. La especificidad para esta prueba en cambio, se encuentra relativamente baja tanto en el diagnóstico de osteopenia y osteoporosis para la población general, como en la distribución por edades. Estos datos coinciden con los de otros autores, cuando encuentran que la correlación existente entre la DMO de cadera y columna24 no es superior a la hallada entre cualquiera de estas localizaciones con los densitómetros periféricos, los cuales tienen una precisión del 0.67% y una seguridad del 4.1%.

Tabla 7. Correlaciones entre los distintos métodos de medición de masa ósea utilizados.

| RXA | R | R2 | N |
|---|---|---|---|
| BMD Medial - Proximal | 0,855 | 0,731 | 192 |
| BMD Medial – Metacarpiano | 0,736 | 0,542 | 192 |
| BMD Proximal – Metacarpiano | 0.819 | 0,671 | 192 |
| | | | |
| ACCUDEXA | R | R2 | |
| BMD Medial - AccuDXA | 0,701 | 0,492 | 86 |
| BMD Proximal - AccuDXA | 0,762 | 0,580 | 86 |
| BMD Metacarpiano – AccuDXA | 0,672 | 0,451 | 86 |
| | | | |
| DXA LUNAR | R | R2 | |
| DXA Lumbar -DXA Cadera | 0,730 | 0,533 | 169 |
| DXA Lumbar -AccuDXA | 0,528 | 0,279 | 86 |
| DXA Cadera –AccuDXA | 0,645 | 0,416 | 86 |
| | | | |
| RXA-DXA | R | R2 | |
| BMD Medial - DXA Cadera | 0,573 | 0,328 | 169 |
| BMD Proximal - DXA Cadera | 0,595 | 0,354 | 169 |
| BMD Metacarpiano - DXA Cadera | 0,581 | 0,338 | 169 |
| BMD Medial - DXA Lumbar | 0,582 | 0,338 | 172 |
| BMD Proximal - DXA Lumbar | 0,597 | 0,356 | 172 |
| BMD Metacarpiano - DXA Lumbar | 0,524 | 0,274 | 172 |

Los pacientes diagnosticados con osteoporosis en cadera, según los criterios de la OMS tampoco coinciden con los diagnosticados con osteoporosis en columna lumbar, con el mismo densitómetro. Es conocido que entre mujeres de edad superior a 70 años, es más frecuente la osteoporosis en cadera, mientras que en edades cercanas a la menopausia es más frecuente la osteoporosis en columna37.

En un estudio realizado por Wasnich38 para evaluar la DMO con una p-DXA y Absorciometría de RX (RA) y riesgo de fractura, demuestra que la sensibilidad y especificidad es mayor con el DXA periférico, que este riesgo aumenta con la edad y que estos métodos podrían servir como métodos de tamizaje. En otro estudio de casos y controles Ohtsuka y col39 en 199 mujeres posmenopáusicas, midiendo DMO con el accuDXA y riesgo de fractura vertebral, encuentra que la razón de probabilidad (odds ratios) es de 1.5 (1.0 -2.1) identificando las mujeres con riesgo de factura, pero que no es útil cuando tienen establecido un proceso osteoartrítico ($p<0.68$). Por tanto, a mayor edad, la densitometría periférica es útil como prueba diagnóstica y podría determinar el riesgo de fractura. El presente estudio al comparar con el DXA mejoran tanto la sensibilidad como la especificidad y los valores predictivos con el aumento de la edad, la cual, a su vez también depende de la prevalencía de la enfermedad.

Al comparar diferentes métodos periféricos Boonen y col. 40 realizan un estudio comparativo entre la absorciometría por RX (RA), radiogrametría digital por RX (DXR) en falange y ultrasonido cuantitativo de calcáneo (QUS) en 221 mujeres posmenopáusicas blancas entre 50 y 75 años. La sensibilidad para identificar osteoporosis con el QUS fue del 67.6% CI del 95%, (50.2-82.0%), con el DXR fue del 76.9% (95% CI, 60.7-88.8%) y el RA 82.9% (95% CI, 67.9- 92.8%). El Valor predictivo negativo (VPN) de las que no tenían osteoporosis fue de 90% para QUS, 94% para ambos DRX y RA. Estos datos sugieren que tanto el DXR como el RA de falange pueden ser tan efectivos como el ultrasonido de calcáneo en detectar osteoporosis en mujeres de riesgo. El presente estudio al comparar el p-DXA muestra una sensibilidad en el diagnóstico de osteoporosis en la población general del 45% y un VPN de 69.0%. En un estudio en nuestro medio, Ochoa y col.41 compararon el DXA con ultrasonido de falange en 217 mujeres entre 30 y 83 años. El tscore mostró que el 30% presentaban osteoporosis y en el QUS de falange, 24.4%, sensibilidad del 90% y especificidad del 70%, con VPN del 70%, demostrando las bondades de este método, útil para tamizaje, y de bajo costo. Drake y col.42 utilizando una comparación de métodos DXA, accuDexa, y ultrasonido en antebrazo, muñeca y falange, para evaluar la respuesta a un año recibiendo alendronato en dosis de 80 mg. demuestran ($p<0.001$) signi-

ficativamente que las evaluaciones periféricas no son útiles en el seguimiento terapéutico y confirman la evaluación de la respuesta del DMO en el tiempo.

En este sentido se está de acuerdo con que el análisis por ultrasonido evalúa un parámetro como la calidad del hueso y los métodos radiológicos cuantifican el estado de mineralización43. Se considera que la p-DXA es una prueba que, comparada con la prueba de oro (DXA) tiene una sensibilidad y especificidad disminuidas en la evaluación de la DMO; sin embargo, dichos valores aumentan en el caso de mujeres de mayor edad, por lo cual podría considerarse como una prueba de tamizaje para el diagnóstico de osteoporosis en mujeres posmenopáusicas de 55 años y más. Se recomienda, como fue aceptado en el Consenso Colombiano de Osteoporosis44, la evaluación de pacientes perimenopáusicas y posmenopáusicas con factores de riesgo, se debe continuar con la utilización de la densitometría central por debajo de los 60 años y obligatoria cada dos años en mujeres de 60 años. Sin embargo, podría recomendarse la utilización de la densitometría periférica como prueba de tamizaje en pacientes por encima de 55 años.

## Referencias


1. Barret-Connor E. Epidemiology and the menopause: a global overview. Int J fertil 1993; 38 (suppl): 6-14.
2. World Health Organization (WHO). Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. WHO technical report. 1994; serie 843.
3. Watts NB. Osteoporosis Methods to prevent fractures in patients at high risk. 1994; 95: 73-88.
4. Eriksen EF, Mosekilde L, Melsen F. Trabecular bone resorption depth decreases with age: Differences between normal males and females. Bone 1985; 6: 141-146. 113 UTILIDAD DE LA DENSITOMETRÍA DE DOBLE FOTÓN (DXA) VS. DENSITOMETRÍA PERIFÉRICA (P-DXA). . . VILLANUEVA NIDIA FERNANDA, FRANCO AYALA DEYANIRA, ONATRA WILLIAM H., VILLEGAS JUAN GUILLERMO, CASTRO JAIR
5. Krall EA, Dawson-Hughes B. Smoking and bone loss among postmenopausal women. J Bone mineral Res 1991; 6: 331-338.
6. Park KH, Song CH. Bone mineral density in premenopausal anovulatory women. J Obstet Gynecol 1995; 21: 89-97.
7. Chiappe de Vills ML. Demografía actual, aspectos sociales y nutricionales. Demografía actual: Proyecciones sobre la menopausia y el climaterio en Colombia. DANE, Bogotá, 1994.
8. Ardila E, Mautalen CA. Osteoporosis en Iberoamérica. Vesalius Arte y Ciencia Ltda.. Bogotá, Colombia. 2000.
9. Yabur JA. Epidemiología de la menopausia. Una visión global. Clínica médica H.C.C. 1993; 1: 63-77.
10. Bachman DM, Levis RS, Crewson PE. Comparison of heel ultrasound and ringer DXA to central DXA in the detection of osteoporosis. Implications for patients management. J Clin Densitom 2002.
11. Ragi Eis S. Densitometría ósea: características y aplicaciones clínicas. Boletín Informativo de Osteología. 2002; 1: 2-7.
12. Umaña DL, Castillo M, Bacón GM. Ultrasonido de calcáneo en el diagnóstico de la osteoporosis posmenopáusica. Controversias en Ginecología y Obstetricia 2002; 782-789.
13. Nottestad SY, Baumel JJ, Kimmel DB, Recker RR, Heaney RP. The proportion of trabecular bone in human vertebrae. J Bone Miner Res 1987; 2: 221-229.
14. Steven R, Cummings DB, Black DM. Clinical use of bone densitometry: Scientific review. JAMA 2002; 15: 1889- 897.
15. McClung MR. Clinical Utility of Bone Density Testing. Menopause Management 2000; 9: 6-12.
16. Nachtigal LE. Clinical mangement of the menopause. Sydney, Australia: Mc Graw Hill. 1996; 86-105.
17. Meunier PJ. Prevention of hip fractures. Am J Med 1993; 95: 75-76.
18. Ruiz AM, Morillo LE. Epidemiología Clínica. Editorial Médica Panamericana. Bogotá. Colombia. 2004.
19. Guerrero R, Gonzalez CL, Medina E. Epidemiología. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana Willmington. USA. 1986.
20. Declaración de Helsinki. Adoptada en la LII Asamblea General de la Asociación Médica Mundial, Edimburgo. Escocia. Octubre 2000.
21. Belmonte MA, Sotoca JM, Valero S, Domingo A, Doménech S. Validación de una nueva técnica densitométrica por radioabsorciometría de fotón único de falange: estudio de fiabilidad y reproducibilidad IV Congreso Nacional de Informática de la Salud Madrid, 2001.
22. Ibáñez R. Técnicas de medida de densidad de masa ósea. Anales Sistema Sanitario de Navarra. España 2001; 34-40.
23. Pacifici R, Rupich R, Griffin M, Chines A, Susman N, Avioli LV. Dual energy radiography versus quantitative computer tomography for the diagnosis of osteoporosis. J Clin Endocrinol Metabol 1990; 70: 705-710.

24. Gulam M, Trotón MM, Hodsman AB, Holdsworth DW. Bone Mineral Measurement of Phalanges: comparison of Radiographic Absorptiometry and Area Dual X-ray Absorptiometry Radiology. 2000; 216: 586- 591.
25. Cosman F, Herrington B, Himmelstein S, Lindsay R. Radiographic absorciometry: a simple method for determination of bone mass. Osteoporosis Int 1991; 2: 34-38.
26. Yamada M, Ito M, Hayashi K, Ohki M, Nakamura T. Dual energy X-ray absorptiometry of the calcaneus: comparison with other techniques to assess bone density and value in predicting risk of spine fracture. Am J Roentgenol 1994; 163: 1435-1440.
27. Fiter J, Nolla JM, Gomez Vaquero C, Martinez Aguilá D, Valverde J, Roig D. A comparative study of Computed Digital Densitometry and Conventional Dual- Energy X-ray absorciometry in postmenopausal women. Osteoporosis Int 2001; 12: 565-569.
28. Yates AJ, Ross PD, Lydick E, Epstein RS. Radiographic absorptiometry in the diagnosis of osteoporosis. Am J Med 1995; 98 (Suppl 2ª): 41-46.
29. Ross PD. Radiographic absorciometry for measuring bone mass. Osteoporosis Int 1997; 7 (Suppl 3): 103-107.
30. Bouxsein ML, Michaeli DA, Plass DB, Schick DA, Melton ME. Precision and accuracy of computed digital absortiometry for assessment of bone density of the hand. Osteoporosis Int 1997; 7: 444-449.
31. Michaelis DA, Mirshahi A, Singer J, Rapa FG, Plass DB, Bouxsein ML. A new X-Ray based osteoporosis screening tool provides accurate and precise assessment of phalanx bone mineral content. J Clin Densitometry 1998; 2: 23-30.
32. Wasnick RD, Davis JW, Knowlton W. Association between phalangeal BMD and vertebral fractures among post-menopausal women. J Bone Miner Res 1999; 14 (Suppl 1): 200-201.
33. Ohtska M, Michaelis D, Wasnich RD. Relationship between phalangeal bone density and risk of vertebral fracture. J Clin Densitometry 2002, 5: 1-5.
34. Bouxsein ML, Palermo L, Young C, Black DM. Digital x-ray radiogrammetry predicts hip, wrist and vertebral fracture risk in elderly women: a prospective analysis form the study of osteoporotic fractures. Osteoporosis Int 2002; 13: 358- 65.
35. Mussolino ME, Looker AC, Madams J, Edelstein D, Walker R, Lydick E et al. Phalangeal bone density and hip fracture risk. Arch Intern Med 1997; 157: 433-438.
36. Mulder J, Michaeli D, Flaster E, Siris E. Comparison of bone mineral density of the phalanges, lumbar spine, hip and forearm for assessment of osteoporosis in postmenopausal women. J Clin Densitometry 2000; 3: 373-381.
37. Villegas JG, Onatra W, Sanchez J, Posso JH, Diaz I. Densidad Mineral Ósea medida por densitometría dual de RX en mujeres climatéricas de Bogotá. Rev Col de Menopausia 1995; 1: 30-35.
38. Wasnich RD. Perspective on fracture risk and phalangeal bone mineral density. J Clin Densitom 1998; 1: 259-268. 39.
39. Ohtsuka M, Michaeli D, Wasnich RD. Relationship between phalangeal bone density and risk of vertebral fracture. Clin Densitom 2002; 5: 11-15.
40. Boonen S, Nijs J, Borghs H, Peeters H, Vanderschueren D, Luyten FP. Identifying postmenopausal women with osteoporosis by calcaneal ultrasound, metacarpal digital X-ray radiogrammetry and phalangeal radiographic absorptiometry: a comparative study. Osteoporos Int 2005; 16: 93-100.
41. Ochoa FL, Molina JF, Sánchez F, Alvarez RO, Molina J, Castañeda A, Naranjo C. Ultrasonografía de falange o densitometría Axial: estudio comparativo en una población latinoamericana. Acta Médica Col 2000; 5: 1306.
42. Drake WM, Brown JP, Banville C, Kendler DL. Use of phalangeal bone mineral density and multi-site speed of sound conduction to monitor therapy with alendronate in postmenopausal women. Osteoporos Int 2003; 14: 90-91.
43. Damilakis J, Papadokostakis G, Perisinakis K, Hadjipavlou A, Gourtsoyiannis N.Can: radial bone mineral density and quantitative ultrasound measurements reduce the number of women who need axial density skeletal assessment? Osteoporos Int 2003; 2: 1-40.
44. Ardila E y col. Consenso de Osteoporosis. Rev Col Osteol Metab Miner 2003; 1-40