

CAPACIDAD PREDICTIVA DE LA DENSITOMETRÍA DE CALCÁNEO EN MUJERES CLIMATÉRICAS

J. QUILES IZQUIERDO^a, F. J. NOHALES ALFONSO^b, J. CASTELLÓ^b,
J.V. CARMONA MORAL^b, J. MÁS RIBAS^c Y A.M. FULLANA MONTORO^d

^aSERVICIO DE SALUD INFANTIL Y DE LA MUJER. DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD PÚBLICA. CONSELLERIA DE SANITAT. GENERALITAT VALENCIANA. VALENCIA. ESPAÑA.

^bSERVICIO DE GINECOLOGÍA. HOSPITAL SAN FRANCESC DE BORJA. GANDÍA. VALENCIA. ESPAÑA.

^dPOLICLÍNICA FERSALUD. GANDÍA. VALENCIA. ESPAÑA.

Material y métodos. Estudio de la capacidad predictiva del PIXI Lunar[®] en el calcáneo derecho con respecto al densitómetro DXA-Lunar[®], a través de las mediciones practicadas en 100 mujeres entre 46 y 70 años. La validez y seguridad se ha obtenido mediante la estimación de la sensibilidad, especificidad, precisión y valores predictivos para la categorización de la muestra como osteoporosis (OP) y baja masa ósea (BMO).

Resultados. La precisión estimada para el PIXI como predictor de OP y BMO ha sido del 72,7% (intervalo de confianza [IC] 95%: 62,7-81,0) con referencia a la densitometría de doble energía de rayos X (DXA) de columna y del 73% (IC 95%: 63,0-81,2) y 75% (IC 95%: 65,2-82,9) para la DXA de cadera, respectivamente.

La máxima sensibilidad se observó para la BMO comparada con la DXA de fémur, 93,7% (IC 95%: 81,8-98,4) y la máxima especificidad se obtuvo para OP con respecto a DXA de columna, 75,6% (IC 95%: 64,6-84,1).

Conclusiones. La categorización realizada con el PIXI de calcáneo se corresponde mejor a la DXA de fémur. Su uso puede servir para clasificar una población según su densidad mineral ósea.

PALABRAS CLAVE: osteoporosis, densitometría axial, densitometría periférica.

Material and methods. We conducted a study of the predictive capacity of PIXI Lunar[®] in the right calcaneus with respect to DXA-Lunar[®] densitometry through measurements carried out in 100 women between 46 and 70 years of age. Validity and safety were assessed by measuring the sensitivity, specificity, accuracy, and predictive values for the classification of the sample as osteoporosis (OP) and low bone mass (LBM).

Results. The estimated accuracy of PIXI as a predictor of OP and LBM was 72.7% (95% CI: 62.7-81.0) with respect to spinal DXA and 73% (95% CI: 63.0-81.2) and 75% (95% CI: 65.2-82.9), respectively for hip DXA.

The maximum sensitivity was observed for LBM as compared to DXA of the femur, 93.7% (95% CI:81.8-98.4) and the maximum specificity was obtained for OP with respect to spinal DXA, 75.6% (95% CI: 64.6-84.1).

Conclusions. Classification using PIXI of the calcaneus corresponds best to DXA of the femur. PIXI can be used to classify a population according to its bone mineral density.

KEY WORDS: osteoporosis, axial densitometry, peripheral densitometry.

INTRODUCCIÓN

La osteoporosis (OP) fue definida como una «enfermedad ósea metabólica caracterizada por la disminución de la masa ósea y el deterioro de la microarquitectura del tejido óseo, que provocan un incremento de la fragilidad ósea y, como consecuencia, un aumento del riesgo de fractura», por el grupo de expertos en OP del *Consensus Development* de Hong Kong en 1993¹. En el año 2001, la conferencia de consenso de los *National Institutes of Health* (NIH) de los EE.UU. la definen como una «enfermedad esquelética caracterizada por una resistencia ósea comprometida que aumenta el riesgo de fractura»². La resis-

tenencia ósea, punto crítico de esta definición, integra el componente cuantitativo de la densidad mineral ósea (DMO) junto a la calidad del hueso, en la que intervienen tanto el tamaño o longitud del hueso como la actividad del remodelado, la mineralización secundaria, el estado de los enlaces de colágeno, la porosidad cortical, la pérdida de conectividad trabecular, etc.

Desde finales de los años ochenta existe un interés creciente por el uso de la densitometría ósea. La densitometría ósea incluye un conjunto de técnicas no invasivas que miden la masa ósea en diferentes zonas del esqueleto. Las denominadas centrales o axiales, referidas a la cadera (fémur) o columna lumbar, y las periféricas (antebrazo, falange, calcáneo y otras), pudiendo utilizar radiaciones ionizantes o no ionizantes. Las técnicas ionizantes como los rayos X son la base de la radiogrametría y la foto densitometría (ya obsoleta), la densitometría radiológica simple (SXA), la densitometría radiológica de doble energía (DXA) y la tomografía computariza-

da cuantitativa (TAC). Otras técnicas que no utilizan radiaciones ionizantes para medir la masa ósea son los ultrasonidos y la resonancia magnética (que incluye la tomografía por resonancia magnética y la resonancia magnética cuantitativa).

En la actualidad existe un amplio consenso acerca de que la DXA es la mejor técnica para evaluar el estado de la DMO, sin embargo existen pocas guías con respecto a las indicaciones de uso en poblaciones diferentes a las mujeres postmenopáusicas³. La *International Osteoporosis Foundation*⁴ la considera el patrón oro para el diagnóstico. La técnica consiste en la medición de la atenuación que los tejidos y el hueso ejercen sobre un flujo de fotones X producidos por un tubo de rayos X emitidos sucesivamente a dos energías de 70 y 120 keV. La medición de la DMO de una zona determinada es la mejor forma de predecir el riesgo de fractura en esa región concreta^{5,6}. El gran problema de las DXA centrales radica en su coste y en la necesidad de un espacio físico amplio, lo cual las hace

Correspondencia: J. Quiles Izquierdo.
Servicio de Salud Infantil y de la Mujer. Dirección General de Salud Pública. Conselleria de Sanitat. Generalitat Valenciana.
C/ Micer Mascó 31-33.
46010 Valencia. España.
Correo electrónico: quiles_joa@gva.es

poco viables para realizar grandes estudios poblacionales. Las DXA periféricas suponen una alternativa en este aspecto, dado que son relativamente baratas, pueden transportarse y sus resultados pueden ser un buen indicador para determinar el riesgo de fracturas, así como para evaluar la evolución de la enfermedad y la respuesta al tratamiento⁷⁻¹⁰.

Presentamos un estudio que compara los resultados de la DXA periférica (PIXI-calcáneo) y la DXA central, tanto en columna lumbar como en fémur, dentro del estudio poblacional Osteosafor¹¹ y tiene como finalidad valorar la fiabilidad de estas determinaciones para establecer la clasificación de la DMO.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado los datos correspondientes a 100 mujeres escogidas aleatoriamente (submuestra) entre las participantes del estudio Osteosafor. Osteosafor es un estudio de base poblacional para conocer prevalencia de baja masa ósea (BMO) y factores asociados, realizado con 822 mujeres del Departamento sanitario 11 de la Comunidad Valenciana. A todas las mujeres del estudio se les había practicado una densitometría periférica en calcáneo derecho con densitómetro PIXI-Lunar[®] y fueron clasificadas por su DMO en tres categorías, según el valor *T-score*: normalidad (N) cuando este valor *T-score* > -0,6; osteopenia (OPN) cuando el valor *T-score* fue entre -0,6 y -1,6; y, OP cuando el *T-score* fue menor de -1,6.

A las mujeres de la submuestra, aleatoriamente seleccionada, se les practicó además una densitometría ósea de columna y cadera con DXA-Lunar[®] (DPXMD7179). Para la clasificación según el estado de la DMO por los resultados del DXA axial, se siguieron las categorías establecidas por la Organización Mundial de la Salud¹². Así, para el DXA central en las dos localizaciones, se consideraron los siguientes valores de clasificación: valores de DMO menores de -2,5 desviaciones estándar (DE) del valor medio de la población adulta joven (*T-score*); con OP cifras entre -2,5 y -1 DE de la media de mujeres adultas jóvenes sanas y se consideró normalidad todo valor de DMO por encima de -1 DE respecto a la

media. Únicamente hubo una mujer en la que no pudo determinarse adecuadamente la DMO ni clasificarla según el *T-score* en función de los resultados de la DXA de columna lumbar.

A fin de medir la validez y la seguridad del uso de la clasificación, según la DMO y puntos de corte utilizados, se han comparado la categorización resultante observada mediante medición del calcáneo derecho con las realizadas utilizando el DXA de columna lumbar y el DXA de cadera o fémur, considerados en nuestro estudio como patrón oro.

Los análisis se han realizado contemplando por una parte la categorización no OP (N+OPN) frente a OP y por otra la clasificación dicotómica entre normalidad (N) y BMO (OPN+OP).

El análisis de la validez se ha obtenido calculando los valores de sensibilidad y especificidad. La sensibilidad es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo «osteoporótico» o con «BMO», esto es, la capacidad de la prueba para detectar la situación objeto del estudio. Obedece a la solución en una tabla 2 × 2 de la siguiente relación: sensibilidad (S) = verdaderos positivos (VP)/[VP + falsos negativos (FN)]. La especificidad es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo como sano (no OP, no BMO), es decir, la capacidad de la prueba para detectar sujetos sin la condición de estudio. Se conoce resolviendo en una tabla 2 × 2 la siguiente fracción: especificidad (E) = verdaderos negativos (VN)/[VN + falsos positivos (FP)]¹³.

La seguridad de la prueba, que atiende a cuestionarse delante un resultado positivo (OP o BMO) del PIXI, y determina cuál sería la probabilidad de que el paciente presente dicha clasificación por el DXA axial, se ha estudiado a través de los valores predictivos. El valor predictivo positivo es la probabilidad de presentar OP o BMO de verdad si el PIXI así lo ha clasificado. Se ha calculado mediante la siguiente relación: valor predictivo positivo (VPP) = VP/(VP+FP). El valor predictivo negativo es la probabilidad de que un sujeto con un resultado negativo en el PIXI se clasifique como no OP o no BMO por la DXA. Para su cálculo se ha empleado la siguiente fórmula: valor predictivo ne-

gativo (VPN) = VN/(FN+VN)¹⁴.

Cuando nos referimos a precisión lo hacemos significando qué proporción de todos los resultados (clasificaciones según PIXI) han coincidido con la clasificación «patrón» (DXA axial). Se calcula mediante la siguiente fracción: precisión = (VP + VN)/(total de resultados).

A fin de observar el grado de variabilidad entre la clasificación realizada por ambos instrumentos se ha procedido al cálculo del índice kappa¹⁵ y el índice kappa ponderado¹⁶ para las clasificaciones en dos [N frente a BMO; no OP frente a OP] y tres categorías [N, OPN y OP], respectivamente.

Además se ha calculado para todos los estimadores sus correspondientes intervalos de confianza al 95% (IC 95%).

RESULTADOS

Se estudiaron las determinaciones de DMO y clasificaciones según la misma de 100 mujeres climatéricas (99 para DXA de columna). La media de edad del grupo fue de 58,8 años (DE= 6,8) y los valores extremos de 46 y 70 años.

En la tabla 1 se observa la distribución de las mujeres en las distintas categorías de clasificación en función de la DMO calculada según tipo de densitómetro y localización de la medición efectuada.

La prevalencia de OP calculada mediante DXA de cadera fue menor (6%) que la estimada por PIXI de calcáneo (31%). Cuando se considera BMO, las diferencias entre las estimaciones disminuyen (48% para DXA de cadera, 62% para DXA columna y 67% para PIX de calcáneo).

GRADO DE VARIABILIDAD ENTRE LAS OBSERVACIONES

En la tabla 2 se expone el número de observaciones coincidentes según las clasificaciones realizadas con las determinaciones del PIXI de calcáneo y la DXA de columna y cadera.

Entre PIXI y DXA de columna los resultados coincidieron en la clasificación de normalidad para 22 mujeres, de osteopenia en 18 y de OP en 10 efectivos. El índice kappa de Cohen fue de 0,25 con un IC

Tabla 1

Distribución de mujeres estudiadas según la clasificación determinada por su densidad mineral ósea en la utilización de los distintos densitómetros

	DXA columna			DXA cadera			PIXI calcáneo		
	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%	n	%	IC 95%
Osteoporosis	17	17,2	10,3-26,1	6	6,0	2,2-12,6	31	31,0	22,1-41,0
Osteopenia	44	44,4	34,5-54,8	42	42,0	32,2-52,3	36	36,0	26,6-46,2
Normal	38	38,4	28,8-48,7	52	52,0	41,8-62,1	33	33,0	23,9 -43,1
Total	99	100		100	100		100	100	

IC 95%: intervalo de confianza al 95%; DXA: densitometría radiológica de doble energía; PIXI: densitómetro periférico.

95%: 0,09-0,40, estimándose un kappa con ponderación cuadrática de 0,45. Entre PIXI y DXA en tercio proximal de fémur (cadera) se comprobó que coincidían las observaciones de normalidad para 30 mujeres, de osteopenia en 18 y de OP en 5 efectivos. El índice kappa de Cohen fue de 0,24 con un IC 95%: 0,09 – 0,40, estimándose un kappa con ponderación cuadrática de 0,53. En la tabla 3, se exponen los valores de los índices kappa para las clasificaciones realizadas con distintos instrumentos.

VALIDEZ Y SEGURIDAD DEL INSTRUMENTO DE MEDIDA PARA LA CLASIFICACIÓN

Los valores del estudio de validez y sus IC 95% para la utilización del instrumento para clasificar a los sujetos como BMO frente a N, tomando como referente las DXA de columna y cadera se encuentran expuestos en la tabla 4.

Con respecto al uso del PIXI como discriminador de BMO encontramos una precisión del 73% si establecemos como patrón la DXA de columna y del 75% cuando utilizamos como patrón la DXA de cadera. La sensibilidad estimada fue mayor si comparamos la clasificación obtenida por DXA de cadera (94%) que respecto de cuando lo hacemos con referencia a la de columna (82%). La especificidad observada fue semejante para ambos referentes, 57,7% y 57,9% respectivamente.

El valor predictivo positivo observado fue mayor para la predicción de BMO en referencia al DXA de columna (76%) con respecto a la comparación con la DXA de cadera (67,2%). La probabilidad de que una mujer con resultado negativo (N) se

Tabla 2
Observaciones coincidentes entre PIXI calcáneo y DXA columna /cadera

PIXI	DXA COLUMNA			
	Normalidad	Osteopenia	Osteoporosis	TOTAL
N	22	10	1	33
OPN	12	18	6	36
OP	4	16	10	30
TOTAL	38	44	17	99

PIXI	DXA CADERA			
	Normalidad	Osteopenia	Osteoporosis	TOTAL
N	30	3	0	33
OPN	20	15	1	36
OP	2	24	5	31
TOTAL	52	42	6	100

N: normalidad; OPN: osteopenia; OP: osteoporosis.

encuentre realmente normal según DXA de cadera fue del 91%.

Las estimaciones del estudio de validez para la utilización del instrumento para clasificar a los sujetos como OP frente a no OP, tomando como referente las DXA de columna y cadera se encuentran expuestas en la tabla 5.

En cuanto al uso de los resultados del PIXI en calcáneo, como discriminador de OP, no se observan diferencias entre las precisiones estimadas para DXA de columna y de cadera.

La sensibilidad estimada para el PIXI fue mayor cuando se utilizó como patrón la DXA de cadera (83,3%), mientras que los datos de especificidad fueron al comparar con los dos estándares de 75,6% para DXA de columna y del 72,34%, para DXA de cadera.

El valor predictivo positivo observado fue mayor en referencia al DXA de columna

(33%) que para la discriminación de OP en cadera (16%). La probabilidad de que una mujer con resultado negativo (no OP) esté clasificada en esta categoría con DXA de columna y cadera fue del 90% y del 98,5%, respectivamente.

DISCUSIÓN

La OP es una patología de relevancia en salud pública, tanto por la prevalencia del proceso como por las implicaciones derivadas de la aparición de fracturas que pueden conducir a incapacidad, invalidez y un aumento de la mortalidad. El diagnóstico de OP debe guardar relación con el aumento del riesgo de fractura, y está basado en la valoración de la DMO en el fémur proximal mediante DXA, ya que esta medida es el patrón de referencia en términos de localización, y es la que presenta el mayor

Tabla 3
Índices kappa para las clasificaciones realizadas por distintos instrumentos

	Índice kappa	IC 95%
PIXI calcáneo/DXA columna		
3 categorías: N-OPN-OP	0,25	0,09-0,40
2 categorías: N-BMO	0,41	0,22-0,60
2 categorías: No OP-OP	0,48	0,29-0,68
PIXI calcáneo/DXA cadera		
3 categorías: N-OPN-OP	0,24	0,09-0,39
2 categorías: N-BMO	0,51	0,33-0,68
2 categorías: No OP-OP	0,19	0,00-0,48

N: normalidad; OPN: osteopenia; OP: osteoporosis; BMO: baja masa ósea.

Tabla 4
Estudio de validez para la clasificación realizada mediante PIXI de calcáneo como discriminador de baja masa ósea, con respecto a DXA de columna y cadera

	DXA columna		DXA cadera	
	%	IC 95%	%	IC 95%
Precisión	72,73	62,7-80,97	75	65,2-82,88
Sensibilidad	81,97	69,6-90,2	93,75	81,79-98,37
Especificidad	57,89	40,94-73,28	57,69	43,26-70,99
Valor predictivo +	75,76	63,38-85,10	67,16	54,49-77,85
Valor predictivo -	66,67	48,10-81,45	90,91	74,53-97,62

Tabla 5
Estudio de validez de la prueba PIXI como discriminador de osteoporosis, con respecto a DXA de columna y cadera

	DXA columna		DXA cadera	
	%	IC 95%	%	IC 95%
Precisión	72,73	62,70-80,97	73	63,04-81,16
Sensibilidad	58,82	33,45-80,57	83,33	36,48-99,92
Especificidad	75,61	64,65-84,13	72,34	62,00-80,83
Valor predictivo +	33,33	17,94-52,86	16,13	6,09-34,47
Valor predictivo -	89,86	79,63-95,48	98,55	91,11-99,92

valor predictivo para la fractura de cadera⁵, aunque no es el único factor responsable de este proceso.

Con respecto a la concordancia obtenida por la clasificación realizada con el PIXI, se ha tomado, por su utilidad, la escala de valoración propuesta por Altman¹⁷, a pesar de su arbitrariedad. Desde este punto de vista, la clasificación en tres categorías (normalidad, osteopenia y OP) presenta una concordancia débil, pero significativa, es decir, las observaciones no han coincidido por casualidad, en su comparación con las DXA de columna y cadera. Cuan-

do se realizó el análisis colapsando categorías (normalidad frente a BMO), la fuerza de la concordancia pasó a ser moderada.

Los datos estimados en el presente estudio describen una precisión de la clasificación por estadios de la masa ósea determinada en el calcáneo mediante PIXI-lunar entre el 73% (DXA columna) y 75% (DXA cadera).

La probabilidad de clasificar adecuadamente una BMO con PIXI de calcáneo en esta muestra se situó entre un 82 y un 94%, para DXA de columna y cadera res-

pectivamente. Mientras que la probabilidad de que una mujer con DMO normal fuera clasificada como tal por este instrumento fue de un 58%. Sin embargo, la probabilidad de presentar una BMO cuando el PIXI así lo refería se estimó entre un 67 y un 76%. De forma complementaria, la probabilidad de que un resultado de normalidad con PIXI de calcáneo se correspondiera con un estado de DMO no BMO con un DXA axial fue del 67 o 91%, en relación con la columna y la cadera, respectivamente. Esta relativa optimización entre la sensibilidad y la especificidad hace que el PIXI sea un instrumento de ayuda en la detección de personas que presentan este factor de riesgo.

Si la validez de clasificación se refiere a la OP (OP frente a no OP), la posibilidad de categorizar a una mujer de la muestra en el grupo de OP, tras la realización del PIXI, cuando realmente la tiene es del 59 y del 83%, respectivamente con DXA de columna y cadera. Y la probabilidad de que una mujer no OP sea clasificada correctamente como tal tras la realización del PIXI está entre el 72% (cadera) y el 76% (columna). La probabilidad de presentar OP, cuando los valores del calcáneo así lo indican está en un 16 y un 33%. De forma complementaria cuando la prueba del calcáneo da como resultado una situación de no OP, la probabilidad será mayor del 90% de que éste sea el resultado en la DXA axial.

Dado que la prevalencia es un factor determinante de los valores predictivos de una prueba, se ha utilizado la razón de verosimilitud o cociente de probabilidades como índice de valoración más independiente de esta condición¹⁸. El cálculo del cociente de probabilidades positivo nos estima que es dos veces más probable que un sujeto con BMO realmente la tenga, y que en el supuesto de la OP, la probabilidad sería alrededor de 2,5 veces mayor.

Diversos estudios han comparado los resultados de los densitómetros periféricos (PIXI) con los centrales (DXA). Las mediciones periféricas han demostrado ser válidas para una correcta determinación de la DMO y del riesgo de fractura, aunque no se consideran apropiadas para realizar el seguimiento del tratamiento¹⁹. Un estudio con determinaciones de la DMO con PIXI sobre talón derecho estimaron para el diag-

nóstico de OP una sensibilidad del 62% y especificidad del 87% cuando compararon con DXA de columna, y del 71 y 85% respectivamente para DXA de cadera. Para resultados de BMO las cifras de sensibilidad y especificidad observadas fueron del 59 y 83% para la columna y de 68 y 87% para la cadera²⁰. Los autores concluyen que la densitometría periférica puede ser utilizada para evaluar el riesgo de fractura en poblaciones con una muy baja o muy alta prevalencia de OP, donde no podría determinarse de otra manera.

Entre las razones que explicarían estas diferencias están que los valores del *T-score* no pueden ser usados de forma intercambiable para el diagnóstico con diferentes aparatos y determinaciones realizadas en diferentes localizaciones²¹. La diferencia observada entre las estimaciones de los valores podría ser debida a los diferentes puntos de corte utilizados en la categorización de la población según su DMO determinada por PIXI; los límites del trabajo citado fueron de $T > -1$ para bajo (N); $T \leq -1$ hasta $T > -1,6$ para medio (OPN) y de $T \leq -1,6$ para alto (OP). Nosotros utilizamos el criterio basado en los valores ofrecidos por la ficha técnica del instrumento, que fueron más estrictos para la normalidad ($T > -0,6$) y más amplios para la clasificación de riesgo medio u OPN ($T \leq -0,6$ a $T > -1,6$).

Con todos estos condicionantes podemos establecer que la densitometría periférica en el calcáneo es válida para realizar estudios poblacionales en los que se requiera la clasificación de una población según su DMO, como la realizada en el estudio Osteosafor, y puede ser útil para determinar su asociación con factores de riesgo, siendo por sus criterios más eficiente en el estu-

dio de la BMO que para la OP. Además esta técnica es sencilla, rápida, barata y transportable y presenta una radiación externa mínima, por lo que el equipo puede ser utilizado en cualquier entorno sin precauciones específicas.

Estudios de seguimiento serían necesarios para establecer la validez de esta técnica con respecto a su capacidad predictora de fracturas osteoporóticas y determinar los puntos de corte más adecuados para la categorización de los individuos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. *Am J Med.* 1993;94:646-50.
2. NIH consensus panel on osteoporosis prevention, diagnosis and therapy. *JAMA.* 2001;285:785-95.
3. Lewiecki EM, Kendler DL, Kiebzak GM, Schmeer P, Prince RL, El-Hajj Fuleihan G, et al. Special report on the official positions of the International Society for Clinical Densitometry. *Osteoporos Int.* 2004;15:779-84.
4. Kanis JA, Glüer CC, for the Committee of Scientific Advisors. International Osteoporosis Foundation. *Osteoporos Int.* 2000;11:192-202.
5. Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ.* 1996;312:1254-9.
6. Kanis JA. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. *Lancet.* 2002;359:1929-36.
7. Varney LF, Parker RA, Vincelette A, Greenspan SL. Classification of osteoporosis and osteopenia in postmenopausal women is dependent on site-specific analysis. *J Clin Densitometry.* 1999;2:275-83.
8. Kullenberg R, Falch JA. Prevalence of osteoporosis using bone mineral measurements at the calcaneus by dual X-ray and laser (DXL). *Osteoporos Int.* 2003;14:823-7.
9. Lochmuller EM, Zeller JB, Kaiser D, Eckstein F, Landgraf J, Putz R, et al. Correlation of femoral and lumbar DXA and calcaneal ultrasound, measured in situ with intact soft tissues, with the in vitro failure loads of the proximal femur. *Osteoporos Int.* 1998;8:591-8.
10. Frost ML, Blake GM, Fogelman I. Can the WHO criteria for diagnosing osteoporosis be applied to calcaneal quantitative ultrasound? *Osteoporos Int.* 2000;11:321-30.
11. Nohales FJ, Quiles J, Castelló J, Carmona JV. Prevalencia de osteoporosis y factores de riesgo asociado en las mujeres climatéricas de La Safor (Valencia). *Prog Obst Ginecol.* 2005;48:1071-119.
12. WHO. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: Technical report series n 843. Geneva: WHO; 1994.
13. Altman DG, Bland JM. Statistics Notes: Diagnostic tests 1: sensitivity and specificity. *BMJ.* 1994;308:1552.
14. Altman DG, Bland JM. Statistics Notes: Diagnostic tests 2: predictive values. *BMJ.* 1994;309:102.
15. López de Ullibarri I, Pita Fernández S. Medidas de concordancia: el índice Kappa. *Cad Aten Primaria.* 1999;6:169-71.
16. Delgado Rodríguez M. Diseños para el estudio de pruebas diagnósticas y factores pronósticos. En: Doménech JM, editor. *Diseño de estudios sanitarios.* Barcelona: Editorial-Gráficas Signo; 2000.
17. Altman DG. *Practical statistics for medical research.* New York: Chapman and Hall; 1991.
18. Pita Fernández S, Pértigas Díaz S. Pruebas diagnósticas. *Cad Aten Primaria.* 2003;10:120-24.
19. Cumming SR, Palermo L, Browner W, Marcus R, Wallace R, Pearson J, et al. Monitoring osteoporosis therapy with bone densitometry-misleading changes and regression to the mean. *JAMA.* 2000;283:1318-21.
20. Williams ED, Daymond J. Evaluation of calcaneus bone densitometry against hip and spine for diagnosis of osteoporosis. *Br J Radiol.* 2003;76:123-8.
21. Faulkner KG, von Stetten E, Millar P. Discordance in patient classification using T scores. *J Clin Densitometry.* 1999;2:343-50.