

Medición de masa ósea por ultrasonidos: valor predictivo y diagnóstico en la osteoporosis

C. MACIÁ PAREJA, I. SERRALTA DAVIA, J A. CERVERA DEVAL y E. MAYORAL AZOFRA

Servicio de Rehabilitación. Hospital General de Elda (Alicante).

Resumen.—*Introducción:* La medición de la densidad de masa ósea mediante absorciometría bifotónica de rayos X (DXA) es el método diagnóstico de referencia de la osteoporosis (OP) por su precisión. En los últimos años se han desarrollado nuevos métodos, como la medición por ultrasonidos (US) cuyas ventajas son la portabilidad, rapidez, bajo coste y ausencia de irradiación.

Los objetivos del trabajo son analizar los valores de masa ósea obtenidos por medición ultrasónica frente a los resultados obtenidos por DXA, así como frente a factores clínicos de riesgo conocidos para establecer el posible valor diagnóstico y/o predictivo de los US en la OP.

Pacientes y métodos: Estudio transversal en el que seleccionamos 30 mujeres postmenopáusicas de edades comprendidas entre los 48 y 77 años para estudio de OP según los criterios de la Fundación Nacional de OP de EEUU. Se realiza a todas ellas un cuestionario evaluador de factores clínicos de riesgo de OP y medición de masa ósea mediante DXA en raquis lumbar y analizador de US de contacto en talón. Los datos obtenidos se analizan con el paquete estadístico SPSS 8.0.

Resultados: Obtenemos una correlación positiva entre los valores de masa ósea obtenidos mediante US y DXA (coeficiente de correlación de Pearson 0,511, $p < 0,005$). En cuanto a su validez como prueba diagnóstica obtenemos una baja sensibilidad (61,5%) y una alta especificidad (88,2%) para el diagnóstico de OP, pero estos valores cambian, aumentando la sensibilidad al 84,6% si hablamos de detección de baja masa ósea. En este estudio el único factor de riesgo estadísticamente significativo de OP es el diagnóstico por US ($p < 0,01$).

Conclusiones: El diagnóstico de OP mediante US tiene un alto índice de falsos negativos, no sustituyendo actualmente a la técnica de DXA. Sin embargo la medición ultrasónica puede ser utilizada como herramienta de *screening* para detectar baja masa ósea, y de esta forma localizar personas con riesgo de OP que se beneficiarían de un estudio más amplio. El diagnóstico mediante US presenta un valor predictivo mayor de OP que la presencia de factores clínicos de riesgo.

Palabras clave: *Osteoporosis Diagnóstico. Ultrasonidos*

BONE MASS MEASUREMENT BY ULTRASOUND: PREDICTIVE AND DIAGNOSTIC VALUE IN OSTEOPOROSIS

Summary.—*Introduction:* The measurement of bone mass density by X Ray biphotonic absorptiometry (DEXA) is the diagnostic method of reference of osteoporosis (OP) due to its accuracy. In recent years, new methods have been developed, as measurement by ultrasound (US) whose advantages are its ease of movement, fastness, low cost and absence of radiation.

The objectives of this study are to analyze bone mass values obtained by ultrasound measurement compared to the results obtained by DEXA as well as compared to the clinical factors of known risk to establish the possible diagnostic and/or predictive value of the US in OP.

Patients and methods: This is a cross-over study in which we selected 30 postmenopausal women whose ages ranged from 48 to 77 years for study of OP according to the criteria of the National Foundation of OP in USA. A questionnaire that evaluated the clinical factors of OP risk and bone mass measurement by DEXA in lumbar spine and US analyzer of contact in the heel were performed in all of them. The data obtained are analyzed with the statistical program SPSS 8.0.

Results: We obtained a positive correlation between bone mass values obtained by US and DEXA (Pearson correlation coefficient 0.511, $p < 0.005$). In regards to its validity as a diagnostic test, we obtained low sensitivity (61.5%) and high specificity (88.2%) for the diagnosis of OP, but these values change, sensitivity increasing to 84.6% if we speak about detection of low bone mass. In this study, the only statistically significant risk factor of OP is the diagnosis by US ($p < 0.01$).

Conclusions: OP diagnosis by US has a high index of false negatives, and does not presently substitute the DEXA technique. However, ultrasound measurement can be used as a *screening* tool to detect low bone mass and thus locate persons with OP risk who would benefit from a larger study. Diagnosis by US presents a greater predictive value of OP than the presence of clinical factors of risk.

Key words: *Osteoporosis. Diagnosis. Ultrasounds*

INTRODUCCIÓN

La osteoporosis (OP) es una enfermedad caracterizada por una baja masa ósea y el deterioro estructural del tejido esquelético, lo que conlleva un aumento de la fragilidad ósea y del riesgo de fracturas¹.

La incidencia de estas fracturas aumenta con la edad y es más elevada en mujeres, especialmente tras la menopausia. Ocasionalmente ocasionan una importante morbi-mortalidad y un altísimo coste sociosanitario. En nuestro país la OP es responsable de gran parte de las más de 33.000 fracturas de cadera que se producen cada año, generando una factura de unos 200 millones de euros anuales².

Para su prevención es importante la detección precoz de personas de riesgo. La baja masa ósea es su principal determinante y en ella se basa la definición operativa de OP de la Organización Mundial de la Salud (OMS): como diagnóstico de OP se acepta un valor de Densidad Mineral Ósea (DMO) mayor de 2,5 Desviaciones Estándar (DE) por debajo de la media de un adulto joven T-score³.

La medición de la DMO mediante la absorciometría bifotónica de rayos X (DXA), en columna vertebral y cadera, es el método diagnóstico de referencia debido a su alta precisión⁴.

Recientemente se han desarrollado nuevos aparatos de densitometría periférica como es el caso de los ultrasonidos (US) cuantitativos en talón. Las técnicas de US fueron propuestas para evaluar las características del esqueleto humano a partir de los años 80⁵. Además de la masa o densidad ósea pueden dar cierta información concerniente a la estructura ósea⁴⁻⁷. Sus ventajas son la portabilidad, bajo coste y una medición rápida y sencilla no irradiante⁵⁻⁹. Su utilidad vendría dada por el incremento del diagnóstico de OP y la prevención de riesgo de fractura en la comunidad⁹.

Los objetivos del trabajo son analizar la correlación de valores de masa ósea obtenidos mediante US en talón y DXA en raquis lumbar así como el valor diagnóstico de los US frente a la DXA, y establecer el valor de la medición ultrasónica como factor predictivo de OP frente a factores clínicos de riesgo conocidos.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se trata de un estudio transversal en el que seleccionamos de una consulta de rehabilitación, en forma consecutiva no probabilística, 30 mujeres postmenopáusicas de edades comprendidas entre los 48 y 77 años, para estudio de OP según los criterios de la Fundación Nacional de OP de EEUU: mujeres postmenopáusicas, de menos de 65 años, que tengan uno o más

factores clínicos de riesgo; mujeres por encima de los 65 años y mujeres postmenopáusicas que hayan sufrido una fractura ósea.

Se realizó, a todas ellas, la medición del peso y la talla así como un cuestionario evaluador de factores clínicos de riesgo de OP⁸. Asimismo se llevó a cabo la medición de masa ósea mediante DXA en raquis lumbar y analizador de US de contacto en talón (Aquilles-Express. Lunar Corporation).

En el cuestionario se recogieron como datos: edad, edad de la menopausia y menarquia, número de embarazos, meses de lactancia, antecedentes familiares de OP, antecedente personal de fractura (a partir de los 45 años), hábito tabáquico, ingesta alcohólica elevada, sedentarismo o ausencia de actividad deportiva (definida como actividad realizada al menos dos veces por semana con una duración mínima de una hora), ingesta cálcica diaria en lácteos (considerando una ingesta baja <500 mg), toma de fármacos con posibilidad de inducción de OP en periodos superiores a seis meses (corticosteroides, antiepilépticos, hormonas tiroideas y anticoagulantes) y, por último, presencia de patología que afecte al metabolismo óseo (endocrinopatías: hipertiroidismo, hiperparatiroidismo, enfermedad de Addison, enfermedad de Cushing, hipogonadismo; síndromes de malabsorción; hepatopatías crónicas; enfermedades hematológicas; enfermedades reumatológicas).

Para la definición de postmenopausia debían haber transcurrido al menos seis meses desde la última menstruación; consideramos menopausia precoz si había sucedido antes de los 45 años⁸.

Se desestimó el dato de la ingesta alcohólica elevada al no obtenerse ninguna respuesta positiva.

De la medición de masa ósea mediante DXA se obtuvieron los parámetros de DMO, expresada en gramos/cm², T-score y Z-score (DE que relaciona la DMO del paciente con grupos de similar edad y sexo). Ello permitió establecer subgrupos diagnósticos de acuerdo con la T-score³:

- Osteoporosis: valor de DMO de más de 2,5 DE por debajo del promedio para un adulto joven.
- Osteopenia: valor de DMO de más de 1 DE por debajo del promedio de un adulto joven, pero no inferior a 2,5 por debajo del mismo.
- Normal: valor de DMO de no más de 1 DE por debajo del promedio para adultos jóvenes.

La medición ultrasónica se realizó acoplado, a ambos lados del talón derecho, un par de transductores ultrasónicos, utilizando gel hidrosoluble en la interfase para mejorar la conducción acústica (fig. 1). Los parámetros obtenidos, en forma automática, fueron el T-score y Z-score y se aplicaron los criterios diagnós-

TABLA 2. Estadísticos descriptivos de la muestra. Variables categóricas.

		Diagnóstico de OP mediante DXA		Total Frecuento %
		Sí	No	
		Frecuento	Frecuento	
Antecedentes familiares de OP	sí	3 (23%)	4 (23%)	7 (23,3)
	no	10 (77%)	13 (77%)	23 (76,7)
Antecedente de fractura >45 años	sí	3 (23%)	5 (29%)	8 (26,7)
	no	10 (77%)	12 (71%)	22 (73,3)
Hábito tabáquico	sí	1 (7%)	1 (6%)	2 (6,7)
	no	12 (93%)	16 (94%)	28 (93,3)
Sedentarismo	sí	7 (53%)	9 (52%)	16 (53,3)
	no	6 (47%)	8 (48%)	14 (46,7)
Baja ingesta de calcio	sí	7 (53%)	6 (35%)	13 (43,3)
	no	6 (47%)	11 (65%)	17 (56,7)
Menopausia <45 años	sí	2 (14%)	8 (47%)	10 (33,3)
	no	11 (86%)	9 (53%)	20 (66,6)
Fármacos inductores de OP	sí	2 (14%)		2 (6,7)
	no	11 (86%)	17 (100%)	28 (93,3)
Patología con Riesgo de OP	sí	1 (7%)	1 (6%)	2 (6,7)
	no	12 (93%)	16 (94%)	28 (93,3)

OP: osteoporosis. DXA: absorciometría bifotónica de rayos X.

Fig. 1.—Medición de masa ósea con analizador ultrasónico de contacto en talón (Aquilles-Expres. Lunar Corporation).

tics anteriormente definidos. Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico SPSS 8.0.

RESULTADOS

El diagnóstico, tras la medición de DMO por DXA, fue de 13 pacientes (43,3%) con OP, 13 (43,3%) con osteopenia y cuatro (13,3%) con resultado normal.

En las tablas 1 y 2 podemos observar las características de la muestra y la distribución de factores de riesgo en dos subgrupos definidos por el diagnóstico o no de OP. Las variables continuas que seguían una distribución normal se compararon con la prueba *t*-Student; las variables categóricas se compararon con la prueba de X².

TABLA 1. Estadísticos descriptivos de la muestra. Variables continuas.

	Diagnóstico de osteoporosis mediante DXA			
	Sí		No	
	Media	Desviación Estándar	Media	Desviación Estándar
Edad (años)	62	9	61	9
Edad menopausia	48	6	46	8
Edad menarquia	13	1	13	2
Período fértil (años)	34,85	6,03	32,71	7,92
N.º embarazos	3	1	3	1
Meses de lactancia	16	17	15	13
Peso (kg)	73,9	7,9	75,2	10,6
Talla (m)	1,57	,06	1,56	,05
IMC (kg/m ²)	30,05	3,86	31,07	4,46
T-score DXA	-3,36	,59	-1,51	,69
T-score US	-2,65	1,11	-1,87	,81

DXA: absorciometría bifotónica de rayos X. IMC: índice de masa corporal. US: ultrasonidos.

La edad media en ambos subgrupos era similar, así como la edad de menopausia y menarquia, cuya resta define el período fértil. La presencia de menopausia precoz fue mayor en el grupo sin OP, sin ser la diferencia estadísticamente significativa. El resto de factores menstruales (n.º de embarazos, meses de lactancia), factores constitucionales (peso, talla e índice de masa corporal), antecedentes familiares de OP y personales de fractura, tabaquismo, sedentarismo y baja ingesta cálcica tampoco presentaban diferencias significativas, aunque esta última era más numerosa en el grupo de OP.

Se recogieron ocho antecedentes de fractura (seis vertebrales y dos de muñeca) en el total de la muestra, tres (23%) en el grupo de OP y cinco (29%) en el otro grupo.

Los fármacos con posibilidad de inducción de OP fueron en un caso corticoides y en el otro tratamiento tiroideo, y en ambos casos las pacientes pertenecían al grupo con diagnóstico de OP. Dos de las pacientes, una en cada grupo, padecían hipertiroidismo.

Si encontramos diferencia significativa en los valores de t-score obtenidos por medición ultrasónica entre ambos subgrupos ($p < 0,05$, IC 95%: -1,53 a -1,83), existiendo correlación entre los valores diag-

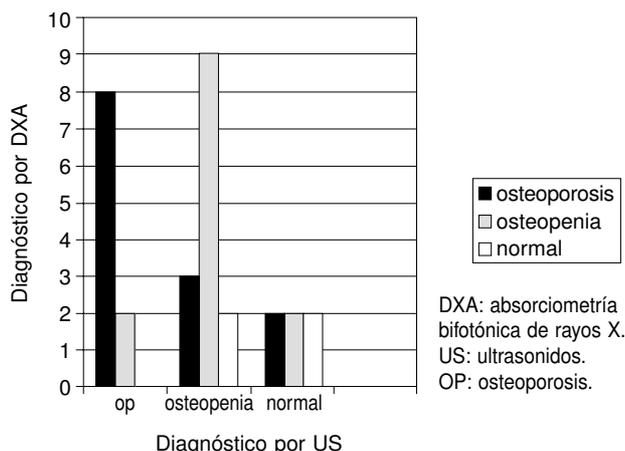


Fig. 2.—Correlación entre valores de masa ósea: correlación de Pearson 0,511 con una significación del 0,004.

nósticos obtenidos mediante DXA y US (coeficiente de correlación de Pearson 0,511, $p < 0,005$) (fig. 2).

La estimación de la validez del ultrasonido como prueba diagnóstica se llevó a cabo a partir de tablas de contingencia, determinando los valores de sensibilidad y especificidad en las mismas.

Al comparar los resultados de los US con los de la prueba de referencia (DXA) obtuvimos una baja sensibilidad (61,5%) y una alta especificidad (88,2%) para el diagnóstico de OP (tabla 3). Pero estos valores cambiaron, con un aumento de la sensibilidad al 84,6% y una especificidad de sólo el 50%, para el diagnóstico de baja masa ósea (incluyendo valores de OP y osteopenia) (tabla 4).

Para relacionar las distintas variables con la presencia de OP se utilizó un modelo de regresión logística. En el modelo final la única variable predictiva de OP fue el diagnóstico por US, con una razón de Odds de 12,0 (IC 95%: 1,885-76,376, $p < 0,01$) (tabla 5).

Por último se analizaron nuevos modelos de regresión logística, para establecer el posible valor predictivo de la suma de factores de riesgo, tras definir tres nuevas variables: la presencia de al menos dos factores clínicos de riesgo, la presencia de tres o más fac-

TABLA 3. Validez diagnóstica de la densitometría por US frente a la DXA.

Diagnóstico por US	Diagnóstico por DXA	Diagnóstico por DXA		Total
		Normal	Osteoporosis	
Osteoporosis	Normal	2 (10,8%)	8 (61,5%)	10
Osteoporosis	Osteoporosis	15 (88,2%)	5 (38,5%)	20
Total		17	13	30

US: ultrasonidos. DXA: absorciometría bifotónica de rayos X.

TABLA 4. Validez diagnóstica de la densitometría por US frente a la DXA.

Diagnóstico por US	Diagnóstico por DXA	Diagnóstico por DXA		Total
		Normal	Baja masa ósea	
Baja masa ósea	Normal	2 (50%)	22 (84,6%)	24
Baja masa ósea	Baja masa ósea	2 (50%)	4 (15,4%)	6
Total		4	26	30

US: ultrasonidos. DXA: absorciometría bifotónica de rayos X.

tores clínicos y la presencia de más de dos factores de riesgo sumando, en este caso, los factores clínicos y el diagnóstico de OP por medición ultrasónica; no mejorando en ningún caso el modelo previo.

DISCUSIÓN

La clave del tratamiento efectivo de la OP es su prevención, y la medición de la masa ósea es el mejor método para detectar personas de riesgo^{10,11}. Se estima que por cada reducción de 1DE en la DMO se dobla la incidencia de fracturas osteoporóticas⁹.

En los últimos años ha aumentado el uso de los US para la medición de masa ósea siendo sus ventajas el bajo costo, la ausencia de radiación y el hecho de ser pequeñas unidades portátiles. Nuestros resultados muestran una correlación positiva entre los valores de masa ósea obtenidos mediante US y DXA, pero la definición de OP de la OMS sólo es aplicable a la masa ósea medida por DXA, la medición con otros instrumentos requeriría un ajuste de los parámetros diagnósticos y en el caso de los US la falta de estandarización de los aparatos limita la reproducibilidad de sus resultados^{12,13}.

Los estudios realizados con US muestran su menor precisión respecto a la DXA, lo que dificulta su utilidad

TABLA 5. Regresión logística, estimación de riesgo. Variable dependiente diagnóstico de OP por absorciometría bifotónica.

	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para diagnóstico por US* (osteoporosis/normal)	12,000	1,885	76,376
Para la cohorte diagnóstico de OP = sí	3,200	1,410	7,265
Para la cohorte diagnóstico de OP = no	,267	,075	,945
N.º de casos válidos	30		

*Significación $p < 0,01$. OP: osteoporosis. US: ultrasonidos.

en monitorizar la respuesta al tratamiento¹⁴. El alto número resultante de falsos positivos, hasta el 26% según Nairus et al¹⁵, y de falsos negativos limitan su uso como único instrumento diagnóstico¹⁶. En nuestro estudio obtuvimos resultados similares, con una sensibilidad diagnóstica del 61,5% (38,5% de falsos negativos) que, sin embargo, se incrementaba hasta el 84,6% para la detección de baja masa ósea. Ello nos hace pensar que niveles bajos en la medición ultrasónica podrían servir para identificar mujeres que se beneficiarían de un estudio más amplio con DXA¹⁵, de este modo la detección más amplia de OP incidiría en la reducción de sus consecuencias, las fracturas, con la consiguiente reducción del coste sociosanitario atribuido a las mismas².

Aunque actualmente el diagnóstico de OP sólo puede ser determinado por la técnica de DXA, está creciendo la valoración de los marcadores óseos¹⁷ y el valor del US como una herramienta de *screening* para el riesgo de fractura. Los ultrasonidos darían información no sólo de la masa ósea sino sobre la arquitectura y la elasticidad ósea constituyendo, por tanto, un factor de riesgo de fractura independiente de la DMO⁷. Se acepta la utilidad del US para cuantificar el riesgo de fractura de cadera^{9,18}, la medición ultrasónica es capaz de predecir un aumento del riesgo de fractura de cadera con similar resultado al obtenido mediante DXA en fémur⁷.

En estudios realizados los parámetros de US son predictores más fuertes de baja masa ósea que los factores clínicos de riesgo¹⁹ lo que coincide con los resultados obtenidos en nuestro trabajo. La identificación de factores clínicos de riesgo no parece ser una herramienta eficaz para la identificación de pacientes con baja masa ósea, o incluso para la detección de riesgo de fractura¹⁰.

Como conclusiones de nuestro estudio destacamos que el diagnóstico de OP mediante US tiene un alto índice de falsos negativos, no sustituyendo actualmente a la técnica de DXA. La medición ultrasónica puede ser utilizada como herramienta de *screening* para detectar baja masa ósea, y de esta forma localizar personas con riesgo de OP que se beneficiarían de un estudio más amplio. El diagnóstico mediante US se comporta como un factor de riesgo de OP, con un valor predictivo mayor que los factores clínicos de riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

- Consensus Development Conference. Diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med* 1993;94:646-50.
- Hernández García MA, Tena-Dávila Mata C, Alcántara Bumbiedro S, Ortega Montero E, Rodríguez Salvanés F, Flórez García M. Fracturas de cadera en ancianos. Consecuencias y factores de riesgo. *Rehabilitación (Madr)* 1998;32:181-90.
- Kanis JA. Osteoporosis y sus consecuencias. En: Kanis JA, ed. *Osteoporosis*. London: Blackwell; 1996. p. 1-25.
- Hough S. Perdedores rápidos y lentos de hueso. Importancia para el tratamiento de la osteoporosis. *Drugs and Aging* 1998;12 Suppl 1:1-8.
- Roux C. Evaluación ósea por ultrasonidos. En: Roux C, Vellas B, eds. *Osteoporosis. Prevención y tratamiento*. Tomo I. Barcelona: Glosa; 2000. p. 65-70.
- Baran DT. Quantitative ultrasound: a technique to target women with low bone mass for preventive therapy. *Am J Med* 1995;98(2A):48S-51S
- Hans D, Dargent-Molina P, Schott AM, Seberty J, Cormier C, Kotzki PO, et al. Ultrasonographic heel measurements to predict hip fracture in elderly women: the EPIDOS prospective study. *Lancet* 1996;348:511-4.
- Eastell R. Treatment of postmenopausal osteoporosis. *N Engl J Med* 1998;338:736-45.
- Masud T, Francis RM. The increasing use of peripheral bone densitometry. *BMJ* 2000;321:396-8.
- Ribot C, Tremolieres F, Pouilles JM. Can we detect women with low bone mass using clinical risk factors? *Am J Med* 1995;98(2A):52S-55S
- Cummings SR, Black D. Bone mass measurements and risk of fracture in Caucasian women: a review of findings from prospective studies. *Am J Med* 1995;98(2A):24S-28S
- Frost ML, Bake GM, Fogelman I. Can the WHO criteria for diagnosing osteoporosis be applied to calcaneal quantitative ultrasound? *Osteoporos Int* 2000;11:321-30.
- Roux C, Dougades M. Quantitative ultrasound in postmenopausal osteoporosis. *Curr Opin Rheumatol* 2000; 12:336-45.
- Rodríguez García A, Martín Peña G, Vázquez Díaz M, Díaz-Miguel Pérez C, Ormaechea Alegre I, García de la Peña Lefevre P. Estimación del riesgo de fracturas osteoporóticas mediante medición ultrasónica del hueso. *Rev Clin Esp* 2000;200:193-7.
- Nairus J, Ahmadi S, Baker S, Baran D. Quantitative ultrasound: an indicator of osteoporosis in perimenopausal women. *J Clin Densitom* 2000;3:141-7.
- Kulak CA, Bilezikian JP. Bone mass measurement in identification of women at risk of osteoporosis. *Int J Fertil Womens Med* 1999;44:269-78.
- Christiansen C. What should be done at the time of menopause? *Am J Med* 1995;98(2A):56S-59S
- Pluijm SM, Graafmans WC, Bouter LM, Lips P. Ultrasound measurements for the prediction of osteoporotic fractures in elderly people. *Osteoporosis Int* 1999;9:550-6.
- Stewart A, Reid DM. Quantitative ultrasound or clinical risk factors - Which best identifies women at risk of osteoporosis? *Br J Radiol* 2000;73(866):165-71.

Correspondencia:

Camila Maciá Pareja
C/ Lope de Vega, 71, 1º A
03201 Elche (Alicante)