

# DIFERENCIAS REGIONALES EN LOS VALORES ULTRASONOGRÁFICOS. DATOS DEL ESTUDIO GIUMO

M. SOSA HENRÍQUEZ\*, P. SAAVEDRA SANTANA\*\*, J. ALEGRE LÓPEZ, C. GÓMEZ ALONSO, J. GONZÁLEZ MACÍAS, N. GUAÑABENS GAY, F. HAWKINS CARRANZA, C. LOZANO TONKIN, M.T. MARTÍNEZ IZQUIERDO, J. MOSQUERA MARTÍNEZ, M. MUÑOZ TORRES, R. PÉREZ CANO, JM QUESADA GÓMEZ, E. SALAS HEREDIA Y EL GRUPO GIUMO (VER ANEXO 1).

\*SERVICIO DE MEDICINA INTERNA. UNIDAD METABÓLICA ÓSEA. HOSPITAL UNIVERSITARIO INSULAR.  
\*\*DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS. UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA.

Toda nueva técnica utilizada para estimar la densidad mineral ósea precisa unos valores de referencia, tanto de normalidad como de precisión y exactitud, hasta el punto de que la Organización Mundial de la Salud recomienda que estos estudios sean realizados localmente. En el grupo de investigación sobre ultrasonidos y metabolismo óseo (GIUMO) hemos realizado este trabajo en la población española, pero tratándose de un estudio cooperativo multicéntrico, hemos observado marcadas diferencias entre los distintos centros participantes. Presentamos en este artículo las variaciones encontradas al analizar los parámetros del ultrasonógrafo Sahara<sup>®</sup>Hologic<sup>®</sup>: (velocidad del sonido, SOS, coeficiente de atenuación de banda ancha, BUA, índice de Consistencia, QUI y densidad mineral ósea estimada, BMD), así como la precisión *in vivo*, *in vitro* y la exactitud de estas estimaciones.

**PALABRAS CLAVE:** ultrasonidos, densidad ósea, normalidad.

*Every new technique used for estimating bone mineral density needs reference values, both normality and precision as well as accuracy. The World Health Organization strongly recommends the performance of these local studies.*

*We have previously assessed the normal values for the parameters estimated by the Sahara heel ultrasonometer in the Spanish population, by the Group of Investigation for Ultrasound and Bone Mineral Metabolism (GIUMO). These parameters were: Speed of Sound, (SOS), Broadband Ultrasound Attenuation (BUA), Stiffness Index (QUI), and estimated bone mineral density (BMD).*

*The GIUMO was a multicenter cooperative study and we observed some differences in the parameters studied, both in ultrasonographic parameters and calculating the *in vivo* and *in vitro* precision and accuracy, which we are presenting in this paper.*

**KEY WORDS:** ultrasound, bone density, normal values.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado un creciente interés por las técnicas de estimación de la densidad mineral ósea, destacando entre ellas los ultrasonidos (QUS), por ser un método barato, rápido, sin radiación y por lo tanto inocuo<sup>1,2</sup>. Además, los aparatos recientemente desarrollados son portátiles y ya no utilizan agua, lo que facilita su manejo. Algunos autores, incluso, sugieren que los ultrasonidos proporcionan información sobre la densidad mineral ósea y sobre las propiedades esqueléticas relacionadas con la calidad del hueso<sup>1,3-5</sup>, por medio del denominado índice de consistencia (QUI). Otros investigadores opinan que la combinación de los ultrasonidos con otras técnicas de determinación de la masa ósea, como la ab-

sorciometría radiológica dual (DEXA), proporcionarían un beneficio adicional en el diagnóstico de la osteoporosis<sup>6</sup>. Al margen de estas consideraciones, varios estudios clínicos han demostrado la utilidad de los ultrasonidos en la predicción del riesgo de fractura, especialmente de cadera<sup>4,11</sup>, lo que convierte a esta técnica en una interesante posibilidad diagnóstica. La introducción de toda nueva tecnología en el campo de la patología metabólica ósea hace recomendable la realización de estudios locales que determinen los valores normales, que posteriormente serán utilizados como referencia en la práctica clínica diaria. En nuestro país se han realizado varios estudios cooperativos multicéntricos de este tipo, con DEXA por el Grupo de Trabajo en Osteoporosis (GTO)<sup>12</sup>, con DEXA y tomografía axial computadorizada (TAC)<sup>13</sup>, con ultrasonografía por el Grupo de Investigación en Ultrasonidos y Metabolismo Óseo (GIUMO)<sup>14</sup>, entre otros<sup>15</sup>.

En el caso que nos ocupa, en los resultados del estudio realizado por el GIUMO se han observado ciertas diferencias regionales en los valores de referencia obteni-

dos por el ultrasonógrafo entre los centros participantes, lo que ha motivado el presente trabajo.

## SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODO

### DISEÑO

Se ha realizado un estudio transversal con una muestra aleatoria por conglomerados, estratificada por sexos y dividida en seis grupos de edad. A partir de los datos del censo de la población española obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, se calculó el tamaño muestral en 11 provincias españolas para un intervalo de confianza del 95%, y una cota de error  $B = 2,5$ . La población total estudiada fue de 2.610 personas, con una distribución por sexos de 1.158 hombres y 1.452 mujeres, con edades comprendidas entre los 18 y 99 años. Todos los participantes fueron informados de los objetivos del estudio y dieron su consentimiento para participar en el mismo. Se efectuó un estudio piloto en el Hospital Universitario Insular de Las

Correspondencia: M. Sosa Henríquez.  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.  
Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas.  
Centro de Ciencias de la Salud.  
Unidad Metabólica Ósea. Apartado 550. 35080.  
Las Palmas de Gran Canaria.  
Correo electrónico: msosa@cicei.ulpgc.es

Palmas, cuyo protocolo fue aprobado por la Comisión de Investigación del Centro.

## ULTRASONÓGRAFO

El aparato utilizado en todos los centros fue un ultrasonógrafo Sahara® Hologic®, Bedford, MA, USA). Su funcionamiento consiste en la colocación del pie del paciente en un receptáculo. La zona a explorar queda convenientemente inmovilizada mediante un fijador, a continuación, un sistema motorizado apoya dos elastómeros blandos sobre los laterales del calcáneo sobre los que previamente se ha aplicado un gel conductor. Uno de estos elastómeros actúa como emisor transmitiendo una señal sónica inaudible de alta frecuencia, mientras que el otro elastómero se comporta como receptor, recogiendo la señal, que es procesada para determinar la velocidad y atenuación del sonido.

El Sahara® mide tanto la atenuación ultrasónica de banda ancha, (Broadband Ultrasound Attenuation, BUA), como la velocidad del sonido (Speed Of Sound, SOS) en la región de interés del calcáneo. El BUA y el SOS se combinan en un único parámetro denominado: Índice Cuantitativo Ultrasónico (Quantitative Ultrasound Index, QUI), conocido también como índice de consistencia, que se obtiene por medio de la fórmula:

$$\text{QUI} = 0,41(\text{SOS}) + 0,41(\text{BUA}) - 571$$

Además, el ultrasonógrafo Sahara® facilita una estimación de la densidad mineral ósea (*Bone Mineral Density*, [BMD]), que se logra partir de una combinación lineal entre el BUA y el SOS, por lo que la determinación del BMD de calcáneo no es real<sup>11</sup>.

$$\text{BMD estimado} = 0,002592 \times (\text{BUA} + \text{SOS}) - 3,687 \text{ g/cm}^2$$

## PRECISIÓN

Para evaluar la precisión y exactitud del Sahara® se seleccionó aleatoriamente un sujeto sano en cada centro, al que se le realizaron 36 mediciones consecutivas, 12 cada día durante tres días; obteniendo las variables que estima el Sahara®: SOS y

BUA, y el cálculo de QUI y BMD. Asimismo, cada centro realizó otras 36 mediciones consecutivas al patrón (phantom) asignado a cada aparato, con un valor real conocido, con el objeto de evaluar la precisión. Finalmente, un mismo patrón universal (phantom oro) se midió 12 veces en cada uno de los centros participantes.

La precisión de cada phantom, tanto *in vivo* como *in vitro*, se determina mediante el coeficiente de variación definido por:

$$\text{cv}(X) = 100 \times \frac{\text{sd}(X)}{\bar{X}}$$

donde  $\bar{X}$  y  $\text{sd}(X)$  representan, respectivamente, la media y desviación estándar de las correspondientes mediciones.

Para obtener un valor global de precisión *in vivo* consideramos el modelo de análisis de la varianza:  $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$  donde  $Y_{ij}$  representa la  $j$ -ésima medición correspondiente al  $i$ -ésimo centro,  $\mu$  la media global de toda la población de sujetos,  $\alpha_i$  el efecto del individuo  $i$ -ésimo (siendo  $\sum_i \alpha_i = 0$ ) y  $e_{ij}$  los errores aleatorios, los cuales suponemos  $N(0, \sigma)$ . A partir de este modelo definimos la precisión global como:

$$\text{cv}_g(X) = 100 \times \frac{\sigma}{\mu}$$

La exactitud de cada phantom se define por:

$$\% \text{ error}_i = 100 \times \frac{|N_i - \bar{X}_i|}{V_i}$$

donde  $V_i$  el verdadero valor del phantom del  $i$ -ésimo centro y  $\bar{X}_i$  la media obtenida de las 12 mediciones del patrón.

El análisis de precisión y exactitud global *in vitro* se realizó a partir del phantom oro. Para cada una de las variables (SOS y BUA) representamos por  $V$  el valor real (1528,5 para SOS y 29,5 para BUA) y por  $\mu$  la media estimada a partir del modelo de análisis de la varianza:  $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$  donde  $Y_{ij}$  representa la  $j$ -ésima medición correspondiente al  $i$ -ésimo centro,  $\mu$  la media global que miden conjuntamente los aparatos,  $\alpha_i$  el efecto del centro  $i$ -ésimo (falta de calibración del aparato y/o efecto de manipulador), siendo  $\sum_i \alpha_i = 0$ ) y  $e_{ij}$  y los errores aleatorios, los cuales suponemos  $N(0, \sigma)$ . De esta forma, la precisión global se determina por:

$$\text{cv}_g(X) = 100 \times \frac{\sigma}{\mu}$$

y la precisión como:

$$\% \text{ error}_i = 100 \times \frac{|N_i - \mu|}{\mu}$$

## ESTUDIO ESTADÍSTICO

Todos los cálculos estadísticos anteriormente descritos se realizaron utilizando los programas SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*<sup>16</sup>) y SAS<sup>17</sup>, que cuentan con las oportunas licencias legales.

## RESULTADOS

La tabla 1 muestra el análisis de precisión *in vivo* en cada uno de los centros que realizaron el estudio de cada parámetro evaluado: BUA, SOS, QUI y BMD. El coeficiente de variación (CV) no se determina para el T-Score dado que esta medida ya está normalizada. El valor medio obtenido corresponde al de cada sujeto utilizado en cada centro.

El SOS fue el parámetro que mostró una mejor precisión. Su CV osciló entre 0,22% obtenido en Cantabria y 0,49% en Oviedo. En todos los casos, el CV del SOS fue inferior al 0,5%. Por el contrario, El QUI mostró un CV que osciló entre 1,23% obtenido en uno de los centros de Madrid y 6,41% obtenido en Granada. Curiosamente la BMD (que se obtiene al igual que el QUI por una fórmula a partir del SOS y del BUA), mostró un CV aún mas heterogéneo que osciló entre el 1,90% obtenido en Pontevedra y el 10,69% de Burgos.

En la tabla 2 se exponen los resultados correspondientes a la precisión *in vivo*, valorados globalmente. Se observa que el CV del SOS es del 0,36%, del BUA del 4,8%, del QUI del 3,45% y finalmente del BMD del 4,15%.

La tabla 3 muestra el análisis *in vitro* y las mismas medidas de precisión para el phantom asignado a cada centro, obtenidas al repetir un total de 36 veces la estimación del propio phantom. Este estudio lo efectuamos exclusivamente con el SOS y el BUA. El CV obtenido fue siempre inferior para el SOS que para el BUA, oscilando para el SOS entre el 0,07% obtenido en Las Palmas y 0,35% obtenido

**Tabla 1**  
*Análisis de precisión (in vivo). Variaciones regionales*

		Oviedo	Burgos	Pontevedra	Barcelona (1)	Barcelona (2)	Madrid (1)	Madrid (2)	Sevilla	Las Palmas	Granada	Córdoba	Cantabria	Alicante
BMD	Media	0,46	0,79	0,807	0,491	0,617	0,579	0,512	0,490	0,459	0,597	0,551	0,466	0,617
	DT	0,029	0,022	0,0153	0,0145	0,0228	0,0193	0,0101	0,005	0,0202	0,028	0,0136	0,0174	0,0228
	CV	6,3	10,69	1,90	2,95	3,70	3,33	1,97	1,02	4,40	4,69	2,47	3,73	3,70
QUI	Media	84,4	137,4	139,6	89,71	109,6	103,6	93,17	88,26	84,63	105,7	99,14	84,97	109,62
	DT	4,626	3,455	2,425	2,296	3,664	3,060	11,466	3,320	3,191	6,773	3,164	2,245	6,664
	CV	5,58	2,51	1,74	2,56	3,34	2,95	1,23	3,76	3,77	6,41	2,18	2,64	3,34
SOS	Media	1,536	1,629	1,634	1,553	1,577	1,570	1,547	1,536	1,576	1,552	1,534	1,577	
	DT	7,499	5,818	5,479	4,734	6,467	5,705	3,519	5,223	5,171	7,313	4,192	3,338	6,467
	CV	0,49	0,36	0,34	0,30	0,41	0,36	0,23	0,34	0,34	0,46	0,27	0,22	0,41
BUA	Media	61,7	99		58,26	82,69	74,99	78,26	60,85	62,94	76,48	82,28	68,42	82,69
	DT	5,879	4,874		2,700	3,208	3,226	0,962	3,840	3,237	3,908	1,712	4,808	3,208
	CV	9,50	4,92		4,63	3,88	4,30	1,23	6,31	5,14	5,11	2,08	7,03	3,88

Unidades: BMD: g7cm<sup>2</sup>; SOS: m/s; BUA: dB/MHz; QUI: sin unidades; CV: %.

**Tabla 2**  
*Precisión global in vivo del Sahara<sup>®</sup>, Hologic<sup>®</sup>*

	Media global	DT	CV
SOS (m/s)	1,568	5,7	0,36
BUA (dB /mHz)	74,37	3,63	4,88
QUI	103,25	3,56	3,45
BMD (g/cm <sup>2</sup> )	0,578	0,024	4,15

DT: desviación típica; CV: coeficiente de variación (%).

en Oviedo, y para el BUA entre el 0,97% de un centro de Madrid y el 5,98% de Oviedo. La exactitud, estimada como el porcentaje de error sobre el valor "verdadero", que aceptamos como el indicado en cada uno de los phantoms, también fue mejor para el SOS que para el BUA, y los mismos oscilaron para el SOS entre el 0,10% de un centro de Madrid y el 0,78 de Cantabria, mientras que para el BUA la exactitud osciló entre el 0,25% de Alicante al 11,97% de Sevilla.

La tabla 4 presenta los valores del phantom oro para SOS y BUA, la media  $\mu$  estimada conjuntamente por todos los aparatos de dicho phantom, y la desviación típica común  $\sigma$  estimada a partir del modelo de análisis de la varianza. Con este resultado de  $\sigma$  se obtienen los coeficientes de variación y con ella la precisión global del aparato. De estos resultados se deduce que la precisión para el SOS es del 0,13%, del BUA del 2,30%, mientras que la exactitud es para el SOS del 0,20% para el BUA del 3,5%

**Tabla 3**  
*Análisis de precisión in vitro y exactitud. Variaciones regionales*

Centro		N	Media	DT	CV	Phantom	% Error
Oviedo	BUA	36	28,09	1,681	5,98	29,9	6,05
	SOS	36	1,523	5,277	0,35	1531,4	0,55
Burgos	BUA	36	30,90	0,686	2,22	30,6	0,98
	SOS	36	1,542	2,407	0,16	1533,1	0,58
Pontevedra	BUA	36	30,41	1,353	4,45	29,6	2,73
	SOS	36	1,524	4,743	0,31	1534,4	0,68
Barcelona (1)	BUA	36	32,77	0,772	2,36	31,6	3,70
	SOS	36	1,550	3,100	0,20	1538,5	0,75
Barcelona (2)	BUA	36	28,43	0,657	2,31	0,2	5,81
	SOS	36	1,529	3,470	0,23	1533,3	0,28
Madrid (1)	BUA	36	30,04	0,291	0,97	30,8	2,47
	SOS	36	1,532	2,532	0,17	1533,5	0,20
Madrid (2)	BUA	36	30,38	0,433	1,43	30,1	0,93
	SOS	36	1,535	3,620	0,24	1532,6	0,15
Sevilla	BUA	36	25,97	0,714	2,75	29,5	11,97
	SOS	36	1,527	2,380	0,16	1528,8	0,12
Las Palmas	BUA	36	27,94	0,392	1,40	28,5	1,97
	SOS	36	1,532	1,092	0,07	1525	0,47
Granada	BUA	36	27,93	0,573	2,05	28,5	2,00
	SOS	36	1,534	2,130	0,14	1532	0,13
Córdoba	BUA	12	21,86	0,610	2,79		
	SOS	12	1,528	2,266	0,15		
Cantabria	BUA	12	27,26	0,798	2,93	29,7	8,22
	SOS	12	1,518	1,340	0,09	1530	0,78
Alicante	BUA	36	28,43	0,657	2,31	28,5	0,25
	SOS	36	1,529	3,470	0,23	1525,2	0,25

DT: desviación típica; CV: coeficiente de variación (%).

**Tabla 4**  
*Precisión y exactitud con el «Phantom oro»*

	N	Phantom oro	Media global	DT	Precisión cv	Exactitud (% error)
SOS	12	1528,5	1525,4	1958	0,13	0,20
BUA	12	29,5	28,48	0,656	2,30	3,5

DT: desviación típica; CV: coeficiente de variación (%).

## DISCUSIÓN

La estimación del estado óseo por ultrasonidos ha tenido un importante desarrollo en los últimos años debido a varias razones: la comodidad en la realización de la prueba, que se efectúa con la persona sentada; la rapidez (menos de un minuto), la inocuidad de la misma, la facilidad de transporte y, finalmente, su coste, sensiblemente más económico que la DEXA<sup>1,2,6,18</sup>.

No obstante, la introducción de nuevas técnicas en el diagnóstico de la osteoporosis hace necesaria la realización de estudios que por una parte establezcan cuáles son los valores de normalidad en la población, y por otra que aporten información sobre las características técnicas del aparato: precisión, exactitud, etc. Hemos publicado previamente los valores de referencia para la población española con el ultrasonógrafo Hologic® Sahara<sup>®14</sup> en un estudio cooperativo multicéntrico; en él participaron 13 centros de 11 provincias españolas. En este otro estudio presentamos las diferencias que hemos obtenido entre los distintos centros al calcular los datos referentes a la precisión *in vivo*, *in vitro* y la exactitud.

En la tabla 1 se recoge el valor medio obtenido en los sujetos utilizados en cada centro, lo que permite establecer la precisión *in vivo* de cada uno de los parámetros ultrasonográficos. Se observa que existe una notable variación en dichos parámetros de un centro a otro. Así, la velocidad del sonido (SOS) es el parámetro que tiene un menor coeficiente de variación, y por lo tanto una mejor precisión, ya que la misma oscila entre el 0,22% y el 0,49%, el coeficiente de atenuación (BUA) varía entre el 1,23% y el 9,50%, el índice de consistencia (QUI) osciló entre 1,23% y 6,41%, finalmente, la densidad mineral ósea estimada (BMD) fluctuó entre 1,02% y 10,69%. Desconocemos las razones de una variabilidad tan amplia, dado que todos los centros efectuaron el estudio con el mismo tipo de ultrasonógrafo, Hologic®, Sahara® y la metodología de trabajo fue idéntica en todos los casos. Por ello, damos más valor a los resultados de precisión *in vivo* obtenido con el conjunto de centros, que se muestran en la tabla 2 y

donde se recoge que la precisión *in vivo* a corto plazo del SOS fue del 0,36%, la del BUA de 4,88%, la del QUI del 3,45% y la de la BMD del 4,15%. Los datos de referencia publicados por Hologic<sup>18</sup> estiman la precisión del SOS en un 0,22%, la del BUA del 3,7% y la del QUI del 2,6%, cifras algo inferiores a las nuestras, mientras que Frost et al<sup>20</sup>, obtienen una precisión *in vivo* a corto plazo del 4,4% para el BUA, del 0,4% para el SOS y del 4,1% para la BMD, valores muy similares a los obtenidos por nosotros. Estos resultados son siempre para precisión *in vivo* a corto plazo.

También hemos estudiado la precisión *in vitro*, analizando repetidamente el phantom de que dispone cada aparato. En la tabla 3 se muestra por una parte el coeficiente de variación o precisión obtenido al estimar el SOS y el BUA del phantom en 12 ocasiones consecutivas durante 3 días seguidos. En la misma tabla se recoge el porcentaje de error, que estima la diferencia entre el valor que mide el aparato y el valor real del phantom que trae rotulado de fábrica. La precisión fue de nuevo mejor para el SOS que para el BUA, oscilando los valores del SOS entre 0,07% y 0,35% y los del BUA entre 0,978% y 5,98%. La precisión *in vitro* podemos considerarla globalmente como del 0,13% para el SOS y del 2,30% para el BUA. Resultados similares han sido publicados por otros autores, como Nejh et al<sup>21</sup>, quienes obtienen para el SOS una precisión *in vitro* del 0,32 y para el BUA del 4,8, muy parecidos a los descritos por Cheng et al<sup>18</sup> del 0,22% para el SOS y del 3,7% para el BUA, siempre para el ultrasonógrafo Sahara®.

En resumen, hemos observado una notable variación en los parámetros ultrasonográficos estudiados, tanto en la precisión *in vivo* como *in vitro* y en la exactitud en los centros que participaron en el estudio. Puesto que la metodología utilizada fue la misma en todos los casos desconocemos las razones de su causa. Por ello, y considerando esta variación, sugerimos que a la hora de interpretar los resultados de precisión y exactitud para su utilización en la práctica clínica se haga referencia a los resultados obtenidos globalmente.

## ANEXO 1. OTROS COMPONENTES DEL GIUMO

Alicante: M. Mínguez; Asturias: J.B. Cannata Andía, A. Rodríguez Rebollar; Barcelona: F. Martín Ordóñez, J.J. Mateos Fernández, A. Díez Pérez, X. Nogués Solán; Burgos: B. Álvarez Lario, J.L. Alonso Valdivieso; Cantabria: J. Olmos Martínez, C. Valero Díaz de la Madrid; Córdoba: B. García Córdoba; Granada: P. Mezquita Raya, F. López Rodríguez; Las Palmas: D. Hernández Hernández, N. Martín Alamo, J. Sarmiento Santana; Madrid: E. Jódar Gimeno, G. Martínez, J. Jareño Chaumel, G. Rovai; Pontevedra: A. Castro Lago; Sevilla: M.J. Gómez de Tejada Romero, A. Pérez Temprano.

## AGRADECIMIENTOS

El grupo GIUMO recibe una beca de investigación de los laboratorios Italfármaco (España).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Nejh CF, Boivin CM, Langton CM. The role of ultrasound in the assessment of osteoporosis. *Osteoporosis Int* 1997;7:7-22.
2. Graafmans WC, Van Lingen A, Ooms ME, Bezemer PD, Lips P. Ultrasound measurements in the calcaneus: precision and its relation with bone mineral density of the heel, hip and lumbar spine. *Bone* 1996;19:97-100.
3. Langton CM, Nejh CF, Hodgkinson R, Currey JD. Prediction of mechanical properties of the human calcaneus by broadband ultrasonic attenuation. *Bone* 1996;18:495-503.
4. Baran DT, Kelly AM, Karelis A, Gronet M, Price M, Leahey D, et al. Ultrasound attenuation of the os calcis in women with osteoporosis and hip fractures. *Calcif Tissue Int* 1988;43:138-42.
5. Bauer DC, Glüer CC, Genant HK, Stone K. Fracture intervention trial research group. Quantitative ultrasound and vertebral fracture in postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 1995;10:353-8.
6. Schott AM, Weill-Engerer S, Hans D, Duboef F, Delmas PD, Meunier PJ. Ultrasound discriminates patients with hip fracture equally well as dual-energy x-ray absorptiometry and independently of bone mineral density. *J Bone Miner Res* 1995;10:243-9.
7. Pluijm SMF, Graafman WC, Bouter LM, Lips P. Ultrasound measurements for the prediction of osteoporotic fractures in elderly people. *Osteoporosis Int* 1999;9:550-6.
8. Bauer DC, Glüer CC, Cauley JA, Vogt TM, Ensrud KE, Genant HK, et al. Broadband QUS attenuation predict fractures strongly and independently of densitometry in older women: a prospective study. *Study of Osteoporotic Frac-*

- tures Research Group. Arch Intern Med 1997;157:629-34.
9. Kotzki PO, Hans D, Dargent-Molina P, Schott AM, Sebert JL Cormier C, et al. Ultrasonographic heel measurements to predict hip fracture in elderly women: the EPIDOS prospective study. Lancet 1996;348:5111-4.
  10. Frost ML, Blake GM, Fogelman I. Quantitative ultrasound and bone mineral density are equally strongly associated with risk factors for osteoporosis. J Bone Miner Res 2001;16:406-16.
  11. Dargent-Molina P, Poitiers F, Breart G; EPIDOS Group. In elderly women weight is the best predictor of a very low bone mineral density: evidence from the EPIDOS study. Osteoporos Int 2000;1:881-8
  12. Díaz Curiel M, Carrasco de la Peña JL, Honorato Pérez J, Pérez Cano R, Rapado A, Ruiz Martínez I, on behalf the Multicentre Research Project on Osteoporosis. Study of Bone Mineral Density in Lumbar Spine and Femoral Neck in a Spanish Population. Osteoporosis Int 1997;7:59-64.
  13. Sosa M, Hernández D, Estévez S, Rodríguez M, Limiñana JM, Saavedra P et al. The Range of Bone Mineral Density in Healthy Canarian Women by Dual X-Ray Absorptiometry Radiography and Quantitative Computer Tomography. J Clin Densitometry 1998;1:385-93.
  14. Sosa M, Saavedra P, Muñoz M and the GIUMO Study Group. Ultrasonic assessment of bone in normal Spanish Males and Females. J Bone Miner Res 2000;15 (Supl 1):S289.
  15. Palacios S, Menéndez C, Calderón J, Rubio S. Spine and femur density and broadband ultrasound attenuation of the calcaneus in normal Spanish women. Calcif Tissue Int 1993;52:99-102.
  16. SPSS. Statistical Package for the Social Sciences. Version 10.0 for Windows 98. SPSS Inc. Chicago, Illinois.
  17. SAS. SAS Institute Inc., 1989, Cary, North Carolina. USA.
  18. Cheng S, Hans D, Genant HK. Calcaneal quantitative ultrasound systems: gel coupled. En Quantitative Ultrasound. assessment of osteoporosis and bone status. Nejh CF, Hans D, Fuerst T, Glüer C-C, Genant HK. Dunitz M, editores. Ltd London: 1999;125-44.
  19. Von Stetten E, Wilson KE, Ouellet H, Steiger P, Stein JA. US Caucasian female reference ranges for the Sahara Clinical Bone Sonometer. En: Ring EFJ, Evans DM, Bhalla AK eds. Current Research in osteoporosis and bone mineral measurement V. London; British Institute of Radiology; 1998;67-8.
  20. Frost ML, Blake GM, Fogelman I. Contact quantitative ultrasound: an evaluation of precision, fracture discrimination, age-related bone loss and applicability of the WHO criteria. Osteoporosis Int 1999;10:441-9.
  21. Nejh CF, Hans D, Li J, Fan B, Fuerst T, He YQ, et al. Comparison of six calcaneal quantitative devices: precision and hip fracture discrimination. Osteoporosis Int 2000;11:1051-62.

## NOTICIAS

### Avances en la investigación del metabolismo mineral IV Curso Marcadores bioquímicos del recambio óseo

Barcelona, 11 y 12 de abril de 2002

Organizado por: Equipo de Investigación Patología Metabólica Ósea,  
Institut D'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer.  
Actividad acreditada por el Consell Català de la Formació Mèdica Continuada.  
Inscripción: 211 euros inscritos antes del 30 de marzo de 2002.  
241 euros inscritos a partir del 30 de marzo de 2002.

**Estos precios incluyen:** Asistencia a las sesiones de trabajo. Café y comidas de trabajo.

Libro de resúmenes. Certificado de asistencia

**Dirección:** Luisa Álvarez, Núria Guañabens y Francesca Pons.

Servicios de Bioquímica Clínica, Reumatología y Medicina Nuclear. Hospital Clínico de Barcelona.

**Secretaría Técnica e información:**

Para la reserva de plaza llamar a: Sra. Eva Cardona

**Dirección de Docencia:** Hospital Clínic de Barcelona

Villarroel, 170. 08036 Barcelona. Tel.: (93) 227 57 73. Fax: (93) 227 55 43. e-mail: cardona@clínic.ub.es