

INVESTIGACIÓN

Estudio radiográfico de muestras de tejido óseo de cresta ilíaca humana

Su significado frente a la punción ósea para estudios metabólicos

***ALFREDO GARCÍA, **MARÍA LUISA PAPARELLA, *_**EDUARDO H. SANTINI ARAUJO,
*DANIEL BRANDIZZI y *_**RÓMULO L. CABRINI

*LANAIS MEF, CONICET-CNEA, División de Patología, Departamento de Radiobiología, CNEA, **Cátedra de Anatomía Patológica,
Facultad de Odontología, Universidad de Buenos Aires y ***Morgue Judicial, Poder Judicial de la Nación

RESUMEN

Introducción: Las alteraciones del tejido óseo se estiman con diferentes metodologías: análisis del medio interno, estudios radiográficos simples o con doble longitud de onda para evaluar el contenido mineral y biopsia ósea de cresta ilíaca.

En este trabajo presentamos un estudio radiográfico con análisis de imágenes de 220 muestras de cresta ilíaca con el objetivo de establecer parámetros de densidad ósea en una población sin patología evidente.

Materiales y métodos: Se obtuvieron 220 muestras de cresta ilíaca y de riñón de autopsias (48 correspondientes a mujeres y 172 a varones). Se radiografiaron con placas de alta resolución y las imágenes se digitalizaron. Sobre esta imagen digitalizada se realizó el estudio densitométrico con un patrón de tejido equivalente en cera virgen.

Resultados: Este estudio demostró notables alteraciones del patrón convencional densitométrico. Se detectaron importantes variaciones a nivel de la cortical y de la esponjosa.

Conclusiones: Las importantes variaciones observadas podrían cuestionar el valor de la densidad ósea a partir de la punción ósea metabólica convencional.

PALABRAS CLAVE: Biopsia de cresta ilíaca.
Metabolismo óseo. Estudio densitométrico.

**RADIOGRAPHIC STUDY OF ILIAC CREST BONE TISSUE
SAMPLES. SIGNIFICANCE COMPARED TO BONE PUNCTURE
FOR METABOLIC STUDIES**

Recibido el 4-6-2005. Aceptado luego de la evaluación el 5-7-2005.

Correspondencia:

Dr. EDUARDO SANTINI ARAUJO
Tel.: 4964-1273/0379
Fax: 4508-3958
santiniaraujo@ciudad.com.ar

Este trabajo fue financiado parcialmente por el subsidio otorgado por la Universidad de Buenos Aires, programación UBACyT, O 022.

ABSTRACT

Background: Bone tissue metabolic pathology is evaluated with different techniques: serum analysis, basic or double wavelength radiographic studies to determine mineral content, and iliac bone biopsy.

This paper presents a radiographic study analyzing images of 220 iliac bone samples to establish bone density parameters in a human population without known pathology.

Methods: A series of 220 iliac bone and kidney samples from autopsies were studied (48 females and 172 males). Iliac bone samples were digitized and densitometric analysis performed on these images with a tissue-equivalent wax standard.

Results: This study shows considerable changes from the densitometric conventional bone standard. Major cortical and cancellous bone variations were found.

Conclusions: The major variations found question the value of bone densitometry based on conventional metabolic bone biopsy.

KEY WORDS: Iliac bone biopsy. Bone metabolism.
Densitometric analysis.

Las alteraciones del tejido óseo se estiman con diferentes metodologías. Los especialistas proponen distintos métodos básicos:

- Los análisis del medio interno mediante estudios de diferentes parámetros son indicadores válidos del comportamiento del esqueleto. En este caso se trata de un dato puntual que revela sólo un estado metabólico en un instante.
- Los estudios radiológicos, simples o con doble haz de longitud de onda permiten evaluar el contenido mineral (calcio) de la estructura ósea y descartar los componentes correspondientes a los tejidos blandos. Cabe recordar que el calcio es un buen indicador del estado óseo,

pero no el único. Asimismo, el contenido proteico y el estado mecánico tienen gran importancia en la biología del tejido óseo.

- El estudio de la biopsia ósea estima que la muestra de un sector puede ser representativa del tejido óseo.

La cresta ilíaca se considera un sector representativo del estado metabólico del tejido óseo, ya que se supone que revela el estado estructural del sistema.^{8,17} Desde el punto de vista metodológico, el procedimiento presenta escaso error y es técnicamente válido. Revela una información en un momento de la historia del tejido óseo del paciente en un período previo a la toma.

Numerosos trabajos comparan los datos obtenidos del estudio de la cresta ilíaca con los de otros sectores del esqueleto, en especial de las vértebras y la extremidad distal del radio. La tabla muestra diferentes trabajos extraídos de la bibliografía que estudian distintos aspectos en la biopsia de cresta ilíaca.

En este trabajo presentamos un estudio radiológico y el análisis de las imágenes estandarizadas para un sector de cresta ilíaca en donde se efectúa habitualmente la biopsia ósea metabólica. Los casos estudiados corresponden a una población sin patología evidente.

Materiales y métodos

Se obtuvieron 220 muestras de cresta ilíaca provenientes de cadáveres de la Morgue del Poder Judicial de la Nación de la ciudad de Buenos Aires. Cuarenta y ocho casos correspondieron a mujeres y 172, a varones. El método para la obtención de la muestra fue el siguiente: tomando como referencia la espina

ilíaca anterosuperior, se midieron 5 cm en el borde superior de la cresta ilíaca y a partir de allí, hacia abajo, se obtuvo un fragmento de 4 cm de longitud. Las muestras se fijaron en formol neutro al 10% con carbonato de calcio. Se seccionaron con una sierra para metal de dientes pequeños y se obtuvieron dos fragmentos de 3 cm de longitud y 0,5 cm de espesor. Se descartaron el extremo superior correspondiente a la cresta ilíaca y el inferior, y se efectuó el estudio en una muestra bicortical de 2 cm de longitud y 0,5 cm de espesor (Fig. 1).

La autopsia forense de la serie utilizada no demostró lesiones de importancia en ningún órgano. Además, en todos los casos se tomó una muestra de riñón para descartar una lesión renal.

Se realizó el estudio radiográfico con la siguiente metodología: se tomaron grupos de 20 muestras en una sola placa de tipo mamográfica marca Kodak, con un equipo Toshiba KXO 15 R, a una distancia foco-placa constante, tiempo de exposición 0,8 seg, 40 KV. Cada placa se ajustó con una cuña de aluminio que permite comparaciones finales del valor densitométrico.

Las imágenes se digitalizaron en condición estándar y en tonos de grises para la estimación de la densidad radiográfica. Sobre esta imagen digitalizada, de 10 cm de longitud, se realizó una corrección restándole 2 cm (1 cm superior y 1 cm inferior) para evitar errores del plano de corte. De esta manera se efectuó el estudio densitométrico mediante un analizador de imágenes.

Para descartar el error por superposición de las partes blandas se preparó un fantoma de cera (material no calcificado equivalente al tejido blando).

En cada muestra se evaluaron los siguientes parámetros (Fig. 2):

- Espesor de la muestra que figura en eje de las X y transformación de los píxeles en milímetros reales.
- Área de barrido incluyendo los picos representada por el valor de cada píxel en escala de grises y que indica la densidad radiográfica de cada píxel.

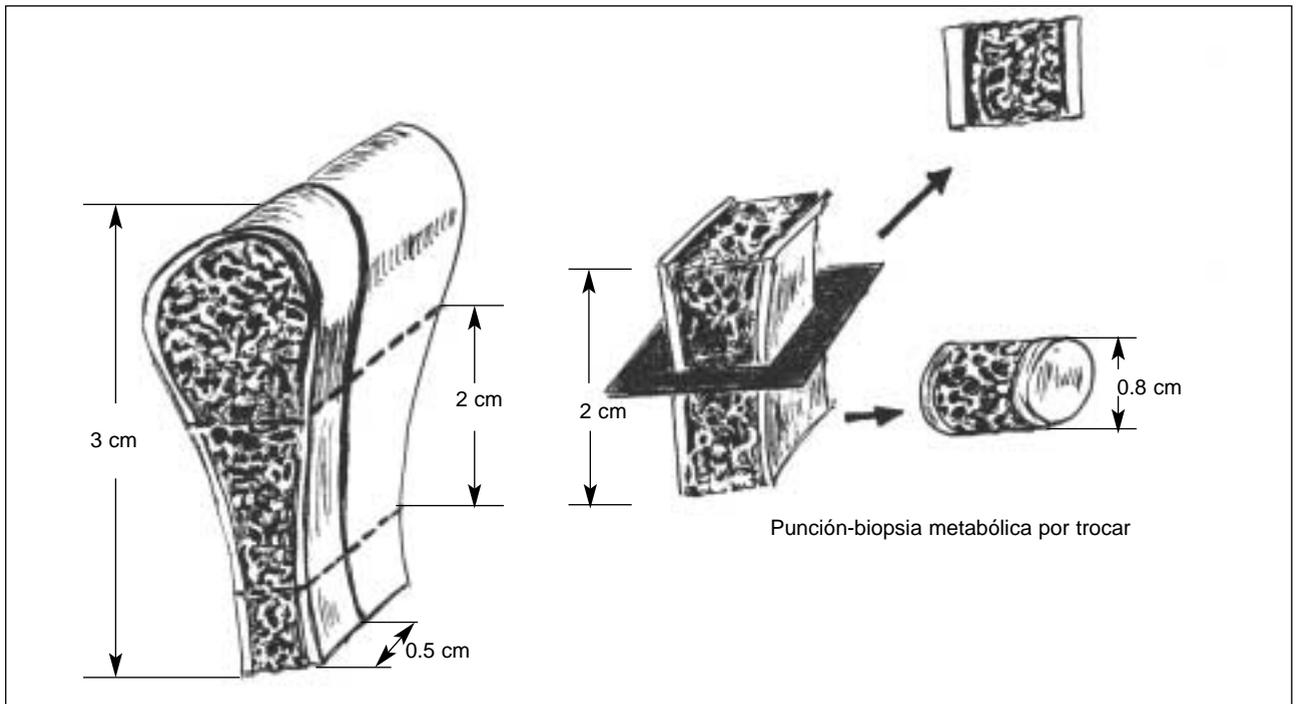


Figura 1. Esquema de la toma de cresta ilíaca humana. Comparación con la punción-biopsia metabólica por trocar.

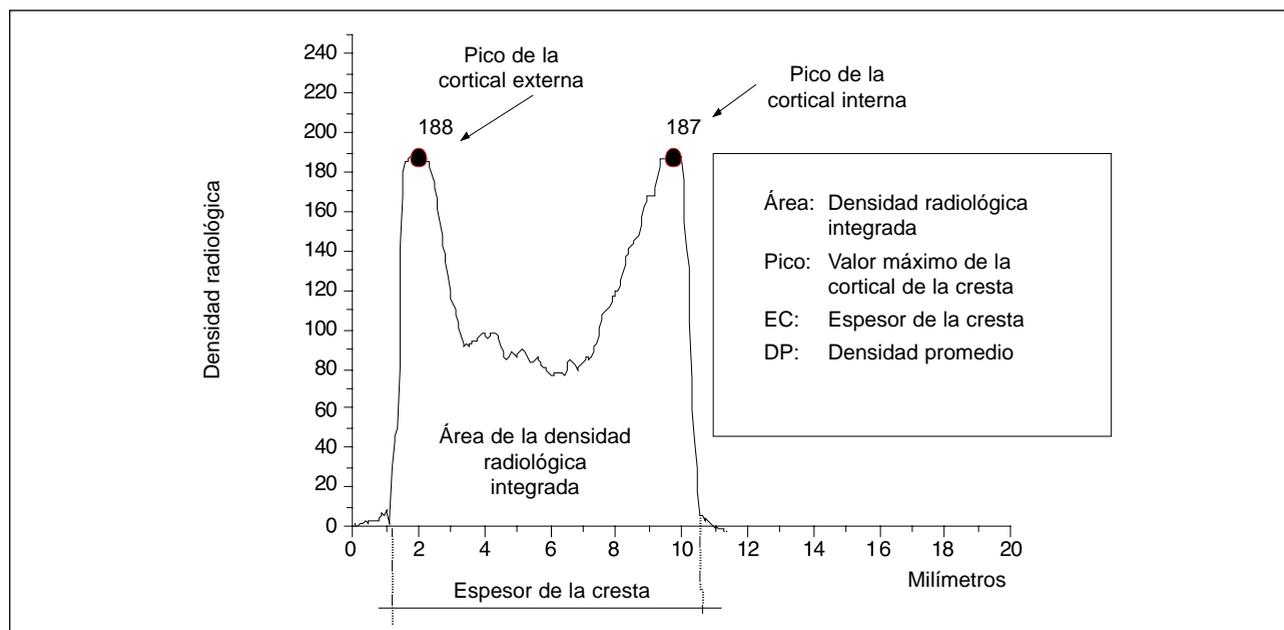


Figura 2. Parámetros analizados en el barrido de las imágenes digitalizadas. Caso estándar.

- Picos de densidad ósea detectados a nivel de las corticales y de la esponjosa.
- Densidad promedio de la muestra.

Los datos se tabularon y analizaron en forma individual y en toda la serie.

De los 220 casos se seleccionaron 45 cuyos parámetros se apartaban mucho de la distribución de la media. De éstos se hizo una segunda selección de 12 casos y se eligieron los más extremos (Fig. 3).

Resultados

El volumen de las muestras analizadas fue aproximadamente el doble del obtenible por punción convencional (Fig. 1).

El estudio radiográfico mostró notables variaciones del patrón convencional (corticales separadas por esponjosa), como:

- Casos en los que las corticales mostraron aumento de volumen y escaso espacio ocupado por el tejido esponjoso y en los cuales la punción aportaría sólo datos de las corticales (Fig. 3: casos 94, 149).
- Casos con presencia de exostosis relacionadas seguramente con necesidades mecánicas.
- Casos con evidente osteoporosis (Fig. 3: casos 98, 135, 163, 190).
- Alteraciones de las corticales, en algunos casos de espesores muy delgados (Fig. 3: casos 98, 135, 163), que indicarían una masa ósea muy baja; en otros casos el espesor entre la cortical interna y la externa es muy diferente, lo que implicaría errores en el análisis de la densidad ósea (Fig. 3: casos 77, 109, 144, 154).

- Se detectaron también patrones muy variables en la esponjosa (Fig. 3: casos 94, 106, 135, 144, 149, 190).

Discusión

Esta muestra es representativa de la población referida a la Argentina y especialmente a una megaciudad como Buenos Aires, a partir de la cual se pueden obtener algunas conclusiones de interés para la clínica.

Creemos que el análisis de los datos de las radiografías por la metodología expuesta ha permitido una comparación eficaz de los casos que se apartaban claramente de la media.

Debemos enfatizar que la muestra analiza un mayor volumen óseo (aproximadamente dos veces) que el que suele utilizarse en la punción-biopsia metabólica por trocar, por lo cual interpretamos que los datos que se obtuvieron tienen mayor valor de representatividad.

Lo más llamativo, sin considerar los datos metodológicos, es la variación estructural de la arquitectura ósea de las tomas analizadas.

Las marcadas variaciones encontradas en las muestras sugieren que la zona de la toma depende, además del metabolismo óseo general, del comportamiento óseo mecánico histórico de cada caso. En particular hemos encontrado casos con cuadros de osteoporosis o con aumento de densidad muy significativos. También debemos destacar las grandes variaciones del espesor de las corticales, que a nuestro criterio dependen de las fuerzas mecánicas.

Parece lógico pensar que la variabilidad del comportamiento de la cresta ilíaca se repetiría en otros estudios, co-

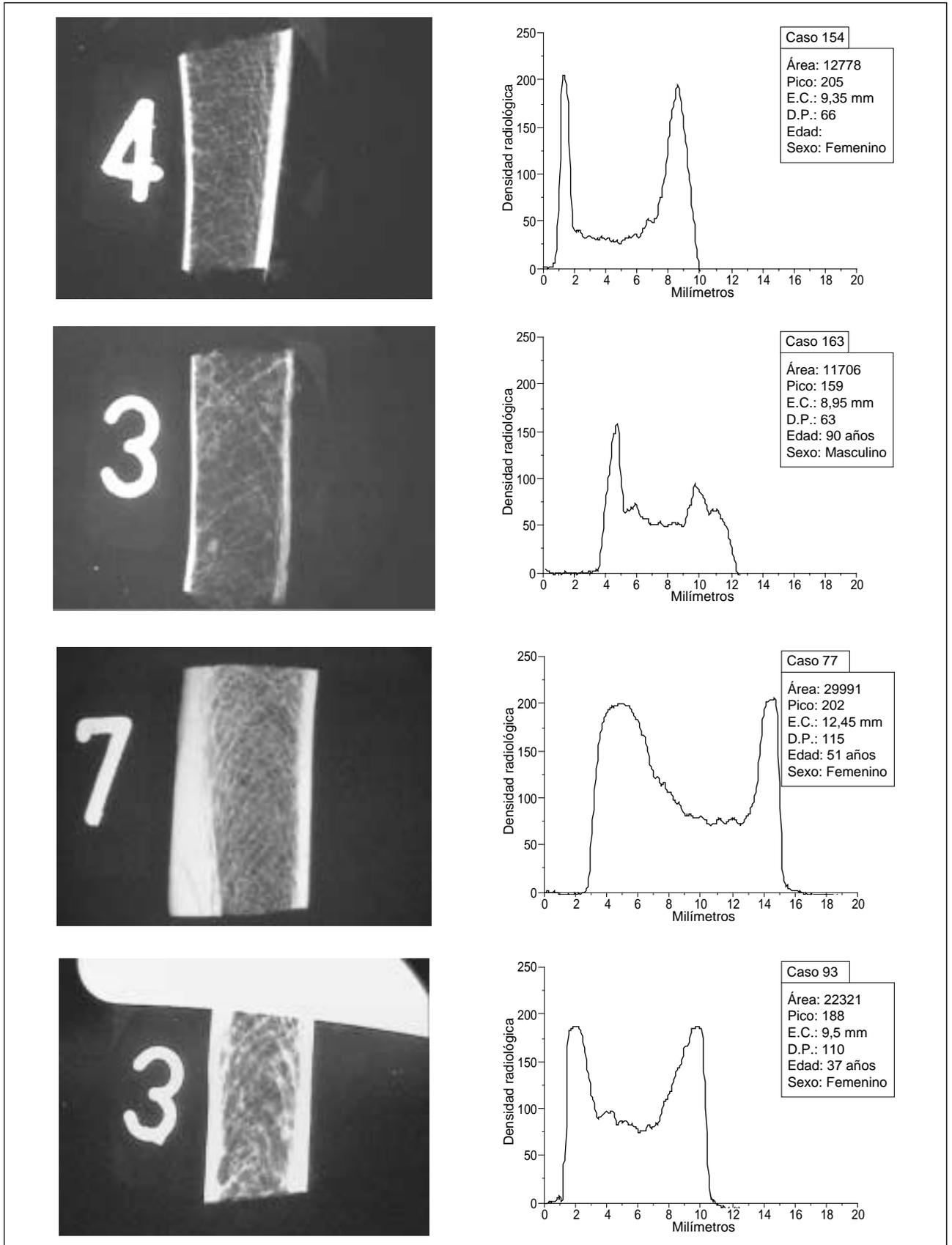


Figura 3. Izquierda: imágenes digitalizadas de radiografías de 12 casos extremos. Derecha: gráficos correspondientes a las medidas de las imágenes ubicadas a la izquierda. (Continúa)

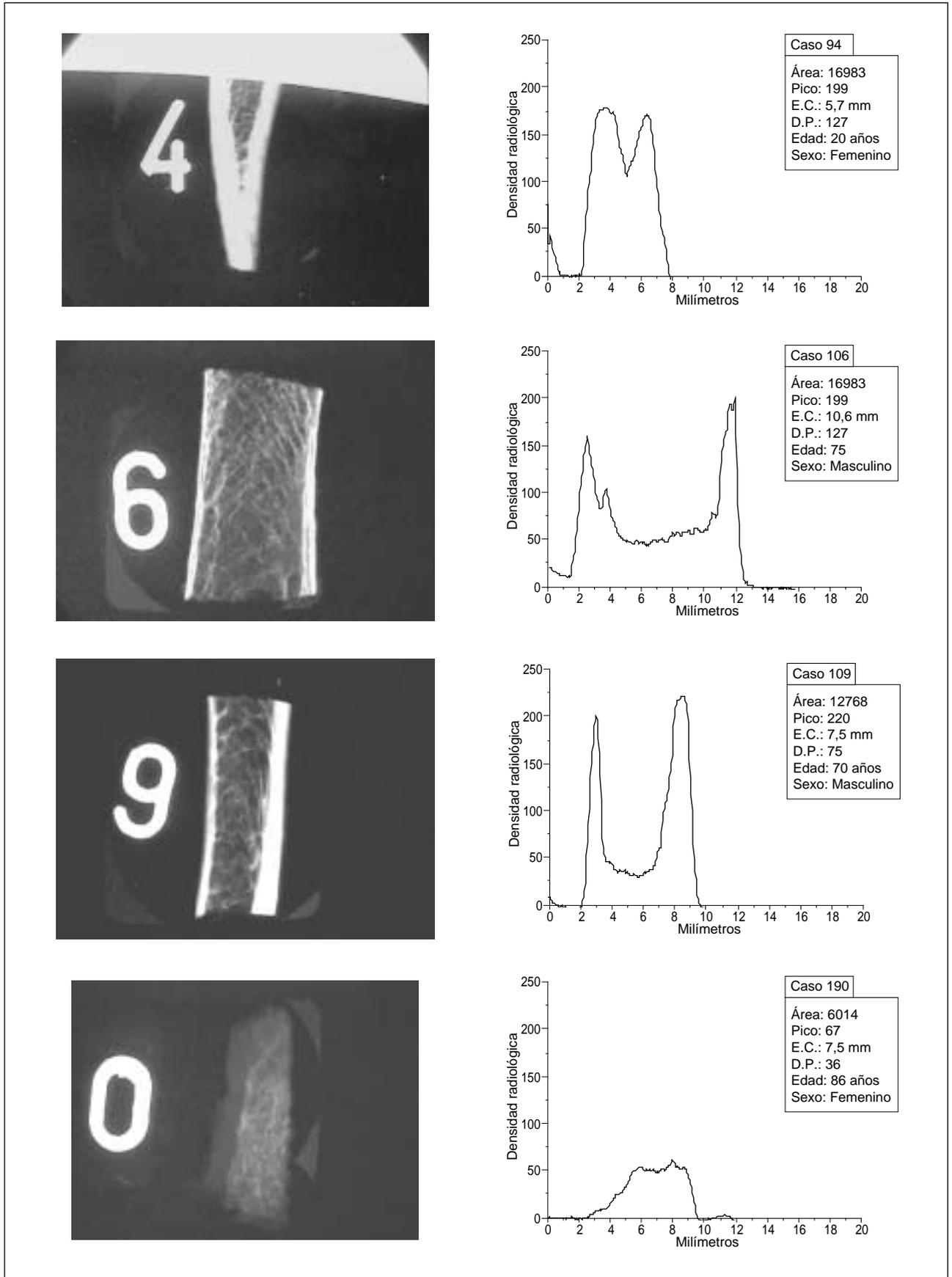


Figura 3. (Cont.)

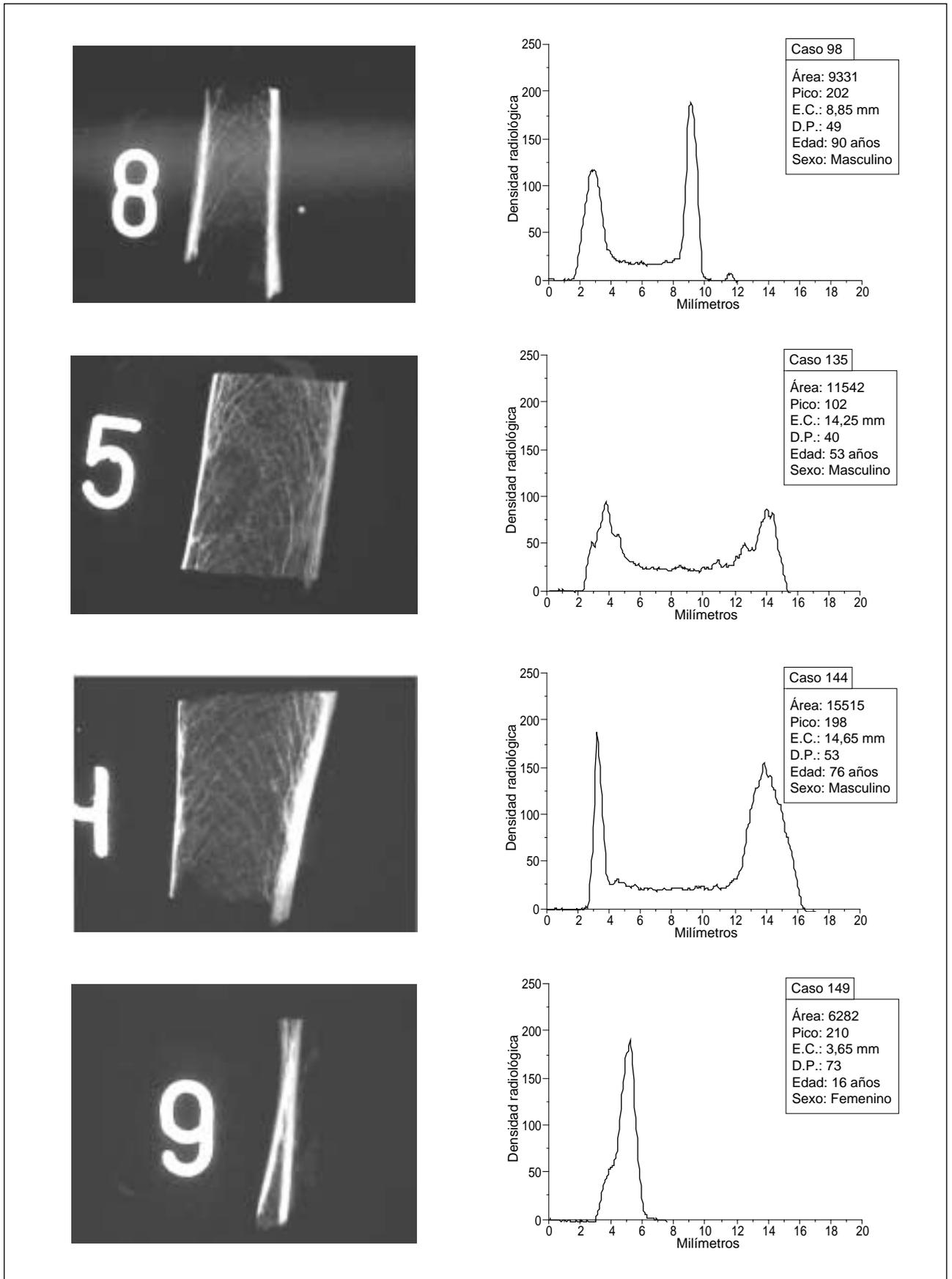


Figura 3. (Cont.)

mo los de las vértebras, las cuales se toman como base para el estudio de la densitometría ósea. Esta área, aunque no es usada por la punción, suele ser el único parámetro de la densitometría, lo cual introduce un desvío considerable.

En resumen, parecería que los datos, tanto histométricos como densitométricos, debieran tomarse como una referencia y evaluarse con otros parámetros.

Las variaciones encontradas demostraron que en un análisis de 220 casos tomados al azar de una población presuntamente sana en su estructura ósea, la disparidad fue tan relevante que hace pensar en su correlación con los estudios densitométricos.

Estos estudios indicarían el cuidado que hay que tener cuando se desea estimar la densidad ósea del esqueleto en un sector de toma relativamente pequeño de la cresta ilíaca. Sería de interés estudiar equivalentes en las vértebras, en particular las lumbares, que hasta el presente son huesos de elección para los estudios densitométricos convencionales.

Quedaría claro que un estudio de las características trabeculares de la esponjosa no debería ser un escollo para los análisis histométricos cuantitativos como la resorción, la aposición, la estimación del osteoide y los depósitos de elementos, como el aluminio y el hierro.

Tabla. Análisis de las principales publicaciones que refieren la biopsia de cresta ilíaca para el estudio del hueso

Autores	Nº casos	Rango edades	Material necropsia	Material biopsia	Estudio imágenes	Histología
Melsen ¹³	50	18-70 años	X	-	Rx	X
Nielsen ¹⁶	74	-	X	-	Rx	X
Parfitt ¹⁷	228	15-95 años	X	X	Rx	X
Fangere ⁹	14	19-70 años	-	X	Rx	X
Chavassieux ⁴	50	17-57 años	-	X	Rx	X
Podenphant ¹⁹	14	25-68 años	X	-	Rx	X
B. Frenkel ³	94	20-80 años	X	-	-	-
Mosekilde ¹⁴	42	15-87 años	X	-	Rx	X
Alexiades ¹	20	-	X	-	Rx	X
Crane ⁵	97	-	X	X	Rx	-
Dempster ⁶	236	-	X	X	-	-
Dempster ⁷	29	22-83 años	X	-	Rx	X
Amling ²	23	63 años	X	-	Rx	X
Ebbesen ⁸	95	21-90 años	X	-	Rx	X
Parisien ¹⁸	59	30-35 años	-	X	-	X
Uchiyama ²³	15	11-67 años	-	X	TC	X
Muller ¹⁵	63	23-92 años	X	-	TC	X
Thomsen ²⁰	64	21-96 años	X	-	-	X
Hildebrand ¹²	52	24-90 años	X	X	TC	-
Glorieux ¹⁰	58	1-22 años	-	X	-	-
Thomsen ²¹	24	18-26 años	-	-	-	X
Thomsen ²²	48	19-96 años	X	-	Rx	X
Gomberg ¹¹	6	23-38 años	-	X	RM	-

Referencias: Rx: radiografía. TC: tomografía computerizada. RM: resonancia magnética.

Referencias bibliográficas

1. **Alexiades MM, Boachie-Adjei O, Vigorita V.** Histomorphometric analysis of vertebral and iliac crest bone samples. A correlated study. *Spine*;15(4):286-288;1990.
2. **Amling M, Grote HJ, Vogel M, et al.** Three dimensional analysis of the spine in autopsy cases with renal osteodystrophy. *Kidney Int*;46(3):733-743;1994.
3. **Birkenhager-Frenkel D, Courpron P, Hupscher E, et al.** Age-related changes in cancellous bone structure. A two-dimensional study in the transiliac and iliac crest biopsy sites. *Bone Miner*;4(2):197-216;1988.
4. **Chavassieux PM, Arlot ME, Meunier PJ.** Intermethod variation in bone histomorphometry: comparison between manual and computerized methods applied to iliac bone biopsies. *Bone*;6(4):221-229;1985.
5. **Crane G, Fazzalari NL, Parkinson IH, et al.** Age-related changes in femoral trabecular bone in arthrosis. *Acta Orthop Scand*;61(5):421-426;1990.
6. **Dempster DW.** Relationship between the iliac crest bone biopsy and other skeletal sites. In: Kleerekoper M, Krane SM. *Clinical disorders of bone and mineral metabolism*. New York: Liebert; 1989.pp.247-251.
7. **Dempster DW, Ferguson Pell MW, Mellish RW, et al.** Relationships between bone structure in the iliac crest and bone structure and strength in the lumbar spine. *Osteoporos Int*;3(2):90-96;1993.
8. **Ebbesen EN, Thomsen JS, Mosekilde L.** Nondestructive determination of iliac crest cancellous bone strength by p QCT. *Bone*;21(6):535-540;1997.
9. **Faugere MC, Malluche HH.** Comparison of different bone-biopsy techniques for qualitative and quantitative diagnosis of metabolic bone diseases. *J Bone Joint Surg Am*;65(9):1314-1318;1983.
10. **Glorieux FH, Travers R, Taylor A, et al.** Normative data for iliac bone histomorphometry in growing children. *Bone*;26(2):103-109;2000.
11. **Gomberg BR, Wehrli FW, Vasilic B, et al.** Reproducibility and error sources of micro-MRI-based trabecular bone structural parameters of the distal radius and tibia. *Bone*;35(1):266-276;2004.
12. **Hildebrand T, Laib A, Muller R, et al.** Direct three-dimensional morphometric analysis of human cancellous bone: microstructural data from spine, femur, iliac crest and calcaneus. *J Bone Miner Res*;14(7):1167-1174;1999.
13. **Melsen F, Melsen B.** The relation between densitometric and quantitative histological analysis of bone specimens from the iliac crest. *Clin Orthop*;(117):321-326;1976.
14. **Mosekilde L, Mosekilde L.** Iliac crest trabecular bone volume as predictor for vertebral compressive strength, ash density and trabecular bone volume in normal individuals. *Bone*;9(4):195-199;1988.
15. **Muller R, Van Campenhout H, Van Damme B, et al.** Morphometric analysis of human bone biopsies: a quantitative structural comparison of histological sections and micro-computed tomography. *Bone*;23(1):59-66;1998.
16. **Nielsen HE, Mosekilde L, Mosekilde L, et al.** Relations of bone mineral content, ash weight and bone mass: implication for correlation of bone mineral content for bone size. *Clin Orthop*;(153):241-247;1980.
17. **Parfitt AM, Mathews CH, Villanueva AR, et al.** Relationships between surface, volume, and thickness of iliac trabecular bone in aging and in osteoporosis. Implications for the microanatomic and cellular mechanisms of bone loss. *J Clin Invest*;72(4):1396-1409;1983.
18. **Parisien M, Cosman F, Morgan D, et al.** Histomorphometric assessment of bone mass, structure and remodeling: a comparison between healthy black and white premenopausal women. *J Bone Miner Res*;12(6):948-957;1997.
19. **Podenphant J, Gotfredsen A, Nilas L, et al.** Iliac crest biopsy: representativity for the amount of mineralized bone. *Bone*;7(6):427-430;1986.
20. **Thomsen JS, Ebbesen EN, Mosekilde L.** Relationships between static histomorphometry and bone strength measurements in human iliac crest bone biopsies. *Bone*;22(2):153-163;1998.
21. **Thomsen JS, Ebbesen EN, Mosekilde L.** A new method of comprehensive static histomorphometry applied on human lumbar vertebral cancellous bone. *Bone*;27(1):129-138;2000.
22. **Thomsen JS, Ebbesen EN, Mosekilde L.** Static histomorphometry of human iliac crest and vertebral trabecular bone: a comparative study. *Bone*;30(1):267-274;2002.
23. **Uchiyama T, Tanizawa T, Muramatsu H, et al.** A morphometric comparison of trabecular structure of human ilium between microcomputed tomography and conventional histomorphometry. *Calcif Tissue Int*;61(6):493-498;1997.