

# Densidad mineral ósea del antebrazo en niños sanos

E. Viña Simón, G. Bueno Lozano, M.I. Armadá Maresca, C. Hernández Pérez\*, C. Lozano Tonkin\*\*, J.L. Ruibal Francisco, E. Casado de Frías

**Resumen.** *Objetivo:* Disponer de patrones de referencia en la población pediátrica de la densidad mineral ósea (DMO) de hueso trabecular y cortical de la porción distal del antebrazo.

*Pacientes y métodos:* Se ha realizado una densitometría del antebrazo mediante el densitómetro de doble energía de rayos X HOLOGIC QDR-1000 a 246 niños y adolescentes sanos (111 varones y 135 mujeres) de edades comprendidas entre los 2,8 y 20,8 años. Mediante análisis de regresión múltiple se ha relacionado la DMO con la edad, el peso, la talla, el índice de masa corporal (IMC), el sexo y el desarrollo puberal.

*Resultados:* La DMO se incrementa con la edad, el peso, la talla, el IMC y el estadio puberal, presentando con todos ellos una correlación positiva estadísticamente significativa ( $r = 0,65 - 0,92$ ).

La DMO de mujeres fue inferior a la de los varones en cualquiera de las regiones analizadas, y más marcadas a partir del inicio del desarrollo puberal. Las mayores diferencias de masa ósea por sexo se observaron en la región ultradistal del antebrazo en el grupo de edad de 17- 18 años (0,446 vs 0,384 g/cm<sup>2</sup>).

*Conclusiones:* El estudio del antebrazo permite obtener información de la mineralización ósea de hueso trabecular y cortical. Se aportan los valores de referencia de la DMO a nivel del antebrazo de una población pediátrica sana que pueden ser de utilidad para evaluar la DMO en aquellas situaciones en las que la mineralización esquelética pueda estar comprometida.

*An Esp Pediatr 1999; 51:657-663.*

**Palabras clave:** Densitometría del antebrazo. Densitometría de doble energía de rayos X. Infancia.

## FOREARM BONE MINERAL DENSITY IN HEALTHY CHILDREN

**Abstract.** *Objective:* In order to establish the normal patterns of forearm bone mineral density (BMD), BMD in the cortical and trabecular parts of the distal forearm were studied in a normal pediatric population.

*Patients and methods:* BMD was measured by dual-energy X-ray absorptiometry (HOLOGIC QDR-1000) in the distal third forearm of 246 normal children and adolescents (111 boys and 135 girls) ranging from 2.8 to 20.8 years of age. BMD was correlated by multiple regression analysis with age, weight, body mass index (BMI), sex and pubertal Tanner stage.

*Results:* Forearm BMD increased progressively with age, weight, height, BMI and maturity, with the maximal increase in all forearm bone

sites occurring at the onset of puberty in girls and boys. A statistically significant correlation was found between forearm BMD and all of these variables ( $r = 0.65$  to  $0.92$ ). Mean BMD was higher in boys than in girls in cortical, trabecular and cortical-trabecular sites of the distal forearm. Maximal differences in BMD between boys and girls occurred at 17-18 years of age, especially the trabecular-dominated (ultradistal) part of the distal forearm (0.446 vs 0.384 g/cm<sup>2</sup>).

*Conclusions:* Forearm BMD studies permit information of both cortical and trabecular bone mineralization to be obtained at the same time. This study reports normative data for forearm BMD in a healthy pediatric population. The values obtained may be used as a reference of normality when evaluating bone density in situations where skeletal mineralization may be compromised.

**Key words:** Forearm bone mineral density. Dual-energy X-ray absorptiometry. Children.

## Introducción

La osteoporosis es la enfermedad metabólica ósea más frecuente. Constituye en la actualidad un problema para la sanidad pública por su frecuencia y su elevado coste social, así como por las consecuencias que puede tener, como una disminución de la calidad de vida. Se considera una patología propia del adulto; sin embargo, es durante la infancia y la adolescencia cuando se acumula el capital mineral óseo que va a permitir hacer frente a las pérdidas fisiológicas de la vida adulta.

La mineralización ósea es un proceso continuo que se inicia en la vida fetal y se prolonga hasta la segunda o tercera década de la vida<sup>(1,2)</sup>, adquiriéndose el pico de masa ósea entre los 20 y los 25 años.

En ausencia de enfermedad, la dotación final de masa ósea viene determinada genéticamente<sup>(3)</sup>. No obstante, la capacidad para alcanzar el propio potencial genético depende de varios factores extraesqueléticos<sup>(4-6)</sup>. Los agentes más importantes que regulan la mineralización durante la infancia, adolescencia y vida adulta son, entre otros: una alimentación adecuada, hormonas y factores locales de crecimiento así como la actividad física. Todo agente que actúe en estas edades puede interferir con el proceso normal de mineralización, de tal forma que aquellos individuos que alcancen un pico de masa ósea por debajo de la media de la población de referencia, pueden ser un grupo de riesgo para el desarrollo de osteoporosis en el futuro<sup>(7-10)</sup>.

La profilaxis es una medida efectiva de tratar la osteoporosis<sup>(11)</sup>. En prevención de esta patología, es del máximo interés que, todos los niños alcancen un contenido óptimo de mineral óseo. Es por tanto necesario conocer los patrones de mineralización nor-

Departamento de Pediatría, \*Departamento de Medicina Preventiva (Unidad de Investigación Clínico-Epidemiológica) y \*\*Departamento de Medicina Interna (Unidad de Osteopatías Metabólicas). Hospital Clínico San Carlos. Madrid.

*Correspondencia:* E. Viña Simón. C/ Alcántara, 18 1°. 28006 Madrid.

*Recibido:* Mayo 1999

*Aceptado:* Julio 1999

mal del niño y del adolescente para identificar precozmente poblaciones pediátricas de riesgo y desarrollar acciones terapéuticas que posibiliten la adquisición y mantenimiento de una adecuada mineralización durante la infancia y adolescencia<sup>(7,12)</sup>.

La aparición de técnicas de densitometría ósea ha permitido la determinación de la masa ósea en la población pediátrica de forma no invasiva<sup>(10,13,14)</sup>. Estas técnicas se basan en la absorción de radiaciones ionizantes por el hueso, de modo que la cuantía de la reducción de las radiaciones se relaciona directamente con la cantidad de tejido óseo. Así, a mayor contenido de hueso, mayor es la capacidad de absorción de la radiación ionizante, detectándose menor radiación en un sistema de detección próximo<sup>(14,15)</sup>. La densitometría radiográfica de doble energía ha sido la más aceptada para su uso en la edad pediátrica debido a sus características de seguridad, sensibilidad, especificidad, rapidez, precisión y exactitud<sup>(13,14)</sup>. Además, permite estudiar la masa ósea en diferentes regiones del organismo y analizar tanto el hueso cortical como el trabecular.

La mayor parte de los trabajos publicados realizados con pacientes pediátricos se centran en el estudio de masa ósea de la columna lumbar, que valora el hueso trabecular. El estudio del antebrazo, sin embargo, permite analizar en una zona pequeña y de fácil acceso con hueso trabecular y cortical. La gran mayoría de los estudios en el antebrazo han sido llevados a cabo con otras técnicas densitométricas menos adecuadas a la edad pediátrica<sup>(16-19)</sup>.

El objetivo del presente trabajo ha sido determinar la DMO del antebrazo de forma no invasiva en un grupo de niños y adolescentes sanos y relacionar los diferentes valores de DMO con el sexo, la edad, el peso, la talla, el índice de masa corporal (IMC) y el estadio puberal.

## Pacientes, material y métodos

Se seleccionaron 246 voluntarios sanos con edades comprendidas entre 2,8 y 20,8 años, 111 varones (45,1%) y 135 mujeres (54,9%). Los criterios de inclusión en el estudio fueron:

- Crecimiento estatura-ponderal adecuado a su edad cronológica, con talla y peso comprendidos entre los percentiles P 3 y P 97 de Tanner<sup>(20)</sup>.

- No presentar proceso patológico alguno (endocrino, metabólico, genético, hemato-oncológico, renal, digestivo, hepático, pulmonar, nutricional, osteoarticular u otros) que pueda asociarse a alteraciones del metabolismo calcio-fósforo.

- No haber estado sometido a tratamiento que pudiera interferir en la mineralización ósea (vitaminas, minerales, antiácidos, corticoides, anticonvulsivantes, heparina, inmunosupresores u otros).

Con objeto de estudiar a un grupo de pacientes lo más homogéneo posible se recogieron los siguientes datos: edad gestacional, peso y longitud al nacimiento, enfermedades previas, tiempo de lactancia materna, administración de vitaminas durante el primer año de vida. También se tuvieron en cuenta otros factores que pueden influir en la mineralización, como la ingesta estimada de calcio, el grado de actividad física, el hábitat, el nivel socioeconómico, y el consumo de alcohol o tabaco.

Se registraron además: peso (báscula SECA), talla (estadiómetro HARPENDEN, Holtain Ltd), IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), todo ello relacionado con la edad decimal y el sexo de los participantes. Los datos obtenidos se trasladaron a las gráficas percentiladas de Tanner y Whitehouse. La valoración del grado de desarrollo puberal se estableció de acuerdo con estos mismos autores<sup>(20)</sup>.

A todos los participantes del estudio se les realizó una densitometría de doble energía de rayos X en el antebrazo con el densitómetro HOLOGIC QDR-1000.

La fuente de energía es un tubo de rayos X. Un detector capta la radiación no absorbida por el hueso. Esta información se analiza y se expresa en forma de imagen en la pantalla del ordenador, que permite definir las áreas de interés y analizarlas. Los parámetros valorados fueron: área total, contenido mineral óseo (CMO) y densidad mineral ósea (DMO), que resulta de dividir el CMO por la superficie de la región de interés, y se expresa en  $\text{g}/\text{cm}^2$ .

El estudio del antebrazo requiere al paciente sentado colocando el antebrazo no dominante sobre la mesa de exploración contra un bloque de gomaespuma transparente a los rayos X, manteniendo el codo flexionado a  $105^\circ$ . La región de interés fue el tercio distal de la longitud del antebrazo, medido desde la apófisis estiloides del cúbito hasta el olécranon. La medición de masa ósea se puede llevar a cabo a diferentes niveles, lo que aporta distinta información, dada la diferente proporción de hueso trabecular y cortical. Así, en el antebrazo se distinguen tres regiones de interés:

- TERCIO DISTAL (RC1/3): formado por hueso cortical en un 95%.

- ULTRADISTAL (RCUD): de 15 mm de longitud, proximal al platillo distal del radio (sin incluirlo), donde el contenido en hueso trabecular es de al menos un 75%.

- Región MEDIO-DISTAL (RCMID): entre la zona ultradistal y el tercio distal. Contiene una mezcla de hueso trabecular y cortical.

El estudio de la DMO del antebrazo en su totalidad (RCtotal) analiza las tres regiones (ultradistal, medio-distal y tercio distal) de forma global. Estos datos aportan una información de una combinación de hueso cortical y trabecular.

La densitometría del antebrazo permite el estudio de cada hueso por separado (radio y cúbito) así como de la totalidad de ambos (Fig. 1).

El coeficiente de variación del densitómetro durante el estudio fue de 0,3%.

El estudio se llevó a cabo una vez obtenida la aprobación del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital. Se informó y se obtuvo la autorización del familiar responsable.

## Análisis estadístico

Se realizó un estudio transversal. Como variable dependiente se tomó la DMO, y como variables independientes se estudiaron la edad, el sexo, el peso, la talla, el IMC y el estadio puberal. La normalidad de todas las variables analizadas determinó la utilización de tests paramétricos.

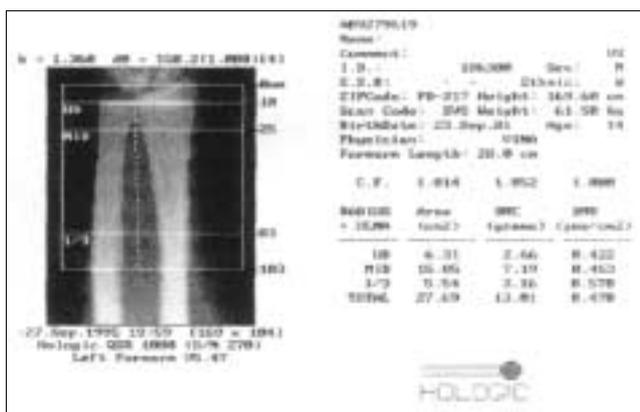


Figura 1. Densitometría del antebrazo

Se estimaron los valores de la media, de una y de dos desviaciones estándares de la muestra de sujetos sanos por sexo y por grupos de edad. La edad fue categorizada en intervalos de dos años.

Se evaluó la asociación entre variables cualitativas con el test de Chi cuadrado o prueba exacta de Fisher en el caso de que más de un 25% de los esperados fueran menores de 5. Para el análisis entre pares de variables cuantitativas se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) y el coeficiente de correlación parcial cuando se ajustó por otras variables. En todos los contrastes de hipótesis se realizó la hipótesis nula con un error de tipo I o error alfa menor a 0,05.

Se cuantificó la asociación lineal mediante un análisis de regresión lineal múltiple para predecir la DMO a partir de variables independientes.

El paquete estadístico utilizado para el análisis fue el SPSS 7,0 para Windows.

## Resultados

El grupo lo formaron 246 voluntarios sanos. La distribución por sexos, edad media (desviación estándar) y rango de edad fueron los siguientes:

- 111 varones, con edad media de 12,2 años (4,4) y un rango de 3,5 a 20,8 años.
- 135 mujeres, con edad media de 11,4 años (4,4) y un rango de 2,8 a 20,2 años.

La distribución por edad y por estadio puberal ha sido similar en ambos sexos ( $p=0,172$  y  $p=0,728$ , respectivamente). El peso, la talla y el IMC se situaron en todos los participantes en percentiles normales para su edad y sexo.

Existe una correlación excelente entre la DMO de las diferentes regiones del antebrazo (RCUD, RC1/3, RCMID, RCtotal) y sus homólogas del radio (RUD, R1/3, RMID, Rtotal), con coeficientes de correlación " $r$ " que oscilaron entre 0,990 y 0,995. Se han determinado las medias de DMO de radio y cúbito juntos, con objeto de realizar las curvas de normalidad.

Fueron determinados los coeficientes de correlación entre la edad, el peso, la talla, el IMC y la longitud del antebrazo con

Tabla I Coeficientes de correlación ( $r$ ) de las DMO del antebrazo con las variables edad, talla, peso, IMC y longitud del antebrazo (L. antebrazo)  $p<0,000$

	Edad	Talla	Peso	IMC	L. antebrazo
DMO RCUD	0,793	0,698	0,814	0,653	0,753
DMO RC13	0,919	0,810	0,892	0,662	0,885
DMO RCMID	0,892	0,761	0,863	0,688	0,825
DMO RCtotal	0,898	0,767	0,870	0,676	0,842

Tabla II Densidad mineral ósea de la región untradistal del antebrazo (RCUD). Media, desviación estándar (DE) y número de individuos (n) por cada grupo de edad.  $p<0,000$

Edad (años)	Varones			Mujeres		
	Media	DE	n	Media	DE	n
≤ 4	0,260	0,010	6	0,259	0,015	11
5-6	0,277	0,021	8	0,264	0,031	16
7-8	0,291	0,029	17	0,275	0,025	15
9-10	0,337	0,038	15	0,299	0,028	19
11-12	0,346	0,033	18	0,311	0,034	23
13-14	0,394	0,042	13	0,360	0,037	20
15-16	0,439	0,065	18	0,383	0,043	16
17-18	0,446	0,065	8	0,384	0,075	10
≥ 19	0,466	0,067	8	0,403	0,023	5

las diferentes DMO del antebrazo (Tabla I). Al separar la población por sexos, se encontró una correlación positiva estadísticamente significativa entre DMO y el resto de las variables ( $p < 0,000$ ).

La edad fue la variable que mayor correlación presentó con las distintas DMO ( $r = 0,793-0,919$ ). Dentro de las variables antropométricas, la que mejor se ha correlacionado con la DMO es el peso ( $r = 0,81-0,89$ ).

El 85% de la variabilidad de la DMO del antebrazo en su totalidad (RCtotal) viene determinado por las variables edad, peso, sexo y estadio puberal. En conjunto, estas cuatro variables presentan una correlación del 92% con la DMO ( $r = 0,921$ ). Según el coeficiente de estandarización beta, la variable que más influye es la edad ( $\beta = 0,507$ ). La ecuación de regresión lineal que resume esta relación es:

DMO RCtotal = 0,231 + 0,012 Edad + 0,0014 Peso + 0,019 Estadio puberal + 0,021 Sexo.

Siendo: Edad = edad decimal (años); Peso = peso en kg; Estadio puberal: 0=prepuberal, 1=puberal, 2=postpuberal; Sexo: 0=mujer, 1=varón.

Al estudiar las diferentes regiones del antebrazo por separado se observaron resultados similares, salvo en la región untradistal del antebrazo, la más rica en hueso trabecular, en la que el valor beta es mayor para el peso que para la edad ( $\beta = 0,56$ ).

Tabla III Densidad mineral ósea de la región distal del antebrazo (RC1/3). Media, desviación estándar (DE) y número de individuos (n) por cada grupo de edad.  $p < 0,000$

Edad (años)	Varones			Mujeres		
	Media	DE	n	Media	DE	n
≤ 4	0,369	0,022	6	0,354	0,026	11
5-6	0,410	0,030	8	0,402	0,035	16
7-8	0,436	0,024	17	0,435	0,027	15
9-10	0,497	0,023	15	0,477	0,045	19
11-12	0,536	0,029	18	0,534	0,053	23
13-14	0,608	0,068	13	0,611	0,047	20
15-16	0,685	0,073	18	0,638	0,030	16
17-18	0,731	0,056	8	0,642	0,023	10
≥ 19	0,735	0,065	8	0,688	0,035	5

Tabla IV Densidad mineral ósea del antebrazo (RCtotal). Media, desviación estándar (DE) y número de individuos (n) por cada grupo de edad.  $p < 0,000$

Edad (años)	Varones			Mujeres		
	Media	DE	n	Media	DE	n
≤ 4	0,316	0,008	6	0,309	0,015	11
5-6	0,344	0,021	8	0,335	0,030	16
7-8	0,366	0,024	17	0,358	0,023	15
9-10	0,419	0,017	15	0,384	0,032	19
11-12	0,437	0,027	18	0,417	0,038	23
13-14	0,490	0,054	13	0,480	0,433	20
15-16	0,549	0,063	18	0,512	0,031	16
17-18	0,593	0,049	8	0,522	0,017	10
≥ 19	0,611	0,072	8	0,558	0,027	5

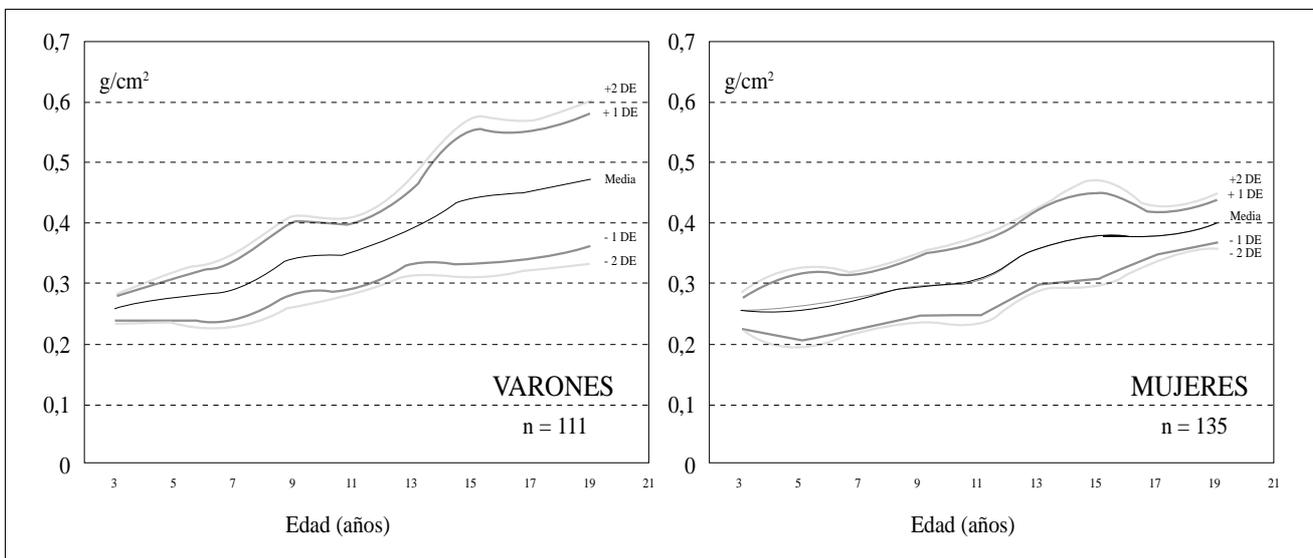


Figura 2. DMO de la región ultradistal del antebrazo (RCUD) en ambos sexos.

En las tablas II a IV quedan reflejados los valores de las medias de DMO así como la desviación estándar, de las diferentes regiones del antebrazo por edad y sexo. A partir de estos datos se han construido las curvas de DMO de las diferentes regiones del antebrazo. En ellas queda representada la DMO en forma de media, una y dos desviaciones estándar (Figs. 2, 3 y 4).

Como representante del hueso trabecular se ha tomado la región ultradistal del antebrazo (RCUD) y del hueso cortical el tercio distal (RC 1/3). Los resultados obtenidos al analizar la totalidad del antebrazo (RCtotal) aportan una información de una mezcla de hueso trabecular y cortical.

Las diferencias entre la DMO de varones y mujeres comienzan a ser apreciables a partir de los años que acompañan el inicio del desarrollo puberal, siendo las diferencias más marcadas en el grupo de edad de los 17-18 años en todas las regio-

nes analizadas, existiendo una DMO inferior en las mujeres entre un 12% (RCtotal) y un 13,9% (RCUD) (Fig. 2).

En el tercio distal del antebrazo, representante del hueso cortical, las diferencias de DMO entre varones y mujeres son menos marcadas que en la región ultradistal, pero siguen siendo estadísticamente significativas, llegando a una diferencia de un 12,2% en el grupo de edad de 17-18 años (Fig. 3).

El incremento de masa ósea en el antebrazo sigue un patrón similar en las diferentes regiones analizadas. En varones, los mayores incrementos se producen en el paso del intervalo de los 7-8 a los 9-10 años, con un mínimo de un 12,3% en el tercio distal y un máximo de un 13,6% en la región ultradistal del antebrazo.

En el paso de los 11-12 a los 13-14 años se produce un incremento de masa ósea de aproximadamente un 11% (mínimo 10,8% en la RCtotal y máximo 12,2% en la región ultradistal).

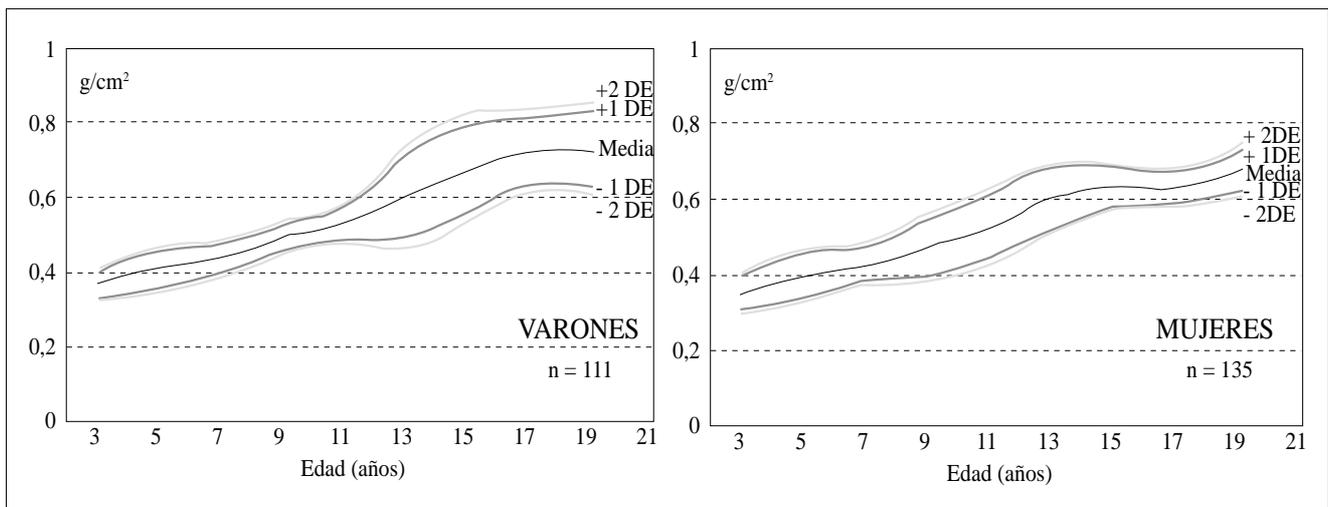


Figura 3. DMO del tercio distal del antebrazo (RC1/3) en ambos sexos.

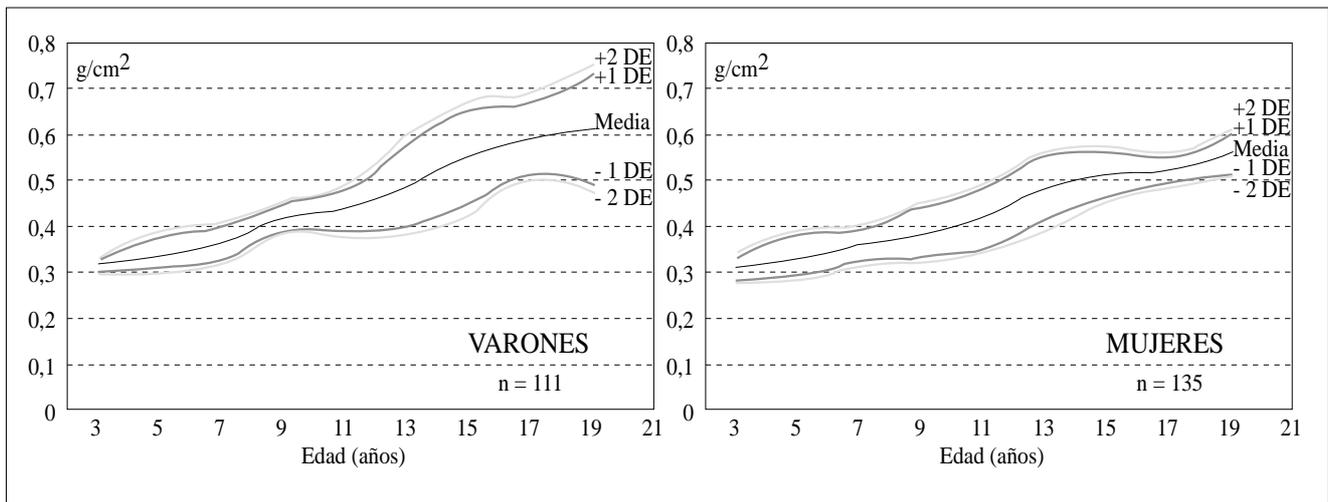


Figura 4. DMO del antebrazo (RC total) en ambos sexos.

Posteriormente, al pasar al intervalo de edad de los 15-16 años también se aprecia una diferencia de masa ósea próxima al 11%, con un mínimo de un 10,3% en la región ultradistal y un máximo de un 11,2% en el tercio distal del antebrazo.

En las mujeres, sin embargo, el incremento de masa ósea más marcado se produce en el paso del intervalo de los 11-12 a los 13-14 años, con un mínimo de un 12,6% en el tercio distal y un máximo de un 13,6% en la región ultradistal del antebrazo.

En cuanto al pico de masa ósea alcanzado en el antebrazo, ha sido mayor en varones que en mujeres, con diferencias de un 13,5% en la región ultradistal, 6,4% en el tercio distal y 8,7% en el antebrazo en su totalidad (Tablas II, III y IV y figuras 2, 3 y 4).

## Discusión

En nuestro país existen varios estudios sobre la normalidad de la DMO a nivel de diferentes huesos; sin embargo, es aconsejable que las curvas de normalidad sean representativas de la zona geográfica en la que se lleva a cabo la investigación, dado que la mineralización esquelética está muy influida por la vitamina D, y ésta, a su vez, por la radiación solar recibida por el niño, que puede ser muy diferente incluso entre distintas regiones de un mismo país<sup>(21-23)</sup>.

La columna lumbar ha sido el lugar estudiado con mayor frecuencia con DXA y del cual más estándares pediátricos están disponibles en la actualidad<sup>(21,24-28)</sup>. La DMO de columna lumbar y del antebrazo no proporciona información equivalente, pues demuestra osteopenia con distinta frecuencia debido a su diferente proporción de hueso trabecular y cortical.

El presente trabajo ha permitido la elaboración de tablas y curvas normales de DMO en el antebrazo en niños de todas las edades y conocer cuál es el valor medio de DMO por grupos de edad. Esto permite definir lo que es normal y lo que es anormal.

mal en lo que a DMO se refiere. En cada grupo de edad y sexo se ha definido la normalidad como aquel punto situado entre la media y las 2 DE respecto a la media.

La DMO aumenta a lo largo de la infancia en relación con el aumento del tamaño corporal. Estudios previos<sup>(16,29)</sup> han mostrado que la adquisición de masa ósea es gradual al inicio de la infancia y que se acelera durante la adolescencia hasta que se alcanza la madurez sexual.

En el grupo de niños estudiado la DMO del antebrazo se incrementa de forma continua desde la infancia al final de la adolescencia. Existe una correlación lineal positiva significativa en ambos sexos y en cualquiera de las regiones analizadas entre la DMO y las variables cuantitativas edad, peso, talla, IMC y longitud del antebrazo (Tabla I), así como con el estadio puberal. Estos datos están de acuerdo con los publicados previamente utilizando diferentes metodologías<sup>(16,24-26,29)</sup>. Independientemente del sexo estudiado, la variable que más ha influido en la DMO del antebrazo, ha sido la edad. Únicamente en la región ultradistal, más rica en hueso trabecular, la variable que más fuerza ha tenido ha sido el peso.

Los incrementos de DMO en el antebrazo fueron más marcados en los años que acompañan al brote puberal (11-14 años), lo cual apoya una vez más los resultados de otros trabajos<sup>(2,16,24,25,29)</sup> y demuestran que la adolescencia es un período crítico para la mineralización ósea, independientemente del sexo.

Recientemente ha sido demostrado que los esteroides sexuales tienen receptores locales y ejercen efectos biológicos en las células del cartílago epifisario y en las células óseas, por lo que estas hormonas juegan un importante papel en el crecimiento y mineralización del esqueleto<sup>(26,27)</sup>. De ahí la importancia que tiene una adecuada mineralización ósea al finalizar la pubertad, dado que cuanto mayor sea la DMO al alcanzar este período de desarrollo, serán menos intensos y más tardíos los fenómenos de osteoporosis en la vida adulta.

En el antebrazo, ya sea evaluado en su totalidad como en cualquiera de las regiones, se encontraron diferencias de masa ósea entre ambos sexos, y éstas no eran explicadas por el azar. Así, los valores de DMO fueron inferiores en las mujeres respecto a los varones, sobre todo a partir del brote puberal. Las diferencias de DMO más marcadas se observaron a nivel de la región ultradistal, la más rica en hueso trabecular, lo que indica que esta diferencia de mineralización entre ambos sexos se produce en una zona donde se aprecian de forma más precoz y más sensible los cambios óseos metabólicos<sup>(30)</sup>.

El incremento de masa ósea disminuye antes de los 20 años en ambos sexos (Figs. 2, 3 y 4), lo cual apoya los resultados encontrados en observaciones previas<sup>(21,28)</sup> realizados en la columna lumbar.

En este trabajo se confirma la utilidad de la absorciometría dual de rayos X como técnica no invasiva, precisa, segura y fiable de cuantificación de masa ósea. Es aconsejable que el estudio de DMO no se limite al hueso trabecular, sino que incluya también la evaluación del hueso cortical, por ejemplo, en el antebrazo, dada su mayor accesibilidad y la información que

aporta al analizar sus diferentes regiones. Por todo ello, resulta interesante disponer de estándares pediátricos de DMO en antebrazo.

Los resultados del estudio pueden ser utilizados como referencia en casos en los que se sospecha un trastorno endocrino-metabólico o como herramienta para monitorizar la mineralización ósea en niños y adolescentes que precisen un tratamiento que pueda interferir con el proceso normal de mineralización.

Estos datos proceden de un estudio transversal. Se precisarían estudios longitudinales de la misma población para aclarar la relación entre edades a las que ocurren los picos de crecimiento puberal y de DMO.

## Bibliografía

- 1 Carrascosa A, Yeste D, Audí L. Crecimiento y mineralización del tejido óseo. El hueso y cartílago de crecimiento como órganos diana para la acción hormonal. En: Argente J, Carrascosa A, Gracia Bouthelier R, Rodríguez F. Tratado de Endocrinología Pediátrica. Editores Médicos. Madrid 1995: 81-93.
- 2 Kröger H, Kotaniemi A, Kröger L, Alhava E. Development of bone mass and bone density of the spine and femoral neck - a prospective study of 65 children and adolescents. *Bone Miner* 1993; **23**:171-182.
- 3 Jouanny P, Guillemin F, Kuntz C, Jeandel C, Pourel J. Environmental and genetic factors affecting bone mass. Similarity of bone density among members of healthy families. *Arthritis Rheum* 1995; **38**:61-67.
- 4 Ruiz JC, Mandel C, Garabedian M. Influence of spontaneous calcium intake and physical exercise on the vertebral and femoral bone mineral density of children and adolescents. *Bone Miner Res* 1995; **10**:675-681.
- 5 Matkovic V. Calcium and peak bone mass. *J Int Med* 1992; **231**:151-160.
- 6 Johnston CC, Miller JZ, Slemenda CW, Reister TK, Hui S, Christian JC y cols. Calcium supplementation and increases in bone mineral density in children. *N Engl J Med* 1992; **327**:82-87.
- 7 Matkovic V, Fontana D, Tomnac C, Goel P, Chesnut CH. Factors that influence peak bone mass formation: a study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *Am J Clin Nutr* 1990; **52**:878-888.
- 8 Croucher PI, Garrahan NJ, Compston JE. Structural mechanisms of trabecular bone loss in primary osteoporosis: specific disease mechanism on early ageing? *Bone Miner* 1994; **25**:111-121.
- 9 Kanis JA, Melton LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltaev N. Perspective: The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res* 1994; **9**:1137-1141.
- 10 Pons F, Del Río L. Aplicación de los estudios densitométricos en pediatría. *Rev Esp Med Nuclear* 1991; **10**:65-67.
- 11 Riggs BL, Melton LJ. The prevention and treatment of osteoporosis. *N Engl J Med* 1992; **327**:620-627.
- 12 Torrijos A. Controles a efectuar en la prevención y el tratamiento de la osteoporosis. *Rev Esp Med Nuclear* 1991; **10**:71-72.
- 13 Hawkins F, Prieto S. Aplicaciones clínicas de la densitometría ósea. *Rev Clin Esp* 1993; **193**:503-508.
- 14 Lozano Tonkin, C. Densitometría ósea. *FOMECO* 1993; **1**:141-146.
- 15 Puchal R. Bases físicas de la densitometría ósea. *Rev Esp Med Nuclear* 1991; **10**:3-6.
- 16 Moreira Andrés MN, Canizo FJ, Papapietro K, Rejas J, Hawkins FG. Comparison between spinal and radial bone mineral density in children measured by X-ray absorptiometry. *J Pediatr Endocrinol Metab*

- 1995; **8**:35-41.
- 17 Jones T, Davie MWJ. Bone mineral density at distal forearm can identify patients with osteoporosis at spine or femoral neck. *BBr J Rheumatol* 1998; **37**:539-543.
  - 18 Gunnes M. Bone mineral density in the cortical and trabecular distal forearm in healthy children and adolescents. *Acta Paediatr* 1994; **83**:463-467.
  - 19 Bonofiglio D. Critical years of puberty for radial bone mass apposition during adolescence. *Horm Metab Res* 1999; **31**:478-482.
  - 20 Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity and stages of puberty. *Arch Dis Child* 1976; **51**:170-179.
  - 21 Carrascosa A, Del Río L, Gussinyé M, Yeste D, Audí L. Mineralización del esqueleto óseo durante la infancia y adolescencia. Factores reguladores y patrones de la normalidad. *An Esp Pediatr* 1994; **40**:246-252.
  - 22 Moreno M, González-Hachero J, Sánchez-Calero J, Morón MC, Vázquez MA, Pérez R. Contenido mineral óseo en niños normales. *An Esp Pediatr* 1994; **41**:31-35.
  - 23 Díaz Curiel M, Carrasco de la Peña JL, Honorato Pérez J, Pérez Cano R, Rapado A, Ruiz Martínez I. Study of bone mineral density in lumbar spine and femoral neck in a Spanish population. Multicentre Research Project on Osteoporosis. *Osteoporos Int* 1997; **7**:59-64.
  - 24 Del Río L, Carrascosa M, Pons F, Gussinye M, Yeste D, Domenech FM. Bone mineral density of the lumbar spine in white mediterranean spanish children and adolescents. Changes related to age, sex and puberty. *Pediatr Res* 1994; **35**:362-366.
  - 25 Southard RN, Morris JD, Mahan JD, Hayes JR, Torch MA, Sommer A y cols. Bone mass in healthy children: measurement with quantitative DXA. *Radiology* 1991; **179**:735-738.
  - 26 Ponder SW, McCormick DP, Fawcett HD. Spinal bone mineral density in children aged 5.00 through 11.99 years. *Am J Dis Child* 1990; **144**:1346-1348.
  - 27 Kasperk Ch, Fitzsimmons R, Strong D, Mohan S, Jennings J, Wergedal J y cols. Studies of the mechanism by which androgens enhance mitogenesis and differentiation in bone cells. *J Clin Endocrinol Metab* 1990; **71**:1322-1329.
  - 28 Kröger H, Kotaniemi A, Vainio P, Alhava E. Bone densitometry of the spine and femur in children by dual-energy x-ray absorptiometry. *Bone Miner* 1992; **17**:75-85.
  - 29 Glastre ET, Braillon P, David L. Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual-energy x-ray absorptiometry in normal children: correlations with growth parameters. *J Clin Endocrinol Metab* 1990; **70**:1330-1333.
  - 30 Glimcher MJ. The nature of the mineral component of bone and the mechanism of calcification. En: Coe LF, Favus MJ (eds). Disorders of bone and mineral metabolism. Raven Press. New York. 1992: 265-286.