

Variaciones de la densidad y de la concentración mineral ósea entre distintas comunidades

M. Marco Hernández, M.J. Méndez Fernández y J.C. Ruiz Ramírez

Unidad de Crecimiento. Hospital Militar Gómez Ulla. Madrid.

(*An Esp Pediatr* 2000; 52: 319-326)

Objetivo

a) Estudiar la densidad mineral ósea (DMO) y la concentración mineral ósea (CMO) en columna lumbar (L2 y L4) con densitometría radiológica de doble energía (DEXA) en una muestra de niños de la comunidad de Madrid, b) relacionar los valores obtenidos con la edad, sexo y desarrollo puberal, y c) comparar los valores de DMO encontrados con los publicados de otras comunidades autónomas.

Material y métodos

Fueron seleccionados al azar en nuestra consulta 351 escolares: 184 niños y 167 niñas. El rango de edad osciló entre 6 meses y 20 años. Los sujetos fueron agrupados en intervalos de un año según el sexo; y de acuerdo al desarrollo puberal.

El contenido mineral óseo fue medido con densitometría radiológica de doble energía en la columna lumbar en L2-L4 con un modelo lunar DPX-L. El análisis estadístico se ha realizado con el SPSS versión 6.0.1. Se han obtenido la media y desviación estándar para cada grupo de edad estudiado, y también según los estadios de Tanner; se han comparados las DMO y CMO del sexo masculino y femenino por grupos de edad; se han comparado las DMO y CMO dentro de cada sexo entre un grupo de edad y el inmediatamente superior mediante análisis de la variancia; se ha evaluado el efecto que tiene la edad sobre la DMO y la CMO y, por último, mediante técnicas de análisis multivariante se han estimado los modelos de regresión entre la edad y la DMO, y la edad con la CMO.

Resultados

La DMO presenta variaciones entre las diversas comunidades y aun en muestras diferentes de una misma comunidad. En el estudio de Carrascosa et al la DMO, expresada en DE score, es más alta en numerosos de los grupos de edad estudiados respecto a nuestros valores y a los de Moreno et al y Armadá et al; los valores de DMO en nuestro estudio son mayores que los encontrados por Moreno et al y Armadá et al en casi todos los grupos de

edad; al contrastar la DMO según los estadios de Tanner nuestros valores fueron, en general, superiores a los de los otros estudios en todos los estadios; los primeros 4 años y la adolescencia son los períodos de máximo incremento de la DMO, pero también aumenta de forma oscilante en las etapas intermedias; las niñas presentan unos valores más altos de DMO en los grupos de edad de 12-13 y 14-15 años, probablemente en relación con un inicio más precoz de la pubertad y, por último, las rectas de regresión de la DMO frente a la edad para ambos sexos son paralelas y tienen igual punto de corte, lo que significa que son coincidentes. Igual sucede para la CMO.

Ver conclusión.

Palabras clave:

Densidad mineral ósea. Densitometría ósea de doble energía. Niños. Concentración mineral ósea.

BONE MINERAL DENSITY AND BONE MINERAL CONTENT VARIATIONS BETWEEN DIFFERENT COMMUNITIES

Objective

To study the bone mineral density (DMO) and the bone mineral concentration (CMO) in lumbar spine (L2 and L4) by dual-energy x-ray absorptiometry with a lunar DPX (DEXA) in a children sample of the community of Madrid; to relate the values obtained with the age, sex and pubertal development; and to compare the values of DMO found with the publications of other autonomous communities.

Material and methods

351 children, 184 boys and 167 girls selected at random in our environment. The age range oscillated between 6 months and 20 years. Grouped in intervals of a year according to the sex; and in accordance with the pubertal development.

Correspondencia: Dr. M. Marco Hernández. Unidad de Crecimiento. Hospital Militar Gómez Ulla. C/Glorieta del Ejército, s/n. 28047 Madrid.

Recibido en julio de 1999.

Aceptado para su publicación en enero de 2000.

The bone mineral content was measured by dual-energy x-ray absorptiometry with a lunar DPX in the lumbar spine at level of L2-L4. The statistic analysis has been accomplished with the SPSS version 6.0.1. They have been obtained the average and deviation standard for each group from studied age, and also according to pubertal development; the DMO and CMO of the boys and girls have been compared by groups of age; the DMO and CMO within each sex between a group of age and the immediately superior have been compared through an analysis of the variance; the effect that the age has on the DMO and the CMO has been evaluated and finally through multivariate analysis techniques the regression models have been estimated between the age and the DMO, and the age with the CMO.

Results

The DMO shows variations between the various communities and even in different samples of a same community, in Carrascosa study the DMO is highest, expressed in SD score, in many several groups of age studied with respect to our values and with the values of Moreno et al and Armadá et al; the values of DMO in our study are greater than the ones found by Moreno et al and Armadá et al; the first four years and the adolescence are the periods of maximum increase of the DMO, but it also increases in an oscillatory way in the intermediate stages; the girls present some highest levels of DMO in the groups of age of 12-13 and 14-15 years, probably in relationship to a most precocious beginning of the puberty; and finally the regression line of the DMO as compared to the age for both sexes are parallel and have equal court point, what means that they are coincident.

Conclusión

Key words:

Bone mineral density. Dual energy X-ray absorptiometry. Children. Bone mineral concentration.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento del esqueleto y su mineralización se inicia en la vida prenatal y continúa después en la lactancia, infancia, pubertad y adolescencia; diversos factores genéticos, nutricionales, hormonales y ambientales influyen en este proceso. El máximo contenido mineral óseo se alcanza al final de la adolescencia y después va disminuyendo gradualmente, en especial en la mujer. Interesa conocer si se alcanza una adecuada mineralización durante la infancia; los adultos con bajo contenido mineral óseo tienen mayor riesgo de sufrir fracturas osteoporóticas a lo largo de su vida¹⁻³.

El conocimiento de la mineralización en los primeros 21 años de vida es de sumo interés, y tiene importancia conocer los parámetros de normalidad de la población de nuestro entorno y establecer comparaciones con otras que pueden tener un hábitat distinto. La latitud, el área geográfica, los hábitos de nutrición, el deporte y la raza influyen en la mineralización del esqueleto. Diver-

sos estudios se han realizado en nuestro país, en diferentes comunidades autónomas. Así, en Cataluña⁴ se realizó un estudio en 471 niños, 256 niñas y 215 niñas, con edades comprendidas entre 0 y 20 años; en Sevilla⁵ se estudió la densidad mineral ósea en 282 niños con edades comprendidas entre 2 y 14 años y en Madrid⁶⁻⁸ se ha realizado otro en un grupo de 246 niños sanos con edades comprendidas entre 2 y 20 años. El estudio de Cataluña ha sido completado, más recientemente, evaluando con detalle la densidad mineral ósea en un grupo de niños entre 0 y 4 años⁹.

En los últimos años, se han desarrollado diversas técnicas para medir el contenido mineral óseo del esqueleto; entre ellas, la densitometría radiológica de doble energía es la que permite una mayor rapidez de exploración, es la más reproducible y precisa, y también la más segura dada la mínima exposición a radiación ionizante del paciente. Mediante esta técnica se puede acceder al estudio de las estructuras óseas localizadas en el esqueleto axial, que contienen la mayor proporción de tejido trabecular del esqueleto como la columna lumbar y el cuello del fémur, lugares frecuentes de fractura ósea^{10,11}. Es el método de elección en la población pediátrica. Los estudios citados de las diversas comunidades autónomas han utilizado esta técnica. Nuestro trabajo se ha realizado con el densitómetro Lunar DPX.

Los objetivos del presente trabajo han sido los siguientes: *a)* estudiar la densidad mineral ósea (DMO) y la concentración mineral ósea (CMO) en la columna lumbar (L2-L4) con densitometría radiológica de doble energía (DEXA) en una muestra de población de la comunidad de Madrid; *b)* relacionar estos valores con la edad, sexo, y desarrollo puberal; *c)* comparar los valores de DMO y CMO encontrados con los de otras comunidades, y *d)* establecer modelos de regresión de la DMO y CMO según edad y sexo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha estudiado una población de 351 escolares sanos, 167 niñas y 184 niños, elegidos al azar en la comunidad de Madrid. El rango de edades está comprendido entre 1 y 20 años. El peso y la talla se encontraban dentro de límites normales para la población de referencia¹². La valoración del desarrollo de los caracteres sexuales secundarios se ha realizado según los criterios de Tanner.

Los niños no habían tomado al menos en el año anterior al estudio ningún medicamento que pudiera interferir la mineralización (corticoides, vitamina D, calcio, anticonvulsivos, etc.), ni han tenido en ese tiempo ninguna enfermedad que pudiese influir en el proceso, como malabsorción intestinal, hepatopatía, nefropatía etc. Todos los niños recibían una dieta libre según sus hábitos y costumbres. Los padres autorizaron la realización del estudio en cada caso.

El contenido mineral óseo fue medido por densitometría radiológica de doble energía en la columna lumbar en L2-L4 con un densitómetro Lunar DPX-L. El aparato tiene una fuente de rayos X que emite un haz de fotones de 38 keV y 70 keV. La prueba dura un promedio de 5 min. La dosis de radiación en la piel de la columna lumbar fue inferior a 1 mrem, que representa una dosis insignificante (menos de 0,25 mrem en niños y niñas). Los sujetos fueron examinados en decúbito supino.

El contenido mineral óseo fue corregido para el área de la superficie vertebral y expresado como densidad mineral ósea (DMO) en g/cm², y la concentración mineral ósea en gramos de hidroxiapatita. Los valores han sido agrupados según la edad y sexo en períodos de un año; también han sido agrupados según el desarrollo puberal.

Los trabajos de Moreno⁶ y Armada⁶⁻⁸ han utilizado un densitómetro Hologic y los de Carrascosa^{1,2} un densitómetro Lunar DPX-L. De estos trabajos se han utilizado los datos medios de DMO y CMO por cada grupo de edad y sexo, y por estadio de Tanner y sexo. Los densitómetros Hologic y Lunar DPX-L valoran la DMO y CMO por densitometría radiológica de doble energía. Aunque varía el software y los analistas son diferentes, partimos de la hipótesis de que los cálculos se hacen correctamente y los resultados se pueden contrastar. Aunque existe una variabilidad entre el mismo explorador en repetidas exploraciones, y más entre diferentes aparatos y diferentes exploradores, asumimos para nuestro trabajo que ésta es mínima.

Los valores medios de DMO y CMO encontrados en nuestro trabajo en cada grupo de edad y sexo se han contrastado con los encontrados en los trabajos referidos más arriba mediante el cálculo de Z:

$$Z = (\text{media en cada uno de nuestros grupos de edad y sexo} - \text{media en cada uno de los grupos de los otros trabajos}) / \text{DE en cada uno de nuestros grupos de edad}$$

También, se ha obtenido el valor de Z para cada estadio de Tanner contrastando nuestros valores con los encontrados en los referidos trabajos.

Análisis estadístico

Se ha calculado la media y desviación estándar para cada grupo de edad y sexo. Se han comparado las DMO y CMO del sexo masculino y femenino por grupos de edades. Se han comparado las DMO y CMO dentro de cada sexo entre un grupo de edad y el inmediatamente superior mediante un análisis de la variancia. Se ha evaluado el efecto que tiene la edad y el sexo sobre la DMO y CMO del grupo de estudio. Se han calculado las desviaciones estándar que se separan los datos de otros

grupos de la media de nuestros datos, para cada grupo de edad y sexo. Las diferencias de los valores medios de DMO en los distintos estadios de Tanner se han contrastado con la prueba de la t de Student; además, se han contrastado las DE *score* de la DMO de los diferentes estudios según los estadios de Tanner. Por último, mediante técnicas de análisis multivariante se ha estimado el modelo de regresión más adecuado por su exactitud en la estimación de la influencia de la edad sobre DMO y CMO.

RESULTADOS

En las tablas 1 y 2 se exponen los valores de DMO y CMO en niños y niñas, respectivamente, expresados los valores en g/cm² de hidroxiapatita para la DMO y en gr de hidroxiapatita para la CMO. Se ha calculado la media y desviación estándar para cada grupo de edad y sexo. En ambos sexos los valores de DMO se van incrementando de acuerdo con la edad cronológica y alcanzan un máximo de 1,293 g/cm² en los niños y de 1,248 g/cm² en las niñas. La CMO sigue un incremento, también, de acuerdo con la edad cronológica y el máximo es de 52,88 gr de hidroxiapatita para los niños y de 44,23 g para las niñas.

TABLA 1. Densidad mineral ósea y contenido mineral óseo

Edad (años)	Número	DMO (g/cm ²)	DMO (DE)	CMO (g)	CMO (DE)
3 meses-1 año	1	0,098		2,8	
1-2	9	0,324	0,069	4,09	1,009
2-3	10	0,447	0,111	5,89	2,642
3-4	8	0,461	0,118	6,49	1,638
4-5	8	0,483	0,061	7,09	0,706
5-6	19	0,642	0,081	10,97	2,237
6-7	13	0,625	0,079	11,71	2,024
7-8	8	0,681	0,127	14,28	3,706
8-9	14	0,668	0,071	14,67	2,764
9-10	11	0,724	0,068	15,69	2,387
10-11	18	0,769	0,072	20,54	4,777
11-12	11	0,818	0,086	21,41	1,888
12-13	16	0,844	0,109	26,55	5,519
13-14	15	0,891	0,153	31,04	12,064
14-15	10	0,889	0,107	30,62	8,063
15-16	7	1,008	0,184	34,94	8,393
16-17	3	1,126	0,168	38,24	4,515
17-18	1	1,230		52,88	
18-19	1	1,236			
19-20	1	1,293			
Total	184	1,293			

DMO: densidad mineral ósea; CMO: contenido mineral óseo; DE: desviación estándar.

TABLA 2. Densidad mineral ósea y contenido mineral óseo

Edad (años)	Número	DMO (g/cm ²)	DMO (DE)	CMO (g)	CMO (DE)
1-2	3	0,254	0,077	3,36	0,784
2-3	3	0,524	0,071	5,63	1,541
3-4	9	0,520	0,136	7,16	2,225
4-5	6	0,573	0,068	7,51	1,518
5-6	11	0,639	0,050	11,14	1,589
6-7	10	0,665	0,038	12,06	1,315
7-8	5	0,676	0,078	14,26	2,654
8-9	14	0,711	0,084	14,75	4,452
9-10	20	0,758	0,090	17,85	4,042
10-11	16	0,760	0,079	18,30	4,513
11-12	21	0,818	0,135	23,72	8,290
12-13	8	0,954	0,131	28,42	9,110
13-14	15	0,975	0,131	29,43	8,637
14-15	11	1,014	0,101	34,49	5,203
15-16	3	1,069	0,075	40,55	8,358
16-17	2	1,16	0,048	44,53	13,343
17-18	7	1,179	0,144	45,33	13,343
18-19	2	1,176		45,33	
19-20	1	1,248		44,23	
Total	167				

DMO: densidad mineral ósea; CMO: contenido mineral óseo; DE: desviación estándar.

Se ha representado (fig. 1) la densidad mineral ósea en forma gráfica con los valores $\bar{X} \pm DE$ para cada sexo. Se aprecia en la gráfica de las niñas una pendiente ma-

yor entre los 11 y 13 años respecto a la misma gráfica de los niños. El punto medio alcanzado al final es muy similar para ambos sexos, pero la dispersión es mayor en los niños en este mismo momento.

El contraste gráfico de los valores de la CMO entre ambos sexos (fig. 2) demuestra que ambos sexos presentan unas cifras muy similares hasta los 9, 10 años; después las niñas presentan, en general, unos valores más altos desde los 12 hasta los 17 años, aunque al final los niños superan estos valores.

El incremento anual de la DMO para niños y niñas (fig. 3) presenta dos períodos de máximo aumento: hasta los 4 años el primero, y más tarde en la pubertad. El curso entre ellos es una línea quebrada que concuerda con la idea actual de que el crecimiento es un proceso oscilante, desde la regulación superior hipotalámica, pasando por la secreción de la hormona del crecimiento, hasta el órgano diana final: el cartílago de crecimiento.

El contraste entre los valores de DMO de nuestra muestra y los de otros estudios realizados en diferentes comunidades autónomas (fig. 4) ofrece lo siguiente:

- La población en el estudio de Carrascosa et al² tiene una DMO mayor que la nuestra en todos los grupos de edad, excepto los niños entre los 10 y 11 años, y las niñas entre 16 y 17 años que presentan una DMO media mayor en nuestro estudio. Los valores de DMO en el estudio de Carrascosa et al llegan a alcanzar una puntuación de 2 y 1,5 DE score por encima de nuestro valor medio en los niños a los 4 y 14 años de edad; en las niñas en el estudio de Carrascosa et al² se alcanza casi

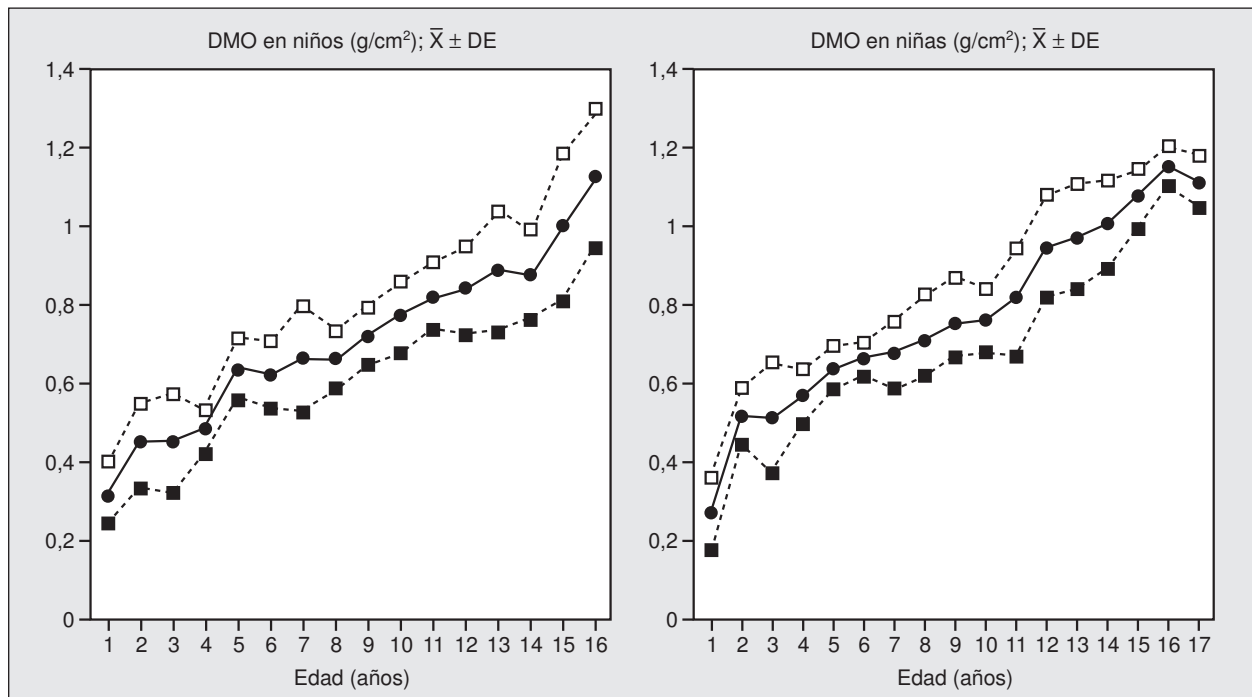


Figura 1. Densidad mineral ósea en niños y niñas; variación con relación a la edad. Media en g/cm² \pm DE.

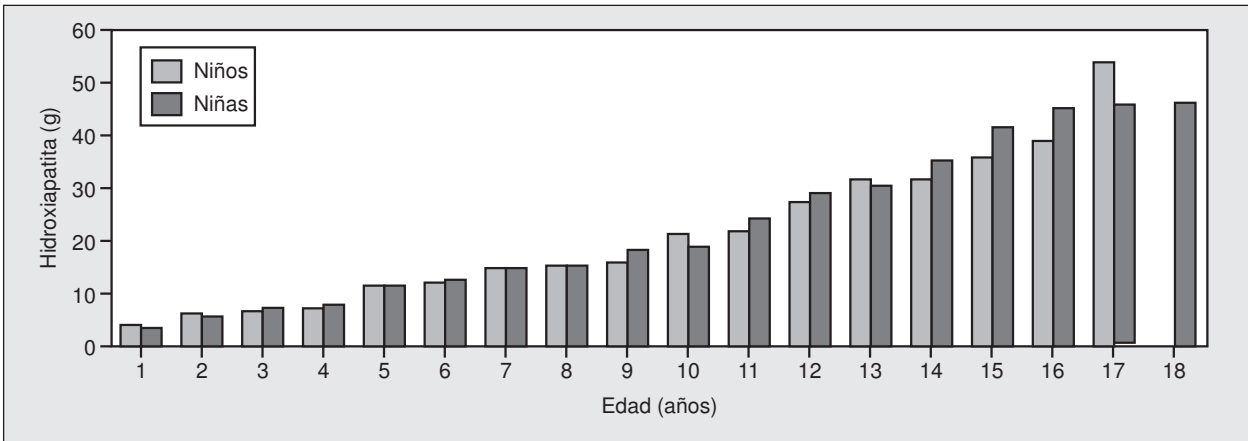


Figura 2. Contenido mineral óseo, en gramos de hidroxipatita, en la columna lumbar (L2-L4) en niños y niñas.

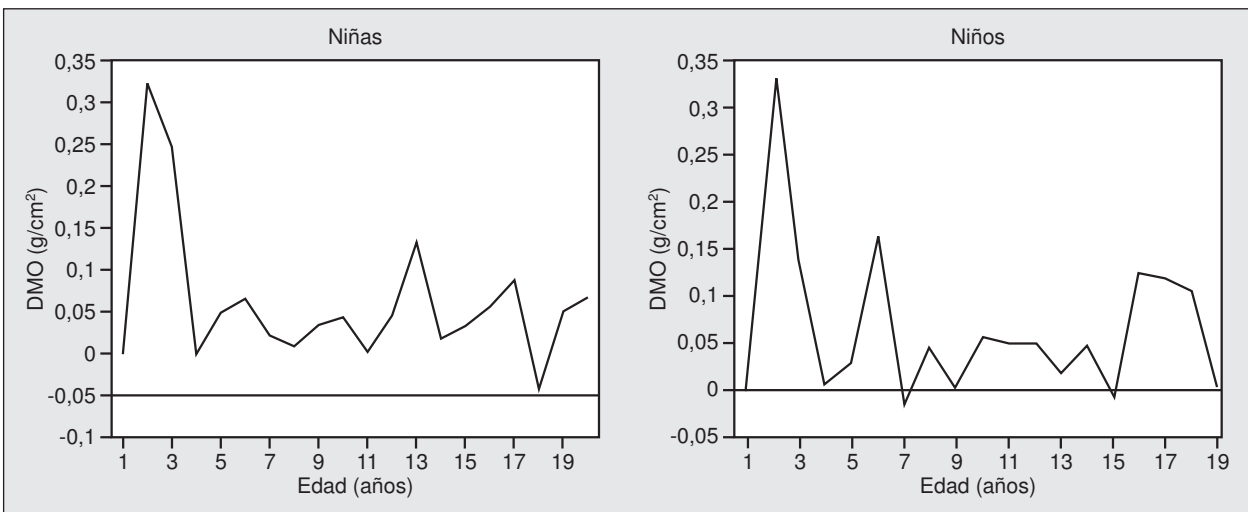


Figura 3. Incremento anual de la DMO en niñas y niños.

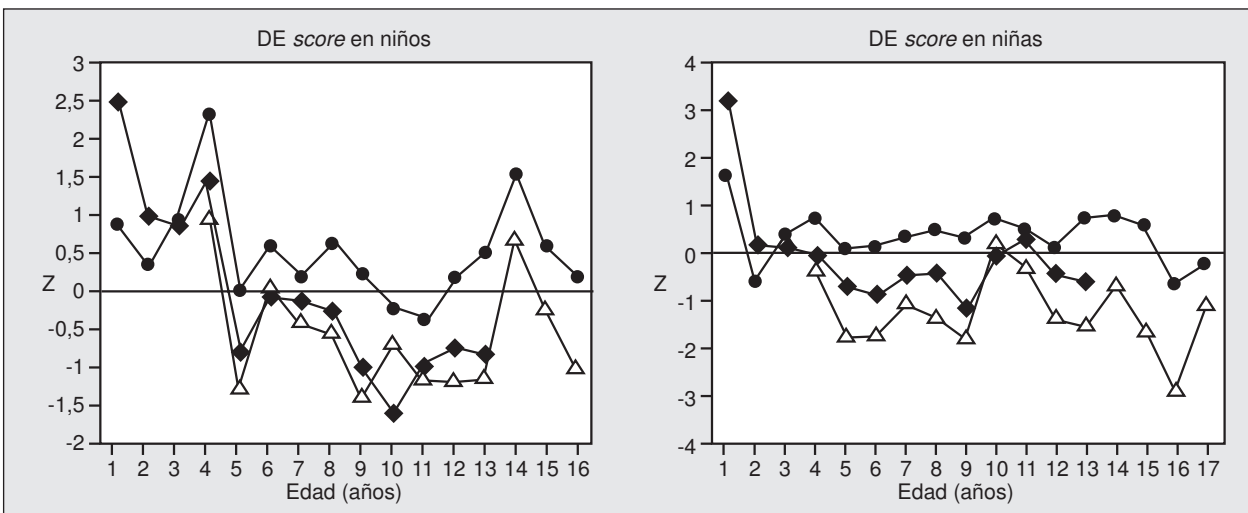


Figura 4. Puntuación Z de los resultados de Carrascosa et al (●), Moreno et al (◆), Armadá et al (△), respecto a los valores medios de nuestro estudio. El valor 0 en la línea de abscisas en un grupo de edad indicaría que la media de los diferentes trabajos coincide con la nuestra, un valor positivo de Z que la media es superior y un valor negativo de Z que la media es inferior a la nuestra.

1 DE score más sobre nuestra media a los 13 y 14 años, y algo menos a los 15 años.

– La DMO en el estudio de Moreno et al⁵ presenta en el caso de los niños unos valores Z negativos respecto a nuestra media a partir de los 5 años, y alcanzan -1,5 DE a los 10 años; en niños menores de 4 años los valores de Z son positivos respecto a nuestra media, incluso + 2 DE a los 4 años. Las niñas presentan unos valores de Z negativos respecto a nuestra media, excepto a los 11 años que es positiva pero prácticamente igual a 0 y por debajo de 2 años que tiene un valor de + 3 DE.

– La DMO en el estudio de Armadá et al⁶⁻⁸ presenta las siguientes fluctuaciones: en el caso de los niños el valor de Z es negativo desde los 4 a los 13 años, + 0,5 DE a los catorce años y -1 DE a los 16; en las niñas el valor de Z es negativo en todos los grupos de edad, excepto a los 10 años que es prácticamente 0 DE, y alcanza un valor de casi -3 DE a los 16 años.

Se ha estudiado el valor de la DMO de acuerdo con el desarrollo puberal (tabla 3). Los niños aumentaron de forma significativa desde el estadio I al IV la DMO, pasó de un promedio de 0,745 a 1,089 g/cm² de hidroxapatita; las niñas desde un valor medio de 0,722 llegaron a 1,077 g/cm² desde el estadio I al IV, también significativo. Al contrastar la DMO según los estadios de Tanner encontramos de nuevo diferencias, y en los estadios II, III y IV los valores de DMO están por debajo de -1 DE score respecto a nuestra media tanto en niños como en niñas en el estudio de Armadá et al⁶. Los resultados de Carrascosa et al² están por debajo aunque

próximos a nuestra media, excepto en los niños en el estadio III que alcanzan -1,28 DE score.

Se han comparado las densidades minerales óseas del sexo masculino y femenino por grupos de edad, observándose los siguientes resultados:

– En el grupo de edad de 12 a 13 años existen diferencias (p < 0,01) entre la DMO media de los niños (0,844 g/cm²) y de las niñas (0,954 g/cm²).

– En el grupo de edad entre 14 a 15 años, también se han encontrado diferencias (p < 0,01) entre la DMO media de los niños (0,883 g/cm²) y de las niñas (1,012 g/cm²).

Se han comparado las DMO medias dentro de cada sexo entre un grupo de edad y el inmediatamente superior mediante un análisis de la variancia. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en niñas ni en niños.

Los resultados del análisis de la regresión no dejan lugar a duda. La variable sexo no interacciona con la edad, ni tampoco constituye una variable de confusión. Además, la interacción edad codificada-sexo no es estadísticamente significativa, lo cual quiere decir que se acepta la hipótesis de que las rectas de regresión de la DMO frente a la edad para ambos sexos son paralelas y tienen igual punto de corte, lo que significa que ambas son coincidentes.

Por último, mediante técnicas de análisis multivariante se ha estimado el modelo de regresión más adecuado por su exactitud en la estimación de la influencia de la edad sobre la DMO y por tener un mayor coeficiente de regresión ajustado. Este modelo es el siguiente:

$$DMO = 0,383 + 0,04324 \times \text{grupo de edad} - 0,04 \times \text{sexo}$$

El paso de un grupo de edad a otro produce un incremento en la DMO media de 0,04324 g/cm².

Se han comparado las CMO del sexo masculino y femenino por grupos de edad no encontrándose diferencias estadísticamente significativas. También, se han comparado las CMO dentro de cada sexo entre un grupo de edad y el inmediatamente superior mediante un análisis de la variancia y los consiguientes contrastes *a posteriori* sin encontrar diferencias significativas. Las rectas de regresión de la CMO frente al grupo de edad en función del sexo son paralelas. Además, la variable sexo no es estadísticamente significativa; por tanto, las dos rectas tienen igual punto de corte. Por consiguiente, podemos concluir que las rectas de regresión de la CMO/grupo de edad en función del sexo son coincidentes y pueden ser expresadas como una única recta de regresión cuya ecuación y ajuste es el siguiente:

$$CMO = -2,005 + 2,39 \times \text{grupo de edad}$$

TABLA 3. A) Cambios en los valores de densidad mineral ósea

Estadios de Tanner	Niños			Niñas		
	N	Media	DE	N	Media	DE
A)						
I	13	0,745	0,081	17	0,722	0,074
II	18	0,806	0,074	18	0,814	0,105
III	10	0,932	0,094	16	0,916	0,118
IV	17	1,089	0,159	24	1,077	0,113
<small>^aEstadio I frente a II, p < 0,1; estadio I frente a III y I frente a IV, p < 0,001; estadio II frente a III y II frente a IV, p < 0,001; estadio III frente a IV, p < 0,01. ^bEstadio I frente a II, p < 0,1; estadio I frente a III y I frente a IV, p < 0,001; estadio II frente a III y II frente a IV, p < 0,001; estadio III frente a IV, p < 0,01. DE: Desviación estándar</small>						
	Niños		Niñas			
	Carrascosa	Armadá	Carrascosa	Armadá		
B)						
II	- 0,824	- 1,084	- 0,286	- 1,179		
III	- 1,286	- 1,405	- 0,716	- 1,060		
IV	- 0,503	- 1,047	- 0,425	- 1,386		

DISCUSIÓN

El ritmo del *turnover* es mucho más rápido en el hueso trabecular que en el cortical. Además, el hueso trabecular parece ser más sensitivo a los cambios minerales que el cortical. Así, hemos estudiado los cambios en la mineralización ósea mediante densitometría de doble energía en la columna lumbar (L2-L4), que está compuesta fundamentalmente de hueso trabecular, y se han relacionado los cambios con la edad, el sexo y el desarrollo puberal. La CMO obtenida fue corregida por el área de la superficie escaneada para obtener la DMO. La DMO refleja mejor los cambios en la mineralización de la matriz. La CMO se relaciona más con la talla que la DMO. Así, la DMO permite una mejor comparación de los cambios de mineralización de la matriz ósea durante la infancia hasta la edad adulta.

En nuestra población pediátrica normal la DMO de la columna lumbar aumenta continuamente desde la infancia hasta la edad adulta y se correlaciona con la edad, el sexo y el estadio puberal. Estos datos concuerdan con los reportados previamente utilizando las mismas o diferentes tecnologías¹³⁻¹⁶. Tomar y estudiar nuevas muestras de la población, contrastar los resultados obtenidos en diferentes comunidades, y aun en la misma, nos puede orientar en un momento dado de los valores de DMO en diferentes estratos de la sociedad. Repetir los estudios pasados unos años nos informará de si hay un aumento secular en las cifras de DMO. El aumento de la ingesta de calcio^{17,18}, el ejercicio físico, la optimización de la nutrición y del hábitat pueden disminuir la incidencia de osteoporosis y la morbilidad y mortalidad que se deriva de ella.

En contraste con los resultados obtenidos en otros estudios de diferentes comunidades encontramos: unos valores de DMO más elevados que los nuestros, en general en el trabajo de Carrascosa et al² para la mayoría de grupos de edad; unos valores de DMO más bajos que los nuestros en la mayoría de grupos de edad en el estudio de Moreno et al, y aun en Madrid, en una muestra diferente con grupos de edades más amplios (4 años) unos valores de DMO más bajos en numerosos grupos de edad. ¿Cuál es el motivo? Sin duda, todo influye: la dieta, el hábitat, el nivel socioeconómico, e incluso factores genéticos no bien conocidos. No todos los niños precisan las mismas dosis de vitamina D₃ para mantener una homeóstasis normal del calcio y un desarrollo normal del crecimiento óseo.

Al correlacionar la DMO con los estadios de desarrollo puberal, persisten más bajos los valores en el estudio de Armadá et al en todos los estadios y también, aunque menos, en el estudio de Carrascosa et al. Lo que nos indica que nuestros niños al finalizar la pubertad tienen una DMO igual o incluso superior a la encontrada en el estudio de Carrascosa et al². De aquí la importancia de tomar en consideración no sólo la edad sino también el estadio de desarrollo puberal.

Hay diferencias significativas entre los valores de DMO medios encontrados entre los diversos estadios de Tanner tanto en niños como en niñas: a estadio más avanzado mayor DMO. Los esteroides actúan sobre receptores en las células del cartílago epifisario y del tejido óseo; estas hormonas ejercen un papel muy importante en el crecimiento óseo y en la mineralización. Nuestros resultados se ajustan a la idea de que el ritmo de mineralización del esqueleto durante la pubertad está relacionado con los estadios de Tanner y sugieren que unos valores bajos de esteroides en los estadios de Tanner II y III pueden favorecer más el crecimiento lineal del hueso que la mineralización, y que unos valores altos de esteroides observados en los estadios IV de Tanner y después pueden estar implicados principalmente en la mineralización. La terapéutica de la osteoporosis con tratamiento hormonal sustitutivo tiene en cuenta estas consideraciones¹⁹⁻²³, y es tema de actualidad, aunque tras décadas de experiencia, la seguridad de la terapia hormonal sustitutiva sigue bajo sospecha. La relación de esta terapia con el cáncer de endometrio y la posible relación con el cáncer de mama y ovario hace que muchas mujeres la descarten. Últimamente, el raloxifeno, un estrógeno selectivo con efectos agonistas en el hueso y lípidos y con efecto antagónico de los estrógenos en útero y mamas, puede prevenir los riesgos de fracturas osteoporóticas sin incrementar la incidencia de cáncer de mama, ovario y útero²⁴.

El incremento anual de los valores de la DMO es alto durante los primeros 4 años de vida, continúa después de una forma oscilante según cómo evoluciona el crecimiento longitudinal, experimenta una nueva aceleración durante la pubertad y prosigue al terminar ésta con un ritmo más lento en el estadio IV de Tanner hasta alcanzar los valores del adulto. Este pico parece que ocurre después del tirón de la velocidad de crecimiento en la pubertad. Nuestros datos concuerdan con los reportados previamente en otros estudios y muestran que la lactancia y la adolescencia son muy importantes, pero también durante las etapas preescolar y escolar hay un depósito de calcio que no debemos menospreciar. El pediatra debe controlar el crecimiento en todas estas etapas y hacer posible que el adolescente llegue con una DMO adecuada para afrontar el desafío de la vida adulta. El ritmo de depósito de calcio en el esqueleto está regulado no sólo por la dieta, nutrición, deporte, hábitat y otros factores externos; la genética está intentando explicar las diferencias que se encuentran en diferentes grupos de población: los polimorfismos del receptor de la vitamina D₃, las mutaciones en el gen del procolágeno tipo I, las variantes de la α -2 HS glucoproteína sintetizada en el hígado con propiedades reabsortivas del hueso y las variaciones en el gen que codifica el factor β de crecimiento pueden contribuir a explicar en un futuro las diferencias y predisposición de la población para desarrollar osteoporosis²⁵.

Nuestro trabajo presenta un pequeño número de casos de niños de 3 meses a un año y de 16-17 años en adelante. En niños lactantes menores de un año hemos tenido problemas para realizar la densitometría porque no se estaban quietos y no hemos querido sedarles, y por encima de 16 años tenemos pocos pacientes en nuestra consulta. En el caso de las niñas menores de 3 años y en los grupos de 16-17, 18-19 y 19-20 años hemos tenido problemas similares.

En conclusión, podemos establecer lo siguiente:

– La DMO presenta variaciones entre las diversas comunidades y aun en muestras diferentes de una misma comunidad. En el estudio de Carrascosa et al² la DMO, expresada en DE *score*, es más alta en numerosos de los grupos de edad estudiados respecto a nuestros valores y a los de Moreno et al⁵ y Armadá et al⁶.

– Los valores de DMO en nuestro estudio son mayores que los encontrados por Moreno et al⁵ y Armadá⁶ et al en la mayoría de los grupos de edad.

– Al tomar en consideración los estadios de Tanner, nuestros valores están por encima de los resultados de Carrascosa et al² y Armadá et al⁶.

– Los primeros 4 años y la adolescencia son los períodos de máximo incremento de la DMO, pero también aumenta de forma oscilante en las etapas intermedias.

– Las niñas presentan unos valores más altos de DMO en los grupos de edad de 12-13 y 14-15 años respecto a los niños, probablemente en relación con un inicio más precoz de la pubertad.

– La rectas de regresión de la DMO frente a la edad para ambos sexos son paralelas y tienen igual punto de corte, lo que significa que son coincidentes. Igual sucede para la CMO.

BIBLIOGRAFÍA

- Carrascosa A, Yeste D, Gussinyé M. Osteopenia. En: Argente J, Carrascosa A, Gracia R, Rodríguez Hierro F, editores. Tratado de endocrinología pediátrica y de la adolescencia. Madrid: Edimsa, 1996; 577-593.
- Carrascosa A, Gussinyé M, Yeste D, Del Río L, Audi L. Bone mass acquisition during infancy, childhood and adolescent. *Acta Paediatr* 1995; (Supl 411): 18-23.
- Ribot C, Tremolieres, Pouilles JM. Late consequences of a low peak bone mass. *Acta Paediatr Suppl* 1995; (Supl 411): 31-35.
- Del Río L, Carrascosa A, Pons F, Gussinyé M, Yeste D, Domenech FM. Bone mineral density of the lumbar spine in caucasian mediterranean Spanish children and adolescent. Changes related to age, sex and puberty. *Pediatric Res* 1994; 35: 362-366.
- 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.
- Armadá Maresca MI, Alonso Ortiz T, Viña Simón E, Bueno Lozano G, Ruibal Francisco JL, Zuluaga Arias P et al. Mineralización ósea: contenido en columna lumbar de una muestra de población normal menor de 21 años (I). *Acta Pediatr Esp* 1998; 56: 457-461.
- Armadá Maresca MI, Alonso Ortiz T, Viña Simón E, Bueno Lozano G, Ruibal Francisco JL, Zuluaga Arias P. Mineralización ósea: densidad mineral ósea en columna lumbar de una muestra de población menor de 21 años (II). *Acta Pediatr Esp* 1998; 56:511-515.
- Armadá Maresca MI, Alonso Ortiz T, Viña Simón E, Bueno Lozano G, Ruibal Francisco JL, Zuluaga Arias P et al. Estudio comparativo de mineralización ósea en niños y adolescentes con talla baja familiar y grupo control de referencia. *An Esp Pediatr* 1998; 49: 475-480.
- Yeste D, del Río L, Gussinyé M, Carrascosa A. Densidad mineral ósea en lactantes y niños (0-4 años) a nivel de columna lumbar. Patrones de normalidad. *An Esp Pediatr* 1998; 49: 248-252.
- Southard RN, Douglas Morris J, Mahan JD, Hayes JR, Torch MA, Sommer A et al. Bone Mass in healthy children: measurement with quantitative DXA. *Radiology* 1991; 179: 735-738.
- Glastre C, Braillon P, Louis D, Cochat P, Meunier PJ, Delmas P. Measurements 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.
- Hernández M, Castellet J, Narvaiza JL, Rincón JM, Ruiz I, Sánchez E. Curvas y tablas de crecimiento. Madrid: Editorial Garsi, 1988.
- Escofet Roig D. Valores de referencia de la densitometría ósea en España. *Rev Esp Med Nuclear* 1991; 10 (Supl. 2): 29-33.
- De Schepper J, Derde MP, Van den Broeck M, Piepsz A, Jonckheer MH. Normative data for lumbar spine bone mineral content in children: influence of age, height, weight, and pubertal stage. *J Nucl Med* 1991; 32: 216-220.
- W Ponder S, McCormick DP, Fawcett D, Palmer JL, McKerman M, Brouhard BH. Spinal bone mineral density in children aged 5.00 through 11.99 years. *AJDC* 1990; 144: 1346-1348.
- Jie-Ying Li, Specker B, Ho M, Tsang RC. Bone mineral content in black and white children 1 to 6 years of age. *AJDC* 1989; 143: 1346-1349.
- Chan GM. Dietary calcium and bone mineral status of children and adolescents. *AJDC* 1991; 145: 631-634.
- Johnston CC, Miller JZ, Slemenda CW, Reister TK, Hui S, Christian JC et al. Calcium supplementation and increases in bone mineral density in children. *N Engl J Med* 1992; 327: 82-87.
- Gilsanz V, Roe TF, Mora S, Costin G, Goodman WG. Changes in vertebral bone density in black girls and white girls during childhood and puberty. *N Engl J Med* 1991; 325: 1597-600.
- Gilsanz V, Gibbens DT, Roe TF, Carlson M, Senac MO, Bochat MI et al. Vertebral bone density in children: effect of puberty. *Radiology* 1988; 166: 847-850.
- Finkelstein JS, Neer RM, Biller B, Crawford J, Klibanski A. Osteopenia in men with a history of delayed puberty. *N Engl J Med* 1992; 326: 600-604.
- Stevenson JC, Whitehead MI. Postmenopausal osteoporosis. *Br Med J* 1982; 285: 585-588.
- Ettinger B, Genant HK, Cann CE. Long-term estrogen replacement therapy prevents bone loss and fractures. *Ann Intern Med* 1985; 102: 319-324.
- Khovidhunkit W, Shoback DM. Clinical effects of raloxifene hydrochloride in women. *Ann Intern Med* 1999; 130: 431-439.
- Kelly Pj, Harris M. Genetic regulations of peak bone mass. *Acta Paediatr* 1995; (Supl 411): 24-29.