

Mineralización ósea en niños chilenos determinadas por densitometría ósea bifotónica

Muzzo S.¹, Leiva L.², Burrows R.³, Jara A.⁴, Pozo M.⁵, Lillo R.⁶ y Pumarino H.⁷

RESUMEN. En 198 escolares, 108 hombres y 90 mujeres, cuyas edades fluctuaban entre los 6 y los 13 años de edad, se determinó la densidad y el contenido mineral óseo en cuerpo entero, columna lumbar y cadera de lado no dominante, mediante densitometría isotópica de doble haz, (Gd 153). Se encontró que la masa ósea total (MOT) y la densidad mineral ósea (DMO) de las tres zonas analizadas aumentan con la edad. A los 12 años las mujeres tuvieron valores significativamente mayores de MOT y DMO en cuerpo entero. En columna las mujeres tuvieron una densidad significativamente mayor que los varones entre los 11 y los 13 años. Al comparar la DMO de columna y de cuello femoral de las escolares de 9 años de edad de este estudio, con la de mujeres adultas jóvenes chilenas (masa ósea máxima), se observó que aún les falta adquirir un 36% de la mineralización en columna y un 18% en la cadera. Se enfatiza sobre la importancia de contar con valores normales de mineralización ósea para un adecuado diagnóstico y tratamiento de los niños con problemas de mineralización ósea y para la evaluación de programas específicos destinados a corregir estas deficiencias.

SUMMARY. Bone mineralization of Chilean children determined by dual photon absorptiometry. In 198 schoolage children, aged 6 to 13 years, the bone mineral density (BMD) and total bone mass (TBM) was measured in total body, lumbar spine and hip, using a double beam photon densitometer with a Gd 153 source. An increase with age of BMD and TBM was found in all the analyzed areas. At 12 years of age, TBM and BMD of total body were higher in girls than in boys. BMD of lumbar spine was significantly higher in girls than in boys at ages between 11 to 13 years. BMD of lumbar spine and femoral neck of 9 years old females were 36% and 18% respectively, lower than values of young adult Chilean females. The importance of normal values of bone mineralization for the diagnosis of bone diseases and for the evaluation of programmes directed to solve this problems is emphasized.

INTRODUCCION

El gran desarrollo que han experimentado en las últimas décadas las técnicas que permiten medir la mineralización ósea, ha producido importantes avances en esta área, debido a la mayor sensibilidad con que se pueden evaluar los cambios en la masa y en la densidad mineral ósea.

Hace dos décadas, se contaba con métodos como la radiogrametría, la densitometría radiográfica y la radiología convencional, que sólo permiten detectar cambios en el esqueleto cuando la masa ósea ha disminuido en un 30% (1). Posteriormente la absorciometría de fotón simple (2) hizo posible medir en forma más sensible el contenido mineral óseo en hueso cortical. Sin embargo, esta técnica no se puede utilizar para evaluar zonas donde existe gran interferencia de tejidos blandos, por lo que no sirve para medir hueso trabecular que es metabólicamente más activo y sensible para detectar cambios precoces en la mineralización ósea en zonas donde se producen las complicaciones de la osteoporosis (3). Este

El presente trabajo fue financiado por FONDECYT, Proyecto #91-1063 y por el Departamento Técnico de Investigación (DTI) de la Universidad de Chile, Proyecto # M-3259/9212

- 1 Médico, Profesor Titular, Unidad de Endocrinología, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile.
- 2 Tecnólogo Médico, Ayudante Primero, Unidad de Endocrinología, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile.
- 3 Médico, Profesor Asistente, Unidad de Endocrinología, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile.
- 4 Médico, Servicio de Endocrinología, Hospital Roberto del Río, Universidad de Chile.
- 5 Médico, Unidad de Endocrinología, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile.
- 6 Médico, Profesor Asistente, Departamento de Medicina Nuclear, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.
- 7 Médico, Profesor Titular, Departamento de Endocrinología, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

hecho fue superado con el desarrollo de la absorciometría bifotónica (4) que puede medir la masa y la densidad mineral ósea tanto del esqueleto axial como del apendicular. Esta técnica fue ampliamente utilizada en estudios efectuados en adultos. Los niños y adolescentes han sido escasamente evaluados y son pocos los trabajos publicados en la literatura internacional que presentan datos de masa y densidad ósea en esta etapa que evalúen tanto hueso cortical como trabecular mediante la absorciometría bifotónica (5-9).

En Chile, Pumarion y cols. determinaron por absorciometría bifotónica la densidad y el contenido mineral óseo en una población de adultos normales (10), pero no existen valores en niños y adolescentes. Nuestro interés ha sido determinar en población de escolares sanos, los valores de contenido y densidad mineral ósea a nivel de cuerpo entero, columna y cadera, utilizando la técnica de absorciometría bifotónica.

MATERIAL Y METODO

Se seleccionaron en forma aleatoria no probabilística 198 escolares que asistían a establecimientos educacionales de nivel socioeconómico medio, en la ciudad de Santiago. De ellos 90 eran mujeres (edad entre 7 y 13 años 11 meses) y 108 hombres (edad entre 6 y 13 años 11 meses). Los escolares que ingresaron al estudio debían haber tenido un peso de nacimiento mayor de 2500 g no haber presentado enfermedades crónicas, no haber consumido en forma habitual medicamentos que pudieran alterar el metabolismo óseo (como los corticoides o los anticonvulsivantes); un peso y estatura al momento del estudio, entre los percentiles 10 y 90 de acuerdo al sexo y edad, según las tablas de la O.M.S. Este estudio contó con el consentimiento escrito de los padres de los escolares y con la aprobación del comité de ética del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile.

A cada niño se le efectuó un examen antropométrico que consistió en la determinación del peso por medio de una balanza de precisión y de la estatura con un cartabón para comprobar la adecuación del estado nutricional y estatural, requisito para ingresar al estudio. Las mediciones del peso y de la talla se efectuaron de acuerdo a procedimientos establecidos internacionalmente. Además se evaluó la etapa de desarrollo puberal alcanzada de acuerdo a los estadios de Tanner.

La medición de la densidad y el contenido mineral óseo se realizó con un densitómetro bifotónico modelo Norland 2600, con fuente de Gadolinio 153. Se efectuaron mediciones en la columna lumbar en la zona comprendida entre las vértebras lumbares 2_a - 4_a; en la cadera del lado no dominante, a nivel del cuello femoral, del trocánter, y del triángulo de Ward (zona central del cuello anatómico del fémur que atraviesan las líneas de fuerza mecánica) y en cuerpo entero. Los resultados se expresaron como contenido mineral en g (TBM) y densidad mineral ósea en g/cm² (BMD). La precisión del método fue de

1 a 3% y la exactitud de 4 a 6%. Los resultados obtenidos se analizaron para cada edad en intervalos de 12 meses. El número de casos de los tramos fue 10 en promedio.

En el análisis estadístico de los resultados obtenidos se utilizó la prueba de «t» de Student para la comparación de medias entre los intervalos de edad estudiados en individuos del mismo sexo, previo estudio de la homogeneidad de la varianza. Se realizó igualmente un análisis de correlación simple bivariada. El nivel de significación asignado fue de alfa=0.05.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra la masa ósea total (MOT) y la densidad mineral (DMO) en cuerpo entero. Tanto en hombres como en mujeres presenta un significativo aumento con la edad, siendo más marcado el aumento en las mujeres después de los 10 años. El contenido mineral entre ambos sexos sólo difiere a los 12 años, cuando las mujeres presentan un contenido significativamente mayor que los hombres ($p<0.005$). Entre los 12 y los 13 años los varones presentaron un incremento significativo del TBM ($p<0.001$) lo que hace que los valores nuevamente sean similares a los encontrados en mujeres de igual edad.

TABLA 1
MASA OSEA TOTAL (MOT) Y DENSIDAD MINERAL OSEA (DMO) EN CUERPO ENTERO, SEGUN EDAD Y SEXO

Edad (años)	CUERPO ENTERO			
	MUJERES		VARONES	
	MOT (g)	DMO (g/cm ²)	MOT (g)	DMO (g/cm ²)
6	—	—	728.3±88.5 (10)	0.72±0.08 (10)
7	784.8±134.2 (17)	0.761±0.07 (17)	756.9±118.2 (15)	0.75±0.07 (15)
8	903.3±182.4 (10)	0.752±0.11 (10)	869.8±84.3 (9)	0.78±0.06 (9)
9	987.2±192.8 (11)	0.801±0.08 (11)	993.7±127.8 (21)	0.76±0.13 (21)
10	1078.2±143.4 (7)	0.841±0.95 (7)	1185.9±246.2 (11)	0.77±0.10 (11)
11	1432.5±306.0 (17)	0.832±0.09 (17)	1275.6±220.9 (14)	0.80±0.06 (14)
12	1639.9±308.9 (15)	0.853±0.08(c,d) (15)	1296.5±213.7 (15)	0.79±0.04 (15)
13	1788.7±400.8 (13) (a) p<0.001	0.895±0.14 (13) (a) p<0.005	1762.3±367.4 (13) (b) p<0.001	0.88±0.07 (13) (b) p<0.005

(a) Significancia entre 7 y 13 años (mujeres)

(b) Significancia entre 6 y 13 años (varones)

(c) Diferencia significativa TBM mujeres vs varones

(d) Diferencia significativa BMD mujeres vs varones

Tanto en hombres como en mujeres, la densidad aumenta significativamente entre las edades extremas analizadas ($p<0.005$). Si se comparan ambos sexos, sólo a los 12 años las mujeres tienen una densidad significativamente mayor que los hombres ($p<0.02$).

En columna lumbar, tanto los varones como las mujeres muestran un aumento del contenido mineral óseo con la edad ($p<0.001$) (Tabla 2). Del mismo modo la densidad mineral aumenta significativamente con la edad tanto en hombres como en mujeres ($p<0.001$ y 0.01 respectivamente). Al comparar ambos sexos se observa que entre los 11 años y los 13 años 11 meses las mujeres tuvieron una densidad mineral ósea significativamente mayor que los varones de igual edad ($p<0.05$, 0.001 y 0.05 respectivamente). El contenido mineral es significativamente superior en las mujeres a los 11 y los 12 años ($p<0.05$ y $p<0.005$ respectivamente).

TABLA 2
MASA OSEA TOTAL (MOT) Y DENSIDAD MINERAL OSEA (DMO) EN COLUMNA LUMBAR, SEGUN EDAD Y SEXO

Edad (años)	COLUMNA LUMBAR (L2 - L4)			
	MUJERES		VARONES	
	MOT (g)	DMO (g/cm ²)	MOT (g)	DMO (g/cm ²)
6	—	—	14.3±2.8 (10)	0.55±0.07 (10)
7	16.0±3.62 (15)	0.64±0.30 (15)	1.8±3.12 (15)	0.59±0.10 (15)
8	18.4±3.43 (10)	0.68±0.15 (10)	14.3±4.18 (10)	0.59±0.07 (10)
9	19.0±3.53 (11)	0.67±0.07 (11)	18.2±4.78 (21)	0.67±0.07 (21)
10	18.4±2.46 (8)	0.69±0.04 (8)	21.7±5.20 (10)	0.68±0.14 (10)
11	27.4±5.62 (17)	0.81±0.15 (c,d) (17)	23.0±5.17 (14)	0.70±0.11 (14)
12	30.4±6.35 (14)	0.88±0.11 (c,d) (14)	23.1±5.36 (15)	0.68±0.09 (15)
13	35.0±7.54 (13) (a) $p<0.001$	0.94±0.15 (d) (13) (a) $p<0.01$	30.4±6.62 (13) (b) $p<0.001$	0.81±0.14 (13) (b) $p<0.001$

- (a) Significancia entre 7 y 13 años (mujeres)
 (b) Significancia entre 6 y 13 años (varones)
 (c) Diferencia significativa TBM mujeres vs varones
 (d) Diferencia significativa BMD mujeres vs varones

A las edades analizadas, a nivel de cuello femoral los hombres mostraron una tendencia a tener valores más altos, tanto del contenido como de la densidad mineral ósea (Tabla 3). En el tramo de los 9 a los 10 años 11 meses estas diferencias se hacen significativas ($p<0.01$ y $p<0.005$ para TBM y $p<0.005$ en ambos grupos de edad para DMO).

TABLA 3
MASA OSEA TOTAL (MOT) Y DENSIDAD MINERAL OSEA (DMO) EN CUELLO FEMORAL, SEGUN EDAD Y SEXO

Edad (años)	CUELLO FEMORAL			
	MUJERES		VARONES	
	MOT (g)	DMO (g/cm ²)	MOT (g)	DMO (g/cm ²)
6	—	—	1.59±0.21 (9)	0.79±0.08 (9)
7	1.39±0.29 (16)	0.709±0.13 (16)	1.52±0.37 (15)	0.74±0.09 (15)
8	1.53±0.27 (10)	0.709±0.11 (10)	1.59±0.23 (9)	0.75±0.08 (9)
9	1.51±0.30 (10)	0.738±0.10 (c,d) (11)	1.83±0.26 (21)	0.85±0.07 (21)
10	1.43±0.30 (8)	0.719±0.47 (c,d) (8)	1.90±0.27 (11)	0.86±0.11 (11)
11	1.90±0.36 (17)	0.816±0.11 (17)	1.94±0.43 (13)	0.87±0.11 (13)
12	1.92±0.35 (14)	0.805±0.12 (14)	2.13±0.47 (13)	0.85±0.11 (13)
13	2.31±0.34 (13) (a) $p<0.001$	0.883±0.09 (13) (a) $p<0.05$	2.50±0.57 (13) (b) $p<0.001$	0.94±0.13 (13) (b) $p<0.005$

- (a) Significancia entre 7 y 13 años (mujeres)
 (b) Significancia entre 6 y 13 años (varones)
 (c) Diferencia significativa TBM mujeres vs varones
 (d) Diferencia significativa BMD mujeres vs varones

En el triángulo de Ward (Tabla 4) en ambos sexos se demostró un aumento significativo de la densidad con la edad ($p<0.005$). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la MOT.

TABLA 4
MASA OSEA TOTAL (MOT) Y DENSIDAD MINERAL OSEA (DMO) EN EL TRIANGULO DE WARD, SEGUN EDAD Y SEXO

Edad (años)	TRIANGULO DE WARD			
	MUJERES		VARONES	
	MOT (g)	DMO (g/cm ²)	MOT (g)	DMO (g/cm ²)
6	—	—	0.68±0.07 (9)	0.83±0.09 (9)
7	0.552±0.122 (15)	0.713±0.097 (16)	0.59±0.16 (15)	0.77±0.11 (15)
8	0.572±0.102 (10)	0.706±0.126 (10)	0.62±0.09 (10)	0.76±0.11 (10)
9	0.569±0.129 (9)	0.775±0.109 (10)	0.66±0.14 (21)	0.99±0.09 (21)
10	0.514±0.149 (8)	0.742±0.080 (8)	0.6615±0.1033 (11)	0.873±0.1354 (11)
11	0.625±0.127 (17)	0.814±0.118 (c,d) (17)	0.67±0.18 (13)	0.88±0.13 (13)
12	0.643±0.127 (14)	0.809±0.125 (14)	0.71±0.20 (13)	0.87±0.11 (13)
13	0.681±0.088 (13)	0.841±0.108 (d) (13)	0.65±0.21 (13)	0.92±0.10 (13)
	N.S.	(a) p<0.05	N.S.	(b) p<0.05

(a) Significancia entre 7 y 13 años (mujeres)

(b) Significancia entre 6 y 13 años (varones)

(c) Diferencia significativa TBM mujeres vs varones

(d) Diferencia significativa BMD mujeres vs varones

En la región del trocánter (Tabla 5) se observó en ambos sexos un significativo aumento tanto del TBM ($p<0.005$) como de la BMD con la edad ($p<0.005$ varones y $p<0.001$ mujeres). En los varones se encontró un TBM significativamente mayor que el de las mujeres a los 10 años ($p<0.02$). La densidad en los varones fue significativamente mayor a la de las mujeres entre los 8 y los 10 años 11 meses ($p<0.02$, 0.001 y 0.01 respectivamente) esta significancia estadística se pierde posteriormente para volver a establecerse a los 13 años ($p<0.005$).

Tanto en hombres como en mujeres existió una correlación altamente significativa entre el TBM de cuerpo entero y el peso ($R=0.95$ y 0.92 respectivamente) y la talla ($R=0.90$ y 0.87 respectivamente).

TABLA 5
MASA OSEA TOTAL (MOT) Y DENSIDAD MINERAL OSEA (DMO) EN TROCANTER, SEGUN EDAD Y SEXO

Edad (años)	TROCANTER			
	MUJERES		VARONES	
	MOT (g)	DMO (g/cm ²)	MOT (g)	DMO (g/cm ²)
6	—	—	2.04±0.61 (9)	0.66±0.05 (9)
7	2.345±0.667 (15)	0.593±0.132 (15)	2.49±0.56 (15)	0.65±0.09 (15)

DISCUSION

Son escasas las publicaciones de valores de mineralización ósea en niños normales, especialmente aquellas realizadas en un número elevado de casos y determinada mediante densitometría bifotónica. El presente trabajo se realizó en niños sanos escogidos al azar en establecimientos escolares de Santiago, lo que haría más adecuada esta muestra para evaluar la mineralización ósea que la de otros trabajos en que los niños se han escogido entre familiares de personal de los hospitales, o han sido seleccionados por sus propios profesores. La metodología empleada permitió evaluar la masa ósea tanto a nivel de cuerpo entero, columna y cadera, por lo que este sería el primer trabajo que presenta mediciones en todas estas zonas.

En la población evaluada la densidad y la masa ósea, aumentan significativamente con la edad tanto en cuerpo entero, como en columna y cadera (cuello femoral y trocánter). Las diferencias que se encontraron en la densidad y el contenido mineral entre ambos sexos, tanto en cuerpo entero como en columna, podrían deberse al hecho que las mujeres inician normalmente su pubertad 2 años antes que los varones.

Coinciden con otras publicaciones el hecho que los niños mostraron una tendencia a tener valores más altos de contenido y densidad mineral en trocánter y cuello femoral que las niñas (11), sin embargo, estas diferencias sólo son significativas entre los 8 y los 10 años. Este hecho podría estar condicionado por la mayor actividad física de los varones. Posteriormente, la significancia estadística se pierde debido posiblemente al incremento que muestran las mujeres como consecuencia de la mayor velocidad de crecimiento que experimentan durante la pubertad.

Los valores de DMO y MOT encontrados en este trabajo no son iguales a la de otras publicaciones, debido a que se usaron técnicas diferentes, sin embargo la tendencia al aumento con la edad y a las diferencias por sexo que muestran en cadera y columna, son coincidentes (7,8). Los valores de densidad mineral en columna de estas escolares a los 9 años, comparadas con mujeres adultas chilenas de 20 años y sanas (10) muestra

que aún les falta por adquirir un 36% en columna y un 18% en la cadera, para llegar a la densidad mineral ósea que tiene el adulto joven. Si se considera que el proceso de mineralización ósea es un proceso dinámico que está ocurriendo durante la niñez y la adolescencia, estas cifras apoyan la necesidad de identificar los factores que inciden principalmente afectando ya sea positiva o negativamente la masa ósea, con el fin de fomentar durante esta etapa los hábitos de vida que permitan el máximo desarrollo de la masa ósea con el fin de postergar o evitar la desmineralización que lleva a producir la osteoporosis en el adulto mayor.

REFERENCIAS

1. Kimmel P. Radiologic Methods to evaluate bone mineral content. *Ann Int Med* 100(6):908-911. 1984.
2. Cameron F.R., Sorenson J. Measurement of bone mineral in vivo an improved method. *Science* 42: 230. 1963.
3. Mazess R.B., Pepler W.W., Cheney R.W., et al Does bone measurement on the radion indicate skeletal status? *J Nucl Med* 25: 281. 1984.
4. Dunn W. Measurement of bone mineral content in human vertebra and hips by dual photon absorptiometry. *Radiology* 136:485. 1980.
5. Krable S., Chistiansen C. Longitudinal study of calcium metabolism in male puberty. *Acta Pediatr Scand* 73:745-1749. 1985.
6. Gilsanz V., Gibbens D., Roe T., Carlson M., Senac M., Boechat M., Huang H., Schulz E., Libanati C., Cann C. Vertebral bone density in children: effect of puberty. *Radiol* 166: 847-850. 1988.
7. Glastre C., Braillon P., David L., Cochar P., Meunier P., Delmas P. Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual energy X ray absorptiometry in normal children: correlations with growth parameters. *J Clin Endoc Metab* 70(5):1330-1333, 1990.
8. Kroger H., Kptoniemi A., Vainio P. Alhava E. Bone densitometry of the spine and femur in children by dual energy X ray absorptiometry. *Bone miner* 17:75-85. 1992.
9. Johhston C., Miller J., Slemenda C., Reister T., Hui S., Christian J. Peacock M. Calcium supplementation and increase in bone mineral density in children. *N Eng J Med* 327 (2):82-87. 1992.
10. Pumarino H., Gonzáles P., Oviedo S., Lilo R. Densidad y contenido mineral óseo y su relación con parámetros antropométricos en población normal chilena. *Rev Med Chile* 119:279-286. 1991.
11. Kroger H., Kotaniemi A., Kroger 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* 23:171-182. 1993

Recibido: 04-02-1994

Aceptado: 28-06-1994