



ORIGINAL

## Ingesta de calcio y densidad mineral ósea en una población de escolares españoles (estudio CADO)

L. Suárez Cortina<sup>a,\*</sup>, J.M. Moreno Villares<sup>b</sup>, V. Martínez Suárez<sup>c</sup>,  
J. Aranceta Bartrina<sup>d</sup>, J. Dalmau Serra<sup>e</sup>, A. Gil Hernández<sup>f</sup>, R. Lama More<sup>g</sup>,  
M.A. Martín Mateos<sup>h</sup> y P. Pavón Belinchón<sup>i</sup>

<sup>a</sup> Unidad de Gastroenterología y Nutrición Infantil, Hospital Ramón y Cajal, Madrid, España

<sup>b</sup> Unidad de Nutrición, Hospital 12 de Octubre, Madrid, España

<sup>c</sup> Centro de Salud El Llano, Gijón, España

<sup>d</sup> Unidad de Dietética y Nutrición Humana, Universidad de Navarra, Pamplona, España

<sup>e</sup> Unidad de Nutrición y Metabolopatías, Hospital Infantil La Fe, Valencia, España

<sup>f</sup> Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Cátedra de Bioquímica y Biología Molecular II, Facultad de Farmacia, Universidad de Granada, Granada, España

<sup>g</sup> Unidad de Nutrición, Hospital Universitario Infantil La Paz, Madrid, España

<sup>h</sup> Servicio de Inmunología y Alergia Infantil, Hospital Infantil San Juan de Dios, Barcelona, España

<sup>i</sup> Unidad de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátricas, Hospital Clínico Universitario, Santiago de Compostela, España

Recibido el 5 de febrero de 2010; aceptado el 1 de julio de 2010

### PALABRAS CLAVE

Nutrición;  
Salud ósea;  
Osteoporosis;  
Pico de masa ósea;  
Infancia;  
Ecografía

### Resumen

**Introducción:** Existen pocos datos publicados que hayan analizado el estado de la masa ósea de la población infantil española y si muestra diferencias motivadas por los hábitos higiénico-dietéticos o por la variabilidad geográfica.

**Pacientes y métodos:** Para valorar esta relación planteamos un estudio transversal en tres zonas geográficas diferentes (norte, centro y sur de España) en 1.176 escolares de 5 a 12 años de edad, midiendo mediante osteosonografía la densidad ósea a niños en falanges distales. Se correlacionaron estos datos con la ingesta de calcio y vitamina D, el nivel de actividad física y el índice de masa corporal. La muestra se obtuvo de todos los colegios de cada área y los niños incluidos en el mismo fueron seleccionados aleatoriamente.

**Resultados:** De los 1.176 niños estudiados, solo se obtuvieron encuestas nutricionales completas en 1.035 y datos de la osteosonografía en 991. Un 18% de las niñas y un 13% de los niños presentaron una ingesta de menos de 800 mg/d de calcio. Más del 70% de los niños estudiados ingerían menos de 2,5 mcg de vitamina D al día. Las variables edad, sobrepeso y ejercicio físico muestran una relación lineal con la densidad ósea, que en todos los casos es directa salvo para el

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lsuarez.hrc@salud.madrid.org (L. Suárez Cortina).

**KEYWORDS**

Nutrition;  
Bone health;  
Osteoporosis;  
Bone mass;  
Childhood;  
Ultrasounds

sobrepeso, que presenta una relación inversa (a mayor complexión del niño/a, menor densidad ósea).

*Conclusiones:* La mayor ingesta de calcio y una actividad física adecuada se asociaron a una densidad mineral ósea mejor, mientras que el sobrepeso mostró el efecto contrario. Es preciso adecuar los hábitos dietéticos y la actividad física de los niños en edad escolar como prevención primaria de la osteoporosis en la edad adulta.

© 2010 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Calcium intake and bone mineral density in a group of Spanish school-children

#### Abstract

*Introduction:* There are limited data available on bone mass status in Spanish children and or whether the differences are associated with diet/hygiene habits or geographical variability.

*Subjects and methods:* To determine this association a cross-sectional study was carried out in three different areas (northern, central and southern Spain) and included 1176 schoolchildren between 5 and 12 years old, randomly selected from schools in those areas. Bone density of the distal phalanges was measured by bone ultrasound. We examine the correlations between these data and calcium and vitamin D intake, physical activity and bone mass index.

*Results:* Of the 1176 children initially included, 1035 nutritional questionnaires were completed and bone ultrasound data were obtained on 991 of them. Eighteen percent of girls and 13% of boys had a calcium intake below 800 mg per day. More than 70% of children have a daily vitamin D intake under 2.5 mcg. Age and exercise showed a direct linear relationship with bone mineral density, and an inverse one for overweight.

*Conclusions:* Both high physical activity and high calcium intake were associated with a higher bone mineral density, while overweight showed the opposite effect. Diet habits and exercise must be considered the main strategies to prevent adult osteoporosis during childhood.

© 2010 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Durante este último siglo la esperanza de vida ha aumentado de forma considerable en los países desarrollados. Esto ha favorecido un notable incremento en la incidencia de enfermedades relacionadas con la edad, entre otras la osteoporosis. El riesgo de sufrir fracturas osteoporóticas a lo largo de la vida llega hasta el 40% en la mujer y el 13% en el hombre, señalándose también la importante presencia de otros efectos de esta enfermedad, especialmente el aumento del dolor, y un constante incremento de los costes de su asistencia sanitaria<sup>1-3</sup>. El mantenimiento de la salud ósea es, por tanto, uno de los grandes desafíos de la medicina moderna.

Una vez establecida la osteoporosis es muy difícil de revertir, por lo que dentro de cualquier estrategia asistencial las acciones de prevención debieran tener un papel clave. Se puede prevenir si se disminuyen los fenómenos de resorción —creciente con la edad— o bien si consigue una buena mineralización en las primeras etapas de la vida. La adquisición de la masa ósea ocurre de forma principal en la infancia y la consecución de este pico máximo depende de múltiples factores, entre los que la nutrición es uno de los más importantes: se estima que la densidad mineral ósea (DMO) es modificable por la dieta y el ejercicio hasta en un 20%. Tanto el calcio como el fósforo y la vitamina D son esenciales para el desarrollo estructural y funcional del hueso, aunque otros nutrientes como el magnesio, la vitamina K y el zinc desempeñan funciones indispensables en su formación.

Existen además nutrientes que favorecen la biodisponibilidad del calcio, mejorando su solubilidad y absorción a nivel intestinal. Estos son: aminoácidos (lisina, arginina, serina), ácido cítrico, lactosa, junto a los fosfolípidos derivados de la caseína láctea. La vitamina D es un nutriente indispensable para la absorción del calcio sobre todo en situaciones de déficit o disminución de calcio intestinal, además, regula las pérdidas renales de calcio y por esta vía también mejora la utilización del mismo.

Son muy pocos los estudios realizados en España en los que se valore el estado de salud ósea de una población infantil sana<sup>4-7</sup> y ninguno que la correlacione con los hábitos nutricionales, de actividad física y la variabilidad geográfica. El presente trabajo pretende estudiar el estado de salud de la masa ósea en una muestra de escolares de tres regiones españolas y su correlación con variables higiénico-dietéticas.

## Pacientes, material y métodos

### Población muestral y desarrollo del estudio

Se realizó un estudio observacional, multicéntrico y transversal en el que se incluyeron niños de ambos sexos con edades comprendidas entre los 5 y 12 años. Los sujetos se reclutaron en tres ciudades representativas de las diferentes

zonas geográficas (zona norte Bilbao, centro Madrid y sur Sevilla). Para el muestreo se utilizaron los listados de colegios de educación primaria de cada zona invitando a participar en el proyecto a todos ellos. Los que se mostraron interesados en colaborar fueron incluidos en una base de datos de colegios preseleccionados, siendo considerados en función de diferentes características: número de alumnos en la franja de edad del estudio, tipo de colegio (público, privado, concertado) y nivel socio-económico de la zona. Sobre esta base de datos se realizó una selección aleatoria con el fin de evitar sesgos motivados por el tipo de población infantil que acude a cada centro.

Se informó a los niños y familias sobre la participación del colegio en el proyecto y se les entregó un resumen de los objetivos y metodología del estudio.

Se excluyeron aquellos niños cuyos padres o tutores no firmaron el consentimiento informado, aquellos con presencia actual o pasada de trastornos que pudieran influir en la valoración de la masa ósea (nefropatías, endocrinopatías, hepatopatías, neoplasias, síndromes de malabsorción), con enfermedades mentales como anorexia o bulimia, enfermedades que conllevaran una limitación de la actividad física de modo crónico, como neuropatías, cardiopatías, enfermedades del sistema nervioso central y del aparato locomotor, y los que recibieran tratamientos farmacológicos que pudieran influir en la mineralización ósea como corticoides, calcio, vitamina D, antiepilépticos y tratamientos hormonales. El reclutamiento de los niños se realizó entre abril y mayo de 2009. Cada familia tras su participación recibió un informe con los resultados.

### Medida de la variable principal y variables secundarias

La densidad mineral ósea se evaluó de forma indirecta mediante osteosonografía utilizando un equipo DMB Sonic 1200 (IGEA®, Carpi, Italia). Las mediciones se realizaron siguiendo el protocolo estándar del fabricante en las falanges distales de los dedos II, III, IV y V de la mano no dominante. El *software* del equipo permitió el cálculo automático de los valores de masa ósea y del centil en el que se encontraba en relación con la edad del niño y otros parámetros antropométricos introducidos. Las referencias utilizadas se basan en las tablas de Baroncelli et al<sup>8</sup>.

Se recogieron además las siguientes variables: factores demográficos y antecedentes personales. Edad, sexo y somatometría básica, incluyendo peso (kg) y talla (m) para el cálculo del índice de masa corporal (IMC). Caracterización del núcleo familiar. Grado de actividad del niño: los padres valoraron el nivel de actividad física del niño (inactivo, actividad moderada, intensa, vigorosa) así como el tipo de actividad deportiva que realizaba (fútbol, tenis, baloncesto, etc.). El grado de actividad del niño se determinó según la clasificación de Köger et al<sup>9</sup>: clase I, sin actividad aparte de las horas de educación física escolar; clase II, realización de 3 a 5 h de deporte semanal extraescolar, y clase III, realización de más de 5 h de deporte semanal extraescolar.

La ingesta nutricional se valoró a través de un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos CFA validado por la Universidad Miguel Hernández de Elche, completado por los padres junto con un recordatorio de ingestas de 24 h

(3 días, de jueves a sábado inclusive). Para realizar las estimaciones de ingestas de nutrientes se utilizaron las siguientes tablas:

- 1) Tablas de composición de alimentos del Departamento de Agricultura Norteamericano que se contemplan en el programa *Food Processor (versión 10)*. Esta base ha constituido la fuente principal si bien se han considerado otras dos fuentes para aquellos alimentos españoles que no suelen fortificarse con algunos nutrientes como por ejemplo el ácido fólico, calcio o vitamina D<sup>10</sup>.
- 2) Tablas de composición de alimentos del CESNID, 2008<sup>11</sup>.
- 3) Tablas de composición inglesas, *McCance & Widdowson's (Sixth Summary edition)*<sup>12</sup>.

### Análisis estadístico

Para la comparación de variables pareadas de naturaleza nominal u ordinal se recurrió a la prueba de McNemar y para la comparación de medias pareadas a la prueba de la «t» de Student para datos apareados. Para otras comparaciones no pareadas se utilizó la prueba de la «t» de Student en caso de normalidad de la variable o la prueba de Wilcoxon-Kruskal-Wallis en caso de variables ordinales. Cuando la variable a comparar fue de naturaleza nominal se utilizó la prueba exacta de Fisher. Todos los cálculos fueron realizados con el paquete estadístico SAS v. 9.1.3 SP4 (n.º de licencia 0085630001).

### Aspectos éticos y legales

El protocolo de estudio fue aprobado por los respectivos Comités Éticos de Investigación Clínica locales (Andalucía, País Vasco y Madrid), la Dirección General de Farmacia y Productos Sanitarios y el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Universitario Ramón y Cajal (Madrid), que actuó como comité de referencia.

### Resultados

Se incluyeron finalmente en el estudio 1.176 niños procedentes de las tres ciudades, aunque solo se obtuvieron encuestas nutricionales completas y válidas en 1.035 (342 en Bilbao, 413 en Madrid y 280 en Sevilla), 51% niños y 49% niñas. El análisis de la dieta se realizó sobre las 1.035 encuestas. No se dispuso de medida de la DMO en 44 niños, por lo que la muestra final estudiada estaba constituida por 991 niños (95,7% de la población inicial). La mayoría de ellos eran de etnia caucásica (95%), por lo que todos los datos analizados se presentan sin distinción de etnia.

Un 10% de los niños presentaban sobrepeso y un 5,3% obesidad frente a un 11,2 y 7,4% de las niñas, correspondiendo al percentil 85 y 97, respectivamente, para la edad según las tablas de la Fundación Orbegozo (ISBN 84-607-9967-0).

Aunque un 17% de los niños presentaban algún tipo de enfermedad o trastorno (la más frecuente hipercolesterolemia, en un 2,1%), en ninguno de los casos constituyó motivo de exclusión. Fueron prematuros el 24,6% de los niños de la muestra; la edad gestacional media global fue de 38 semanas y de 36 semanas para el grupo de los prematuros.

No se analizaron, por tanto, los datos de DMO y encuesta nutricional de acuerdo con la edad gestacional. Recibieron lactancia materna el 80% de los niños encuestados, con una duración media de la misma de 24 semanas (DE: 22 semanas).

De acuerdo con los datos proporcionados por los padres el 56% de los niños eran muy activos (clase III de la clasificación de Köger) y un 34,6%, activos (clase II de Köger).

Los niños incluidos en el estudio ingerían como media 2.135 kcal diarias (DE: 611,9 kcal), 1.195 mg de calcio (DE: 403 mg) y 2,27 mcg de vitamina D (DE: 1,51), sin diferencias significativas entre los grupos de edad (4–7 años y 8–12 años), excepto para la cantidad de vitamina D que fue significativamente superior en el grupo de 4 a 7 años ( $2,29 \pm 1,47$  vs  $2,11 \pm 1,20$  mcg/día,  $p=0,026$ ). Los varones ingirieron cantidades significativamente superiores de calorías y calcio que las mujeres de la misma edad (tabla 1). Por grupos de alimentos, los niños consumían más pan y bebidas que las niñas. Existe un gradiente norte-sur de mayor consumo energético, mayor ingesta de pan y pescado azul y menor de frutas y verduras, con significación estadística (tabla 2). Un 84,7% de los encuestados ingerían más de 800 mg/d de calcio, sin encontrar diferencias significativas según la edad. En un 18% de las niñas la ingesta de calcio era inferior a 800 mg/d frente a un 13% en niños ( $p=0,035$ ). Por zonas geográficas la ingesta en Bilbao fue superior respecto a las otras dos zonas, sin diferencias significativas. Por el contrario la ingesta de vitamina D en la dieta estuvo por debajo de lo recomendado (2,5 mg diarios) en el 71,3% de los niños encuestados (68% en el grupo de 4 a 7 años y 74% en el grupo de mayor edad). No encontramos diferencias significativas entre niños y niñas o según la procedencia, aunque al igual que en el calcio la proporción de niños con ingesta suficiente de vitamina D fue mayor en el norte.

En cuanto a los datos obtenidos de la osteosonografía, como era previsible, se encontró un aumento de la velocidad de conducción (que traduce mayor densidad ósea) a medida que aumenta la edad (fig. 1). Siete de cada 10 niños y 6 de cada 10 niñas tienen una densidad ósea por debajo de

los valores de referencia (tabla 3). Los niños presentan una densidad ósea significativamente inferior a la de las niñas ( $1.797 \pm 80,7$  vs  $1.834 \pm 74$ ,  $p < 0,001$ ). Los niños del norte tienen una densidad ósea mayor que los del centro y sur de España (fig. 2).

En el análisis univariante no se observó relación entre la ingesta de alimentos y la DMO, excepto para la ingesta de frutas: en el grupo de varones un consumo mayor de frutas se asoció a mejor DMO ( $p=0,013$ ). Aunque existe una tendencia a tener una DMO mayor en los niños más activos, no alcanzó diferencias significativas (fig. 3). Se encontró correlación negativa con el sobrepeso y la obesidad ( $p=0,03$ ). Cuanto mayor es el grado de obesidad, menor es su densidad ósea ( $p=0,00035$ ).

A medida que aumenta la ingesta de calcio aumenta la DMO, pero sin significación estadística ( $r=0,84$ ). Igual ocurre para la vitamina D ( $R=0,57$ ).

En el modelo de regresión múltiple las variables sexo, edad y sobrepeso muestran una relación lineal con la DMO. Las dos primeras directas, mientras que es inversa para el sobrepeso. Para la ingesta de calcio, al igual que para el ejercicio físico, existe una correlación directa, sin alcanzar diferencias significativas. Por cada 7,6 mg/d de calcio, se incrementa en 1 m/seg la medición de la densidad ósea. Las niñas, de Bilbao, de entre 4 y 7 años, con una ingesta adecuada de vitamina D y de calcio y con cierta actividad física, son las que más se acercan a un perfil de normalidad ósea. Por otro lado, los niños más mayores de Sevilla, con poca actividad física y con una cantidad de ingesta de calcio insuficiente, son los más se alejan de la normalidad ósea.

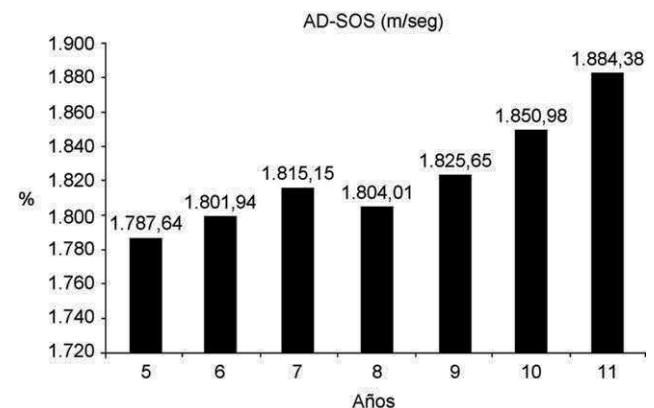


Figura 1 Velocidad de conducción ósea (m/s) según la edad.

Tabla 1 Valoración de la ingesta según el sexo

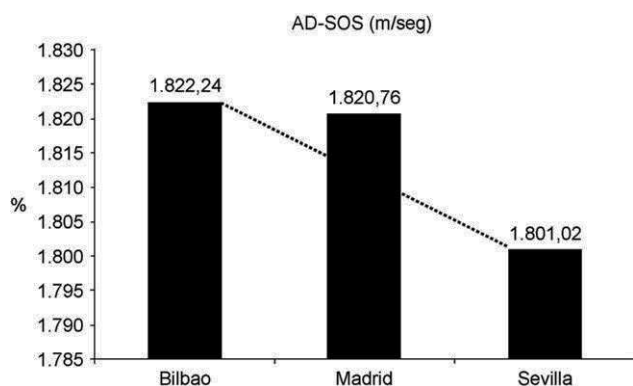
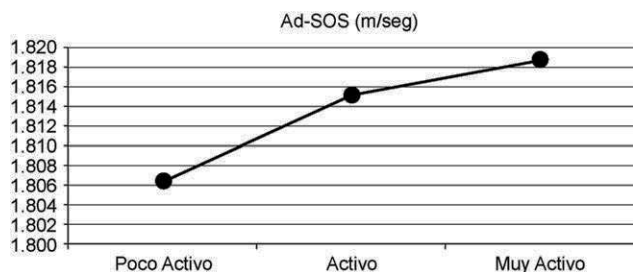
Ingesta	Niños	Niñas	p
Calorías	2.196 ± 623	2.075 ± 596	0,00147
Calcio (mg)	1.227 ± 404	1.163 ± 401	0,01060
Vitamina D (mcg)	2,30 ± 1,57	2,24 ± 1,44	0,50345

Tabla 2 Diferencias en el consumo diario de los distintos grupos de alimentos por ciudades

	Bilbao (n=342)	Madrid (n=413)	Sevilla (n=280)	p
Calorías (kcal)	2.050 ± 546	2.131 ± 593	2.243 ± 695	0,00045
Lácteos (g)	622 ± 262	622 ± 280	646 ± 304	0,46
Pescado azul (g)	20 ± 19	22 ± 22	27 ± 24	0,00007
Verduras (g)	80 ± 52	97 ± 73	76 ± 68	0,00003
Frutas (g)	294 ± 151	281 ± 171	242 ± 175	0,00037
Cereales y pasta (g)	81 ± 61	92 ± 46	76 ± 45	0,00006
Pan (g)	66 ± 45	69 ± 49	76 ± 47	0,02
Bebidas (ml)	910 ± 444	896 ± 414	1.020 ± 521	0,00115

**Tabla 3** Medida de la densidad ósea por ultrasonidos (m/s) de acuerdo con la edad

Edad	n	Media (m/s)	Z-score
5	97	1.787 ± 77	-3,09 ± 2,96
6	182	1.802 ± 72	-2,78 ± 2,39
7	183	1.815 ± 75	-2,50 ± 2,29
8	193	1.804 ± 74	-2,97 ± 2,04
9	197	1.825 ± 82	-2,50 ± 2,03
10	106	1.850 ± 86	-2,11 ± 2,04
11	32	1.884 ± 62	-1,72 ± 1,35

**Figura 2** Densidad mineral ósea en las distintas localizaciones del estudio.**Figura 3** Correlación entre nivel de actividad física y densidad mineral ósea por ultrasonografía.

## Discusión

La osteoporosis, caracterizada por una disminución de la masa ósea con deterioro de su microarquitectura, con el riesgo subsiguiente de producir deformidades, dolor y fracturas<sup>13</sup>, se ha convertido en una enfermedad emergente en países desarrollados a medida que aumenta la esperanza de vida. Ante la escasa eficacia de las medidas que se toman en edades avanzadas, la mayoría de expertos apuntan hacia la necesidad de comenzar la prevención ya desde la infancia. Aunque el riesgo de desarrollar osteoporosis depende, en gran medida, de factores genéticos<sup>14,15</sup> existen también factores ambientales sobre los que es posible actuar. La alimentación y el ejercicio físico constituyen las dianas más susceptibles de modificación mediante el consejo dietético y sobre los hábitos de vida<sup>16-19</sup>. El Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría acaba de publicar en esta revista un documento de revisión sobre «nutrición infantil y salud ósea», en el que se profundiza en el estado de la

cuestión y se señalan las estrategias más adecuadas para prevenir la osteoporosis desde la infancia<sup>20</sup>. Entre ellas se señalan garantizar unos aportes suficientes de calcio y vitamina D adecuados a su edad biológica.

Actualmente las recomendaciones internacionales se fundamentan en mantener los aportes adecuados de calcio durante toda la vida, optimizando de esta manera el desarrollo de la masa ósea y minimizando las pérdidas en años posteriores. La intervención mejor orientada con respecto a la dieta, deberá apuntar a lograr un adecuado aporte en el período *prepuberal*. Las observaciones en niñas y niños sanos, entre los 9 y 19 años muestran el efecto positivo de la ingesta alta de calcio en la adquisición de masa ósea, sustancial antes y no durante o después del período de la maduración puberal<sup>21</sup>.

Dentro del crecimiento en los primeros años de vida, se ha visto por estudios previos como los valores de mineralización ósea medidos mediante ultrasonografía de las falanges distales de la mano no dominante (m/sg) no cambian de manera significativa desde los 5 a los 9 años de edad en las niñas y hasta los 10 años de edad en los niños, momento en que se produce una fase de mineralización ósea más activa<sup>7</sup>. Por este motivo y por el interés del control sobre la ingesta de calcio, las franjas de edad de entre 5 y 9 años y 9 y 12 años pueden ser las más adecuadas para el análisis del estado de la masa ósea de los niños.

El estudio CaDo fue diseñado para evaluar, por una parte la ingesta diaria de calcio y vitamina D y el nivel de ejercicio físico en niños y niñas preadolescentes de tres ciudades españolas que pudieran representar las diferencias tanto en hábitos dietéticos como en horas de exposición solar, con el fin de dibujar el panorama de la situación en la España peninsular. El segundo objetivo era correlacionar dichas variables con la medida de la densidad mineral ósea evaluada mediante ultrasonidos.

La recomendaciones de ingesta de calcio se catalogan como «ingestas adecuadas», ya que no se dispone de conocimientos científicos fundados para considerarlas «ingestas recomendadas» (RDA). Algunos estudios ponen de manifiesto que las adolescentes no adoptan las medidas necesarias para mejorar la salud ósea<sup>22</sup>, pues el 85% de las adolescentes de 12 a 19 años no consume la cantidad diaria recomendada de calcio. De hecho, el consumo de calcio está disminuyendo en ese grupo de edad<sup>23,24</sup>. Otros estudios realizados en nuestro país como el ENKID, CAENPE y otros<sup>25-31</sup> muestran unas tendencias muy similares. Nuestros datos muestran, sin embargo, que la ingesta media de calcio supera a la de la mayoría de estudios citados. Solo se encontró una ingesta deficiente (<650 mg/d) en el 5,8% de la muestra, mientras que en otro 9,5% se encuentra en límites bajos (entre 650 y 800 mg). No ocurre lo mismo con la vitamina D: solo el 7,5% ingería por encima de 5 mg diarios.

Aunque la relación entre ingesta de calcio y grado de mineralización en la infancia muestra algunos resultados contradictorios, la mayoría de estudios de seguimiento encuentran que la DMO era superior en los que tenían ingestas entre 800 y 1.200 mg/d, frente a los que tomaban cantidades inferiores. Resultados similares se encuentran en el estudio CaDo. En cuanto a los aportes de vitamina D, con las recomendaciones actuales de alcanzar las 400 UI diarias, es muy difícil con la dieta habitual alcanzar estos niveles. La Academia Americana de Pediatría ha recomendado la



suplementación con esta cantidad en todas aquellas situaciones en que no pueda garantizarse dicho aporte<sup>32</sup>.

Interpretación muy diferente tienen los datos obtenidos de la valoración de la masa ósea por medio de los ultrasonidos. Existen varias técnicas para la valoración de la masa ósea como pueden ser la absorciometría dual de rayos-X (DXA), la tomografía cuantitativa computerizada (QCY), la absorciometría simple de rayos-X (SXA) y la medición por osteosonografía. De entre ellas la tradicionalmente más utilizada en pediatría es la DEXA, por su alto índice de reproducibilidad (99%), su escaso error de precisión (1%) y su baja dosis de radiación (1–2 mrem) frente a otras técnicas. La medición por ultrasonidos evalúa el efecto del hueso sobre la velocidad, atenuación o reflexión del sonido. Estas mediciones nos proporcionan datos sobre la integridad estructural del hueso. La osteosonografía mide la velocidad de transmisión del ultrasonido (Ad-SOS) en la metáfisis distal de la falange proximal de los últimos cuatro dedos de la mano no dominante. Se elige este lugar por poseer un recambio óseo de características similares al tejido óseo corporal, y por ser muy sensible a las variaciones en el metabolismo mineral. Este nuevo método, posee un coeficiente de variación (CV) muy bajo (CV=0,7%), confiriendo una gran precisión y fiabilidad a la medida realizada además de presentar una muy buena correlación con DEXA. Los estudios de ultrasonidos ofrecen la ventaja de la ausencia de radiación, facilidad operativa y el bajo costo relativo de los equipos necesarios por lo que representan una opción muy apropiada para la realización de estudios epidemiológicos que involucren a un amplio número de pacientes o centros. En la actualidad existe una amplia experiencia en la realización de estudios mediante osteosonografía en pediatría<sup>33–40</sup>.

Cuando se comparan los datos obtenidos en el estudio CaDo con los estándares publicados por Baroncelli<sup>8</sup>, la prevalencia de osteoporosis es muy superior a lo esperable de acuerdo con los datos de ingesta de calcio y los de actividad física de la población estudiada. La comparación con estándares de poblaciones similares a las del estudio, como son las de Castilla y León, mostrarían resultados muy diferentes<sup>6</sup>. Los datos en el niño han de interpretarse con cautela. Como existe una relación entre maduración biológica y la mineralización del hueso, es difícil establecer puntos de corte adecuados para definir osteopenia/osteoporosis en la edad pediátrica.

Este trabajo se enmarca en la línea del comité de nutrición de avalar los informes sobre recomendaciones en estudios clínicos realizados en España. Las estrategias de actuación en la prevención de la osteoporosis se escapan al ámbito médico y precisan de intervenciones en el ámbito de la salud pública, en la escuela, en los medios de comunicación y en otros ámbitos de la vida de la sociedad civil. Sin embargo, actuaciones concretas realizadas desde el ámbito sanitario han contribuido a mejorar la masa mineral ósea<sup>41,42</sup>. Esperamos que los resultados de este estudio contribuyan a favorecer la labor de prevención del pediatra sobre la salud ósea futura.

## Financiación

La financiación del trabajo ha sido realizada por Danone® y gestionada por la Fundación de la AEP del periodo anterior.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Bonura F. Prevention, screening, and management of osteoporosis: an overview of the current strategies. *Postgrad Med.* 2009;121:5–17.
- LaFleur J, McAdam-Marx C, Kirkness C, Brixner DI. Clinical risk factors for fracture in postmenopausal osteoporotic women: a review of the recent literature. *Ann Pharmacother.* 2008;42:375–86.
- Diez A, Puig J, Martínez MT, Guelar AM, Cucurul J, Mellibovsky L, et al. Aproximación a los costes de fractura osteoporótica de fémur en España. *Med Clin.* 1989;92:721–3.
- Casanova Román M, Gutiérrez Barrios P, Ferriz Mas B, Casanova Bellido M. Utilidad de los ultrasonidos para la valoración de la mineralización ósea de recién nacidos. *An Pediatr (Barc).* 2002;56:443–7.
- Yeste D, del Río L, Gussinyé M, Carrascosa A. Densidad mineral ósea en lactantes y niños (0–4) a nivel de columna lumbar. Patrones de normalidad. *An Esp Pediatr.* 1998;49:248–52.
- Martínez MJ, Redondo D, Conde F, Redondo P, Alonso Franch M. Gráficas longitudinales de velocidad de conducción media de ultrasonidos en falanges. Estudio nutricional de Castilla y León. En: Junta de Castilla, León, editores. Valladolid. 2009.
- Gimeno J, Azcona C, Sierrasesúmagua L. Estudio de la densidad mineral ósea mediante osteosonografía en niños y adolescentes sanos: valores de normalidad. *An Esp Pediatr.* 2001;54:540–6.
- Baroncelli GI, Federico G, Vignolo M, Valerio G, Del Puente A, Maghnie M, et al. The Phalangeal Quantitative Ultrasound Group. Cross-sectional reference data for phalangeal quantitative ultrasound from early childhood to young-adulthood according to gender, age, skeletal growth, and pubertal development. *Bone.* 2006;39:159–73.
- Kröger H, Kotanamiemi 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;23:171–82.
- US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, USDA Nutrient Data Laboratory. 2008. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 21. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>.
- Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietètica (CESNID, 2008). Tablas de composición de alimentos por medidas caseras de consumo habitual en España. Edition: McGraw-Hill Interamericana, 2008.
- Food Standards Agency. *McCance and Widdowson's The Composition of Foods, Sixth summary edition.* Cambridge: Royal Society of Chemistry; 2002.
- Consensus development conference: Diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. *Am J Med.* 1991;90:170–210.
- Greenfield EM, Goldberg VM. Genetic determination of bone density. *Lancet.* 1998;350:1263–4.
- Chen Y, Shen H, Yang F, Liu PY, Tang N, Recker RR, et al. Choice of study phenotype in osteoporosis genetic research. *J Bone Miner Metab.* 2009;27:121–6.
- McKay HA, Petit MA, Schutz RW, Prior JC, Barr SI, Khan KM. Augmented trochanteric bone mineral density after modified physical education classes: a randomized school-based exercise intervention study in prepubescent and early pubescent children. *J Pediatr.* 2000;136:156–62.
- Vicente-Rodríguez G, Ezquerro J, Mesana MI, Fernández-Alvira JM, Rey-López JP, Casajus JA, et al. Independent and combined

- effect of nutrition and exercise on bone mass development. *J Bone Miner Metab.* 2008;26:416–24.
18. MacKellvie KJ, Petit MA, Khan KM, Beck TJ, McKay HA. Bone mass and structure are enhanced following a 2-year randomized controlled trial of exercise in prepubertal boys. *Bone.* 2004;34:755–64.
  19. Quintas ME, Ortega RM, López-Sobaler AM, Garrido G, Requejo AM. Influence of dietetic and anthropometric factors and of the type of sport practised on bone density in different groups of women. *Eur J Clin Nutr.* 2003;57 Suppl 1:S58–62.
  20. Alonso Franch M, Redondo Del Río MP, Suárez Cortina L. Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. Nutrición infantil y salud ósea. *An Pediatr (Barc).* 2009; doi:10.1016/j.anpedi.2009.08.018.
  21. Bonjour JP, Chevalley T, Ammann P, Slosman D, Rizzoli R. Gain in bone mineral mass in prepubertal girls 3.5 years after discontinuation of calcium supplementation: a follow-up study. *Lancet.* 2001;358:1208–12.
  22. A profile of older Americans, Washington, DC, Resources Services Group of the American Association for Retired Persons, Association on Aging, US Department of Health and Human Services, 1997.
  23. Larson NI, Neumark-Sztainer D, Story M. Weight control behaviors and dietary intake among adolescents and young adults: longitudinal findings from Project EAT. *J Am Diet Assoc.* 2009;109:1869–77.
  24. Burke JD, Reilly RA, Morrell JS, Lofgren IE. The University of New Hampshire's Young Adult Health Risk Screening Initiative. *J Am Diet Assoc.* 2009;109:1751–8.
  25. Pérez-Rodrigo C, Ribas L, Serra-Majem L, Aranceta J. Food preferences of Spanish children and young people: the enKid study. *Eur J Clin Nutr.* 2003;57 Suppl 1:S45–8.
  26. Vázquez C, de Cos AI, Martínez P, Jaunsolo MA, Román E, Gómez C, et al. Nutrient and food consumption by ages and gender in school children from the Community of Madrid (CAENPE). *Rev Clin Esp.* 1996;196:501–8.
  27. Ortega RM, Requejo AM, López-Sobaler AM, Andrés P, Quintas ME, Navia B, et al. The importance of breakfast in meeting daily recommended calcium intake in a group of schoolchildren. *J Am Coll Nutr.* 1998;17:19–24.
  28. Ortega RM, López-Sobaler A, Requejo AM, Andrés P, González-Fernández M. Valoración dietética del estado nutritivo de un colectivo de adolescentes de Madrid. *Nutr Clin.* 1995;15:53–60.
  29. Serra-Majem L, Ribas-Barba L, Salvador G, Jover L, Raidó B, Ngo J, et al. Trends in energy and nutrient intake and risk of inadequate intakes in Catalonia, Spain (1992–2003). *Public Health Nutr.* 2007;10:1354–67.
  30. Mataix J, Aranda P, López-Jurado M, Sánchez C, Planells E, Llopi J. Factors influencing the intake and plasma levels of calcium, phosphorus and magnesium in southern Spain. *Eur J Nutr.* 2006;45:349–54.
  31. Basabe B, Mena MC, Faci M, Aparicio A, López-Sobaler AM, Ortega RM. Influencia de la ingesta de calcio y fósforo sobre la densidad mineral ósea en mujeres jóvenes. *Arch Latinoam Nutr.* 2004;54:203–8.
  32. Wagner CL, Green FR. Section on breastfeeding. Committee on Nutrition AAP: Prevention of rickets and vitamin D deficiency in infants, children and adolescents. *Pediatrics.* 2008;122:1142–52.
  33. Halaba Z, Pluskiewicz W. The assessment of development of bone mass in children by quantitative ultrasound through the proximal phalanges of the hand. *Ultrasound Med Biol.* 1997;23:1331–5.
  34. Baroncelli GI, Federico G, Bertelloni S, de Terlizzi F, Cadossi R, Saggese G. Bone quality assessment by quantitative ultrasound of proximal phalanges of the hand in healthy subjects aged 3–21 years. *Pediatric Research.* 2001;49:713–8.
  35. Valerio G, del Puente A, Buono P, Espósito A, Zanatta M, Mozzi E, et al. Quantitative ultrasound of proximal phalanges in patients with type 1 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract.* 2004;64:161–6.
  36. Barkmann R, Rohrschneider W, Vierling M, Tröger J, de TF, Cadossi R, et al. German pediatric reference data for quantitative transverse transmission ultrasound of finger phalanges. *Osteoporos Int.* 2002;13:55–61.
  37. Vignolo M, Brignone A, Mascagni A, Ravera G, Biasotti B, Aicardi G. Influence of age, sex, and growth variables on phalangeal quantitative ultrasound measures: a study in healthy children and adolescents. *Calcif Tissue Int.* 2003;72:681–8.
  38. Halaba ZP, Pluskiewicz W. Quantitative ultrasound in the assessment of skeletal status in children and adolescents. *Ultrasound Med Biol.* 2004;30:239–43.
  39. Dib L, Arabi A, Maalouf J, Nabulsi M, El-Hajj Fuleihan G. Impact of anthropometric, lifestyle, and body composition variables on ultrasound measurements in school children. *Bone.* 2005;36:736–42.
  40. Halaba ZP. Quantitative ultrasound measurements at hand phalanges in children and adolescents: a longitudinal study. *Ultrasound Med Biol.* 2008;34:1547–53.
  41. Rizzoli R, Bianchi ML, Garabédian M, McKay HA, Moreno LA. Maximizing bone mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone.* 2009 (in press).
  42. Hovell MF, Nichols JF, Irvin VL, Schmitz KE, Rock CL, Hofstetter CR, et al. Parent/child training to increase preteens' calcium, physical activity, and bone density: a controlled trial. *Am J Health Promot.* 2009;24:118–28.