

Consumo de calcio y otros predictores de la densidad mineral ósea en adolescentes venezolanos.

Paula Bravo¹, Diamela Carías¹, Yuly Velazco², Edgar Acosta³.

Resumen: Consumo de calcio y otros predictores de la densidad mineral ósea en adolescentes venezolanos.

La acumulación adecuada de masa ósea durante la adolescencia es un factor protector para osteoporosis y otras afecciones óseas, por tanto, resulta relevante la evaluación del consumo de calcio y de otros determinantes de la densidad mineral ósea (DMO), en adolescentes. Se evaluó el consumo de calcio, otros factores biológicos y de estilo de vida, como predictores de la DMO en adolescentes venezolanos. Se realizó un estudio transversal, correlacional en 60 adolescentes (15 a 18 años), de la cohorte 2011-2012 del Programa Igualdad de Oportunidades de la Universidad Simón Bolívar (USB). La DMO, y el consumo de calcio y bebidas antagonistas del metabolismo del calcio, se determinaron mediante un cuestionario semicuantitativo de frecuencia de alimentos; También se evaluó el estado nutricional (por índice de masa corporal) y el nivel de actividad física. En promedio, la ingesta de calcio fue adecuada (1183 mujeres y 1315 mg/d hombres) y las principales fuente de calcio fueron la leche y sus derivados. Sin embargo, el 42% de los individuos presentó un consumo de calcio por debajo de lo recomendado. Los niveles de actividad física fueron entre bajos y moderados. El 95% de los adolescentes presentaron una DMO adecuada para su edad, siendo el sexo y el consumo de calcio los principales predictores. El consumo de calcio es un determinante importante de la DMO, siendo necesario para garantizar una contribución dietética adecuada durante la adolescencia, con el fin de prevenir un riesgo de deficiencia nutricional que pueda afectar la salud ósea. **ALAN, 2019; 69(3): 131-141.**

Palabras clave: Consumo de calcio, densidad mineral ósea, adolescentes actividad física, Índice de masa corporal, Venezuela.

Summary: Calcium consumption and other predictors of bone mineral density in Venezuelan adolescents. The adequate accumulation of bone mass during adolescence is a protective factor against the development of osteoporosis and other bone conditions. Therefore, evaluation of the consumption of calcium and other determinants of bone mineral density (BMD) in adolescents is relevant. The consumption of calcium and other biological and lifestyle factors were evaluated as predictors of BMD in Venezuelan adolescents. A correlational cross-sectional study was conducted in a group of 60 adolescents (15-18 years old), of the 2011-2012 cohort of the Equal Opportunities Program of the Simón Bolívar University (USB). BMD, and the consumption of calcium and drinks antagonistic to calcium metabolism, were determined through a semi-quantitative food frequency questionnaire; the nutritional status (by body mass index) and the level of physical activity were also evaluated. On average, calcium intake was adequate (1183 women and 1315 mg/d men) and the main sources of calcium were milk and its derivatives. However, 42% of individuals had a calcium intake below recommended. The majority of adolescents presented BMI within normal values (78.4% women and 69.6% men). Physical activity levels were between low and moderate. 95% of adolescents presented an adequate BMD for their age, being sex and calcium consumption the main predictors. The calcium consumption is an important determinant of BMD, being necessary to ensure an adequate dietary contribution during adolescence, with the purpose of preventing a risk of nutritional deficiency that may affects bone health. **ALAN, 2019; 69(3): 131-141.**

Key words: Calcium intake, bone mineral density, adolescents, physical activity, body mass index, Venezuela.

Introducción

El calcio constituye el quinto componente del organismo después del oxígeno, carbono, hidrógeno y nitrógeno, representando 2% del peso corporal. Su importancia se puede reflejar en la continua acumulación que de él se hace: en un recién nacido hay de 20 a 30 g, mientras que en un adulto de 70 kg, están presentes alrededor de

¹Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Universidad Simón Bolívar. Venezuela. ²Escuela de Nutrición y Dietética. Universidad Central de Venezuela. Venezuela. ³Instituto de Investigaciones en Nutrición (INVESNUT-UC). Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Venezuela.

Autor para la correspondencia: Diamela Carías, email: dcarias@usb.ve

1300 g de calcio. Además, el calcio es uno de los principales minerales del hueso y 99% del calcio corporal se encuentra en el esqueleto (1). El calcio constituye 39% del contenido total mineral óseo, es decir, es el mineral dominante en el hueso y el más comúnmente deficiente en la dieta, especialmente en los adolescentes (1).

Entre los factores que afectan de manera negativa el equilibrio del calcio se encuentran la ingesta de grasas, el ácido oxálico (almendras, soja, cacao, espinacas, acelgas), taninos (té) y los fitatos (cereales, semillas) (2). Las dietas con un alto contenido de proteínas y un bajo contenido de frutas y hortalizas, generan una cantidad importante de ácidos, principalmente en forma de sulfatos y fosfatos. El riñón responde a esta sobrecarga ácida con un aumento en la excreción ácida neta en forma de amonio y acidez titulable. En este proceso, el hueso contribuye con su función amortiguadora mediante la resorción ósea, con el consecuente incremento en la excreción urinaria de calcio (2). El café tomado en altas cantidades puede aumentar la excreción de calcio urinario y disminuir la absorción (3); de manera similar, el consumo excesivo de bebidas carbonatadas (gaseosas), puede aumentar las pérdidas de calcio en orina (4).

La osteoporosis es una enfermedad que se caracteriza por una escasa masa ósea y el deterioro de la micro-arquitectura del hueso, lo que ocasiona mayor fragilidad y riesgo de fractura, y es la principal patología asociada a la deficiencia de calcio (5). El desarrollo de osteoporosis en la edad adulta puede verse condicionado por el estado nutricional durante la infancia y la adolescencia, especialmente en lo referente a los aportes de calcio y vitamina D (6).

Algunos estudios epidemiológicos de observación han puesto de manifiesto que el alto consumo de calcio, se relaciona positivamente con una elevada densidad ósea tanto en niños, como en adultos jóvenes y mujeres posmenopáusicas (7). El consumo de calcio representa el determinante más importante del balance de calcio, especialmente durante la adolescencia, cuando ocurre la mayor mineralización ósea. En esta etapa, el esqueleto puede acumular hasta 407 g de calcio por año

en varones y 322 g en mujeres (8). Además, un consumo adecuado del mineral, es indispensable para asegurar la retención de calcio en etapas más avanzadas de la vida, cuando ocurre una pérdida anual de hueso de 1%, resultando en pérdidas de calcio de aproximadamente 15 g por año (8).

En Venezuela, se ha reportado que los adolescentes, presentan tendencia a un patrón dietético con alto consumo de alimentos ricos en grasas y azúcares, pero deficiente en micronutrientes (hamburguesas, bebidas gaseosas, dulces, etc.) lo cual puede conducir a sobrepeso, obesidad y perfiles lipídicos alterados, así como a un consumo inadecuado de minerales como el calcio (9).

Adicionalmente al consumo de calcio, se han descrito en niños y adolescentes otros factores que pueden afectar la densidad mineral ósea, como son el Índice de masa corporal (IMC) y el nivel de actividad física. Así, se ha determinado, que existe una relación significativa entre los niveles de DMO y el IMC en adolescentes, asociación que se mantiene incluso después de ajustar por los niveles de masa grasa y masa magra (10). De igual manera, la actividad física durante la infancia, ha sido identificada como uno de los principales determinantes para la prevención de la osteoporosis, mejorando el desarrollo esquelético en niños y adolescentes (11). El tipo, la intensidad, la frecuencia y sobre todo la duración de la AF pueden afectar al desarrollo de los huesos (12).

Con base en lo anteriormente expuesto, en la presente investigación se evaluó la ingesta dietética de calcio y otros determinantes o predictores de la densidad mineral ósea: IMC, sexo, edad, actividad física y consumo de bebidas que afectan negativamente el metabolismo del calcio (té, café, gaseosas), en adolescentes.

Materiales y Métodos

El estudio realizado fue de tipo descriptivo, correlacional, de campo y corte transversal. La muestra estuvo conformada por 60 adolescentes de ambos sexos, seleccionados de forma aleatoria a partir de una población de 800 estudiantes de educación media de instituciones oficiales, que conformaban la cohorte 2011-2012 del Programa de Igualdad de Oportunidades de la Universidad Simón Bolívar (USB), en Caracas Venezuela, con edades comprendidas entre 15 y 18 años. La recolección y análisis de los datos se realizó durante los años 2012 y 2013. A los adolescentes que formaron parte de la muestra, se les explicó el objetivo del estudio y las

actividades en las cuales consistiría su participación; se les consultó sobre su interés en formar parte de la investigación, y a quienes aceptaron, se les solicitó el consentimiento escrito de los padres, representantes o responsables. Fueron excluidos del estudio, los adolescentes con enfermedades relacionadas con el metabolismo óseo o que afecten la ingesta de nutrientes, con dietas especiales (diabéticos, celíacos, vegetarianos), con hipo e hipertiroidismo o que consumieran medicamentos que interfieren con el metabolismo del calcio. De igual manera, se excluyeron aquellas adolescentes en período de gestación o lactancia. La investigación se realizó según los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos (13) y el protocolo experimental, fue aprobado por el Comité de ética de la Universidad Simón Bolívar.

Variables

Densidad mineral ósea

La densidad mineral ósea (DMO) de la columna lumbar y fémur proximal fue medida por un técnico radiólogo, utilizando absorciometría dual de rayos X DEXA (Lunar Prodigy, GE Healthcare, USA), de acuerdo con los estándares aprobados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Posterior a la realización del estudio, los resultados fueron analizados y comparados según edad, peso y raza, (Z score) (14). Los resultados se expresaron en g/cm² y en valores de Z score. La DMO obtenida por DEXA se calculó dividiendo el contenido mineral del hueso (g) entre la superficie escaneada (cm²). Posteriormente, se utilizó el valor Z-score reportado, para establecer el diagnóstico de cada participante tanto para el esqueleto axial como el periférico. La baja densidad mineral ósea para la edad cronológica (BDOPEC) se estableció cuando el Z-score $\leq -2,0$; siguiendo las recomendaciones de la Sociedad Internacional de Densitometría Clínica (ISCD) (14).

Estado nutricional antropométrico

Los datos de peso y estatura fueron recopilados el mismo día que se realizó la DMO por un antropometrista entrenado y estandarizado (error técnico de medición intra e inter-observador < al 2%), empleando los métodos descritos por la OMS (15). El peso (kg) se determinó con una balanza marca Health-o-Meter (Illinois, EE.UU). La estatura (cm) se obtuvo mediante el método de la plomada. El Índice de Masa Corporal (IMC), se calculó utilizando las variables peso y estatura, y se expresó en kg/m². Para la valoración del IMC - edad, se utilizaron valores de referencia nacional (16):

Normal: \geq percentil 10 - < percentil 90

Déficit: < percentil 10

Exceso: \geq percentil 90

Estimación del consumo de calcio y de bebidas antagónicas al metabolismo del calcio.

La técnica seleccionada para estimar el consumo de calcio fue el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos en versión semicuantitativa. Para el diseño del cuestionario, se realizó un recordatorio de ingesta de un día habitual a un subgrupo de 15 individuos de la muestra de estudio, con el propósito de identificar las principales fuentes de calcio y el tamaño habitual de las raciones consumidas. Se emplearon unidades de ayuda para estimar las cantidades de los alimentos consumidos. El aporte de calcio de los alimentos identificados, se determinó con base a la Tabla de Composición de Alimentos de Venezuela (TCA) (17) y se seleccionaron aquellos cuyo aporte de calcio era superior a 80 mg/100g y/o cuya frecuencia de consumo fue alta según los resultados del recordatorio de ingesta de un día habitual. Para conocer el aporte de calcio de aquellos alimentos no presentes en la TCA, se utilizó la información del etiquetado nutricional. Igualmente, se incorporó una lista de bebidas que contienen sustancias antagónicas para el metabolismo del calcio, a saber: bebidas gaseosas, té (tanto frío como caliente), café y malta. Las opciones de respuesta para frecuencia diaria y semanal se presentaron en formato cerrado mientras que para las frecuencias mensual y anual, se utilizó el formato abierto. Para cada alimento se estableció una ración de referencia, las cuales fueron previamente pesadas por los investigadores con el fin de garantizar su validez. Los participantes indicarían el número de raciones de referencia consumidas, para cada alimento.

Se elaboró una propuesta de cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos semicuantitativo. El mismo fue sometido a una valoración cualitativa, a través de un juicio de expertos, y se realizó una prueba piloto con 10 personas. Se utilizó el coeficiente Kappa para analizar los resultados de la validación, que

arrojó como resultado un valor de 0,81 (grado de concordancia muy bueno). Con los resultados de la valoración por expertos y de la prueba piloto, se elaboró la versión definitiva del cuestionario el cual fue administrado a los 60 sujetos participantes en el estudio, por una nutricionista estandarizada en la técnica. Mediante un formulario diseñado para tal fin bajo ambiente Microsoft Office Access, se realizaron los cálculos necesarios para conocer el consumo diario de calcio y el porcentaje de adecuación, de acuerdo a las recomendaciones de ingesta diaria de calcio establecidas para los Estados Unidos (RDA, por sus siglas en inglés) (1) y para Venezuela (18), en adolescentes entre 15 y 18 años (1300 y 1200 mg diarios, respectivamente). El porcentaje de adecuación se determinó según la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de adecuación} = \frac{\text{Consumo de calcio (g/d)}}{\text{Consumo de calcio recomendado (g/d)}} \times 100$$

Se calculó la cantidad total en mL de bebidas gaseosas, té, café y malta, consumidas por cada participante en el estudio. Una vez obtenidos los resultados de consumo dietético de todos los participantes, se procedió a exportarlos a una hoja de Microsoft Excel para su posterior análisis estadístico.

Nivel de Actividad Física

Se utilizó la versión corta del cuestionario IPAQ, la cual supuso 7 preguntas para medir actividad física vigorosa (alta), moderada y leve realizada en una semana, el tiempo que se emplea para caminar, así como el tiempo promedio de permanecer sentado en un día habitual. Una vez obtenidas las respuestas y de acuerdo al protocolo desarrollado por el IPAQ, se procedió a clasificar a los sujetos en 4 niveles de actividad física: a) Cero b) Bajo c) Moderado y d) Activo (19).

Análisis Estadístico

Una vez obtenidos los resultados del consumo

de calcio, la adecuación de la ingesta de este nutriente, el diagnóstico de DMO y el nivel de actividad física, se procedió al procesamiento y análisis estadístico de los datos obtenidos. Se definió la DMO como variable dependiente y las variables edad, peso, sexo, IMC, nivel de actividad física, consumo diario de calcio y consumo de bebidas antagonistas al metabolismo del calcio, como variables independientes. Se establecieron medidas de tendencia central y de dispersión: media y desviación estándar. Se realizaron comparaciones por sexo, utilizando la prueba t de Student. Asimismo, se realizaron pruebas de regresión simple, prueba de regresión lineal múltiple y correlaciones de Pearson. El nivel de significancia establecido fue de 0,05 ($\alpha=0,05$) para todos los análisis estadísticos, a excepción de la prueba de correlación múltiple, para la cual se empleó 0,10 ($\alpha=0,10$). El programa estadístico empleado fue el SPSS versión 17.0.

Resultados

Se evaluaron 60 adolescentes de uno u otro sexo, de los cuales 37 (61,7%) fueron del sexo femenino y 23 (38,3%) del masculino, cuyas características generales se muestran en la Tabla 1. El peso y la estatura fueron superiores en el sexo masculino, mientras que la edad y el IMC fueron similares. Por su parte, la DMO central (L1-L4 y L2-L4) no mostró diferencias por sexo, mientras que a nivel periférico (fémur) la DMO fue superior en el sexo masculino.

Tabla 1. Características biológicas, antropométricas y óseas, según el sexo.

Variables	Sexo		P
	Femenino (n=37)	Masculino (n=23)	
Edad (Años)	16,0±0,6	16,2±0,6	0,767
Peso (kg)	54,4±7,9	61,7±8,0	0,000**
Talla (cm)	160,0±0,1	171,0±0,1	0,000**
IMC (kg/m ²)	21,3±2,9	21,2±3,0	0,856
DMO/L1-L4 (g/cm ²)	1,072±0,102	1,087±0,120	0,775
DMO/L2-L4 (g/cm ²)	1,089±0,104	1,100±0,120	0,844
DMO/Fémur (g/cm ²)	0,973±0,190	1,097±0,138	0,013*

Los resultados se expresan en Media ± Desviación Estándar / DMO: Densidad mineral ósea / *p<0,05 / **p<0,01 (diferencia entre sexos de acuerdo a la prueba t de Student).

El estado nutricional antropométrico según IMC-edad mostró que 13,5% de las adolescentes evaluadas presentó déficit de peso y 8,1% exceso de peso, mientras que 78,4% se ubicó en normopeso. En contraste, 8,7% de los adolescentes del sexo masculino presentó déficit de peso, mientras que 21,7% mostró exceso de peso y 69,6% resultó normopeso.

En cuanto a la frecuencia de adolescentes con BDOPEC, ninguno de los adolescentes evaluados presentó dicha condición a nivel periférico y 3 (5%) de ellos, la presentaron a nivel central. En el sexo femenino una adolescente mostró BDOPEC a nivel L2-L4, mientras que en el masculino, dos adolescentes mostraron BDOPEC a nivel L1-L4 y L2-L4.

Se encontró una relación lineal entre la DMO central y el IMC en todos los adolescentes estudiados. El análisis de correlación entre la DMO central y el IMC mostró una relación significativa y positiva entre la DMO L1-L4 y el IMC ($r=0,28$; $p=0,012$), así como también entre DMO L2-L4 y el IMC ($r=0,29$; $p=0,010$).

En cuanto al consumo de calcio en la muestra analizada, se reportó un promedio de 1249 ± 403 mg/día, y a pesar de que se observó un mayor consumo de calcio en el sexo masculino, no hubo diferencias significativas según el sexo (Masculino = 1315 ± 386 mg/día vs. Femenino = 1183 ± 420 mg/día; $p=0,676$).

El consumo de calcio promedio para los adolescentes masculinos fue mayor a la ingesta establecida como adecuada para su misma edad y sexo (1200 mg/día para adolescentes entre 15 y 18 años de edad), alcanzando una adecuación de 110%, de acuerdo a los criterios establecidos para Venezuela (18). El porcentaje de adecuación promedio para el grupo femenino, fue de 99 %. Desde otra perspectiva, la adecuación de la ingesta basada en los RDA (1) establecida en 1300 mg/d para adolescentes entre los 14 y 18 años de edad, fue de 91 y 101 %, para las mujeres y varones, respectivamente. Atendiendo a la gran variabilidad de las necesidades nutricionales y de la dieta diaria, se asume un rango de normalidad entre 90 y 110% para las ingestas dietéticas, por lo que el consumo promedio de calcio en el grupo de estudio, se consideró aceptable.

Aunque en promedio, el grupo de adolescentes que participó en la investigación presentó un consumo adecuado de calcio, vale la pena destacar que considerando la referencia nacional, 42% mostró un consumo de calcio diario por debajo de lo recomendado para su edad y sexo (800 mg en

promedio). Asimismo, se encontró que 28 % de los adolescentes (38% de las mujeres y 20% de los hombres evaluados), mostró valores de adecuación del consumo de calcio por debajo del 80%. En contraste, 24% de los adolescentes evaluados mostró inadecuación por exceso, por encima de 120% (rango entre 120 y 140%). Ninguno de los adolescentes reportó el consumo de suplementos nutricionales de calcio.

En referencia a la contribución de los productos lácteos (leche, yogurts, quesos), y de los alimentos no lácteos (vegetales verdes, cereales y otros) al consumo total de calcio de los adolescentes estudiados, se observó que en promedio, la ingesta de calcio proveniente de los productos lácteos para el grupo femenino fue de 820 mg/d (68%) mientras que el consumo promedio de los alimentos no lácteos fue de 363 mg/d (32%). En relación al sexo masculino, la ingesta de calcio proveniente de los productos lácteos fue de 876 mg por día (67%), mientras que el consumo promedio de los alimentos no lácteos fue de 471 mg/d (33%).

En el presente estudio las bebidas consideradas como antagonistas para el metabolismo del calcio fueron el café, las gaseosas, el té y la malta. Todos los adolescentes manifestaron ingerir alguna de estas bebidas diariamente. El consumo promedio de las mismas fue de 401 ± 325 mL/d para el sexo femenino y de 445 ± 462 mL/d para el masculino, sin diferencias significativas entre ambos sexos ($p>0,05$). Por otra parte, se encontró que 32,5 % de los adolescentes del sexo masculino y 29,0% de las adolescentes, consumían bebidas gaseosas diariamente.

La clasificación de los adolescentes de acuerdo a su nivel de actividad física, mostró que en el sexo femenino 59% alcanzó un nivel bajo y 41% moderado. Cincuenta y dos por ciento de los adolescentes masculinos mostró un nivel de actividad física moderado, mientras que 39% y 9% de ellos presentaron un nivel de actividad física bajo y cero, respectivamente.

Se realizó una prueba de regresión lineal múltiple entre las variables independientes edad, IMC, nivel de actividad física, consumo diario de calcio, sexo y

consumo de bebidas antagónicas al metabolismo del calcio, y la variable dependiente DMO tanto central como periférica. Al respecto, no se encontraron relaciones significativas entre las variables independientes mencionadas y la DMO central, mientras que la DMO periférica si se relacionó significativamente con las variables independientes antes mencionadas ($r=0,66$; $p=0,002$), cuyo coeficiente de determinación ($r^2=0,433$) establece que las variables independientes explicaron en 43,3% los cambios observados en la DMO periférica.

Con el fin de conocer la contribución individual de las variables independientes en la asociación encontrada, se realizó una prueba de regresión múltiple paso a paso (Tabla 2).

Las cifras obtenidas indican que el sexo explicó en 32,8% los cambios registrados en la DMO periférica de los participantes. Dicha cifra es relevante si se considera que la asociación total fue de 43,3%. El consumo diario de calcio representó 5,4% adicional (total sexo y consumo diario de calcio: 38,2%), mientras que la edad agregó 2,2%, para un total de 40,4 % entre las tres variables independientes. El índice de masa corporal representó 2,3% adicional. Las bebidas antagónicas al metabolismo del calcio y la actividad física no aportaron cifras adicionales al r^2 reportado, en tal sentido no añadieron fuerza a la asociación encontrada. De esta manera, las variables independientes ocuparon el siguiente orden de importancia según su contribución o peso relativo en la asociación encontrada: sexo, consumo diario de calcio, edad, índice de masa corporal, bebidas antagónicas al metabolismo del calcio y actividad física.

La Tabla 3 muestra los niveles de significancia de los predictores de la DMO periférica en los adolescentes evaluados. Solo las variables sexo y consumo de calcio, mostraron valores de p significativos.

Por la marcada diferencia encontrada en el nivel de significancia de las variables independientes: edad, IMC, consumo de bebidas antagónicas al metabolismo del calcio y nivel de actividad física, con respecto a las variables sexo y consumo de

Tabla 2. Predictores de densidad mineral ósea periférica, según prueba de regresión paso a paso.

Predictor	r^2
Sexo	0,328
Sexo + CDCa	0,382
Sexo + CDCa + Edad	0,404
Sexo + CDCa + Edad + IMC	0,427
Sexo + CDCa + Edad + IMC + BA	0,432
Sexo + CDCa + Edad + IMC + BA + AF	0,433

CDCa: Consumo diario de calcio / IMC: Índice de masa corporal / BA: Bebidas antagónicas / AF: Actividad física.

Tabla 3. Significancia de los predictores de densidad mineral ósea periférica, según prueba de regresión paso a paso.

Predictor	P valor
Sexo	0,000*
Consumo diario de calcio (mg)	0,072*
Edad	0,242
IMC	0,229
Bebidas Antagónicas	0,573
Actividad Física	0,811

*($p < 0,10$)

calcio, se realizó una nueva prueba de regresión lineal múltiple excluyendo dichas variables independientes. Los resultados obtenidos reflejaron un incremento en el nivel de significancia (0,000 vs. 0,002), haciéndose por lo tanto aún más significativa la asociación encontrada. Los resultados mantuvieron el valor de r^2 en 0,38 ($r=0,62$).

Discusión

La mayoría de los adolescentes estudiados de uno u otro sexo, presentaron un IMC dentro de los valores normales, encontrándose una pequeña proporción de valores bajos entre las adolescentes y de valores altos, entre los varones. Por otro parte, se encontraron correlaciones positivas entre la DMO

central y el IMC, mostrando que valores mayores del IMC se asociaron con mayores valores de DMO central.

La influencia del IMC en la densidad mineral ósea, ha sido reportada en estudios anteriores, incluso algunos autores (20) han incluido como recomendación el estudio de la DMO, cuando el IMC se encuentra por debajo de 19 kg/m². Además, varios estudios han puesto de manifiesto, que el tejido adiposo ejerce un efecto independiente en el proceso de remodelado del hueso y contribuye con el aumento en la masa ósea, especialmente en adolescentes del sexo femenino (21). Los mecanismos implicados en dicho efecto incluyen la carga mecánica que directamente estimula la formación de hueso, la intensa conversión de andrógenos en estrógenos que ocurre en el tejido adiposo, el aumento en los niveles de leptina, el incremento en la producción del factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) y la hiperinsulinemia (22).

Por otra parte, un consumo adecuado de calcio durante la adolescencia es indispensable para asegurar que el pico máximo de masa ósea sea alcanzado, y para que la deposición del mineral se mantenga, después del crecimiento longitudinal (23).

En el presente estudio, los adolescentes evaluados registraron en promedio, un consumo de calcio adecuado. Sin embargo, un porcentaje importante (42%) mostró una ingesta del mineral, por debajo del requerimiento establecido para sexo y edad. Adicionalmente, 28% del grupo evaluado, mostró valores de adecuación por debajo del 80%. La relevancia de este hallazgo se fundamenta en el riesgo dietético que representa un subconsumo de calcio. No se dispone de abundante literatura sobre el consumo de calcio en adolescentes venezolanos; sin embargo, los resultados obtenidos en la presente investigación, están en concordancia con los anteriormente reportados por Palacios y col. (2007) (24) y Díaz y col. (2012) (25).

A pesar del consenso sobre la necesidad de un consumo adecuado de calcio durante la adolescencia, un alto porcentaje de adolescentes principalmente en países en desarrollo, no cubre sus requerimientos diarios de este mineral (26-30). Un estudio llevado a cabo en la región sureste de Brasil, encontró que en un grupo de 214 adolescentes con edad promedio de 14,3 ± 1,0 años, solo 11,7 % mostraba un consumo adecuado de calcio, de acuerdo a lo recomendado para este grupo de edad (31).

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Alimentación en población Infantil y Adolescente en España (ENALIA, por su siglas en inglés), el consumo de calcio en adolescentes entre 14 y 17 años, estuvo por debajo de los valores del requerimiento medio estimado (EAR) en el 88,6 % de las mujeres y el 46 % de los varones (32). En un estudio en el que se evaluó el consumo de calcio en adolescentes de escuelas públicas en Rabat (Marruecos), se encontró un consumo promedio de calcio de 776,86 ± 290,07 mg/día en el grupo de 14 a 18 años de edad (adecuación del 60%) (30).

Además, se ha encontrado que el consumo de calcio de los adolescentes masculinos, es mayor al encontrado en las mujeres: entre 100 y 200 mg/d más alto (23, 27, 32), lo cual coincide con lo observado en el presente estudio.

En la presente investigación los productos lácteos fueron la principal fuente de calcio de la población evaluada, independiente del sexo. Esos resultados son similares a los presentados en otros estudios, que muestran que la leche y los productos lácteos, aportan entre 50 y 70% del calcio de la dieta (33,34). Los productos lácteos han sido reconocidos como alimentos apropiados para lograr una adecuada masa ósea en ambos sexos, pues además de calcio con una gran biodisponibilidad, aportan magnesio, vitamina D y proteínas de buen valor biológico (2).

En referencia a las bebidas consideradas antagónicas al metabolismo del calcio, el consumo de bebidas gaseosas, guarda una relación inversa con el consumo de leche en niños y adolescentes (26, 35). Estos cambios en los hábitos de alimentación, pueden representar una menor ingesta de calcio y un mayor riesgo posterior de fracturas, especialmente en las mujeres en etapas más avanzadas de la vida, independiente del posible efecto del ácido fosfórico y la cafeína presentes en las gaseosas, que pueden aumentar las pérdidas urinarias del mineral (26). El efecto negativo de las bebidas carbonatadas en el hueso, podría ser considerado un factor adicional entre las causas de osteoporosis (36). Por otra parte, más allá de la asociación del consumo de bebidas carbonatadas, del té y el café, con mayores pérdidas de calcio en la orina, también se ha determinado

que el consumo de estas bebidas, puede ser un indicador de un estilo de vida sedentario y de una dieta de baja calidad (36).

Es importante resaltar que el consumo de bebidas carbonatadas o gaseosas, es una práctica común entre los adolescentes de muchos países (37). De acuerdo a los resultados de la Encuesta de Consumo de Alimentos (ENCA) (38), las bebidas no alcohólicas (principalmente café, té y gaseosas), ocupan el tercer lugar dentro de los 10 grupos de alimentos de mayor frecuencia de consumo por la población venezolana. Según los resultados obtenidos en el presente estudio, todos los participantes reportaron ingerir diariamente, al menos una de estas bebidas señaladas como antagónicas para el metabolismo del calcio y cerca de 30% consume al menos una bebida gaseosa al día.

Con respecto a la actividad física, la mayoría de las adolescentes se ubicó en un nivel de actividad física bajo. En el grupo de adolescentes masculinos, el mayor porcentaje reportó un nivel de actividad física moderada.

La ingesta de calcio y la actividad física han sido independientemente asociados con mayor desarrollo de masa ósea durante la niñez y la adolescencia y con una menor pérdida ósea en la vida adulta (39). La actividad física regular durante la infancia y adolescencia puede aumentar sustancialmente la masa ósea y si continúa durante la edad adulta, reduce la resorción ósea fisiológica (39).

En la actual investigación, la DMO periférica (femoral) se relacionó con la edad, el IMC, el nivel de actividad física, el consumo diario de calcio, el sexo y el consumo de bebidas antagónicas al metabolismo del calcio. Los hallazgos encontrados en este trabajo en relación a las variables que resultaron predictoras de la DMO periférica, están en concordancia con lo expuesto por varios autores, los cuales refieren que factores relacionados con el estilo de vida, como el consumo de calcio y el nivel de actividad física, y aspectos fisiológicos como el peso, la edad y el sexo, son variables que influyen de

manera importante en el contenido mineral óseo y en el riesgo de desarrollar osteoporosis (11,12,40,41). Se ha reportado que la DMO femoral o periférica correlaciona con osteopenia y osteoporosis en niños y adolescentes escolares entre 8 y 18 años, especialmente en niñas, y se asocia de una manera positiva con el consumo de calcio (42). La densidad (DMO) del cuello femoral ha sido utilizada ampliamente por varios grupos de investigación, para la evaluar la asociación entre el consumo de macro y micronutrientes y la DMO en adolescentes (43). En este sentido, se ha demostrado que la DMO y el contenido mineral del hueso alcanzan a nivel del cuello femoral, una meseta antes de que se produzca en la columna lumbar (DMO central) y el cuerpo completo (44).

Según los resultados de las pruebas estadísticas del actual estudio, el sexo y el consumo diario de calcio fueron las principales variables predictoras de la DMO periférica de los participantes considerando el nivel de significancia registrado. En este sentido, en promedio, la DMO periférica resultó significativamente mayor en los varones, respecto a las mujeres. Se ha determinado, que la masa ósea de los hombres es mayor, porque su esqueleto es más grande, diferencia que puede observarse en la infancia y adolescencia. La adquisición del pico de masa ósea total se produce antes en mujeres que en hombres, conduciendo a un valor de masa ósea más reducido, lo que a su vez puede ser un factor predisponente a la osteoporosis (45,46).

Cuando se hace referencia al consumo de calcio, diversos estudios tanto transversales, como longitudinales, reportan que esta variable influye de una manera importante en la densidad mineral ósea de niños, adolescentes y adultos (7,47,48). En este orden de ideas, un meta-análisis de los beneficios del calcio en la salud ósea, demostró que en 52 de 54 estudios de intervención con calcio, hubo un aumento en el balance de calcio, incremento en la masa ósea durante el crecimiento, disminución de la pérdida ósea en la menopausia o disminución de la incidencia de fracturas (49).

En conclusión, los resultados indicaron que tanto factores biológicos (sexo e IMC) como aspectos relacionados con el estilo de vida (ingesta de calcio), son variables que afectan la salud ósea. Al respecto, es necesario asegurar un aporte dietario adecuado de calcio durante la adolescencia, como determinante modificable de la masa ósea, con el propósito de prevenir un riesgo de déficit nutricional que afecte la salud ósea.

Una de las limitaciones importantes del presente estudio, fue el tamaño reducido de la muestra. Igualmente, no se evaluaron otros factores que pueden influir sobre la mineralización ósea en los adolescentes, tales como el hábito tabáquico y el consumo de alcohol, los cuales comienzan a edades cada vez más tempranas en la población de adolescentes. Por otra parte, sería recomendable para futuros estudios, ampliar el rango de edad de la muestra y evaluar el estadio de maduración sexual, que también es un factor relacionado con la DMO.

Financiamiento

El estudio contó con el aporte del Decanato de Extensión de la Universidad Simón Bolívar, que a través del Banco de Proyectos de este Decanato (BPDEx), financió el costo de las densitometrías óseas realizadas a los adolescentes (Código asignado por el BPDEx: 05-09-13).



Paula Bravo: <https://orcid.org/0000-0002-2094-7117>
 Diamela Carías: <https://orcid.org/0000-0002-9227-4679>
 Yuly Velazco: <https://orcid.org/0000-0003-2799-1601>
 Edgar Acosta: <https://orcid.org/0000-0001-8478-1243>

Referencias

1. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for calcium and vitamin D. Washington (DC): National Academy Press; 2011.
2. Farré R. La leche y los productos lácteos: fuentes dietéticas de calcio. *Nutr Hosp*. 2015; 31(Supl. 2):1-9.
3. Li S, Dai Z, Wu Q. Effect of coffee intake on hip fracture: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutr J*. 2015; 14:38-44.
4. Mahmood M, Saleh A, Al-Alawi F, Ahmed F. Health effects of soda drinking in adolescent girls in the United Arab Emirates. *J Crit Care*. 2008 Sep; 23:434-40.
5. Almache O. Masa ósea y osteoporosis en el niño y el adolescente. *Rev Per Pediatr*. 2007; 60: 39-46.
6. Martín JA, Consuegra B, Martín MT. Factores nutricionales en la prevención de la osteoporosis. *Nutr Hosp*. 2015; 32:49-55.
7. Heaney RP. Dairy and Bone Health. *J Am Coll Nutr*. 2009; 28: 82S-90S.
8. Balk E, Adam G, Langberg V, Earley A, Clark P, Ebeling P, et al. Global dietary calcium intake among adults: a systematic review. *Osteoporos Int*. 2017; 28:3315-3324.
9. Fundacredesa: Patrones de consumo de alimentos en el área metropolitana de Caracas. 2003. Caracas 2003 (Documento Técnico).
10. Correa M, Rueda B, González E, Navarro-Pérez CF, Schmidt-RioValle J. Los niveles de mineralización ósea están influenciados por la composición corporal en niños y adolescentes. *Nutr Hosp*. 2014; 30:763-768.
11. Nguyen V. School-based exercise interventions effectively increase bone mineralization in children and adolescents. *Osteoporos Sarcopenia*. 2018; 4: 39-46.
12. Ubago-Guisado E, Gómez-Cabello A, Sánchez-Sánchez J, García-Unanue J, Gallardo L. Influence of different sports on bone mass in growing girls. *J Sports Sci*. 2015; 33: 1710-1718.
13. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres vivos. Fortaleza (Brasil): Asamblea Médica Mundial; 2013.
14. Bianchi ML, Baim S, Bishop NJ, Gordon CM, Hans DB, Langman CB, et al. Official positions of the International Society for Clinical Densitometry (ISCD) on DXA evaluation in children and adolescents. *Pediatr Nephrol*. 2010; 25:37-47.
15. World Health Organization. Physical Status: The use and interpretation of anthropometry. Technical Report Series No 854. Geneva; 1995.
16. Landaeta-Jiménez M, López-Blanco M, Méndez Castellano H. Índice de masa corporal de venezolanos. Variaciones en el crecimiento según estrato social. IV Congreso Español de Antropometría Biológica. Zaragoza, España 1995:42.
17. Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Instituto Nacional de Nutrición. Tabla de Composición de Alimentos para Uso Práctico. Publicación N° 54. Serie de Cuadernos Azules. Revisión 1999 (primera reimpresión). Caracas 2001; 97 p.
18. Macías-Tomei C, Palacios C, Mariño M, Carías D, Noguera D, Chávez JF. Valores de referencia de calcio, vitamina D, fósforo, magnesio y flúor para la población venezolana. *Arch Latinoam Nutr*. 2013; 63: 362-378.
19. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International Physical Activity Questionnaire: 12-Country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003; 35:1381-1395.
20. Genant HK, Cooper C, Poor G, Reid I, Ehrlich G, Kanis J, et al. Interim report and recommendations of the World Health Organization task-force for osteoporosis. *Osteopor Int*. 1999; 10: 259-264.

21. Kim HY, Jung HW, Hong H, Kim JH, Shin CH, Yang SW, *et al.* The Role of Overweight and Obesity on Bone Health in Korean Adolescents with a Focus on Lean and Fat Mass. *J Korean Med Sci.* 2017; 32:1633-1641.
22. López-Gómez JJ, Pérez Castrillón JL, de Luis Román DA. Impact of obesity on bone metabolism. *Endocrinol Nutr.* 2016; 63:551-559.
23. Mesías M, Seiquer I, Navarro MP. Calcium Nutrition in Adolescence. *Critical Rev Food Sci and Nutr.* 2011; 51:195-209.
24. Palacios C, Benedetti P, Fonseca S. Impact of calcium intake on body mass index in Venezuelan adolescents. *Puerto Rico Health Sci J Sat.* 2007; 26:199-204.
25. Díaz N, Fajardo Z, Galbán A, Páez M, Acosta E, Herrera H. Patrón de consumo de alimentos fuentes en calcio, hábitos alimentarios y actividad física en adolescentes. *Salus.* 2012; 16: 18-24.
26. Barahona-Meneses A, Castillo-Andradea RE, Espín-Capelo M, Folleco-Guerrero JC, Criollo-Ibujesa J, Hidrobo-Guzmana JF. Ingesta de calcio y relación con el sobrepeso y obesidad en adolescentes mujeres, Ecuador. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2018; 22: 31 - 41.
27. de Assumpção D, Dias MR, de Azevedo Barros MB, Fisberg RM, de Azevedo Barros Filho A. Calcium intake by adolescents: a population-based health survey. *J Pediatr (Rio J).* 2016; 92:251-9.
28. Fiorentino M, Landais E, Bastard G, Carriquiry A, Wieringa F, Berger J. Nutrient intake is insufficient among senegalese urban school children and adolescents: results from two 24 h recalls un state primary schools in Dakar. *Nutrients.* 2016; 8: 650- 667.
29. Czekuzuk A, Huk-Wieliczuk E, Dmítruk A, Popławska H. An analysis of selected risk factors of osteoporosis – dietary patterns and physical activity - in pubescent girls from the Lubelskie province. *Przegl Epidemiol.* 2017; 71(1):99-110.
30. Bouziani A, Saeid N, Benkirane H, Qandoussi L, Taboz Y, El Hamdouchi A, *et al.* Dietary calcium intake in sample of school age children in city of Rabat, Morocco. *J Nutr Metab.* 2018; 18. doi:10.1155/2018/8084623.
31. de Oliveira CF, da Silveira CR, Beghetto M, de Mello PD, de Mello ED. Assessment of calcium intake by adolescents. *Rev Paul Pediatr.* 2014; 32:216-20.
32. López-Sobaler AM, Aparicio A, González-Rodríguez L, Cuadrado-Soto E, Rubio J, Marcos V, *et al.* Adequacy of usual vitamin and mineral intake in spanish children and adolescents: ENALIA study. *Nutrients.* 2017; 9 (2). pii: E131. doi: 10.3390/nu9020131.
33. Nyisztor J, Carías D, Velazco Y. Consumo de calcio y densidad mineral ósea en hombres jóvenes con diferentes niveles de actividad física. *Rev Ven Endocrinol Metab.* 2014; 12: 12 -24.
34. Collado L, Grande G, Garicano-Vilar E, Ciudad Cabañas MJ, San Mauro Martín I. Evolution of the intake and nutritional recommendations of calcium and vitamin D for the last 14 years in Spain. *Nutr Hosp.* 2015; 32:1987-93.
35. Silva L, Meirelles T, Valéria G, Alves R. Changes in beverage consumption among adolescents from public schools in the first decade of the century XXI. *Rev Bras Epidemiol.* 2016; 19: 348-361.
36. Libuda L, Alexy U, Remer T, Stehle P, Schoenau E, Kersting M. Association between long-term consumption of soft drinks and variables of bone modeling and remodeling in a sample of healthy German children and adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2008; 88:1670 –1677.
37. Yang L, Bovet P, Liu Y, Zhao M, Ma C, Liang Y, *et al.* Consumption of Carbonated Soft Drinks Among Young Adolescents Aged 12 to 15 Years in 53 Low- and Middle-Income Countries. *Am J Public Health.* 2017; 107:1095-1100.
38. Instituto Nacional de Estadística (INE). Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos (ENCA) 2015. Ministerio del Poder Popular de Planificación. República Bolivariana de Venezuela. 2016. Disponible en: http://www.ine.gov.ve/documentos/Social/ConsumodeAlimentos/pdf/informe_enca.pdf [consultado 10 de junio 2019].
39. Bass SL, Naughton G, Saxo L, Iuliano-Burns S, Daly R, Briganti EM, *et al.* Exercise and calcium combined results in a greater osteogenic effect than either factor alone: a blinded randomized placebo-controlled trial in boys. *J Bone Miner Res.* 2007; 22: 458–464.
40. Ausili E, Riganti D, Salvaggio E, Focarelli B, Rendeli C, Ansuini V, *et al.* Determinants of bone mineral density, bone mineral content and body composition in a cohort of healthy children: influence of sex, age, puberty, and physical activity. *Rheumatol Int.* 2012; 32:2737-2743.
41. Gordon CM, Zemel BS, Wren TA, Leonard MB, Bachrach LK, Rauch F, *et al.* The Determinants of Peak Bone Mass. *J Pediatr.* 2017; 180: 261-269.
42. Alghadir AH, Gabr SA, Rizk AA. Physical fitness, adiposity, and diets as surrogate measures of bone health in schoolchildren: a biochemical and cross-sectional survey analysis. *J Clin Densitom.* 2018; 21:406–19.
43. Gou GH, Tseng FJ, Wang SH, Chen PJ, Shyu JF, Pan RY. Nutritional factors associated with femoral neck bone mineral density in children and adolescents. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019; 20:520-529.
44. Kang MJ, Hong HS, Chung SJ, Lee YA, Shin CH, Yang SW. Body composition and bone density reference data for Korean children, adolescents, and young adults according to age and

- sex: results of the 2009-2010 Korean National Health and nutrition examination survey (KNHANES). *J Bone Miner Metab.* 2016; 34:429–39.
45. Zanchetta JR, Plotkin H, Álvarez Filgueira ML. Bone mass in children: Normative values for the 2–20-year-old population. *Bone.* 1995; 16(Sup): 393S-399S.
46. Lu J, Shin Y, Yen MS, Sun SS. Peak Bone Mass and Patterns of Change in Total Bone Mineral Density and Bone Mineral Contents From Childhood Into Young Adulthood. *J Clin Densitom.* 2016; 19:180-91.
47. Weaver CM, Gordon CM, Janz KF, Kalkwarf HJ, Lappe JM, Lewis R, *et al.* The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporos Int.* 2016; 27:1281-1386.
48. Márquez D, Vielma N, D'Jesús I, Rojas L. Influencia de la ingesta de calcio en los valores de densidad mineral ósea de la población femenina, adulta, de Mérida, Venezuela. *MedULA.* 2015; 24: 18- 24.
49. Heaney RP, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, *et al.* Peak bone mass. *Osteoporos Int.* 2000; 11:985-1009.

Recibido: 20/05/2019
Aceptado: 19/12/2019