

RELACIÓN ENTRE DENSIDAD MINERAL ÓSEA, EDAD DE LA MENARQUIA Y ESTADO NUTRICIONAL EN ADOLESCENTES SANOS

María Raquel Morillo Piña (1), Coromoto Macías de Tomei (2),
Diamela Carías P. (3)

Recibido: 7-7-2010
Aceptado: 10-8-2010

RESUMEN

La obtención deficiente del pico de masa ósea (PMO) durante la niñez y adolescencia influenciada por factores genéticos, hormonales, nutricionales y psicobiológicos, puede determinar una baja densidad mineral ósea (DMO). Un bajo índice de masa corporal (IMC) y edad de la menarquia (EM) tardía constituyen factores de riesgo para baja DMO. En Venezuela no existen estudios que relacionen EM e IMC con DMO en adolescentes. Objetivo: Determinar DMO en adolescentes femeninas aparentemente sanas y su relación con la EM y el estado nutricional. Metodología: se realizó un estudio transversal, correlacional en 36 adolescentes femeninas postmenarquia aparentemente sanas, de la cohorte 2009-2010 del Programa Igualdad de Oportunidades (PIO) de la Universidad Simón Bolívar. Utilizando absorciometría dual de rayos X (DEXA), se determinó la DMO de columna lumbar y fémur, se estimó la EM por recordatorio; se tomaron medidas de peso y talla, se calculó el IMC. Se obtuvieron valores de DMO en adolescentes sanas postmenarquia con IMC normal. Se calcularon estadísticos descriptivos básicos y porcentajes de frecuencia. Para evaluar relaciones entre las variables, se utilizó análisis de correlación y regresión ($p < 0,05$) y Anova de una vía para comparar medias. Resultados: Las adolescentes tenían en promedio: 16,6 años, EM: 12,3 años, IMC: 21,3 kg/m², DMO: L1-L4 1,080 g/cm², L2-L4 1,074 g/cm², cuello femoral 0,976 g/cm², todos dentro del rango normal. Se encontró asociación significativa entre DMO en columna lumbar e IMC Conclusión: Existe relación entre DMO e IMC en adolescentes post-menarquia; ésta podría orientar sobre factores influyentes en la adquisición del PMO en adolescentes.

Palabras clave: Densidad mineral ósea, adolescentes, menarquia, índice de masa corporal.

SUMMARY

Poor peak bone mass (PBM) obtained during childhood and adolescence, influenced by genetic, hormonal, nutritional and psychological factors can determine a low bone mineral density (BMD). A low body mass index (BMI) and late age at menarche (AM), are risk factors for low BMD. In Venezuela there are no studies linking AM and BMI with BMD in adolescents. Objective: To assess BMD in apparently healthy female adolescents and their relationship with AM and nutritional status. Methods: A correlational cross-sectional study was conducted in a group of 36 apparently healthy female post-menarche adolescents of the 2009-2010 cohort of Equal Opportunities Program (IOP) of the Simón Bolívar University. Using dual X-ray absorptiometry (DEXA) lumbar spine BMD was determined. AM were assessed by recall; weight and height were measured, BMI was calculated. Values of BMD in healthy postmenarcheal adolescents with normal BMI were obtained. Basic descriptive statistics and percentage of frequency were obtained. To assess relationships between variables, we used regression analysis and correlation ($p < 0.05$) and one-way Anova to compare averages. Results: Average age of teenagers was 16.6 years, AM: 12.3 years, BMI: 21.3 kg/m², BMD: 1.080 g/cm² at L1-L4, and 1.074 g/cm² at L2-L4. There was a significant linear relationship between BMD and BMI. Conclusion: There is a relationship between BMD and BMI in post-menarche adolescents, which could serve as a guide in regard to factors that may modify the acquisition of PBM in adolescents.

Keywords: Bone mineral density, adolescents, menarche, body mass index.

INTRODUCCIÓN

La masa ósea de un individuo en un momento dado, corresponde a la diferencia entre lo que se gana durante la niñez y la adolescencia y lo que se pierde a lo largo de la vida. Muchos factores contribuyen al alcance del pico de

masa ósea. Aunque múltiples estudios han explorado la adquisición de masa ósea en las etapas tempranas de la pubertad, se conoce menos acerca de los factores que podrían influenciar en este proceso durante los años más tardíos de la adolescencia. El conocimiento de los mecanismos que regulan la adquisición del pico máximo de masa ósea permitiría implementar medidas preventivas contra la osteoporosis en momentos cruciales de la vida, maximizando la adquisición de masa ósea que puede obtenerse durante el crecimiento.

La mayor longevidad alcanzada en la actualidad por la población, ha condicionado un incremento en la prevalencia de determinadas enfermedades y, en otros casos, la aparición de nuevas patologías. En Venezuela se estima una prevalencia de osteoporosis del 25 % para las mujeres mayores de 45 años y del 50 % para aquellas que superan los 60 años (1).

La osteoporosis y la osteopenia son condiciones importantes del adulto que tienen su origen en la niñez. Existe actualmente un interés creciente en la salud ósea de niños y adolescentes, incluyendo el estudio de los efectos de la nutri-

Premio Myriam Puig en el LVI
Congreso de Pediatría Dr Amadeo Leyba, sept 2010

- (1) Especialista en Nutrición Clínica Opción Pediatría. Universidad Simón Bolívar. Valle de Sartenejas, Caracas-Venezuela.
- (2) M Sc. en Puericultura y Pediatría. Especialista en Crecimiento, Desarrollo y Nutrición. Profesora Asociada de la Universidad Simón Bolívar. Postgrado de Nutrición Clínica Opción Pediatría. Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Valle de Sartenejas, Caracas-Venezuela.
- (3) Doctora en Nutrición. Profesora Asociada de la Universidad Simón Bolívar. Departamento de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Valle de Sartenejas, Caracas-Venezuela.

Autor corresponsal: Dra. María Raquel Morillo Piña
Dirección: Urbanización El Cigarral. Res. Club Cigarral, Torre E
Apto. 16 D El Hatillo, Edo. Miranda 1083. Teléfono: 0426-5171796
Correo electrónico: raco1977@hotmail.com

ción, ejercicio y la genética en el desarrollo normal de los huesos. Una densidad mineral ósea baja, puede reflejar de manera parcial una falla en el alcance del pico de densidad mineral ósea, el cual se alcanza en mayor medida antes de los 30 años (2).

Es bien conocido que la adquisición de un pico de masa ósea adecuado es el factor más importante para la prevención de la osteoporosis en el adulto (3). Desde el nacimiento hasta la edad adulta hay un incremento progresivo de la mineralización ósea el cual sucede con mayor velocidad en dos etapas de la vida.; la primera de ellas entre los 0 y los 3 años de vida y luego a los 10 años, etapa en la que esta mineralización es mayor en las niñas tanto a nivel lumbar como femoral. Aproximadamente a los 16 años la mineralización se entelecece y prácticamente cesa dos años más tarde. Probablemente los defectos en la mineralización surgidos durante los primeros años de vida puedan ser compensados más adelante. Sin embargo, es posible que las interferencias que se presentan durante la pubertad condicionen un riesgo real de osteoporosis, difícil de compensar (4).

El 60% de la adquisición del PMO está determinado genéticamente (5). Además, la adquisición de la masa ósea requiere de la interacción de varias hormonas, siendo las más importantes los esteroides sexuales, la hormona de crecimiento, el factor de crecimiento insulínico (IGF-1) y las hormonas tiroideas (6). Sobre estos determinantes internos pueden actuar factores ambientales en los que se puede intervenir modificando la dieta y los estilos de vida.

Unos niveles adecuados de estrógenos, forman parte importante de una serie compleja de eventos que llevan a la ovulación y a la menstruación. Por lo tanto, la historia menstrual podría reflejar en parte la exposición acumulativa a niveles adecuados o no a los estrógenos. Los estudios que han examinado la relación entre la historia menstrual y la densidad mineral ósea han reportado que ésta es menor en mujeres con menarquia tardía e irregularidades menstruales (7). El período prepuberal parece ser el momento oportuno para modificar los factores ambientales que afectan la adquisición de masa mineral ósea.; los factores nutricionales se consideran los más relevantes (1, 8, 9).

Por otro lado, el peso corporal es considerado un importante factor predictor de la DMO, independiente de la edad o el sexo (10). Numerosos estudios transversales han demostrado la relación positiva entre el peso y la DMO (10). El mecanismo mediante el cual se produce esta mayor DMO proporcional al peso corporal, se ha estudiado en pacientes obesas en los cuales se ha determinado que la obesidad puede proteger al esqueleto por medio de dos mecanismos: a) la estimulación mecánica ejercida por el peso corporal, y b) la mayor cantidad de grasa, esta última ejercería un papel tanto mecánico como metabólico en la protección ósea (11).

El peso corporal en las adolescentes puede estar asociado a una variedad de hábitos de vida, como son los alimentarios, actividad física, dietas, y estos predictores potenciales podrí-

an tener una importancia variable en la determinación de la densidad mineral ósea (12). Por lo tanto, es importante cuantificar la asociación entre el índice de masa corporal y la densidad mineral ósea, con la finalidad de ofrecer medidas preventivas y correctivas equilibradas a las personas con alto riesgo de presentar osteoporosis.

En Venezuela no existen reportes de la relación entre edad de la menarquia (EM) y el IMC con la densidad mineral ósea (DMO) en adolescentes; por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la densidad mineral ósea en adolescentes femeninas aparentemente sanas y su relación con la edad de la menarquia y el estado nutricional.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio transversal, prospectivo y correlacional para determinar la relación entre la DMO con la edad de la menarquia y el IMC, en adolescentes femeninas venezolanas aparentemente sanas. Las participantes del estudio fueron seleccionadas aleatoriamente de un grupo de adolescentes entre 15 y 18 años, pertenecientes a la cohorte 2009-2010 del Programa de Igualdad de Oportunidades (PIO) de la Universidad Simón Bolívar. Se evaluaron 36 adolescentes femeninas postmenarquia, previa aprobación de consentimiento informado por parte de sus padres o representantes. Criterios de inclusión: las adolescentes debían haber presentado la menarquia, ser nuligrávidas y tener una edad entre los 15 y los 18,99 años. Los criterios de exclusión fueron: Enfermedad renal crónica, trastornos tiroideos, malabsorción intestinal, dietas especiales, trastornos de la conducta alimentaria, tratamiento con esteroides y/o anticonvulsivantes, tratamiento antineoplásico (quimioterapia y radioterapia), práctica deportiva de alto rendimiento.

MÉTODOS

La densidad mineral ósea de la columna lumbar y fémur proximal fue medida por un técnico radiólogo en incidencia AP utilizando absorciometría dual de rayos X (DEXA) siguiendo los protocolos estandarizados descritos en el manual del equipo utilizado (LUNAR Prodigy General Electric) con mínima emisión de rayos X y doble energía. Los resultados fueron analizados por un especialista en radiología y comparados según, edad, peso y raza (Z score) (13). Los resultados se expresaron en g/cm^2 y en valores de Z -score.

Todas las medidas fueron realizadas según los procedimientos y técnicas internacionalmente aceptadas. El medidor fue previamente entrenado y estandarizado para tal fin, con un bajo error de medición intra e intermedidor en todas las variables antropométricas. La evaluación antropométrica se llevó a cabo el día de la realización de la densitometría ósea, con las participantes vistiendo ropa interior, sin zapatos y vistiendo una bata desechable.

El peso corporal fue medido en una balanza (Health-o-Meter, Continental Scale Corp., Bridgeview, III, EEUU) con una precisión de 0,1kg. Las medidas se expresaron en kg. La

talla se midió con la técnica de la plomada: se fijó el extremo libre de la plomada a la parte superior de la pared y se colocó la cinta métrica. Siguiendo esta dirección, se colocó la cinta métrica en forma recta; se hizo una marca en la pared en el extremo superior y en dos o tres sitios a diferentes alturas, para comprobar posteriormente que la cinta mantenía la posición definida inicialmente, con una precisión de 0,5 cm (14). Los resultados se expresaron en centímetros y milímetros (cm. y mm.).

El estado nutricional se evaluó mediante el Índice de Masa Corporal (IMC); éste se calculó utilizando las variables peso y talla, y se expresó en kg/m². Para la caracterización del IMC se utilizaron valores de referencia nacional (15), de acuerdo con los siguientes valores límite (puntos de corte): Normal: \geq percentil 10 - $<$ percentil 90; Déficit: $<$ percentil 10; Exceso: \geq percentil 90.

La estimación de la edad de la menarquía se obtuvo mediante el método del recordatorio (16,17). De acuerdo con los percentiles de referencia nacional (18), se establecieron las siguientes categorías: Promedio $<$ percentil 90 \geq percentil 10; Normal Tardía $<$ percentil 10 \geq percentil 3; Normal Temprana \geq percentil 90 $<$ percentil 97; Precoz $>$ percentil 97 (17,19).

Los resultados se expresaron como medidas de tendencia central y de dispersión: medias y desviaciones estándar. La asociación entre la DMO y las variables independientes EM e IMC fue evaluada mediante de regresiones y correlaciones lineales y se calculó el coeficiente de Pearson. Para la comparación de las medias de la DMO según categorías del IMC, se utilizó análisis Anova de una vía. Las pruebas estadísticas fueron de dos colas y una prueba estadística con un valor de $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativa. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico PASW 18.

RESULTADOS

La edad decimal promedio de las adolescentes fue de 16,6 años, con una mínima de 15,6 años y máxima de 18,2 años (Cuadro 1). El IMC promedio fue de 21,3 kg/m², este valor se ubicó entre los percentiles 50-75 de la referencia nacional en relación con la edad decimal promedio de las adolescentes evaluadas; con un valor mí-

nimo de 13,2 kg/m² ($<$ percentil 3) y un valor máximo de 28,4 kg/m² (p. 97) (Cuadro 1).

El análisis individual reveló que 77,8% (n=28) de las adolescentes estudiadas presentó un IMC dentro de la normalidad (\geq percentil 10 - $<$ percentil 90), se encontró déficit ($<$ percentil 10) en 13,9% (n= 5) de la muestra, este porcentaje superó el 10% esperado para la población normal de la misma edad y sexo. Por el contrario, el porcentaje de adolescentes en la categoría de exceso (\geq percentil 90): 8,3% (n=3), se encontró dentro de lo esperado para la población general (Figura 1).

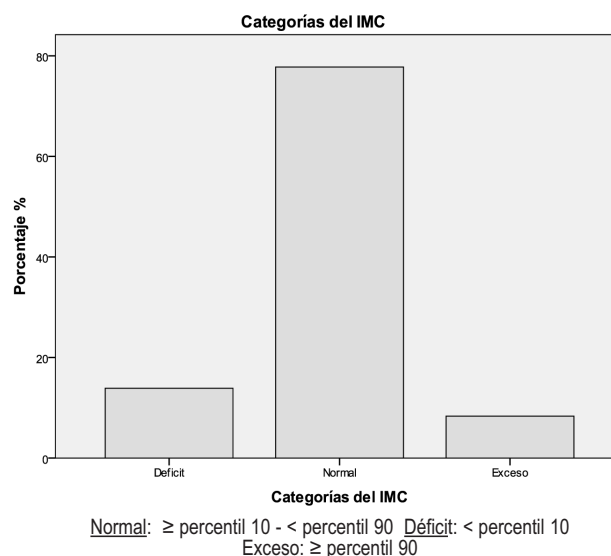


Figura 1
Categorías del Índice de Masa Corporal según la referencia nacional (15)

La edad promedio de la menarquía fue 12,3 años, ésta se ubicó entre los percentiles 50 y 75 de la referencia nacional. El análisis individual de la edad de la menarquía, reveló que en 69,4% (n= 25) de las participantes ocurrió dentro del rango normal promedio ($<$ percentil 90 \geq percentil 10), normal temprana (\geq percentil 90 $<$ percentil 97) en 4 adolescentes (11,1%) y normal tardía ($<$ percentil 10 \geq percentil 3) en 4 adolescentes (11,1%). En tres de las adolescentes estudiadas (8,3%) este evento ocurrió a una edad más temprana que el percentil 97 nacional (menarquía precoz) (Figura 2).

Se obtuvo un promedio de densidad mineral ósea (DMO) en columna lumbar L1-L4 de 1,074 g/cm², con un valor mínimo de 0,87 g/cm² y máximo de 1,25 g/cm². Los valores Z-score para esta región se ubicaron entre -1,98 y 0,90, con una media de -0,525, los cuales se ubicaron dentro del valor de Z-score interna-

Cuadro 1.

Estadísticos descriptivos básicos de las variables evaluadas

Variable/Indicador	Media	DE	Mínimo	Máximo
Edad Decimal (años)	16,6	0,58	15,6	18,2
Edad de Menarquía (años)	12,3	1,17	10,2	15,3
Peso (kg)	54,2	7,83	36	67
Talla (cm)	159,4	0,06	146	176
IMC (kg/m ²)	21,3	2,98	13,2	28,4
DMO L1-L4 (g/cm ²)	1,074	0,1	0,87	1,25
Z score L1-L4	-0,525	0,79	-1,98	0,9
DMO L2-L4 (g/cm ²)	1,08	0,11	0,86	1,26
Z score L2-L4	-0,57	0,8	-2,09	0,8
DMO Fémur (g/cm ²)	0,976	0,19	0,76	1,89
Z score Fémur	-0,179	0,9	-1,8	1,4

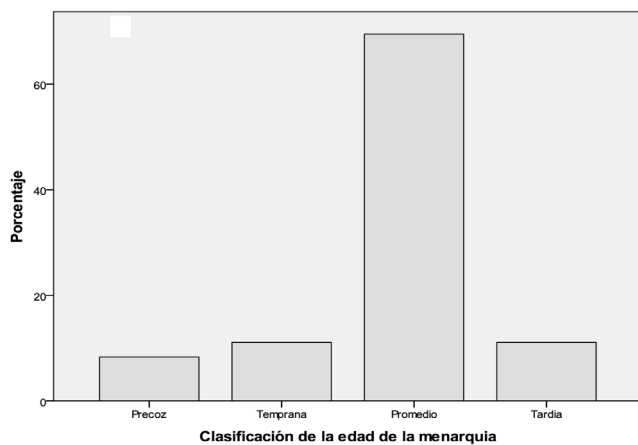


Figura 2
Comportamiento de la edad de la menarquia de acuerdo a la referencia nacional (18)

cionalmente aceptado como normal. En columna lumbar L2-L4, el valor promedio de DMO en la muestra estudiada fue 1,080 g/cm², con valor mínimo de 0,86 g/cm² y máximo de 1,26 g/cm², sus correspondientes valores de Z-score fueron -0,570 para la media, -2,09 y 0,80 para los valores mínimo y máximo respectivamente. Una sola de las adolescentes del estudio obtuvo un valor de Z score en L2-L4 menor de límite considerado normal (-2,0), ésta tuvo IMC normal y edad de la menarquia dentro del promedio. Sin embargo, como un hallazgo adicional, se encontró que la adolescente refirió consumo frecuente de té y antecedentes familiares de osteoporosis.

A nivel femoral, el valor mínimo de DMO fue 0,76 g/cm² y el máximo 1,89 g/cm² con una media de 0,976 g/cm². En los valores de Z-score el valor mínimo se ubicó en -1,80, la media en -0,179 y el valor máximo en 1,40, todos estos valores de Z-score se encontraron dentro de los valores considerados normales para la edad y raza (20) (Cuadro 1).

Al analizar la asociación entre la DMO y edad de la menarquia mediante correlaciones de Pearson entre la DMO en las diferentes regiones estudiadas con la edad de la menarquia, no se observó una relación estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Cuadro 2.

Densidad mineral ósea según edad decimal en adolescentes femeninas postmenarquia con IMC normal.

Densidad mineral ósea	Edad (años)			F	p-valor
	15-16 n=14	16-17 n=11	17-18 n=3		
	Media DE	Media DE	Media DE	-	-
L1-L4	1,05 ± 0,10	1,10 ± 0,11	1,13 ± 0,06	1,29	0,293
L2-L4	1,07 ± 0,10	1,11 ± 0,11	1,14 ± 0,08	0,955	0,393
Fémur	1,00 ± 0,28	0,97 ± 0,11	0,95 ± 0,05	0,121	0,887

En la muestra estudiada se observó una relación lineal estadísticamente significativa entre el IMC y la DMO en columna lumbar (L1-L4: $p = 0,018$; L2-L4 $p = 0,011$) (Figura 3). No se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la DMO de cuello femoral y el IMC ($p = 0,598$).

Al realizar la comparación de las medias de la DMO según las categorías del IMC (déficit, normal y exceso) a nivel de columna lumbar, específicamente de L2 a L4, se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre las adolescentes con IMC bajo (déficit) y aquellas con IMC alto (exceso) ($p < 0,05$). Por el contrario, esta diferencia no se encontró al realizar la comparación en L1-L4 ni tampoco a nivel de cuello femoral (Figura 4).

En el cuadro 2 se muestran los valores promedio y la desviación estándar de la densidad mineral ósea en las adolescentes con un IMC normal (\geq percentil 10 - $<$ percentil 90) ($n = 28$) de acuerdo con los valores de referencia venezolanos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativa al comparar los valores de DMO en columna lumbar y fémur en los diferentes grupos de edad ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

Los valores Z-score del promedio de DMO en columna lumbar y fémur se ubicaron dentro de los parámetros considerados normales por la Sociedad Internacional de Densitometría clínica, que establecen que todo valor de Z score mayor a -2,0 se considera normal en niños y adolescentes (20).

La relación negativa entre la edad de la menarquia y la densidad mineral ósea, que en este estudio no fue estadísticamente significativa, ha sido ampliamente descrita en diferentes estudios (7,21). En el presente estudio transversal, todas las adolescentes estudiadas estuvieron en su post-menarquia, y un gran porcentaje presentó una menarquia en el promedio para la población de referencia nacional. Este hecho, pudo influir en la falta de relación significativa entre la DMO y la edad de la menarquia. En el estudio no se evaluaron otras características ginecológicas como irregularidades menstruales o edad ginecológica, que según algunos estudios se relacionan con la DMO.

Los resultados de estudios sobre factores reproductivos y densidad mineral ósea son contradictorios. Rosenthal y colaboradores en 1989 identificaron que la menarquia en edad tardía es un factor de riesgo para una baja densidad mineral ósea a nivel de columna, por la presencia de niveles inadecuados de hormonas sexuales durante la adolescencia (22). Sin embargo, no encontraron relación entre la edad de la menarquia y la DMO cuando eliminaban del estudio a las mujeres multiparas. Ahora bien, se ha observado que las adolescentes con una menarquia más temprana, tienen una talla menor cuando se comparan con

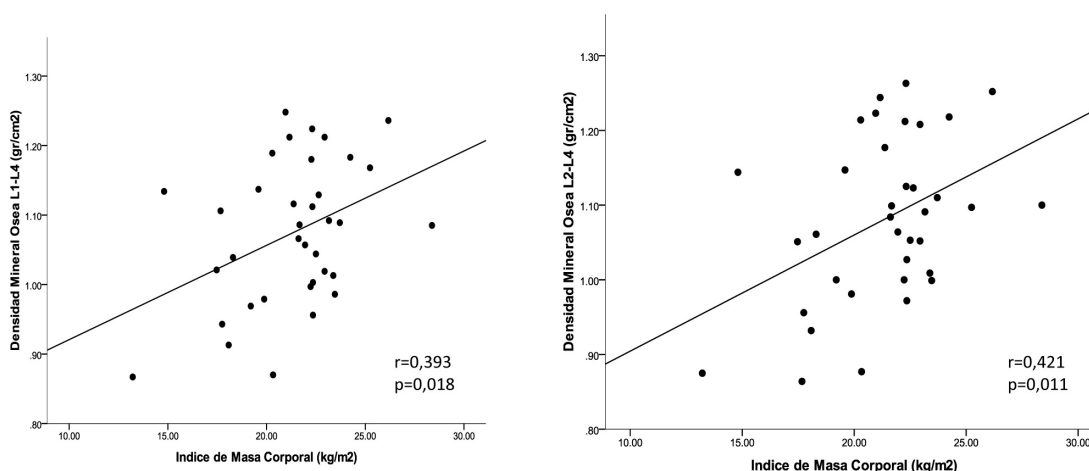
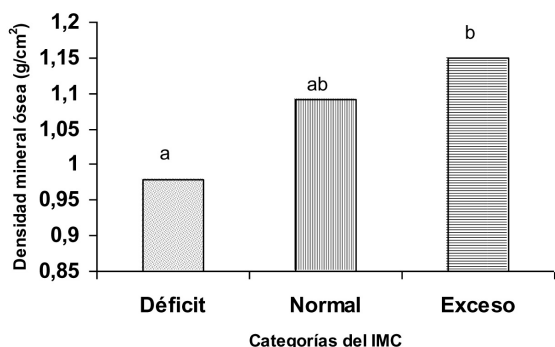


Figura 3
Índice de masa corporal y DMO en columna lumbar: L1-L4 y L2-L4 en adolescentes femeninas aparentemente sanas: Rectas de regresión



(Letras distintas indican diferencia significativa ($p < 0,05$) de acuerdo a la prueba de los Rangos Múltiples de Duncan, posterior a un Anova de una vía)

Figura 4.
Densidad mineral ósea en L2-L4 y categorías del IMC

niñas que comienzan la pubertad a la edad esperada; por el contrario, las adolescentes con una menarquia tardía tienen más probabilidades de ser más altas, delgadas y además presentar una DMO más baja (23). En el estudio realizado por Galuska y Sowers en 1999 con mujeres entre 19 y 25 años, se encontró que las mujeres con una edad de la menarquia más tardía e irregularidades menstruales tenían una menor DMO en columna lumbar y cuello femoral, que se hacía más evidente a medida que aumentaba la edad (7).

En el presente estudio se incluyeron las participantes independientemente de su estado nutricional (IMC). Los resultados indican una asociación significativa entre el IMC y la DMO, y al categorizar a las adolescentes por el IMC se evidencia que la DMO es mayor cuanto mayor sea su IMC. La influencia del peso y el IMC en la densidad mineral ósea ha sido reportada en estudios anteriores, incluso algunos autores han incluido como recomendación el estudio de la DMO cuando éste se encuentra por debajo de 19 kg/m² (10). Se cree que el mecanismo por el cual la DMO aumenta con el IMC es a través del impacto que ejerce el soportar un peso

mayor en las mujeres con sobrepeso (24). También se considera el efecto metabólico de la grasa en la aromatización de los esteroides sexuales; sin embargo, un estudio ha sugerido que el alto IMC podría producir un error en el estudio de la DMO a través de DEXA, dando una DMO falsamente alta, por interferencia de tejido blando, por lo que recomiendan el uso del ultrasonido para el estudio de la DMO en personas con sobrepeso (25).

Al analizar los resultados obtenidos y tomando en cuenta que el mayor porcentaje de la muestra tenía un IMC normal, se decidió identificar y describir la DMO en este grupo. De esta manera se obtuvieron valores de adolescentes femeninas aparentemente sanas post-menarquia con IMC normal. Comparando los valores de DMO en las adolescentes con IMC normal con datos de referencia nacional (26), se obtuvo que a nivel de columna lumbar (L1-L4), éstos se ubican por encima de +2DE para el grupo de edad correspondiente, mientras que a nivel de cuello de femur estos valores se ubican entre la media y -1DE. Por otro lado, al realizar esta misma comparación con los datos de referencia internacionales de DMO en columna lumbar (27), los valores de DMO en el grupo de 15 a 16 años se ubican entre -1 y -2DE, y en los grupos de 16 a 17 y 17 a 18 se ubican entre la media y -1DE. Los valores obtenidos en columna lumbar y cuello femoral, se encuentran entre los percentiles 50 y 90 con respecto a los descritos en el gran estudio de densidad mineral ósea de Kalkwarf y colaboradores, en donde se estudió la DMO en 1154 niños sanos entre 6 y 16 años de diferentes razas (28).

En este estudio no se examinaron todos los factores que influyen sobre la mineralización ósea en las adolescentes postmenarquia, tales como el consumo de calcio, actividad física, y el consumo de cigarrillos y alcohol, los cuales comienzan a edades cada vez más tempranas en la población de adolescentes (21). Para la determinación de la DMO se utili-

zó DEXA, ampliamente aceptado para su uso en niños y adolescentes, por su rapidez, precisión y baja radiación; sin embargo, sus resultados son limitados ya que calcula el contenido mineral óseo en 2 dimensiones y no en volumen. Algunos autores entre ellos Wren y los miembros del Bone Mineral Density in Childhood Study (29), recomiendan el uso de la tomografía periférica para el estudio de la mineralización en adolescentes. En todo caso, la mayoría de los datos de referencia para determinar la mineralización ósea en adolescentes y niños se basan en resultados de DMO por DEXA, por lo que los resultados del presente estudio pueden ser comparados con los hallazgos de los estudios transversales que han evaluado la densidad mineral ósea y los diferentes factores que influyen sobre ésta.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las adolescentes femeninas post-menarquia con un IMC normal presentaron valores de DMO a nivel lumbar y de cuello femoral dentro de los parámetros normales, con los ajustes pertinentes, podrían ser comparables con los valores normales establecidos en grandes estudios interraciales.

- La adolescencia es un periodo crítico para implementar intervenciones conducentes a maximizar el alcance del PMO, se deben aplicar medidas correctivas o preventivas oportunas para evitar la aparición de osteoporosis en la edad adulta, sobretodo en las adolescentes con factores de riesgo tales como bajo IMC y edad de menarquia tardía.

Los datos obtenidos en el presente estudio podrían servir como base para determinar el PMO en las adolescentes femeninas venezolanas. Se recomienda la realización de estudios tanto longitudinales como transversales con una muestra representativa, a fin de determinar los factores que pueden influir en la densidad mineral ósea y la edad de obtención del PMO en niños, niñas y adolescentes en Venezuela.

AGRADECIMIENTO

La realización de este trabajo de investigación fue posible gracias al financiamiento otorgado por el Departamento de Extensión de la Universidad Simón Bolívar. Agradecemos a la Dirección del Programa Igualdad de Oportunidades (PIO) y a las adolescentes integrantes de dicho Programa, por su participación voluntaria en el estudio.

REFERENCIAS

1. Terán J, Teppa A, Febres C. Actualidad en el diagnóstico de la osteoporosis posmenopáusica. *Rev Obstetr Ginecol Venez* 2007; 67 (2):115-126.
2. Recker RR, Davies KM, Hinders G. Bone gain in young adult women. *JAMA* 1992; 268: 2403-2408.
3. Bonjour JP, Chevalley T, Ferrari S, Rizzoli R. The importance and relevance of peak bone mass in the prevalence of osteoporosis. *Salud pública Méx* 2009. Disponible en: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003636342009000700004&lng=en [consultado 10 de junio 2009].
4. Franch A, Redondo Del Río MP, Suárez Cortina L. Nutrición infantil y salud ósea *An Pediatr* 2010; 72(1):80.e1-80.e11.
5. Lonzer MD, Imrie R, Rogers D, Worley D, Licata A, Secie M. Effects of heredity, age, weight, puberty and calcium intake on bone mineral density in children. *Clin Pediatr NA* 1996; 35(4): 185- 194.
6. Abrams SA, Griffin IJ, Hawthorne KM, Carpenter TO. Relationships among vitamin D levels, parathyroid hormone and calcium absorption in young adolescents. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90(10):5576-5581.
7. Galuska D, Sowers M. Menstrual history and bone density in Young women. *J Wom Health Gend Based Med* 1999; 8: 647-656.
8. Macías-Tomei C, Dam de Chacón B, Barbella Z, Suárez O, Pagés M, Villarroel M, et al. Recomendaciones de Energía y Nutrientes en Adolescentes. *Arch Venez Puer Pediatr* 2001; 64 (Supl. 1): S28- S34.
9. Weaver CM, Peacock M, Johnston C. Adolescent nutrition in the prevention of postmenopausal osteoporosis. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84(6): 1839-1843.
10. 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. *Osteop Int* 1999; 10 (4): 259-264.
11. Hernández ER, Seco C, Cortés-Prieto J, Villa LF, Revilla M, Rico H. Factores ginecológicos e índice de masa corporal como determinantes de la masa ósea en mujeres postmenopáusicas sanas. Estudio con tomografía computarizada cuantitativa periférica. *Europ J Obstetr Gynecol and Reprod Biol* 2000; 92: 193-198.
12. Korpelainen R, Korpelainen J, Heikkinen J, Vaananen K, Keinanen- Kiukaanniemi S. Lifestyle factors are associated with osteoporosis in lean women but not in normal and overweight women: a population-based cohort study of 1222 women. *Osteop Int* 2003; 14 (1): 34-43.
13. Planas J, Morote J. La densitometría ósea: un nuevo método diagnóstico para el urólogo. *Arch Esp Urol* 2006; 59 (10):1031-1040.
14. Jelliffe DB. The assessment of nutritional status of community. Monograph Series 53. World Health Organization .Geneva, Switzerland 1966; 48 p.
15. 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.
16. Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C, Sileo E. Evaluación de la Maduración. En: M. López Blanco, M. Landaeta-Jiménez (Eds). Manual de Crecimiento y Desarrollo. Laboratorio Serono-Fundacredesa- Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría. Edit. Técnica Salesiana. Caracas 1991, pp. 9-15.
17. Izaguirre-Espinoza I, López-Blanco M. Evaluación del crecimiento y de la maduración física En: L. Machado, I. Espinoza, R. Santiago (eds.). Nutrición Pediátrica. Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría. Editorial Médica Panamericana. Caracas 2009, pp. 1-40.
18. López-Blanco M, Landaeta-Jiménez M, Izaguirre-Espinoza I, Macías-Tomei C. Crecimiento físico y maduración. En: H. Méndez Castellano (Editor). Estudio Nacional de Crecimiento y Desarrollo Humanos de la República de Venezuela: Proyecto Venezuela. Editorial Escuela Técnica Salesiana. Caracas 1996; Tomo II, pp.406-846.
19. Macías-Tomei C, Izaguirre-Espinoza I, López-Blanco M. Maduración sexual y ósea según ritmo, en niños y jóvenes del

- Estudio Longitudinal de Caracas. *An Venez Nutr* 2000; 13 (1): 185-191.
20. Loud K, Gordon C. Adolescent bone health. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2006; 160:1026-1032.
 21. Harel Z, Gold M, Cromer B, Brunner A, Stager M, Bachrach L. Bone Mineral Density in Postmenarcheal Adolescent Girls in the United States: Associated Biopsychosocial Variables and Bone Turnover Markers. *J Adol Health* 2007; 40: 44-53.
 22. Rosenthal DI, Mayo-Smith W, Hayes CW, et al. Age and bone mass in premenopausal women. *J Bone Min Res* 1989; 4:533-538.
 23. Sowers MF. Premenopausal reproductive and hormonal characteristics and the risk for osteoporosis. En: R. Marcus, D. Feldman, J. Kelsey (editors). *Osteoporosis*. Academic Press. San Diego, CA 1996, pp. 529-549.
 24. De Laet C, Kanis JA, Oden A, Johanson H, Johnell O, Delmas P et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: A meta-analysis. *Osteop Int* 2005; 16: 1330-1338.
 25. Steinschneider M, Hagag P, Rapoport MJ, Weiss M. Discordant effect of body mass index on bone mineral density and speed of sound. *BMC Musculoskelet Disord* 2003; 4: 15. (Publication online July 16 2003. doi: 10.1186/1471-2474-4-15).
 26. Riera GS, Carvajal R, Velázquez G, Naressi M, Ramos J. Bone mineral density reference values in males and females 10 to 21 years of age in venezuelan subjects. *J Bone Min Res* 2004; 19 (S1): S232.
 27. Boot AM, De Ridder MA, Pols HA, Krenning EP, De Muinck Keizer-Schrama S. Bone Mineral Density in Children and Adolescents: Relation to puberty, Calcium Intake and Physical Activity. *J Clin Endocrinol Metab* 1997; 82(1): 57-62.
 28. Kalkwarf HJ, Zemel BS, Gilsanz V, Lappe JM, Horlick M, Oberfield S et al. The Bone Mineral Density in Childhood Study: Bone Mineral Content and Density according to age, sex and race. *J Clin Endocrinol Metab* 2007; 92:2087-2099.
 29. Wren TA, Liu X, Pitukcheewanont P, Gilsanz V and members of The Bone Mineral Density in Childhood Study. Bone Acquisition in Healthy Children and Adolescents: Comparisons of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry and Computed Tomography Measures. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90(4):1925-1928.