

Nutrición, actividad física y masa ósea en el adolescente

C. Bagur Calafat

Universidad Internacional de Cataluña. Facultad de Ciencias de la Salud. Barcelona

Resumen

La adolescencia es una etapa crítica en el establecimiento de la salud ósea, que representa la oportunidad de influir en los factores que determinen la magnitud de las ganancias óseas. Hay una serie de factores ambientales importantes que cabe tener en cuenta, como la ingesta de calcio y la actividad física habitual, que interactúan entre ellos. Parece que el esqueleto responde mejor a los complementos de calcio en las primeras etapas de la vida, antes del inicio de la pubertad; después del desarrollo puberal los efectos no son tan importantes. Sin embargo, diferentes autores subrayan que la administración de un complemento de calcio que no vaya acompañado de unos hábitos físicamente activos y/o de la práctica de ejercicio físico no tiene repercusiones relevantes sobre la masa ósea durante la adolescencia.

Palabras clave

Masa ósea, ingesta de calcio, ejercicio físico, adolescente

Abstract

Title: Nutrition, physical activity and bone mass in adolescence

Adolescence is a critical stage in the establishment of bone health, providing an opportunity to influence those factors that determine the amount of bone acquired. There are a series of important environmental factors that have to be taken in consideration, including calcium intake and regular physical activity, which have been found to interact with each other. It seems that the skeleton responds better to calcium supplements in the early stages of life, prior to puberty; after puberty, the effects are less important. Different authors also stress that providing calcium supplements without habitual physical activity and/or physical exercise has no significant effects on bone mass in adolescence.

Keywords

Bone mass, calcium intake, physical activity, adolescence

24

Introducción

El rápido incremento de la masa ósea durante la adolescencia hace que esta etapa, en la que se adquiere casi la mitad de la masa ósea adulta¹, sea crítica en el establecimiento de la salud ósea²⁻⁴. Cada uno de los factores que influyen en el aumento de la masa ósea durante la adolescencia interactúa con los otros. Los efectos positivos de la carga mecánica, contrastados por diferentes trabajos, están influenciados por el estado nutricional y hormonal, es decir, los efectos de la actividad física sobre la densidad ósea pueden estar modulados por causas nutricionales y niveles hormonales, que se han de tener presentes en la valoración de los beneficios de la actividad física⁵. El déficit de uno de estos factores no se puede suplir con el exceso de otro.

Ingesta de calcio y masa ósea

Los dos constituyentes minerales más importantes del hueso son el calcio y el fósforo, que representan más del 90% del contenido mineral total de la masa ósea. La escasa aportación de estos minerales posee un efecto deletéreo sobre el esque-

leto durante el crecimiento y también una vez alcanzada la madurez y el desarrollo de éste.

Atendiendo a la composición mineral del hueso, cabría pensar que una aportación generosa de calcio y fósforo podría implicar una mayor masa ósea. La gran biodisponibilidad del fósforo dietético hace que éste no desempeñe el papel de reserva biológicamente indispensable que se le atribuye al calcio. Sin embargo, no se ha demostrado de forma irrefutable que una ingesta elevada de calcio prevenga la pérdida de masa ósea ni que contribuya a alcanzar un pico de masa ósea (PMO) más elevado, ya que encontramos en la bibliografía estudios recientes en un sentido y otro, que comentaremos más adelante, aunque parece que su aportación insuficiente puede reducir la masa ósea⁶.

La cantidad neta de calcio disponible para el metabolismo óseo refleja el balance del consumo de calcio y de su absorción y excreción. Por tanto, la insuficiencia de calcio puede deberse a una ingesta insuficiente, a una mala absorción o a un aumento de la pérdida urinaria de éste. Hay diferentes nutrientes que interfieren en el metabolismo del calcio y podrían repercutir sobre el calcio óseo. Se ha comprobado que las dietas ricas en fibra limitan la absorción intestinal del calcio, y las dietas ricas

en proteínas y en sal provocan hipercalciuria. La relación de la excreción de sodio y calcio se determinaría a razón de 80 mg de pérdida de calcio por cada 2,3 g de sodio urinario⁷. Además, parece que la tendencia actual es el incremento del consumo de sodio ligado al aumento del consumo de comidas preparadas (*fast foods*). Esta tendencia muestra una especial relevancia entre la población joven e iría en detrimento del calcio disponible para el metabolismo óseo. Por lo que se ha expuesto hasta ahora, los requerimientos diarios de calcio son un punto controvertido, ya que queda por contrastar cuál es el alcance de la influencia de todos los nutrientes que interactúan en el metabolismo de este mineral y la firmeza de la correlación entre la aportación de calcio y la masa ósea.

Asimismo, se ha de tener presente que la absorción del calcio está supeditada al control hormonal, a través de la acción conjunta y equilibrada de varias hormonas sistémicas, como la parathormona (PTH), la calcitonina y el calcitriol. El 99% del calcio que se encuentra en el organismo humano está en los huesos; el 1% restante está en la sangre, en el líquido extracelular y en el tejido adiposo. Si no se ingiere una cantidad suficiente, el organismo se ve obligado a recurrir al calcio almacenado en los huesos con el fin de mantener este 1% necesario para el mantenimiento de las funciones vitales, como la transmisión de los impulsos nerviosos, la contracción muscular, la coagulación de la sangre o el funcionamiento del corazón.

A pesar de ello, en estudios controlados se ha podido observar que el incremento del consumo de calcio en niños y adolescentes produce ganancias en la densidad mineral ósea (DMO). Johnston et al.⁸, en un estudio doble ciego de 3 años de duración con 45 parejas de gemelos, en el que se administraron 1.000 mg/día de complemento de calcio al grupo de intervención, pudieron establecer una correlación entre la ingesta de calcio y un mayor incremento de la DMO, especialmente en el hueso cortical. Bonjour et al.⁹ obtuvieron resultados en la misma línea, ya que constataron que el beneficio de aumentar el consumo de calcio es mayor en la diáfisis de los huesos largos, en los brazos y en las piernas que en la columna, localizaciones donde hay un predominio de hueso cortical. Los aumentos más grandes se observaron en chicas en las que la dieta habitual contenía menos de 880 mg/día de calcio. En el mismo sentido, Matkovic et al.¹⁰, al valorar los efectos a largo plazo de la administración de un complemento de calcio y de su alta ingesta habitual, pudieron establecer una relación entre la administración del complemento de calcio y una mayor DMO en la muñeca y la cadera, pero no en la columna vertebral lumbar. Estos autores encontraron, además, que el elevado consumo láctico habitual tenía un impacto adicional en el crecimiento óseo y en la expansión perióstica.

En un estudio publicado recientemente, Chevalley et al.¹¹ encontraron que había una interacción entre el incremento de la ingesta de calcio en la etapa prepuberal y la edad temprana de la menarquia con la DMO valorada durante la adolescencia (media de edad de 16,4 años). En este estudio se administró al grupo de intervención alimentos ricos en calcio, que suponían

un complemento diario de 850 mg, durante 1 año (de los 7,9 a los 8,9 años). Los autores encontraron incrementos significativamente superiores de la DMO en el grupo que recibía el complemento de calcio y con una media de edad de la menarquia inferior a los 13 años. En cambio, no hallaron diferencias significativas entre las chicas que consumían el complemento de calcio o placebo en el grupo de menarquia tardía (media: $13,9 \pm 0,5$).

Parece que el esqueleto responde mejor a los complementos de calcio antes del inicio de la pubertad⁹, a pesar de que también se han encontrado beneficios de menor magnitud, en relación con la administración de un complemento de calcio de 1.000 mg/día, después de la menarquia¹². Estos beneficios se pueden mantener, como mínimo, a medio plazo¹³. En una segunda fase del estudio de Bonjour et al.¹⁴, citado con anterioridad⁹, se volvió a valorar la DMO de las chicas estudiadas, después de 3,5 años de haber dejado de consumir el complemento de calcio. Los autores pudieron observar que los 2 grupos habían tenido una ingesta de calcio comparable durante este periodo, pero el incremento de la masa ósea seguía siendo mayor en el grupo de intervención, por lo que se puede intuir que la ingesta de un complemento de calcio durante el periodo prepuberal puede modificar la trayectoria del crecimiento de la masa ósea. Estos beneficios para el hueso se pueden obtener, aunque en menor medida, durante la adolescencia tardía, a pesar de que algunos autores los condicionen al mantenimiento de los niveles de ingesta de calcio elevados iniciados en etapas anteriores^{10,15}.

Los complementos de calcio administrados a partir de etapas posteriores al desarrollo puberal no parecen tener efectos tan importantes sobre la masa ósea^{16,17}. En estas etapas los beneficios de la ingesta de calcio parecen estar también relacionados con el tipo de hueso, como se muestra en el trabajo de Winters-Stone et al.¹⁸, que, al estudiar a un grupo de chicas deportistas (de entre 20 y 35 años), concluyeron que el suplemento de 800 mg/día de calcio, sumado a los 1.000 mg/día de ingesta habitual, prevenía la pérdida de hueso cortical, pero no la del trabecular.

La retención de calcio y las ganancias de masa ósea crecen en relación con el consumo de calcio hasta alcanzar un umbral. Los estudios del balance de calcio indican que el punto máximo de convergencia de retención de este mineral se sitúa en un consumo de entre 1.200 y 1.500 mg/día^{19,20}. La adquisición de mineral óseo, en relación con la ingesta de calcio, parece conseguir unos niveles más altos con un consumo de 1.100-1.200 mg/día, según indican los estudios de suplementación de calcio^{8,9}. Jackman et al.²¹, en un trabajo en el que se estudió la relación entre la ingesta y la retención de calcio en chicas adolescentes (sobre el rango total de 841 ± 153 - 2.173 ± 149 mg/día), encontraron que la media de retención máxima fue de 473 mg/día y, al aplicar un modelo de regresión no lineal, demostraron que las ingestas de calcio por encima de 1.300 mg/día no proporcionan una ventaja diferencial en cuanto a la retención de este mineral.

La mayoría de los expertos coincide en que el consumo de calcio debería aumentar durante los años más importantes del crecimiento óseo, especialmente durante la preadolescencia y la adolescencia, pero no hay consenso respecto a la cantidad recomendada, a pesar de la evidencia de los estudios citados con anterioridad. Las recomendaciones para las niñas en edades entre los 15 y los 18 años van desde 800 mg en el Reino Unido hasta 1.200 mg en Francia y 1.300 mg en Canadá y Estados Unidos.

Queda también por valorar si la retención de calcio y las ganancias de masa ósea asociadas a una elevada ingesta de calcio se mantienen mientras persiste esta ingesta. En este sentido, Nowson et al.²², en un estudio doble ciego en el que se administró un complemento de 1.000 mg de calcio y placebo a 42 parejas de gemelos con una edad de 10-17 años, observaron que los mayores beneficios para la DMO del grupo que consumía el complemento de calcio se producían después de los primeros 6 meses. En las siguientes valoraciones, a los 12 y 18 meses de intervención, no se observó una aceleración del incremento de la DMO en relación con el consumo del complemento de calcio. Por tanto, parece que una intervención a largo plazo, con un aumento de la ingesta de calcio, repercutiría en el mantenimiento de los beneficios óseos adquiridos en los primeros meses de complementación.

Interacción entre el ejercicio físico y la ingesta de calcio durante la adolescencia

Hay diferentes autores que subrayan la importancia de la interacción entre la dieta y la actividad física con el fin de favorecer la salud del hueso²³⁻²⁶. En estos trabajos se encuentran beneficios para la masa ósea cuando se combina el ejercicio físico y una dieta rica en calcio tanto en la población adulta²⁶ como en la etapa peripuberal^{23,24}. Sin embargo, el suministro de un complemento de calcio sin actividad física no parece tener repercusiones sobre la masa ósea^{23,26}.

En un estudio en el que se quería determinar los mecanismos que regían los cambios en el contenido mineral óseo (CMO) en jugadores de baloncesto, se relacionó el CMO y la pérdida de calcio por la orina y el sudor en diferentes momentos de la temporada competitiva. Los deportistas recibieron diferentes niveles de complementación de calcio durante el segundo año de seguimiento y se compararon con los resultados del primer año, en que no se había administrado este complemento. El estudio concluyó que la pérdida de masa ósea estaba relacionada con el calcio y que el ejercicio se relacionaba de forma positiva con el CMO, siempre y cuando la ingesta de calcio fuese suficiente para compensar la pérdida dérmica que se producía durante el ejercicio²⁵. Por tanto, hay que considerar que el calcio por sí solo no es directamente el factor determinante de la salud del hueso, aunque sea un elemento necesario; las cargas mecánicas serían el factor predominante en términos de integridad esquelética²⁷.

En diversos estudios que valoran los efectos de la ingesta de calcio y del ejercicio físico en el incremento de la masa ósea, no se encuentra asociación entre la ingesta de calcio y la masa ósea, y sí, en cambio, entre el ejercicio físico realizado y las ganancias en el hueso^{16,28-30}. Cabe destacar un estudio²⁹, en el que participaron deportistas adolescentes de diferentes disciplinas deportivas, asignadas de forma aleatoria a dos grupos; en él no se encontraron diferencias entre el grupo que ingería un complemento de calcio y el que recibió placebo, pero sí se hallaron respecto a la actividad realizada: las jugadoras de baloncesto fueron las que obtuvieron una mejora de la DMO en la totalidad del cuerpo superior (con un incremento de un 1,5% en 16 semanas de seguimiento) en relación con las otras participantes del estudio.

En estudios prospectivos^{28,30}, con un seguimiento de entre 10 y 15 años de una población no deportista, en los que se tenía por objetivo establecer el papel de los diferentes factores del estilo de vida que influían en el desarrollo de la masa ósea durante la adolescencia y al principio de la etapa adulta, se encontró que la ingesta de calcio no se asociaba significativamente con la masa ósea; en cambio, el ejercicio físico era el elemento crucial en el desarrollo óseo de las adolescentes.

En otros trabajos, si la ingesta de calcio se correlaciona con las ganancias óseas, es con menos notoriedad que el ejercicio físico³¹. En un estudio en el que se siguió durante 14 años a un grupo de 581 niños y niñas con el fin de observar el efecto de la ingesta de un complemento de leche en el crecimiento, así como en la DMO y el CMO de la muñeca no dominante al llegar a la edad adulta (20-23 años), se encontró al aplicar un modelo de regresión lineal multivariable que la actividad física realizada durante la adolescencia era la variable que explicaba mejor la DMO al principio de la edad adulta.

Runyan et al.³², en un estudio familiar que tenía por objetivo describir la relación entre la DMO y la ingesta de calcio y la actividad física en niñas al principio de la adolescencia, sus madres (premenopáusicas) y abuelas (posmenopáusicas), se halló una relación entre las características óseas y las variables antropométricas, la función menstrual, la ingesta de calcio y el ejercicio físico. Sin embargo, los resultados mostraron que el ejercicio físico, independientemente de la ingesta de calcio, era el factor pronóstico más importante de la DMO de madres e hijas.

Por último, también hay algunos trabajos que han encontrado beneficios para el hueso tanto del ejercicio físico como de la ingesta de calcio. Stear et al.³³, en un estudio de intervención con un suplemento de 1.000 mg/día o placebo y con la realización de 45 minutos semanales de aeróbic por parte de 144 chicas adolescentes de entre 16 y 18 años de edad, constataron beneficios en las 2 intervenciones en diferentes áreas de estudio.

En la tabla 1 se incluye un resumen de los estudios que valoran los efectos del ejercicio físico y la ingesta de calcio sobre la masa ósea de niños y adolescentes.

TABLA 1

Trabajos que han valorado la influencia de la ingesta de calcio y el ejercicio físico en la masa ósea del adolescente

Autor (ref.)	Año	Población			Duración del estudio	Complemento de calcio (mg/día)	Ejercicio ^d		Resultados		
		n	Edad	Tipo de estudio			Tipo	Tiempo (h/semana)	Correlación entre ejercicio y masa ósea	Correlación entre ejercicio y masa ósea	Regresión lineal multivariable ³
Fehily et al. ³¹	1992	581	7-9	Prospectivo	14 años ⁷	700-1.500 ²	Diferentes actividades	1-7	Sí	Sí	Ejercicio físico
Weiten et al. ³⁰	1994	182	13	Prospectivo	15 años	No	Diferentes actividades	Diferentes	No	Sí, en los chicos	Ejercicio físico en los chicos
Friedlander et al. ¹⁶	1995	127	20-35	Ensayo clínico aleatorizado y doble ciego	2 años	Por encima de 1.500 ²	Programa de ejercicio dirigido	-	Sí	No	-
Stear et al. ³³	2003	144	17,3 ± 0,3	Ensayo clínico aleatorizado y doble ciego	15,5 meses	1.000	Aeróbic	3/4	Sí	Sí ¹	-
Runyan et al. ³²	2003	72	11-14	Descriptivo	Transversal	No	Diferentes actividades	34,7 ± 24,6 ⁶	Sí	Sí	Ejercicio físico
Mehlenbeck et al. ³⁴	2004	48	19-20	Doble ciego	16 semanas	1.000	Diferentes deportes	Diferentes niveles	No	Sí, con el tipo de actividad	-
Lloyd et al. ²⁸	2004	80	12	Prospectivo doble ciego	10 años ⁸	500-1.900 ²	Diferentes actividades físico-deportivas	Diferentes niveles	No	Sí	Ejercicio físico
Courteix et al. ²³	2005	113	Premenarquia	Doble ciego	1 año	800		7,2 ± 4	-	Sí ⁵	-

¹No en todo el grupo de intervención; sólo en los casos que tuvieron un buen seguimiento del programa; ²incluida la ingesta habitual; ³variable que explica mejor los cambios en la masa ósea; ⁴hace referencia al grupo que realiza ejercicio físico, ya que en diversos estudios hay un grupo control sedentario; ⁵se encontraron las ganancias mayores en el grupo que combinaba el ejercicio físico con el complemento de calcio, respecto a los otros 3 grupos; ⁶la cuantificación que se realizó en este estudio fue de MET (h/semana); ⁷el complemento de calcio se administró sólo durante los 2 primeros años del estudio; ⁸el estudio doble ciego sólo se realizó durante los 4 primeros años de seguimiento, entre los 12 y los 16 años de edad.

Conclusiones

Durante la adolescencia, etapa en la que la masa ósea experimenta un rápido incremento, a la hora de valorar la repercusión de los factores ambientales en la formación ósea, concretamente la ingesta de calcio y el ejercicio físico, hay que considerar que el calcio por sí solo no es directamente el factor determinante de la salud del hueso, aunque sea un elemento necesario. Las cargas mecánicas, en relación con la actividad física, serían el factor predominante en términos de integridad ósea. ■

Bibliografía

- Weaver CM. Adolescencia: periodo de intenso crecimiento óseo. *SIICsalud* 2004 November 4 (2.º). Disponible en: www.siicosalud.com/des/des039/04910013.htm
- Bailey DA, McKay HA, Mirwald RL, Crocker PR, Faulkner RA. A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual in growing children: the university of Saskatchewan bone mineral accrual study. *J Bone Miner Res.* 1999; 14(10): 1.672-1.679.
- Bonjour JP, Theintz G, Buchs B, Slosman D, Rizzoli R. Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. *J Clin Endocrinol Metab.* 1991; 73(3): 555-563.
- Mora S, Gilsanz V. Establishment of peak bone mass. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2003; 32(1): 39-63.
- Bailey DA, Faulkner RA, McKay HA. Growth, physical activity, and bone mineral acquisition. *Exerc Sport Sci Rev.* 1996; 24: 233-266.
- Ruiz JC, Mandel C, Garabedian M. Influence of spontaneous calcium intake and physical exercise on the vertebral and femoral bone mineral density of children and adolescents. *J Bone Miner Res.* 1995; 10(5): 675-682.
- Matkovic V, Ilich JZ, Andon MB, Hsieh LC, Tzagournis MA, Lager BJ, et al. Urinary calcium, sodium, and bone mass of young females. *Am J Clin Nutr.* 1995; 62(2): 417-425.
- Johnston CC Jr, Miller JZ, Slemenda CW, Reister TK, Hui S, Christian JC, et al. Calcium supplementation and increases in bone mineral density in children. *N Engl J Med.* 1992; 327(2): 82-87.
- Bonjour JP, Carrie AL, Ferrari S, Clavien H, Slosman D, Theintz G, et al. Calcium-enriched foods and bone mass growth in prepubertal girls: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Clin Invest.* 1997; 99(6): 1.287-1.294.
- Matkovic V, Landoll JD, Badenhop-Stevens NE, Ha EY, Crncevic-Orlic Z, Li B, et al. Nutrition influences skeletal development from childhood to adulthood: a study of hip, spine, and forearm in adolescent females. *J Nutr.* 2004; 134(3): 701S-705S.
- Chevalley T, Rizzoli R, Hans D, Ferrari S, Bonjour JP. Interaction between calcium intake and menarcheal age on bone mass gain: an eight-year follow-up study from prepuberty to postmenarche. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005; 90(1): 44-51.
- Rozen GS, Rennert G, Dodiuk-Gad RP, Rennert HS, Ish-Shalom N, Diab G, et al. Calcium supplementation provides an extended window of opportunity for bone mass accretion after menarche. *Am J Clin Nutr.* 2003; 78(5): 993-998.
- Dodiuk-Gad RP, Rozen GS, Rennert G, Rennert HS, Ish-Shalom N. Sustained effect of short-term calcium supplementation on bone mass in adolescent girls with low calcium intake. *Am J Clin Nutr.* 2005; 81(1): 168-174.
- 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(9.289): 1.208-1.212.
- Matkovic V, Goel PK, Badenhop-Stevens NE, Landoll JD, Li B, Ilich JZ, et al. Calcium supplementation and bone mineral density in females from childhood to young adulthood: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2005; 81(1): 175-188.
- Friedlander AL, Genant HK, Sadowsky S, Byl NN, Gluer CC. A two-year program of aerobics and weight training enhances bone mineral density of young women. *J Bone Miner Res.* 1995; 10(4): 574-585.
- Kardinaal AF, Ando S, Charles P, Charzewska J, Rotily M, Vaananen K, et al. Dietary calcium and bone density in adolescent girls and young women in Europe. *J Bone Miner Res.* 1999; 14(4): 583-592.
- Winters-Stone KM, Snow CM. One year of oral calcium supplementation maintains cortical bone density in young adult female distance runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004; 14(1): 7-17.
- Matkovic V, Heaney RP. Calcium balance during human growth: evidence for threshold behavior. *Am J Clin Nutr.* 1992; 55(5): 992-996.
- Greer FR, Krebs NF. Optimizing bone health and calcium intakes of infants, children, and adolescents. *Pediatrics.* 2006; 117(2): 578-585.
- Jackman LA, Millane SS, Martin BR, Wood OB, McCabe GP, Peacock M, et al. Calcium retention in relation to calcium intake and postmenarcheal age in adolescent females. *Am J Clin Nutr.* 1997; 66(2): 327-333.
- Nowson CA, Green RM, Hopper JL, Sherwin AJ, Young D, Kaymakci B, et al. A co-twin study of the effect of calcium supplementation on bone density during adolescence. *Osteoporos Int.* 1997; 7(3): 219-225.
- Courteix D, Jaffre C, Lespessailles E, Benhamou L. Cumulative effects of calcium supplementation and physical activity on bone accretion in premenarchal children: a double-blind randomised placebo-controlled trial. *Int J Sports Med.* 2005; 26(5): 332-338.
- Iuliano-Burns S, Saxon L, Naughton G, Gibbons K, Bass SL. Regional specificity of exercise and calcium during skeletal growth in girls: a randomized controlled trial. *J Bone Miner Res.* 2003; 18(1): 156-162.
- Klesges RC, Ward KD, Shelton ML, Applegate WB, Cantler ED, Palmieri GM, et al. Changes in bone mineral content in male athletes. Mechanisms of action and intervention effects. *JAMA.* 1996; 276(3): 226-230.
- Specker BL. Evidence for an interaction between calcium intake and physical activity on changes in bone mineral density. *J Bone Miner Res.* 1996; 11(10): 1.539-1.544.
- Heaney RP. Effect of calcium on skeletal development, bone loss, and risk of fractures. *Am J Med.* 1991; 91(5B): 23S-28S.
- Lloyd T, Petit MA, Lin HM, Beck TJ. Lifestyle factors and the development of bone mass and bone strength in young women. *J Pediatr.* 2004; 144(6): 776-782.
- Nichols DL, Sanborn CF, Bonnick SL, Gench B, DiMarco N. Relationship of regional body composition to bone mineral density in college females. *Med Sci Sports Exerc.* 1995; 27(2): 178-182.
- Welten DC, Kemper HC, Post GB, Van MW, Twisk J, Lips P, et al. Weight-bearing activity during youth is a more important factor for peak bone mass than calcium intake. *J Bone Miner Res.* 1994; 9(7): 1.089-1.096.
- Fehily AM, Coles RJ, Evans WD, Elwood PC. Factors affecting bone density in young adults. *Am J Clin Nutr.* 1992; 56(3): 579-586.
- Runyan SM, Stadler DD, Bainbridge CN, Miller SC, Moyer-Mileur LJ. Familial resemblance of bone mineralization, calcium intake, and physical activity in early-adolescent daughters, their mothers, and maternal grandmothers. *J Am Diet Assoc.* 2003; 103(10): 1.320-1.325.
- Stear SJ, Prentice A, Jones SC, Cole TJ. Effect of a calcium and exercise intervention on the bone mineral status of 16-18-y-old adolescent girls. *Am J Clin Nutr.* 2003; 77(4): 985-992.
- Mehlenbeck RS, Ward KD, Klesges RC, Vukadonovich CM. A pilot intervention to increase calcium intake in female collegiate athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004; 14(1): 18-29.