



Original

Evaluación de la exposición solar, ingesta y actividad física en relación con el estado sérico de vitamina D en niñas prepúberes españolas

D. Ramírez-Prada¹, M.^a J. de la Torre¹, F. J. Llorente-Cantarero², J. L. Pérez-Navero¹ y M. Gil-Campos¹

¹Unidad de Metabolismo e Investigación Pediátrica. Hospital Universitario Reina Sofía. Córdoba. España. Instituto Maimónides de Investigación Biomédica. Córdoba (IMIBIC). ²Departamento de Expresión Corporal. Facultad de Educación. Universidad de Córdoba. Córdoba. España.

Resumen

Antecedentes: Los niveles adecuados de vitamina D y calcio en la infancia determinan el desarrollo adecuado de la masa ósea. En la actualidad se ha detectado déficit de vitamina D en determinadas poblaciones infantojuveniles, como en lactantes y adolescentes pero existe información insuficiente respecto al estado de la vitamina D en niños de otras edades.

Objetivo: Determinar los niveles séricos de vitamina D en niñas prepúberes sanas de una ciudad del sur de Europa y estudiar el efecto de la exposición solar, la actividad física y la ingesta.

Métodos: Se estudiaron 56 niñas caucásicas, sanas y prepúberes entre 7-10 años. Se recogieron datos sobre ingesta nutricional y actividad física. Las muestras de sangre se obtuvieron en diciembre.

Resultados: La ingesta de vitamina D fue significativamente menor a las recomendaciones internacionales. Los niveles medios de calcidiol fueron de $40,07 \pm 10,49$ ng/ml. Ninguna niña presentó un nivel inferior a 20 ng/ml; un 25% (14 niñas) tenían unos niveles entre 20-30 ng/ml, y un 75% superiores a 30 ng/ml. No hemos encontrado diferencias en los niveles de vitamina D entre las niñas que realizaban actividad física, y las sedentarias.

Conclusión: Los niveles de vitamina D en niñas prepúberes que viven al sur de España al inicio del invierno son adecuados. No obstante, se debe asegurar una ingesta adecuada de vitamina D, así como una exposición solar suficiente y realizar seguimiento en estas edades para evitar deficiencias.

(Nutr Hosp. 2012;27:1993-1998)

DOI:10.3305/nh.2012.27.6.6065

Palabras clave: Vitamina D. Prepuberal. Actividad física. Nutrición.

EVALUATION OF SOLAR EXPOSURE, INTAKE AND PHYSICAL ACTIVITY IN RELATION WITH VITAMIN D SERUM STATUS IN SPANISH PREPUBERTAL GIRLS

Abstract

Background: Vitamin D and calcium play an important role in peak bone mass acquisition. Recent studies have suggested that vitamin D deficiency in children is widespread, mainly during infancy and adolescent years. However, the vitamin D status at others ages is insufficiently investigated.

Objectives: To determine the vitamin D status in prepubertal, healthy South European girls, and to examine the relationship between serum vitamin D concentrations, sun exposure, physical activity and dietary intake.

Methods: A cross-sectional observational study was conducted on 56 Caucasian; healthy and pre-pubertal girls aged 7-10 years. Dietary information, amount of sunlight exposure and activity were estimated. Blood samples were extracted in the first week of December.

Results: Vitamin D intake was below the international recommended references. Mean serum vitamin D was 40.07 ± 10.49 ng/ml. No girl presented a level lower than 20 ng/ml; 25% had levels between 20-30 ng/ml and 75% above 30 ng/ml. We have not found differences in vitamin D levels from the girls who did sport and those who were sedentary.

Conclusions: Vitamin D status is suitable for prepubertal girls living in the South of Spain at the beginning of winter. However, it is necessary to follow-up girls and check and adequate vitamin D intake, as well as sufficient sun exposure.

(Nutr Hosp. 2012;27:1993-1998)

DOI:10.3305/nh.2012.27.6.6065

Key words: Vitamin D. Prepubertal. Physical activity. Nutrition.

Correspondencia: Mercedes Gil Campos.
Unidad de Metabolismo e Investigación Pediátrica.
Hospital Universitario Reina Sofía.
Avda. Menéndez Pidal, s/n.
14004. Córdoba. España.
E-mail: mercedes_gil_campos@yahoo.es

Recibido: 18-VII-2012.

Aceptado: 23-VII-2012.

Introducción

Los niveles adecuados de vitamina D y calcio en la infancia determinan el desarrollo adecuado de la masa ósea y la prevención de enfermedades como la osteoporosis en etapas adultas. Estos niveles, entre otros factores, pueden estar condicionados por la ingesta del calcio y la vitamina D¹ pero también por la influencia de factores como la genética o la edad de la menarquía en las mujeres². Por otra parte, los hábitos sociales y culturales actuales favorecen la vida sedentaria limitando la exposición al sol de los niños y la práctica de actividad física, pudiendo condicionar deficiencia de vitamina D y afectar la formación de la masa ósea³. De hecho, durante los periodos de crecimiento, este déficit puede tener una influencia negativa en el desarrollo óseo, causando no sólo raquitismo, que es el resultado final de la deficiencia severa de vitamina D, sino en la talla establecida genéticamente y en la masa ósea final⁴.

Las mujeres son la población más afectada por enfermedad ósea, favorecida además, por los cambios hormonales propios de la menopausia⁵. Hasta el 90% de la masa ósea máxima se adquiere antes de los 18 años en las niñas, por lo que se considera la infancia un momento crítico para promover conductas que mejoren la salud ósea^{1,6}.

En la actualidad se ha detectado deficiencia o insuficiencia en los niveles de vitamina D en determinadas poblaciones infantojuveniles como resultado de múltiples factores⁷⁻⁹. Ello ha condicionado nuevas investigaciones en relación con la acción de esta vitamina sobre la mineralización ósea. Además, el déficit de este nutriente, se ha relacionado también con diversas patologías, como diabetes, esclerosis múltiple y cáncer¹⁰⁻¹¹.

Los estilos actuales de vida sedentarios junto a las recomendaciones de protección solar para reducir la incidencia de cáncer de piel, pueden condicionar unos niveles de vitamina D inadecuados. Igualmente, en la mayoría de las encuestas alimentarias realizadas en España y otros países, la ingesta de vitamina D en la infancia es menor a las recomendaciones internacionales establecidas¹²⁻¹³.

Actualmente no hay consenso sobre cuáles deben ser las recomendaciones diarias en la ingesta, o si debe hacerse profilaxis con vitamina D, sobre todo en países en los que hay mayor exposición a la radiación solar. La mayoría de los trabajos sobre la evaluación del estado de la vitamina D en la infancia incluyen las dos etapas donde más aumentan las necesidades; la etapa de lactancia¹⁴ y la de la adolescencia¹⁵. No obstante, aún existe información insuficiente respecto al estado de la vitamina D en niños de otras edades, y la influencia de determinados factores sobre sus niveles y funciones. Por ello, el objetivo de este trabajo es determinar los niveles séricos de vitamina D en niñas prepuberales sanas de una ciudad del sur de Europa (latitud 30° N), y estudiar el efecto de factores influyentes como la exposición solar, la actividad física, o la ingesta. Los resultados de este trabajo pueden aportar información para

conocer las circunstancias que afectan el metabolismo de la vitamina D en niñas en edad temprana y la utilidad de diseñar proyectos dirigidos a la prevención de deficiencia de vitamina D antes de la etapa puberal y edad adulta.

Material y métodos

Sujetos

Se estudiaron 56 niñas caucásicas prepúberes con edades comprendidas entre 7-10 años. Se eligió al azar un colegio de Córdoba, al sur de España (latitud: 37.8° N), seleccionando a las 16 primeras niñas por orden de lista de varias clases de educación primaria. En el caso de que algún padre denegara el consentimiento para formar parte del estudio o la niña no cumpliera los criterios de inclusión, se le ofreció a la siguiente de la lista. Se incorporaron al estudio tras la aceptación del menor y la obtención del consentimiento informado del responsable legal. El estudio de investigación se llevó a cabo en la Unidad de Metabolismo e Investigación Pediátrica del Servicio de Pediatría del Hospital Universitario Reina Sofía de Córdoba, y fue aprobado por el Comité Local de Bioética e Investigación Clínica.

Los criterios de inclusión fueron: niñas sanas de 7-10 años con medidas antropométricas y de tensión arterial en el $p50 \pm 1DS$, y en estadio puberal de Tanner I¹⁶. Se excluyeron las niñas que estuvieran en otro rango de edad al establecido, en percentiles de medidas antropométricas $< P10$ o $> P90$, con patología crónica o con signos clínicos o analíticos de desarrollo puberal.

Valoración antropométrica, hemodinámica, nutricional y de actividad física

Se realizó una historia clínica con una exploración física completa, valorando los antecedentes personales y familiares, así como la existencia de patología previa o tratamientos farmacológicos. Se determinaron parámetros antropométricos como la talla, el peso y el perímetro de la cintura; posteriormente se calculó el índice de masa corporal (IMC): peso (kg)/talla² (m). Para la medida del peso y talla se utilizó una báscula y tallímetro SECA (SECA, Hamburg, Germany). El perímetro de cintura se midió con una cinta métrica siguiendo un método estandarizado. Se realizó una exploración física exhaustiva para valorar la etapa de desarrollo puberal según Tanner¹⁶.

La valoración nutricional se realizó mediante una encuesta de frecuencia de alimentos, analizando el aporte nutricional estimado por día para energía, macronutrientes, calcio, fósforo, magnesio y vitamina D, según la tabla de composición de alimentos española¹⁷ y el sistema equivalente de alimentos¹⁸. La ingesta media fue comparada con las de referencia internacionales (Dietary Reference Intakes: DRIs) para niñas de 7 a 10 años¹⁹.

La actividad física practicada fuera del horario escolar se evaluó mediante cuestionarios diseñados de acuerdo con la "Lista de Actividad Ayer", validado para la población española²⁰. Se registraron datos de horario y duración, vestimenta utilizada, y lugar (interior o exterior) en el que se realizaba la actividad. Las encuestas fueron realizadas a las propias niñas.

Toma de muestras y análisis en sangre

Las extracciones se realizaron en situación de reposo tras 12 h de ayuno, durante la primera semana de diciembre. Se realizó una hematimetría y un análisis bioquímico general. En el estudio hormonal básico se midieron: FSH (Hormona folículo estimulante) (mU/L), LH (Hormona luteinizante) (mU/L), estradiol (mU/L) y testosterona (mU/L). Además se midió calcio y calcio corregido con proteínas (mg/dl), calcidiol (ng/ml) y calcitriol (pg/ml). Los niveles plasmáticos de vitamina D se evaluaron mediante radioinmunoanálisis (RIA) con el analizador contador gamma PACKARD Cobre II E 5005. Con este método se cuantifican los dos derivados (D2 y D3) de la vitamina D. Para evaluar los niveles de calcidiol se utilizaron los puntos de corte basados en varios estudios²¹⁻²³ que describen los valores adecuados como aquellos superiores a 30 ng/ml (> 75 nmol/L); insuficientes entre 20-30 ng/ml (50-75 nmol/L), y deficientes por debajo de 20 ng/ml (< 50 nmol/L).

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión 18.0 de software. Se realizó un análisis descriptivo para variables cuantitativas mediante el cálculo de media (m) y desviación típica o standard (DS); y para las variables cualitativas mediante el cálculo de proporciones (%). La determinación de la bondad de ajuste a una distribución normal (datos normales) se hizo mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Si las muestras seguían una distribución normal y las varianzas eran homogéneas se aplicaron test paramétricos, en caso contrario se utilizaron test no paramétricos. La comparación de los valores medios de las variables cuantitativas entre dos grupos (deporte sí/no), se realizó mediante pruebas t de Student para grupos independientes (prueba paramétrica); o pruebas U de Mann-Whitney (prueba no paramétrica).

Resultados

Todas las niñas del estudio presentaron una talla, peso e IMC así como valores de tensión arterial, en percentiles adecuados para su sexo y edad (tabla I).

Respecto a la valoración de nutrientes, se observó que la media de ingesta de calorías/día fue menor a la establecida en las DRIs¹⁹ aunque la ingesta de macro-

Tabla I
Características demográficas y antropométricas del grupo de 56 niñas prepúberes

Variable	Media	DE
Edad (años)	8,8	0,9
Peso (kg)	36,8	9,2
Talla (cm)	138,6	6,2
IMC (kg/m ²)	19	3,7
PC (mm)	63,8	8,6
TAS (mmHg)	115,3	13,2
TAD (mmHg)	63,8	10

IMC: Índice de masa corporal; PC: Perímetro de cintura; TAS: Tensión arterial sistólica; TAD: Tensión arterial diastólica. Los datos se expresan como media ± DE.

Tabla II
Valores medios de ingesta alimentaria vs DRI en niñas prepúberes de 7 a 10 años de edad

	Media ingesta/día	DRIs	P
Energía (kcal)	1.749,43 ± 572,15	2.000	<0,002
Proteínas (g)	107,78 ± 44,33	34	<0,001
Grasas (g)	55,29 ± 17,11	35	ns
Carbohidratos (g)	243,74 ± 92,97	100	<0,001
Calcio (mg)	1.211,69 ± 346,82	1.300	0,062
Fósforo (mg)	1.922,43 ± 651,15	1.250	ns
Vitamina D (UI)	161,39 ± 64,70	200	<0,001

DRIs: Dietary Reference Intakes¹⁹. Los datos se expresan como media ± DE. Significación: P ≤ 0,05; ns: no significativo.

Tabla III
Niveles séricos de calcio y vitamina D vs valores de referencia del laboratorio en 56 niñas prepúberes de 7 a 10 años de edad, y niveles de calcidiol por grupos de práctica de actividad física

Variable	Media	Valor referencia
Calcio (mg/dl) (N = 56)	10,2 ± 0,3	8,4 ± 10,2
Calcio corregido (mg/dl) (N = 56)	10 ± 0,3	8,5 ± 10,5
Calcitriol (pg/ml) (N = 56)	70,89 ± 14,34	18-71
Calcidiol (ng/ml) (N = 56)	40,07 ± 10,49	20-100
Práctica deporte (N = 29)	41,48 ± 10,11	
No práctica deporte (N = 26)	37,8 ± 11,4	

Los datos se expresan como media ± DE. P = 0,098 al comparar los niveles séricos de calcidiol entre niñas con práctica deportiva o sin práctica de deporte.

nutrientes fue mucho mayor (tabla II). En relación con la ingesta diaria de calcio no hubo diferencias significativas respecto a las recomendaciones pero la ingesta de vitamina D fue inferior.

En la tabla III se muestran los niveles medios de calcio sérico, calcio corregido con las proteínas totales y los de calcidiol y calcitriol, que se encontraron dentro del rango establecido como normal por el laboratorio.

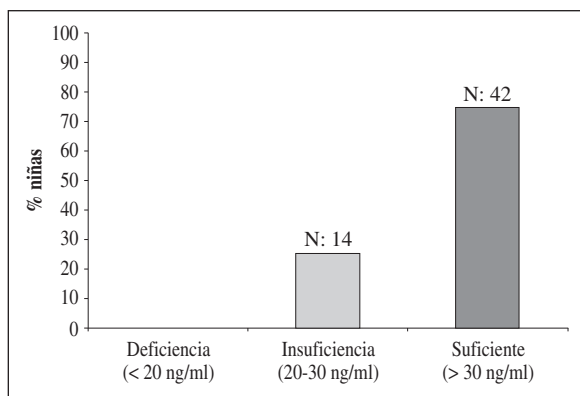


Fig. 1.—Porcentaje de niñas con diferentes niveles séricos de vitamina D.

En relación a los puntos de corte establecidos en la literatura para los niveles de vitamina D^{7,15,21-24}, ninguna niña presentó un nivel menor de 20 ng/ml (50 nmol/L), un 25% tenían unos niveles entre 20-30 ng/ml que se consideran como insuficientes y el 75% restante superiores a 30 ng/ml que son niveles óptimos (fig. 1). Si se hubiera considerado el rango referido para adultos en 32 ng/ml^{23,25} como insuficiente un 28% estaría dentro de estos límites.

La práctica de actividad física fuera del horario escolar se evaluó en 55 niñas, de las cuales el 52,7% (n = 29) sí realizaba deporte fuera del horario escolar, y el 47,3% (n = 26) tan sólo realizaba las 2 horas de deporte escolar obligatorio. La actividad deportiva extraescolar fue generalmente baloncesto, al aire libre durante 3 horas semanales, en horario de tarde. La actividad física escolar obligatoria fue de 2 horas a la semana en horario de mañana. Ambas se realizaban, si no llovía, al aire libre, utilizando normalmente una camiseta de manga corta y un pantalón corto. Entre ambos grupos, no existieron diferencias significativas de niveles de la vitamina D séricos (tabla III).

Discusión

Los resultados de este estudio indican que las niñas españolas prepúberes que viven en el sur no presentan deficiencia de vitamina D al inicio del invierno aunque la ingesta de este micronutriente fuera menor a la recomendada, sin encontrar tampoco diferencias en relación con la práctica deportiva.

En los últimos años se ha detectado un aumento en la prevalencia del déficit de vitamina D durante diferentes etapas de la infancia y adolescencia, surgiendo nuevos estudios que intentan clarificar la necesidad de uso de suplementos como profilaxis o tratamiento^{23,26}. Durante los primeros años de vida es fundamental mantener unos niveles adecuados de vitamina D para conseguir un pico de masa ósea correcto, existiendo dos periodos críticos para la obtención de este pico, durante los tres primeros años de vida, y en la pubertad. Por eso, la mayoría de los artículos pediátricos se cen-

tran en estudiar el metabolismo óseo y de la vitamina D, y los factores que los condicionan en ambas etapas^{15,27}. No obstante, es plausible pensar que las deficiencias que se detectan en la adolescencia procedan de etapas previas. Por ello, en este trabajo se ha abordado la etapa prepuberal, previa al inicio de un crecimiento acelerado, en la que aún existen escasos datos sobre el estado sérico de la vitamina D en niñas sanas.

Los niveles de vitamina D están influidos por numerosos factores entre los que destacan la ingesta, edad, sexo, tipo de piel, exposición solar, vestimenta, actividad física, y principalmente, la latitud y la estación del año²³. En algunos estudios realizados se plantea una interpretación difícil al coexistir estos elementos de confusión u otros como la obesidad, la suplementación farmacológica, o la práctica de actividad física al aire libre o en ambientes cerrados²⁷. Para tratar de limitar la interacción de estos factores, en este trabajo se ha estudiado una muestra homogénea seleccionando sólo niñas y en estado prepúber. Además, el sexo femenino tiene niveles más bajos de vitamina D²⁸ y estos valores, sobre todo en las deficiencias, condicionan la edad de la menarquia²⁹, siendo el sexo más afectado por la osteoporosis del adulto⁵. Por otra parte, todas ellas eran sanas con IMC normal, excluyendo a aquéllas con fallo de medro, desnutrición u obesidad, ya que en la mayoría de los estudios se ha establecido una relación inversa entre la adiposidad y los niveles de vitamina D³⁰. Para que el efecto estacional estuviera controlado, todas las muestras se extrajeron durante la misma semana.

La comparación de los resultados entre los artículos se dificulta además por las diferencias metodológicas en las técnicas de medición de la vitamina D y en la falta de consenso para definir el punto de corte entre deficiencia y normalidad vitamínica en relación con la edad y el sexo^{7,15,21-24}. Las diferentes pruebas de laboratorio difieren por su grado de precisión, siendo importante que se cuantifiquen los dos metabolitos de la vitamina D (D2 y D3), ya que se puede llegar a un diagnóstico incorrecto de deficiencia al despreciar los niveles de vitamina D2²³. Aunque la espectroscopia en tándem de masas es considerada la prueba oro para la medición de vitamina D, los resultados obtenidos por RIA son satisfactoriamente comparables. Para la evaluación de los niveles séricos de vitamina D, se recomienda medir los niveles de 25-(OH)D ó calcidiol, metabolito que presenta una vida media de 30 días y que posteriormente se convierte a la forma activa 1,25 dihidroxi-colecalciferol, habiéndose demostrado además su correlación con el grado de mineralización ósea³¹.

Por otra parte, existen diferencias para establecer el rango de normalidad sérico de la vitamina D. En niños se siguen considerando como suficientes unos niveles por encima de 20 ng/ml²⁴. No obstante, en los últimos años también se ha destacado en los adultos que cuando existen valores de vitamina D por debajo de 32 ng/ml, se altera la absorción del calcio y la densidad mineral ósea baja por lo que se está considerando este valor como punto límite de la normalidad incluso en la infancia^{25,32}.

Considerando lo anteriormente expuesto, y tomando como rango de referencia el del laboratorio utilizado, no se ha detectado deficiencia de vitamina D3 en esta muestra de niñas prepúberes, aunque un 25% de ellas podrían presentar unos niveles insuficientes de vitamina D. No obstante estos resultados varían respecto a los de otros trabajos publicados en poblaciones similares. En un estudio realizado en Madrid (España) durante 1 año encontraron que un 51% de los niños presentaron niveles por debajo de 20 ng/ml en relación a un bajo consumo de vitamina D³³. En el trabajo de Mansbach y cols.⁷, realizado durante 5 años en USA observaron que en niñas entre los 6-11 años, hasta un 75% tenían niveles de vitamina D menores a 30 ng/ml. Otro estudio realizado en Reino Unido³⁴ con 7.500 niños con una edad media de 9,9 años, un 29% presentaban niveles de vitamina D3 menores a 20 ng/ml. Las diferencias en los niveles de vitamina D en todos estos estudios, pueden explicarse en relación a las razones expuestas anteriormente: poblaciones con rangos de edad, grupos étnicos, hábitos culturales, de ingesta, o de actividad física diferentes, o toma de muestras y evaluaciones durante distintas estaciones del año, y con diferencias en la exposición solar. Por ello, probablemente no se pueden establecer recomendaciones generales para la detección de deficiencias o para el uso de suplementos, sino que deberá hacerse una evaluación individual buscando aquéllos grupos de riesgo.

Al medir los niveles en sangre de calcidiol se evalúa no sólo la cantidad de vitamina D procedente de la dieta sino también la de la síntesis cutánea²¹. Esta última podría condicionar que existieran unos niveles séricos de vitamina D adecuados, a pesar de que la ingesta de esta vitamina fuera inferior a la recomendada. La síntesis cutánea depende de múltiples factores: exposición al sol, ubicación geográfica y época del año. La longitud de onda de los rayos ultravioletas B no está presente en la luz solar durante los meses de invierno. En múltiples estudios relacionan los niveles de vitamina D con la estación del año^{9,30} presentando niveles más elevados en las muestras tomadas en los meses de Junio a Noviembre. Es importante recordar que las recomendaciones de ingesta de vitamina D de 600 UI al día para niños de 6 a 10 años se realizan asumiendo una mínima exposición solar²⁴. Sin embargo, en zonas como la referida en este estudio, en el Sur de España, que está a una latitud de 37° N y con veranos calurosos donde las actividades al aire libre y la exposición solar son frecuentes, probablemente esta recomendación de ingesta estaría sobreestimada. En el trabajo de Rodríguez y cols.³³, indican que consumiendo un 67% de las DRI¹⁹, se consiguen unos niveles adecuados en sangre de vitamina D en niños escolares.

En relación con la práctica de actividad física, no se han observado diferencias significativas en los niveles de vitamina D. Este resultado podría indicar por un lado, que la exposición por un tiempo más prolongado al aire libre no parece tener una gran influencia en que haya niveles más elevados de vitamina D, a diferencia

de lo descrito en otras publicaciones^{8,34} donde realizar una actividad al aire libre durante más de 1/2 hora es un factor protector de la deficiencia de vitamina D. Quizás la situación geográfica es la que dar explicación a estas diferencias. Así, en nuestra localización estarían justificadas las recomendaciones de una exposición moderada (en cara y extremidades) de 5-10 minutos, 2 ó 3 veces a la semana para mantener unos niveles adecuados de vitamina D²¹ (y que cumplieron los dos grupos de niñas). Por otra parte, en este trabajo no se asocia la práctica de actividad física per se con mayores niveles de vitamina D, como se ha observado en estudios en adultos y adolescentes^{28,35}. No obstante, no se ha monitorizado la intensidad del deporte y ello podría constituir una limitación a encontrar asociación.

Tras los resultados del presente estudio, se puede concluir que los niveles de vitamina D en niñas prepúberes que viven al sur de España al inicio del invierno son adecuados. No obstante, existe un grupo de riesgo en el que se debería realizar un seguimiento y asegurar una ingesta adecuada de vitamina D, así como una exposición solar suficiente. Probablemente en estos grupos en los que se puede asegurar la acción de factores protectores, no habría que plantear la administración de vitamina D en forma de suplemento. Aún así, sigue siendo necesario realizar más estudios en diferentes poblaciones para indicar cuáles son los niveles adecuados de vitamina D y seleccionar los grupos de riesgo que se beneficiarían de los suplementos de vitamina D sin intentar generalizar esta práctica a toda la población, ya que unos niveles elevados no estarían exentos de problemas de salud.

Referencias

1. Sharma SV, Hoelscher DM, Kelder SH, Diamond P, Day RS, Hergenroeder A. Psychosocial factors influencing calcium intake and bone quality in middle school girls. *J Am Diet Assoc* 2010; 110: 932-6.
2. Chevalley T, Bonjour JP, Ferrari S, Rizzoli R. The influence of pubertal timing on bone mass acquisition: a predetermined trajectory detectable five years before menarche. *J Clin Endocrinol Metab* 2009; 94: 3424-31.
3. Scharla S. Diagnosis of disorders of vitamin D-metabolism and osteomalacia. *Clin Lab* 2008; 54: 451-9.
4. Pettifor JM, Prentice A. The role of vitamin D in paediatric bone health. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2011; 25: 573-84.
5. Schnatz PF. The 2010 North American Menopause Society position statement: Updates on screening, prevention and management of postmenopausal osteoporosis. *Conn Med* 2011; 75: 485-7.
6. Gruodyté R, Jürimäe J, Saar M, Maasalu M, Jürimäe T. Relationships between areal bone mineral density and jumping height in pubertal girls with different physical activity patterns. *J Sports Med Phys Fitness* 2009; 49: 474-9.
7. Mansbach JM, Ginde AA, Camargo CA Jr. Serum 25-hydroxyvitamin D levels among US children aged 1 to 11 years: do children need more vitamin D? *Pediatrics* 2009; 124: 1404-10.
8. Absoud M, Cummins C, Lim MJ, Wassmer E, Shaw N. Prevalence and predictors of vitamin D insufficiency in children: a Great Britain. *PLoS One* 2011; 6: e22179.
9. Whiting SJ, Langlois KA, Vatanparast H, Greene-Finestone LS. The vitamin D status of Canadians relative to the 2011

- Dietary Reference Intakes: an examination in children and adults with and without supplement use. *Am J Clin Nutr* 2011; 94: 128-35.
10. Annweiler C, Fantino B, Schott AM, Krolak-Salmon P, Allali G, Beauchet O. Vitamin D insufficiency and mild cognitive impairment: cross-sectional association. *Eur J Neurol* 2012. doi: 10.1111/j.1468-1331.
 11. Moreno LA, Valtueña J, Pérez-López F, González-Gross M. Health effects related to low vitamin D concentrations: beyond bone metabolism. *Ann Nutr Metab* 2011; 59: 22-7.
 12. Biró L, Regöly-Mérei A, Nagy K, Péter S, Arató G, Szabó C, et al. Dietary habits of school children: representative survey in metropolitan. *Ann Nutr Metab* 2007; 51: 454-60.
 13. Suárez Cortina L, Moreno Villares JM, Martínez Suárez V, Aranceta Bartrina J, Dalmau Serra J, Gil Hernández A et al. Calcium intake and bone mineral density in a group of Spanish school-children. *An Pediatr (Barc)* 2011; 74: 3-9.
 14. Wagner CL, Taylor SN, Johnson DD, Hollis BWP. The role of vitamin D in pregnancy and lactation: emerging concepts. *Womens Health (Lond Engl)* 2012; 8: 323-40.
 15. González-Gross M, Valtueña J, Breidenassel C, Moreno LA, Ferrari M, Kersting M et al. HELENA Study Group. Vitamin D status among adolescents in Europe: the Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence study. *Br J Nutr* 2012; 107: 755-64.
 16. Tanner JM. Growth at adolescence. Oxford: Blackwell; 1962.
 17. Farran A, Zamora R, Cervera P. Tabla de composición de los alimentos del CESNID. Barcelona: McGraw Hill; 2003.
 18. Vázquez de Plata G, Gómez E. Sistemas de alimentos equivalentes. Publicaciones UIS; 2006.
 19. Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and for Calcium and Related Nutrients. National Academy Press. Washington D.C., 2005
 20. Delgado M, Tercedor P. Estrategias de intervención en Educación para la salud desde la Educación Física. Barcelona: Inde; 2002.
 21. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med* 2007; 19; 357: 266-81.
 22. Dawson-Hughes B, Heaney RP, Holick MF, Lips P, Meunier PJ, Vieth R. Estimates of optimal vitamin D status. *Osteoporos Int* 2005; 16: 713-6.
 23. Misra M, Pacaud D, Petryk A, Collett-Solberg PF, Kappy M. Vitamin D deficiency in children and its management: review of current knowledge and recommendations. *Pediatrics* 2008; 122: 398-417.
 24. Ross AC, Manson JE, Abrams SA, Aloia JF, Brannon PM, Clinton SK et al. The 2011 report on dietary reference intakes for calcium and vitamin D from the Institute of Medicine: what clinicians need to know. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96: 53-8.
 25. Hollis BW. Circulating 25-hydroxyvitamin D levels indicative of vitamin D sufficiency: implications for establishing a new effective dietary intake recommendation for vitamin D. *J Nutr* 2005; 135: 317-22.
 26. Pramyothin P, Holick MF. Vitamin D supplementation: guidelines and evidence for subclinical deficiency. *Curr Opin Gastroenterol* 2012; 28: 139-50.
 27. Dong Y, Pollock N, Stallmann-Jorgensen IS, Gutin B, Lan L, Chen TC et al. Low 25-hydroxyvitamin D levels in adolescents: race, season, adiposity, physical activity, and fitness. *Pediatrics* 2010; 125: 1104-11.
 28. Andıran N, Çelik N, Akça H, Do an G. Vitamin D deficiency in children and adolescents. *J Clin Res Pediatr Endocrinol* 2012; 4: 25-9.
 29. Villamor E, Marin C, Mora-Plazas M, Baylin A. Vitamin D deficiency and age at menarche: a prospective study. *Am J Clin Nutr* 2011; 94: 1020-5.
 30. Gilbert-Diamond D, Baylin A, Mora-Plazas M, Marin C, Arsenault JE, Hughes MD, Willett WC, Villamor E. Vitamin D deficiency and anthropometric indicators of adiposity in school-age children: a prospective study. *Am J Clin Nutr* 2010; 92: 1446-51.
 31. Binkley N, Krueger DC, Morgan S, Wiebe D. Current status of clinical 25-hydroxyvitamin D measurement: an assessment of between-laboratory agreement. *Clin Chim Acta* 2010; 411: 1976-82.
 32. Bischoff-Ferrari HA, Dietrich T, Orav EJ, Dawson-Hughes B. Positive association between 25-hydroxy vitamin D levels and bone mineral density: a population-based study of younger and older adults. *Am J Med* 2004; 116: 634-9.
 33. Rodríguez-Rodríguez E, Aparicio A, López-Sobaler AM, Ortega RM. Vitamin D status in a group of Spanish school-children. *Minerva Pediatr* 2011; 63: 11-18.
 34. Tolppanen AM, Fraser A, Fraser WD, Lawlor DA. Risk factors for variation in 25-hydroxyvitamin D3 and D2 concentrations and vitamin d deficiency in children. *J Clin Endocrinol Metab* 2012; 97: 1202-10.
 35. Scragg R, Camargo CA Jr. Frequency of leisure-time physical activity and serum 25-hydroxyvitamin D levels in the US population: results from the Third National Health and Nutrition. *Am J Epidemiol* 2008; 168: 577-86.