



ORIGINAL

Prevalencia de hipovitaminosis D y factores asociados en la edad infantojuvenil



Teodoro Durá-Travé^{a,b,c,*}, Fidel Gallinas-Victoriano^b,
María Jesús Chueca-Guindulain^{b,c}, Sara Berrade-Zubiri^{b,c},
Paula Moreno-González^b y María Malumbres-Chacón^b

^a Departamento de Pediatría, Facultad de Medicina, Universidad de Navarra, Pamplona, España

^b Unidad de Endocrinología Pediátrica, Complejo Hospitalario de Navarra, Pamplona, España

^c Instituto de Investigación Sanitaria de Navarra (IdisNA), Pamplona, España

Recibido el 2 de noviembre de 2016; aceptado el 5 de junio de 2017

Disponible en Internet el 8 de agosto de 2017

PALABRAS CLAVE

Adolescentes;
Calcidiol;
Escolares;
Factores asociados;
Hipovitaminosis D

Resumen

Objetivo: Analizar la prevalencia de hipovitaminosis D y factores asociados en escolares y adolescentes residentes en una región del norte peninsular.

Diseño: Estudio descriptivo transversal (muestreo de conveniencia).

Emplazamiento: Atención primaria.

Participantes: Fueron incluidos 602 sujetos sanos de raza caucásica con edades comprendidas entre 3,1 y 15,4 años.

Mediciones principales: Se ha calculado la prevalencia de hipovitaminosis D (variable dependiente) según los criterios de la *US Endocrine Society*: deficiencia (calcidiol < 20 ng/ml), insuficiencia (calcidiol: 20-29 ng/ml) y suficiencia (calcidiol ≥ 30 ng/ml). Se han registrado como variables independientes: sexo, edad, índice de masa corporal, lugar de residencia y estación del año, analizándose su asociación con la hipovitaminosis D mediante regresión logística múltiple.

Resultados: La prevalencia de hipovitaminosis D era del 60,4% (insuficiencia: 44,6%; deficiencia: 15,8%). Las variables asociadas con la hipovitaminosis D eran el sexo femenino (OR: 1,6; IC 95%: 1,1-2,3), la edad puberal (OR: 1,8; IC 95%: 1,2-2,6), las estaciones de otoño (OR: 9,5; IC 95%: 4,8-18,7), invierno (OR: 8,8; IC 95%: 4,5-17,5) y primavera (OR: 13,2; IC 95%: 6,4-27,5), el entorno urbano (OR: 1,6; IC 95%: 1,1-2,2) y la obesidad severa (OR: 4,4; IC 95%: 1,9-10,3).

Conclusiones: En la población infantojuvenil existe una alta prevalencia de hipovitaminosis D, y los factores asociados son el sexo femenino, la edad puberal, el otoño, el invierno y la primavera, la obesidad severa y el entorno urbano. Habría que considerar la necesidad de administrar suplementos vitamínicos o ingerir mayores cantidades de sus fuentes dietéticas naturales y/o alimentos enriquecidos durante los meses de otoño, invierno y primavera.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: tduratra@cfnavarra.es (T. Durá-Travé).

KEYWORDS

Adolescents;
 Calcidiol;
 School children;
 Associated factors;
 Hypovitaminosis D

Prevalence of hypovitaminosis D and associated factors in Spanish population of school children and adolescents

Abstract

Objective: To analyse the prevalence of hypovitaminosis D and associated factors in school children and adolescents living in a region of northern Spain.

Design: Cross-sectional study (convenience sampling).

Setting: Primary Health Care.

Participants: A total of 602 Caucasian individuals (aged 3.1 to 15.4 years) were included in the study.

Main measurements: Prevalence of hypovitaminosis D were calculated (dependent variable). Hypovitaminosis D is defined according to the US Endocrine Society criteria: deficiency (calcidiol < 20 ng/mL), insufficiency (calcidiol: 20-29 ng/mL), and sufficiency (calcidiol \geq 30 ng/mL). Gender, age, body mass index, residence, and season of the year were recorded (independent variables), and their association with hypovitaminosis D was analysed by multiple regression.

Results: The prevalence of hypovitaminosis D was 60.4% (insufficiency: 44.6%; deficiency: 15.8%). Multivariate analysis showed that factors associated to hypovitaminosis D were being female (OR: 1.6; 95% CI: 1.1-2.3), pubertal age (OR: 1.8; 95% CI: 1.2-2.6), autumn (OR: 9.5; 95% CI: 4.8-18.7), winter (OR: 8.8; 95% CI: 4.5-17.5) and spring time (OR: 13.2; 95% CI: 6.4-27.5), living in urban areas (OR: 1.6; CI 95%: 1.1-2.2), and severe obesity (OR: 4.4; 95% CI: 1.9-10.3).

Conclusions: There is a high prevalence of hypovitaminosis D in juvenile populations. being female, pubertal age, autumn, winter and spring seasons, severe obesity, and living in urban areas are factors associated to hypovitaminosis D. Consideration should be given to the administration of vitamin supplements and/or the increase in the ingestion of natural vitamin D dietary sources.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La mayoría de las células y órganos contienen receptores de vitamina D y enzimas activadoras para sintetizar 25-OH Vit D, lo que advierte sobre la importancia biológica de alcanzar niveles séricos suficientes de vitamina D¹. De hecho, su deficiencia crónica se ha relacionado con un mayor riesgo cardiovascular, así como de presentar enfermedades autoinmunes, endocrinas, infecciosas, psiquiátricas y/o neurológicas y diversos tipos de cánceres²⁻⁴. Además de su conocido papel biológico en el metabolismo óseo, la vitamina D parece cumplir un amplio espectro de funciones biológicas relacionadas con la proliferación, diferenciación y metabolismo celulares, lo que justificaría el interés de la monitorización de su contenido orgánico.

Los niveles séricos de 25-OH Vit D (calcidiol), dada su prolongada vida media (2-3 semanas), están considerados como el mejor indicador de las reservas orgánicas de vitamina D^{2,5-7}. Se han descrito distintos factores que podrían estar asociados a la hipovitaminosis D en sujetos sanos, tales como el sexo, la edad, la raza, las horas de exposición solar y/o el uso de filtros solares, las características geográficas (latitud, estación del año, clima), el lugar de residencia habitual, la situación nutricional, etc., aunque existen controversias entre los distintos autores⁸⁻¹⁵.

El objetivo del presente trabajo es estudiar la prevalencia de hipovitaminosis D entre escolares y adolescentes residentes de una región del norte de España (Navarra), así

como analizar diferentes factores presuntamente asociados a la hipovitaminosis D.

Material y métodos

Se trata de un estudio descriptivo transversal realizado en una muestra de conveniencia de 602 sujetos con edades comprendidas entre 3,1 y 15,4 años. Entre enero y diciembre del año 2014 se les realizó una valoración clínica y una extracción sanguínea para estudio analítico en la Unidad de Endocrinología Pediátrica del Complejo Hospitalario de Navarra. De cada uno de ellos se registraron las siguientes variables: sexo, edad, peso y talla, lugar de residencia habitual y estación del año en que se realizó el estudio. Los participantes fueron divididos en dos grupos etarios: grupo escolar (estadio I de Tanner) y grupo adolescente (estadios II-IV de Tanner). El lugar de residencia habitual fue clasificado como urbano o rural si la localidad de procedencia tenía más o menos de 10.000 habitantes, respectivamente.

Se trataba de sujetos sanos y de raza caucásica e hijos de padres caucásicos de origen español, residentes en la Comunidad de Navarra. Los participantes incluidos en el estudio procedían de las consultas externas de las distintas subespecialidades pediátricas del hospital, y no se les habían apreciado patologías crónicas que pudieran condicionar el crecimiento, la composición corporal, la ingesta de alimentos o la actividad física. Los criterios de exclusión fueron: recibir tratamiento con anticonvulsivantes o corticoides y tomar suplementos de vitamina D o calcio.

Valoración clínica

Las valoraciones de peso y talla fueron realizadas en ropa interior y descalzos. El peso se midió con una báscula Año-Sayol con un intervalo de lectura de 0 a 120 kg y una precisión de 100 g, y la talla con un estadiómetro de pared Holtain de 60 a 210 cm, con un intervalo de precisión de 0,1 cm. Se ha calculado el índice de masa corporal (IMC) con la fórmula: peso (en kilogramos)/talla² (en metros). Los valores de los Z-score de los IMC se calcularon con el programa Aplicación Nutricional de la Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica (disponible en <http://www.gastroinf.es/nutritional/>), tomándose como referencia las tablas de crecimiento de Ferrández et al. (Centro Andrea Prader, Zaragoza, 2002).

Según el valor del IMC (Z-score) se establecieron las siguientes situaciones nutricionales:

- Normalidad: si el valor de IMC (Z-score) oscilaba entre -1,0 (percentil 15) y +1,0 (percentil 85).
- Sobrepeso: si era superior a +1,0 (percentil 85).
- Obesidad: si era superior a +2,0 (percentil 97).
- Obesidad severa: si era superior a +3,0 (percentil 99).

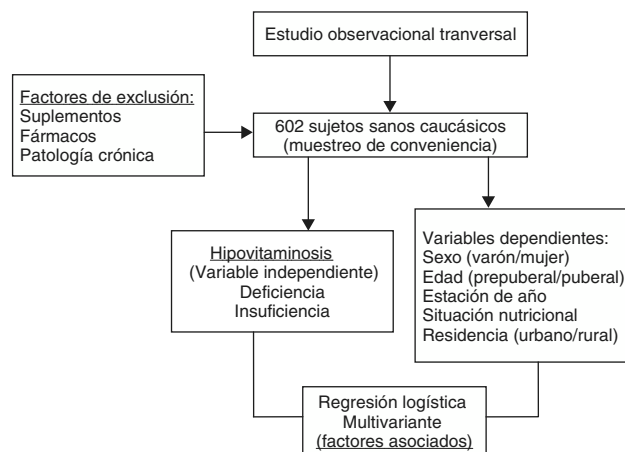
Estudio analítico

Se determinaron en ayunas las concentraciones plasmáticas de calcio y fósforo mediante metodologías estandarizadas. El calcidiol y la hormona paratiroidea (PTH) se determinaron por quimioluminiscencia. Para definir el status de vitamina D se han aplicado los criterios de la *US Endocrine Society*^{9,16}: deficiencia de vitamina D cuando los niveles eran inferiores a 20 ng/ml; insuficiencia de vitamina D cuando los niveles

oscilaban entre 20 y 29 ng/ml, y suficiencia de vitamina D cuando los niveles alcanzaban o superaban los 30 ng/ml. Se definió como hiperparatiroidismo secundario cuando los niveles séricos de PTH superaban los 65 pg/ml^{13,17}.

Análisis estadístico

Los resultados se expresan como porcentajes (%) y medias (M) con sus desviaciones estándar (DE). El análisis estadístico (estadística descriptiva, t de Student, ANOVA, chi al cuadrado y regresión logística múltiple) fue realizado mediante el programa informático Statistical Packages for the Social Sciences versión 20.0 (Chicago, Illinois, EE. UU.). La significación estadística fue asumida cuando el valor de p era inferior a 0,05.



Esquema del estudio: estudio descriptivo transversal para determinar la prevalencia de hipovitaminosis D y los factores asociados en la edad infantojuvenil.

Resultados

De la totalidad de extracciones realizadas, los valores medios plasmáticos de calcidiol y PTH eran de $27,36 \pm 7,74$ ng/ml y $33,21 \pm 17,39$ pg/ml, respectivamente. En ningún caso se observaron valores de hipo/hipercalcemia o hipo/hiperfosforemia, siendo los valores medios de calcio y fósforo de $9,99 \pm 0,59$ mg/dl (intervalo: 8,9-10,6) y $4,60 \pm 0,59$ mg/dl (intervalo: 3,5-5,9), respectivamente.

En la [tabla 1](#) se expone la distribución de los posibles factores asociados a hipovitaminosis D analizados (sexo, grupo de edad, tipo de residencia, estación del año en que realizó el estudio y situación nutricional) correspondientes a la totalidad de la muestra.

En la [tabla 2](#) se exponen y comparan los valores medios de las características clínicas y determinaciones bioquímicas en relación con los factores asociados a la hipovitaminosis D analizados. En las mujeres los valores medios de PTH eran significativamente superiores, mientras que en los varones lo eran los valores medios de fósforo. No existían diferencias significativas en la edad, IMC (Z-score), calcio y calcidiol entre ambos sexos. En los adolescentes los valores medios del IMC (Z-score) y PTH eran significativamente superiores, mientras que en los escolares lo eran los valores medios de fósforo y calcidiol. No se detectaron diferencias

Tabla 1 Características demográficas y clínicas de la muestra

Ítem	n (%)
Sexo	
Mujeres	340 (43,5%)
Varones	262 (56,5%)
Grupo de edad	
Escolar	299 (49,7%)
Adolescente	303 (50,3%)
Residencia	
Urbana	394 (65,6%)
Rural	207 (34,4%)
Estación del año	
Invierno	180 (29,9%)
Primavera	131 (21,8%)
Verano	106 (17,6%)
Otoño	185 (30,7%)
Status nutricional	
Normal	393 (67,3%)
Sobrepeso	69 (11,8%)
Obesidad	68 (11,6%)
Obesidad severa	54 (9,2%)

Tabla 2 Características clínicas y bioquímicas en relación con los factores asociados a la hipovitaminosis D (M ± DE)

Ítem	Edad (años)	IMC (Z-score)	Calcio (mg/dl)	Fósforo (mg/dl)	Calcidiol (ng/ml)	PTH (pg/ml)
Sexo^a						
Mujeres	9,88 ± 3,18	0,47 ± 1,96	10,01 ± 0,37	4,52 ± 0,59	26,88 ± 7,75	35,72 ± 18,46
Varones	9,98 ± 3,44	0,41 ± 2,10	9,98 ± 0,36	4,71 ± 0,57	27,98 ± 7,69	29,90 ± 15,27
Significación (p)	0,720	0,720	0,348	< 0,001	0,083	< 0,001
Grupo de edad^a						
Escolar	7,19 ± 2,08	0,17 ± 1,78	10,01 ± 0,38	4,73 ± 0,54	28,50 ± 7,44	30,87 ± 15,42
Adolescente	12,62 ± 1,62	0,71 ± 2,2	9,97 ± 0,34	4,47 ± 0,61	26,22 ± 7,86	35,58 ± 18,91
Significación (p)	< 0,001	< 0,001	0,157	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Residencia^a						
Urbana	10,06 ± 3,28	0,44 ± 2,11	9,97 ± 0,35	4,60 ± 0,58	26,46 ± 7,74	34,49 ± 17,64
Rural	9,67 ± 3,31	0,47 ± 1,85	10,05 ± 0,37	4,61 ± 0,60	29,02 ± 7,47	30,89 ± 16,76
Significación (p)	0,171	0,885	0,008	0,807	< 0,001	0,019
Estación del año^b						
Invierno	9,78 ± 3,07	0,49 ± 2,5	10,04 ± 0,33	4,57 ± 0,56	26,54 ± 7,39	31,02 ± 18,03
Primavera	10,24 ± 3,14	0,55 ± 1,74	10,02 ± 0,37	4,61 ± 0,56	26,11 ± 6,25	32,28 ± 18,05
Verano	10,44 ± 3,28	0,46 ± 2,73	9,97 ± 0,29	4,66 ± 0,64	34,52 ± 8,05	26,65 ± 10,06
Otoño	9,65 ± 3,56	0,33 ± 1,85	9,93 ± 0,40	4,60 ± 0,59	26,26 ± 7,42	37,88 ± 17,21
Significación (p)	0,182	0,806	0,119	0,731	< 0,001	< 0,001
Status nutricional^b						
Normal	9,62 ± 3,34	-0,64 ± 0,94	9,98 ± 0,36	4,59 ± 0,57	28,18 ± 7,7	31,11 ± 15,58
Sobrepeso	10,43 ± 2,6	1,37 ± 0,29	10,02 ± 0,38	4,62 ± 0,55	27,65 ± 7,35	33,12 ± 16,25
Obesidad	11,09 ± 2,4	2,46 ± 0,28	10,05 ± 0,36	4,66 ± 0,62	26,19 ± 7,01	39,9 ± 20,26
Obesidad severa	11,1 ± 3,28	4,66 ± 2,24	9,96 ± 0,36	4,54 ± 0,72	23,09 ± 8,24	45,22 ± 22
Significación (p)	< 0,001	< 0,001	0,447	0,721	< 0,001	< 0,001

^a Test de la t de Student.

^b ANOVA.

significativas en los valores medios de calcio entre ambos grupos de edad. En el entorno rural los valores medios de calcio y calcidiol eran significativamente superiores, mientras que en el entorno urbano eran superiores los valores medios de PTH. No existían diferencias significativas respecto a la edad, IMC (Z-score) y fósforo entre ambos entornos residenciales. Los valores medios de calcidiol más bajos correspondían a la primavera (26,11 ± 6,25 ng/ml) y alcanzaban su máximo nivel en el verano (34,52 ± 8,05 ng/ml), mientras que los valores medios de PTH más bajos correspondían al verano (26,65 ± 10,06 pg/ml) y alcanzaban su máximo nivel en otoño (37,88 ± 17,21 pg/ml). No existían diferencias significativas en los valores medios de la edad, IMC (Z-score), calcio y fósforo entre las estaciones del año. En el grupo con obesidad severa los valores medios de calcidiol y PTH eran significativamente inferiores y superiores, respectivamente, respecto a las otras situaciones nutricionales (normal, sobrepeso y obesidad). No existían diferencias significativas en los valores medios del calcio y fósforo entre las diferentes situaciones nutricionales.

De la totalidad de extracciones realizadas, en 236 casos (39,6%) los niveles de calcidiol superaban los 30 ng/ml (suficiencia de vitamina D), en 266 (44,6%) oscilaban entre 20 y 29 ng/ml (insuficiencia de vitamina D) y en 94 (15,8%) eran inferiores a 20 ng/ml (deficiencia de vitamina D). En el 5,7% del total, los niveles de PTH estaban en rango de

hiperparatiroidismo. Este valor porcentual era del 2,3% entre los sujetos con suficiencia de vitamina D, incrementándose significativamente (p=0,005) en las situaciones de insuficiencia (6,6%) y deficiencia de vitamina D (11,6%).

En la [tabla 3](#) se exponen y comparan la prevalencia de los distintos status del calcidiol en relación con los factores asociados a la hipovitaminosis D analizados. No existían diferencias significativas de la prevalencia de los distintos status de calcidiol en relación con el sexo. Sin embargo, en el grupo de adolescentes y en el entorno urbano la prevalencia de deficiencia de vitamina D era significativamente superior respecto a los escolares y el entorno rural, respectivamente. En invierno, primavera y otoño la prevalencia de deficiencia de vitamina D era significativamente superior respecto al verano. Asimismo, los sujetos con una situación nutricional de obesidad severa presentaban una prevalencia de deficiencia de vitamina D significativamente superior respecto al resto de situaciones nutricionales.

En la [tabla 4](#) se exponen los resultados del análisis de regresión logística de los factores asociados con la hipovitaminosis D (deficiencia e insuficiencia). Se observa que el sexo femenino, la adolescencia, las estaciones de primavera, otoño e invierno, el entorno urbano y la obesidad severa se asociaban significativamente con la deficiencia y/o insuficiencia de vitamina D (a excepción del sexo femenino y la primavera, que tan solo se asociaba con la insuficiencia de vitamina D).

Tabla 3 Prevalencia de los diferentes niveles del calcidiol en relación con los factores asociados a la hipovitaminosis D

Ítem	Deficiencia n (%)	Insuficiencia n (%)	Suficiencia n (%)	χ^2 (p)
<i>Sexo</i>				
Mujeres	56 (16,7%)	161 (47,9%)	119 (35,4%)	5,65 (0,059)
Varones	38 (14,6%)	105 (40,4%)	117 (45%)	
<i>Grupo de edad</i>				
Escolar	31 (11,1%)	131 (44,3%)	132 (44,6%)	11,696 (0,003)
Adolescente	61 (20,3%)	135 (45%)	104 (34,7%)	
<i>Residencia</i>				
Urbana	75 (19,3%)	175 (45%)	139 (35,7%)	12,671 (0,002)
Rural	19 (9,2%)	91 (44,2%)	96 (46,6%)	
<i>Estación del año</i>				
Invierno	40 (21,1%)	79 (41,6%)	71 (37,4%)	69,12 (< 0,001)
Primavera	17 (13,3%)	76 (59,4%)	35 (27,3%)	
Verano	4 (5,3%)	11 (14,7%)	60 (80%)	
Otoño	33 (16,3%)	100 (49,3%)	70 (34,5%)	
<i>Status nutricional</i>				
Normal	46 (11,8%)	176 (45,1%)	168 (43,1%)	30,135 (< 0,001)
Sobrepeso	11 (15,9%)	27 (39,1%)	31 (44,9%)	
Obesidad	12 (18,2%)	33 (50%)	21 (31,8%)	
Obesidad severa	20 (37,7%)	23 (43,4%)	10 (18,9%)	

Tabla 4 Análisis de regresión múltiple de los factores asociados a hipovitaminosis D (deficiencia e insuficiencia)

Ítems	Deficiencia OR (IC 95%) (p)	Insuficiencia OR (IC 95%) (p)
<i>Sexo</i>		
Varones	1 (referencia)	1 (referencia)
Mujeres	1,1 (0,9-1,8) (0,676)	1,6 (1,1-2,3) (0,011)
<i>Grupo de edad</i>		
Escolar	1 (referencia)	1 (referencia)
Adolescente	2,0 (1,2-3,4) (0,005)	1,8 (1,2-2,6) (0,003)
<i>Estación del año</i>		
Verano	1 (referencia)	1 (referencia)
Otoño	3,8 (1,3-11,5) (0,018)	9,5 (4,8-18,7) (< 0,001)
Invierno	5,8 (1,9-17,4) (0,002)	8,8 (4,5-17,5) (< 0,001)
Primavera	3,1 (0,9-9,9) (0,058)	13,2 (6,4-27,5) (< 0,001)
<i>Residencia</i>		
Rural	1 (referencia)	1 (referencia)
Urbana	2,4 (1,4-4,0) (0,020)	1,6 (1,1-2,2) (0,01)
<i>Status nutricional</i>		
Normal	1 (referencia)	1 (referencia)
Sobrepeso	1,3 (0,7-1,8) (0,442)	0,8 (0,5-1,4) (0,476)
Obesidad	1,3 (0,7-2,8) (0,443)	1,2 (0,7-2,2) (0,498)
Obesidad severa	4,4 (2,2-8,6) (< 0,001)	4,4 (1,9-10,3) (< 0,001)

Discusión

Según los criterios aplicados para definir la normalidad del status de vitamina D, en el 39,6% de las determinaciones bioquímicas realizadas el contenido orgánico de vitamina D podría considerarse como suficiente, mientras que en el 44,6 y el 15,8% restantes presentarían una insuficiencia o

deficiencia de vitamina D, respectivamente. Es decir, el 60,4% de la población analizada presentaría un contenido orgánico de vitamina D por debajo de lo deseable y, por tanto, con riesgo para la salud. Estos resultados, aun pudiendo considerarse como cifras de hipovitaminosis D relativamente elevadas para una población considerada sana, son relativamente moderados respecto a otros

estudios publicados^{10,12,13,17-21}, probablemente debido a que en este estudio sus participantes eran exclusivamente de origen caucásico, ya que es bien conocido que el mayor grado de pigmentación cutánea de distintas etnias supone un mayor riesgo de hipovitaminosis D^{12,13,17}.

Los valores de calcidiol —aunque no significativos— eran superiores en los varones, mientras que los de PTH eran significativamente superiores en las mujeres, pero no existían diferencias significativas en la prevalencia de hipovitaminosis D entre ambos sexos, siendo los datos publicados al respecto contradictorios^{11,19,22,23}. No obstante, en el análisis de regresión logística se constataba que la hipovitaminosis D, y más concretamente en grado de insuficiencia, se asociaba significativamente con el sexo femenino. En los adolescentes (grupo puberal) los valores de calcidiol eran significativamente inferiores a los de los escolares, pero tanto los de PTH como la prevalencia de deficiencia de vitamina D eran significativamente superiores en este grupo etario, lo que coincide con los resultados aportados por otros autores^{13,24}. Además, en el análisis de regresión logística se corroboraba que la hipovitaminosis D, tanto en grado de insuficiencia como de deficiencia, se asociaba significativamente con el grupo de mayor edad. Este hallazgo podría resultar cuanto menos inquietante dado que la adolescencia es un periodo clave para el crecimiento, desarrollo y formación ósea, donde los requerimientos de vitamina D se incrementan y una deficiencia en este periodo de la vida podría afectar a la adquisición de una masa ósea normal. Los residentes en un entorno urbano presentaban valores de calcidiol significativamente inferiores a los que residían en un entorno rural, mientras que tanto los de PTH como la prevalencia de deficiencia de vitamina D eran significativamente superiores en el entorno urbano. Estos hallazgos podrían estar relacionados con los distintos estilos de vida inherentes a cada entorno residencial, ya que presumiblemente en un entorno rural sus residentes gozarían de un mayor tiempo de exposición solar, tal y como ha sido señalado por distintos autores^{13,14}.

En este trabajo se advierte que, simultáneamente a las variaciones estacionales del calcidiol, tienen lugar unas variaciones de PTH relativamente asincrónicas, lo que probablemente permitiría mantener los niveles de calcio constantes a lo largo de todo el año. Los máximos niveles de calcidiol se correspondían con los meses de mayor insolación (verano) y eran significativamente menores en el resto de estaciones del año; en cambio, los niveles de PTH eran mínimos en los meses estivales y se incrementaban significativamente durante el resto del año. Esta estacionalidad ha sido apreciada en los cinco continentes^{10,13,17,19,25-27}. Dadas las características geográficas y/o climáticas de Navarra (alta latitud geográfica y elevada frecuencia de precipitaciones y/o nubosidad), resultaría fácilmente comprensible la alta prevalencia de hipovitaminosis D durante los meses más fríos del año, en contraste con una mínima prevalencia de hipovitaminosis D durante la época estival. El análisis de regresión logística mostraba una asociación entre la hipovitaminosis D y las estaciones de primavera, otoño e invierno para la insuficiencia, y con el otoño e invierno para la deficiencia.

A medida que se incrementaba el IMC (Z-score) los valores de calcidiol disminuían y los de PTH aumentaban significativamente, de tal manera que los sujetos con obesidad

severa presentaban unos valores mínimos de calcidiol y máximos de PTH respecto al resto de situaciones nutricionales. Es decir, parece existir una clara tendencia a presentar una deficiencia de vitamina D en la condición de obesidad severa^{11,15,24,28}, habiendo sido señalada esta eventualidad como un factor de riesgo metabólico y/o cardiovascular^{2,9,11,14,29,30}. Aunque no existe una explicación concluyente al respecto, se ha sugerido que en los sujetos obesos esta circunstancia podría deberse a factores ambientales (menor exposición solar como consecuencia de un estilo de vida sedentario, dietas inadecuadas, etc.), pero actualmente se postula un hipotético «secuestro» o excesivo almacenamiento de la vitamina D en el tejido adiposo^{2,5-8,10,12,30}. Los autores no suelen distinguir entre obesidad y obesidad severa, tal y como se ha realizado este trabajo, y este detalle podría ser de interés práctico, dado que en el análisis de regresión logística se constataba que la hipovitaminosis D, tanto en grado de insuficiencia como de deficiencia, se asociaba significativamente con la situación nutricional de obesidad severa.

Este estudio tiene una serie de limitaciones dado su carácter transversal; además, no se han recogido datos relacionados con las horas de exposición solar y/o el uso de filtros solares. Tampoco se ha realizado una encuesta nutricional que permitiera conocer la ingesta dietética de calcio y de vitamina D, pero la experiencia indica que en nuestro medio el consumo de lácteos está por debajo de las raciones recomendadas y el de pescado es prácticamente testimonial³¹, y tan solo el aporte de suplementos dietéticos de vitamina D podría condicionar los resultados obtenidos, pero tampoco representa una práctica habitual en nuestro medio.

De los resultados obtenidos se podría considerar que en nuestro medio existe una alta prevalencia de hipovitaminosis D en la población infantojuvenil, lo que representa potencialmente un grave problema de salud pública, pudiéndose considerar al sexo femenino, la etapa puberal, las estaciones de otoño, invierno y primavera, la residencia habitual en un entorno urbano y la obesidad severa como factores asociados a la hipovitaminosis D. Por tanto, teniendo presente la dificultad para mantener un contenido orgánico suficiente de vitamina D, deberían estar específicamente contemplados en los Programas de Atención a la Población Infantil y Adolescente que se desarrollan en el ámbito de la atención primaria su prevención, detección y, en su caso, tratamiento y control evolutivo. Es decir, los equipos de atención primaria, y más concretamente los pediatras, deberían incluir en su cartera de servicios una serie de medidas preventivas —aparte de la profilaxis reglada de 400 UI diarias durante el primer año de vida^{32,33}—, tales como fomentar una adecuada exposición solar. La exposición al sol de mediodía (entre las 10 de la mañana y las 3 de la tarde) entre 10 y 15 min en al menos un 20% de la superficie corporal (cabeza y extremidades descubiertas) durante los meses de primavera, verano y otoño se considera suficiente para conseguir una adecuada síntesis de vitamina D⁷. Asimismo, si existieran alguno de los factores asociados a la hipovitaminosis D, especialmente en pacientes con riesgo de escasa exposición solar (discapacitados y/o sometidos a ingresos hospitalarios prolongados, etc.), habría que considerar la necesidad de administrar suplementos farmacológicos de vitamina D

(600 UI/día) y/o ingerir mayores cantidades de sus fuentes dietéticas naturales (arenque, salmón, sardinas, atún, etc.), o bien habituarse a ingerir alimentos enriquecidos en vitamina D (lácteos, cereales, margarina, etc.) desde el otoño hasta la primavera, tal y como han sugerido distintas sociedades científicas^{2,3,6,9,12,17,19,20,26}.

Lo conocido sobre el tema

- La vitamina D, además de intervenir en el metabolismo óseo, tiene un amplio espectro de funciones biológicas relacionadas con la proliferación, la diferenciación y el metabolismo celulares.
- Se considera importante alcanzar unos niveles séricos suficientes de vitamina D, lo que podría justificar el interés de la monitorización de su contenido orgánico.

Qué aporta este estudio

- En nuestro medio se detecta una alta prevalencia de hipovitaminosis D en la población infantojuvenil.
- El sexo femenino, la edad puberal, las estaciones de otoño, invierno y primavera, el entorno urbano y la obesidad severa son factores asociados con la hipovitaminosis D.
- Se podría considerar la necesidad de ingerir mayores cantidades de fuentes dietéticas naturales de vitamina D y/o alimentos enriquecidos entre los meses de otoño y primavera, o de administrar suplementos de vitamina D.

Financiación

Los autores declaran que para la realización de este trabajo no se ha obtenido ningún tipo de financiación.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Holick MF. Vitamin D: The underappreciated D-light-ful hormone that is important for skeletal and cellular health. *Curr Opin Endocrinol Diabetes*. 2002;9:87.
- Palermo NE, Holick MF. Vitamin D, bone health, and other health benefits in pediatric patients. *J Pediatr Rehabil Med*. 2014;7:179-92.
- Muscogiuri G, Mitri J, Mathieu C, Badenhoop K, Tamer G, Orio F, et al. Mechanisms in endocrinology: Vitamin D as a potential contributor in endocrine health and disease. *Eur J Endocrinol*. 2014;171:101-10.
- Navarro-Valverde C, Quesada-Gomez JM. Vitamin D, determinant of bone and extrabone health. Importance of vitamin D supplementation in milk and dairy products. *Nutr Hosp*. 2015;31 Suppl. 2:18-25.
- Rovner AJ, O'Brien KO. Hypovitaminosis D among healthy children in the United States. A review of the current evidence. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2008;162:513-9.
- Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, et al. Endocrine Society. Valuation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: An Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96:1911-30.
- 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.
- Pérez-López FR, Pérez-Roncero G, López-Baena MT. Vitamin D and adolescent health. *Adolesc Health Med Ther*. 2010;1:1-8.
- Reinehr T, de Sousa G, Alexy U, Kersting M, Andler W. Vitamin D status and parathyroid hormone in obese children before and after weight loss. *Eur J Endocrinol*. 2007;157:225-32.
- Alemzadeh R, Kichler J, Babar G, Calhoun M. Hypovitaminosis D in obese children and adolescents: Relationship with adiposity, insulin sensitivity, ethnicity, and season. *Metabolism*. 2008;57:183-91.
- Pacifico L, Anania C, Osborn JF, Ferraro F, Bonci E, Olivero E, et al. Low 25(OH)D3 levels are associated with total adiposity, metabolic syndrome, and hypertension in Caucasian children and adolescents. *Eur J Endocrinol*. 2011;165:603-11.
- Turer CB, Lin H, Flores G. Prevalence of vitamin D deficiency among overweight and obese US children. *Pediatrics*. 2013;131:e152-61.
- Vierucci F, del Pistoia M, Fanos M, Gori M, Carlone G, Erba P, et al. Vitamin D status and predictors of hypovitaminosis D in Italian children and adolescents: A cross-sectional study. *Eur J Pediatr*. 2013;172:1607-17.
- Bellone S, Esposito S, Giglione E, Genoni G, Fiorito C, Petri A, et al. Vitamin D levels in a paediatric population of normal weight and obese subjects. *J Endocrinol Invest*. 2014;37:805-9.
- Radhakishun N, van Vliet M, von Rosenstiel I, Weijer O, Diamant M, Beijnen J, et al. High prevalence of vitamin D insufficiency/deficiency in Dutch multi-ethnic obese children. *Eur J Pediatr*. 2015;174:183-90.
- Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA. Guidelines for preventing and treating vitamin D deficiency and insufficiency revisited. *J Clin Endocrinol Metab*. 2012;97:1153-8.
- Weng FL, Shults J, Leonard MB, Stallings VA, Zemel BS. Risk factors for low serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in otherwise healthy children and adolescents. *Am J Clin Nutr*. 2007;86:150-8.
- 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.
- Harkness L, Cromer B. Low levels of 25-hydroxy vitamin D are associated with elevated parathyroid hormone in healthy adolescent females. *Osteoporos Int*. 2005;16:109-13.
- González-Gross M, Valtueña J, Breidenassel C, Moreno LA, Ferrari M, Kersting M, et al. Vitamin D status among adolescents in Europe: The Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence study. *Br J Nutr*. 2012;107:755-64.
- Muntner P, Kaskel FJ, Hailpern SM, Melamed ML. Prevalence and associations of 25-hydroxyvitamin D deficiency in US children: NHANES 2001-2004. *Pediatrics*. 2009;124:362-70.
- Saintonge S, Bang H, Gerber LM. Implications of a new definition of vitamin D deficiency in a multiracial US adolescent population: The National Health and Nutrition Examination Survey III. *Pediatrics*. 2009;123:797-803.
- Al-Ghamdi MA, Lanham-New SA, Kahn JA. Differences in vitamin D status and calcium metabolism in Saudi Arabian boys and girls aged 6 to 18 years: Effects of age, gender, extent of veiling

- and physical activity with concomitant implications for bone health. *Public Health Nutr.* 2012;15:1845–53.
24. Rajakumar K, de las Heras J, Chen TC, Lee S, Holick MF, Arslanian SA. Vitamin D status, adiposity, and lipids in black American and Caucasian children. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011;96:1560–7.
 25. Karagüzel G, Dilber B, Çan G, Ökten A, Değer O, Holick MF. Seasonal vitamin D status of healthy schoolchildren and predictors of low vitamin D status. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2014;58:654–60.
 26. Gill TK, Hill CL, Shanahan EM, Taylor AW, Appleton SL, Grant JF, et al. Vitamin D levels in an Australian population. *Public Health.* 2014;14:1001.
 27. Vierucci F, del Pistoia M, Fanos M, Erba P, Saggese G. Prevalence of hypovitaminosis D and predictors of vitamin D status in Italian healthy adolescents. *Ital J Pediatr.* 2014;40:54.
 28. Shapses SA, Lee EJ, Sukumar D, Durazo-Arvizu R, Schneider SH. The effect of obesity on the relationship between serum parathyroid hormone and 25-hydroxyvitamin D in women. *J Clin Endocrinol Metab.* 2013;98:E886–90.
 29. Olson ML, Maalouf NM, Oden JD, White PC, Hutchison MR. Vitamin D deficiency in obese children and its relationship to glucose homeostasis. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012;97:279–85.
 30. Roth CL, Elfers C, Kratz M, Hoofnagle AN. Vitamin D deficiency in obese children and its relationship to insulin resistance and adipokines. *J Obes.* 2011:495101.
 31. Durá-Travé T, Gallinas-Victoriano F. Dietary pattern among schoolchildren with normal nutritional status in Navarre, Spain. *Nutrients.* 2014;6:1475–87.
 32. Wagner CL, Greer FD, American Academy of Pediatrics Section on Breastfeeding; American Academy of Pediatrics Committee on Nutrition. Prevention of rickets and vitamin D deficiency in infants, children, and adolescents. *Pediatrics.* 2008;122:1142–52.
 33. Martínez Suárez V, Moreno Villares JM, Dalmau Serra J. Recomendaciones de ingesta de calcio y vitamina D: posicionamiento del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. *An Pediatr (Barc).* 2012;77:e1–8.