

Original

Influencia de la exposición solar y la dieta en el estado nutricional de vitamina D en adolescentes españolas: estudio de los cinco países (Proyecto OPTIFORD)

M. Rodríguez Sangrador¹, B. Beltrán de Miguel¹, C. Cuadrado Vives¹, O. Moreiras Tuny²

¹Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. ²Fundación Española de la Nutrición (FEN). Madrid. España.

Resumen

Introducción: La deficiencia de vitamina D representa un serio problema de salud pública, especialmente entre las mujeres. Por ello se puso en marcha el “Estudio de los Cinco Países”, dentro del proyecto europeo OPTIFORD. Este estudio tiene como objeto conocer el estatus de vitamina D en mujeres adolescentes y de edad avanzada de cinco países europeos en función de sus distintos hábitos alimentarios y conductuales.

Objetivos: Analizar la contribución relativa de la exposición solar y la dieta al estatus de vitamina D de las 47 adolescentes españolas participantes en el “Estudio de los Cinco Países”.

Métodos: Cuestionarios homologados y validados (salud, estilo de vida, exposición solar y frecuencia de consumo de alimentos), análisis bioquímico (25 hidroxivitamina D -S-25-OHD- y parathormona) y evaluación de la exposición solar (dosímetro UV).

Resultados: Los niveles séricos de S-25-OHD fueron más altos en verano que en invierno ($61,55 \pm 12,85$ nmol/l y $45,81 \pm 9,29$ nmol/l, respectivamente). El 45% de la muestra empeoró su estatus vitamínico del verano al invierno ($p < 0,0001$). En el verano la insuficiencia de vitamina D (S-25-OHD ≤ 50 nmol/l) afectó al 17% de la población mientras aumentando hasta el 63% en invierno.

El 66% de la muestra no alcanzó las IR de vitamina D (5 $\mu\text{g}/\text{día}$), siendo la principal fuente dietética de vitamina D el pescado.

Conclusiones: Únicamente el 34% de las participantes presentaron un estatus adecuado de vitamina D. Se reco-

INFLUENCE OF SUN EXPOSURE AND DIET TO THE NUTRITIONAL STATUS OF VITAMIN D IN ADOLESCENT SPANISH WOMEN: THE FIVE COUNTRIES STUDY (OPTIFORD PROJECT)

Abstract

Introduction: Vitamin D deficiency is a big public health concern, especially among women. For this reason, “The Five Countries Study” was set up within the OPTIFORD project.

This study aims at knowing the vitamin D status in adolescent and older women in five European countries according to their different dietary and behavioral habits.

Objectives: To analyze the relative contribution of sun exposure and the diet to the vitamin D status among 47 Spanish adolescents participating in “The Five Countries Study”.

Methods: Validated and standardized questionnaires (health, lifestyle, sun exposure, and frequency of food consumption), biochemical analysis (25-hydroxyvitamin D (S-25-OHD) and parathormone), and assessment of sun exposure (UV dosimeter).

Results: Serum levels of S-25-OHD were higher during the summertime than in winter (61.55 ± 12.85 nmol/l and 45.81 ± 9.29 nmol/l, respectively). Fortyfive percent of the sample had a worsening of their vitamin status in the winter, as compared with the summer ($p < 0.0001$). During the summer, vitamin D insufficiency (S-25-OHD ≤ 50 nmol/l) affected 17% of the population, going up to 63% in the winter. Sixtysix percent of the sample did not reach the IR of vitamin D (5 $\mu\text{g}/\text{day}$), being the fish the main dietary source of vitamin D.

Correspondencia: Mónica Rodríguez Sangrador
Departamento de Nutrición.
Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid
Pza. Ramón y Cajal s/n
28040 Madrid
E-mail: monica.r.sangrador@gmail.com

Recibido: 17-XII-2009.
Aceptado: 25-XII-2009.

mienda una adecuada exposición solar e ingesta dietética de esta vitamina para corregir la situación de deficiencia e insuficiencia.

(*Nutr Hosp.* 2010;25:755-762)

DOI:10.3305/nh.2010.25.5.4636

Palabras clave: *Vitamina D. Exposición solar. Mujeres adolescentes. Dieta. España.*

Abreviaturas

IR= Ingestas recomendadas
PTH= Hormona paratiroidea o parathormona
S-25-OHD= 25-hidroxivitamina D sérica
UV= Ultravioleta
P50= percentil 50

Introducción

La deficiencia de vitamina D representa un serio problema de salud pública en numerosas poblaciones de todo el mundo^{1,3}, especialmente entre las personas de edad avanzada, mujeres adolescentes e inmigrantes de tez morena en latitudes septentrionales, constituyendo uno de los factores de riesgo más frecuentes e importantes para la osteomalacia y la osteoporosis; aumentando el riesgo de fractura de cadera asociada, a su vez, con un aumento significativo de la discapacidad, mortalidad y, consecuentemente, del coste sanitario^{4,5}. Además, la deficiencia moderada de vitamina D causa hiperparatiroidismo secundario y alto recambio óseo^{6,7}.

La concentración sérica de la 25-hidroxivitamina D (S-25-OHD) refleja el contenido corporal de vitamina D procedente de la exposición solar y la dieta. Recordemos que el cuerpo humano obtiene la vitamina D de dos fuentes: dieta y síntesis cutánea —tras exponerse a radiaciones UVB—. Los suplementos vitamínicos farmacológicos pueden ser una fuente adicional. La vitamina D se encuentra, principalmente, en alimentos de origen animal en forma de colecalciferol (vitamina D3), mientras que escasean las fuentes de ergocalciferol (vitamina D2) tales como los hongos y las levaduras^{8,9}.

La síntesis endógena es la que proporciona, de forma significativa, la mayor cantidad de vitamina D^{10,11}, siendo este porcentaje superior en los países que no tienen alimentos fortificados con este nutriente.

El estatus óptimo en vitamina D es esencial para la formación y mantenimiento del hueso y sus funciones. La deficiencia de vitamina D puede llevar a descensos de los niveles plasmáticos de calcio y fosfato e incrementos de la fosfatasa alcalina, dando lugar a una desmineralización ósea^{11,12}.

La deficiencia en vitamina D causa raquitismo en niños pequeños y podría afectar a la adquisición adecuada del pico de masa ósea durante la pubertad, pudiendo dar como resultado una temprana osteoporosis en

Conclusions: Only 34% of the participants had an adequate vitamin D status. Both adequate sun exposure and vitamin D dietary intake are recommended in order to correct deficient and insufficient situations.

(*Nutr Hosp.* 2010;25:755-762)

DOI:10.3305/nh.2010.25.5.4636

Key words: *Vitamin D. Sun exposure. Adolescent women. Diet. Spain.*

la edad adulta. El pico de masa ósea es el principal determinante de la masa ósea que posteriormente se tendrá durante la vida. En el caso de las adolescentes, esta ganancia ósea adquiere mayor importancia, ya que es en esta etapa en la que se alcanza el pico de masa ósea, en torno a los 15 años, proceso que suele ser posterior a la menarquia^{13,14}. Por lo tanto, para prevenir la osteoporosis en las mujeres postmenopáusicas y de edad avanzada se debería intervenir en las etapas tempranas de la vida, anteriores a la adquisición de dicho pico^{7,15}.

Aunque la osteomalacia y el raquitismo son ya relativamente poco comunes en los países desarrollados⁷, la deficiencia de vitamina D (≤ 25 nmol/l de 25-hidroxivitamina D sérica) está emergiendo y cada vez es más frecuente^{3,5,9}.

La prevalencia de deficiencia de vitamina D entre los adolescentes varía del 0% al 32% dependiendo de la época del año y latitud en la que se realice el estudio¹⁶. Una proporción significativa de niños y adolescentes sufren deficiencia e insuficiencia de vitamina D —Islandia¹⁷, Finlandia¹⁸, Dinamarca¹⁹ etc.—, incluso los que viven en países soleados, en donde se observa una clara variación estacional de las concentraciones séricas de la 25-hidroxivitamina D (S-25-OHD): España²⁰, Líbano⁶, Turquía²¹, etc.

Además de la deficiencia de esta vitamina, se ha visto que los niveles de hormona paratiroidea (PTH) de muchos europeos, particularmente en invierno, son lo suficientemente altos como para indicar cierto grado de hiperparatiroidismo, el cual podría estar relacionado, sobre todo durante la adolescencia con el hecho de no alcanzar un pico óptimo de masa ósea⁴.

Debido a la importancia de la deficiencia de vitamina D en Europa^{22,23}, en el año 2001 se puso en marcha el “Estudio de los Cinco Países”, estudio transversal y observacional que tiene como objeto conocer el estatus de vitamina D en mujeres adolescentes y de edad avanzada —principales grupos de riesgo de déficit de vitamina D—, de cinco países europeos (Dinamarca, España, Finlandia, Irlanda y Polonia), en función de los distintos hábitos alimentarios y conductuales (exposición al sol y consumo de suplementos). Nuestro grupo de trabajo del Departamento de Nutrición de la Facultad de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) fue el encargado de llevar a cabo este estudio en España. Este estudio está incluido dentro del proyecto OPTIFORD (Towards a strategy for optimal vitamin D fortification), financiado por la Unión Europea (QLRT-2000-00623)⁴.

Objetivos

Determinar el estatus nutricional de vitamina D en adolescentes españolas así como la influencia de sus hábitos alimentarios y conductuales (exposición al sol) en dicho estatus, dentro del marco del "Estudio de los Cinco Países" (Proyecto OPTIFORD) de la UE (QLRT-2000-00623).

Métodos

Nuestro equipo de trabajo obtuvo todos los permisos del Comité Ético para realizar este estudio en España que fue llevado a cabo según la Declaración de Helsinki.

La muestra real estuvo constituida por 47 mujeres caucásicas adolescentes de la Comunidad de Madrid con edades comprendidas entre los 11 y los 13 años, siendo la edad media $12,7 \pm 0,5$ años. La muestra seleccionada no fue sometida a ningún criterio preliminar de exclusión. Todas las adolescentes que mostraron interés por participar y dieron, junto con sus tutores, su consentimiento previo de participación fueron incluidas en el estudio.

Los datos se recogieron mediante dos entrevistas personales realizadas a cada una de las participantes, una en verano y otra en invierno. La visita de verano se llevó a cabo en el período de julio a septiembre del 2002, y la de invierno en marzo del 2003. En ambas, la información fue recogida por personal cualificado y entrenado, utilizando distintos cuestionarios, previamente homologados y validados para todos los países participantes³.

Cuestionario general

Constituido por 24 y 23 preguntas, en verano e invierno, respectivamente, la mayoría cerradas con posibilidad de 2 a 19 respuestas, el cual abordaba los siguientes aspectos:

- Datos personales (estricta confidencialidad).
- Situación sociodemográfica y socioeconómica.
- Salud. Estado de salud subjetiva, enfermedades crónicas, salud ósea, consumo de medicamentos y suplementos de vitamina D y/o calcio.
- Desarrollo de la pubertad. Menarquia, tipo de ciclo menstrual, intervalo entre ciclos, desarrollo del pecho, aparición o no del vello axilar y desarrollo físico subjetivo.
- Exposición al sol. Destino de las estancias vacacionales (sitios soleados o no), frecuencia con la que están al aire libre en los meses de sol, actitud ante la exposición solar (gusto o rechazo), ropa utilizada en los meses soleados, uso de lámparas de rayos ultravioleta (UV) y de cremas con factor de protección solar.

Medida de la exposición solar

Esta prueba se llevó a cabo en la visita de verano, época en la que la radiación solar UV es mayor^{24,25}.

Previamente instruidas en su colocación y uso, a las participantes se les entregó un dosímetro UV VioSpor (diseñado por BioSense), el cual debían llevar a diario durante una semana. El dosímetro, similar a un broche, se colocaba en el hombro, prendido a la ropa, con la finalidad de medir el nivel de exposición solar individual.

El mecanismo del dosímetro UV VioSpor, por el cual detecta las radiaciones UVB, está basado en una reacción bacteriológica. La película del dosímetro está formada por moléculas de ADN inmovilizadas en esporas de *Bacillus subtilis*, las cuales responden del mismo modo que lo haría la piel cuando las radiaciones UVB producen la fotoconversión de la provitamina D₃ (7-dehidrocolesterol)¹⁵.

Una vez expuestas las películas al sol, éstas fueron remitidas a los laboratorios BioSense GbR, Labor für Biologische Sensorik, Bornheim, Alemania que se encargaron de realizar las lecturas de los dosímetros.

Como complemento a la medida del dosímetro, durante la misma semana, las participantes rellenaron diariamente un cuestionario estandarizado de exposición solar donde quedaba reflejado el tiempo que estuvieron al aire libre desde las 6 AM hasta las 8 PM, el tipo de ropa que llevaron puesta y la situación meteorológica (temperatura media y condiciones meteorológicas).

Además, para tener una información más objetiva acerca de ésta última, se tuvo en cuenta la información meteorológica publicada diariamente en prensa.

Análisis bioquímico

Las extracciones sanguíneas, tomadas en las dos visitas, se realizaron en la vena antecubital con el sujeto sentado y después de una noche de ayuno. Una vez separado el suero por centrifugación se dividió en dos criotubos de 2 ml que fueron inmediatamente congelados y almacenados a -80°C , para la determinación de la S-25-OHD, y a -20°C , para la PTH. Posteriormente, fueron enviados en hielo seco a los laboratorios centrales donde serían analizados. La S-25-OHD se analizó en el "Danish Institute for Food and Veterinary Research", Søborg (Dinamarca) mediante HPLC, mientras que el análisis de la PTH sérica se realizó en el "Department of Applied Chemistry and Microbiology, Division of Nutrition" (Universidad de Helsinki, Finlandia) mediante el método IRMA, el cual mide la molécula intacta de la PTH²⁶.

Para el juicio del estatus de vitamina D, el proyecto OPTIFORD propuso una escala gradual con los valores de la concentración sérica de la 25-OHD: estatus adecuado (> 50 nmol/l), insuficiencia (≤ 50 nmol/l) y deficiencia (≤ 25 nmol/l).

Estudio dietético

Se diseñó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos estandarizado y selectivo que

recogía información sobre la frecuencia de consumo durante el mes anterior a la visita (verano e invierno), de aquellos alimentos que, en la dieta media española, contribuyen al 95% de la ingesta de vitamina D y al 75% en el caso del calcio. Se tuvo también en cuenta los alimentos enriquecidos o fortificados. Los tamaños de las porciones fueron estimados mediante el peso medio, volumen y, cuando esto no fue posible, se emplearon medidas caseras³.

Para la codificación y el estudio de la composición de todos los alimentos se utilizó la base de datos DI-EETCA (DIETA: Tablas Españolas de Composición de Alimentos) que recoge información de unos 260 alimentos²⁷.

Análisis estadístico

Se determinaron los siguientes parámetros estadísticos: la media aritmética y la mediana o percentil 50 (P50), como medida de tendencia central; la desviación estándar, como medida de dispersión; así como, el máximo, el mínimo y distintos percentiles. La elección entre estadística paramétrica o no paramétrica se llevó a cabo atendiendo a la naturaleza de las variables.

En los casos de estadística no paramétrica se empleó el test de rangos signados de Wilcoxon y el de suma de rangos de Wilcoxon, para el estudio de dos grupos, y la prueba de Kruskal-Wallis para el estudio de más de dos grupos.

Cuando las variables cumplían las exigencias de normalidad y homogeneidad de las varianzas se aplicó la estadística paramétrica empleándose para el estudio de dos grupos el test de la "t" de Student pareada y la "t" de Student para dos muestras; para el estudio de más de dos grupos se utilizó el análisis de la varianza (ANOVA). Los grupos de datos que presentaron diferencias significativas en el ANOVA se compararon dos a dos mediante el análisis del rango múltiple de Duncan.

Para estudiar la posible asociación entre dos variables categóricas se realizó el test de la χ^2 y el test exacto de Fisher, mientras que para relacionar dos variables numéricas se utilizó la regresión lineal.

El estudio de la evolución de las variables categóricas se llevó a cabo mediante el test de McNemar.

El nivel de significación estadístico empleado fue el $p < 0,05$, en todos los análisis.

Resultados

La exposición solar media de las adolescentes, tras llevar el dosímetro durante una semana en el verano de 2002, fue de $1519 \pm 832 \text{ J/m}^2$ ($6 \pm 3 \text{ MED}$) y el tiempo medio que pasaron al aire libre, en el mismo período, fue de $4,7 \pm 1,6$ horas/día (entre las 6:00 am y las 8:00 pm). Se observa una relación directa entre la exposición solar y el número de horas al aire libre, aunque no se puede afirmar que sea significativa.

Los hábitos de exposición solar durante el verano muestran que el 96% de las adolescentes afirmó salir todos los días al exterior durante las horas de mayor incidencia solar. Y, cuando estaban al aire libre, al 40% le gustaba estar frecuentemente al sol para ponerse morena, el 49% a veces se ponía al sol y, únicamente, el 11% evitaba directamente el sol. Al preguntarles por la vestimenta que llevaban en los meses de sol, el 55% eligió como primera opción "traje de baño o ropas veraniegas ligeras" mientras que el 43% eligió "la manga corta y falda/pantalones cortos". Ninguna participante utilizaba lámparas de rayos UV para ponerse morena y la gran mayoría (83%) de la muestra usaba cremas fotoprotectoras.

Tal y como cabría esperar, los niveles de S-25-OHD fueron más altos en verano que en invierno ($61,55 \pm 12,85 \text{ nmol/l}$ y $45,81 \pm 9,29 \text{ nmol/l}$, respectivamente, $p < 0,0001$), siendo el estatus medio de vitamina D en verano adecuado e insuficiente en invierno.

En el caso de la PTH, al no tener valores específicos para adolescentes, se utilizaron los valores de referencia establecidos para los adultos: 1,1-6,9 pmol/l (10-65 ng/l). Según estos valores, tanto en verano ($2,54 \pm 0,86 \text{ pmol/l}$) como en invierno ($2,33 \pm 0,92 \text{ pmol/l}$) la concentración sérica media de PTH estuvo dentro de la normalidad, produciéndose un ligero descenso, aunque no significativo, en invierno.

En verano ninguna adolescente presentó estatus deficiente de vitamina D (S-25-OHD $\leq 25 \text{ nmol/l}$) y únicamente el 17% de la muestra tenía un estatus insuficiente (S-25-OHD $\leq 50 \text{ nmol/l}$) mientras que en invierno aumentó hasta el 63% el porcentaje de adolescentes con insuficiencia y, únicamente, una adolescente presentó deficiencia (fig. 1).

Aproximadamente, más del 80% y del 30% de la muestra en verano e invierno, respectivamente, tuvieron un estatus adecuado de vitamina D. En ambas visitas el P5 (P5verano = $41,99 \text{ nmol/l}$ y P5invierno = $31,77 \text{ nmol/l}$) fue $>25 \text{ nmol/l}$ de S-25-OHD (fig. 2).

De forma muy significativa ($p < 0,0001$), el 45% de las adolescentes evolucionó de un estatus adecuado a insuficiente al pasar del verano al invierno, mientras que más de la mitad de la muestra no modificó su esta-

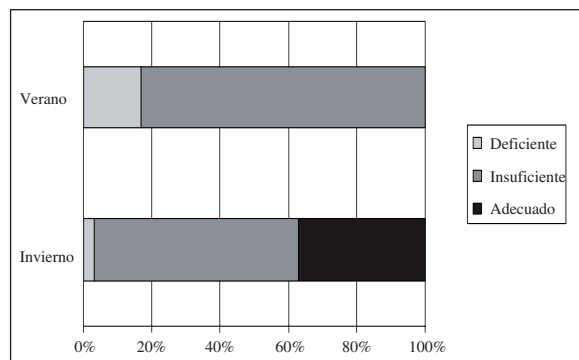


Fig. 1.—Distribución de la población según su estatus nutricional de vitamina D* [n(%)]. *Las concentraciones séricas de 25-OHD por debajo de 25 nmol/l.

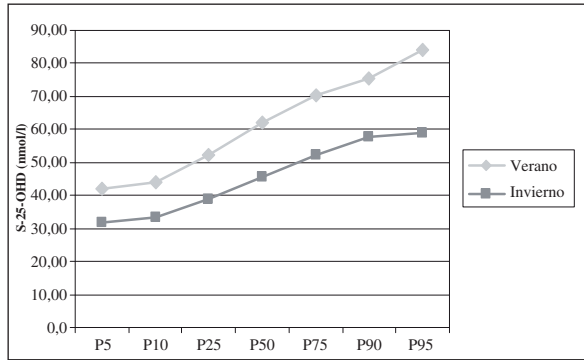


Fig. 2.—Distribución de la concentración de S-25-OHD (nmol/l).

tus al cambiar de estación (17,5% estatus insuficiente y 37,5% estatus adecuado de vitamina D) (tabla I).

Las ingestas dietéticas medias de vitamina D fueron de $4,68 \pm 4,03$ $\mu\text{g}/\text{día}$ en verano y $4,65 \pm 4,13$ $\mu\text{g}/\text{día}$ en invierno, no habiendo diferencias. Estas ingestas medias representan el 93% de las ingestas recomendadas (IR) de vitamina D para este grupo de edad (5 $\mu\text{g}/\text{día}$)²⁵; aunque si se tiene en cuenta cuantas adolescentes alcanzaron dichas IR, sólo el 34% de la población cumplió las recomendaciones. Además un 25% de la muestra (P25verano=2,16 $\mu\text{g}/\text{día}$ y P25invierno=2,21 $\mu\text{g}/\text{día}$) ni siquiera ingirió la mitad de la cantidad recomendada. En general, las ingestas de vitamina D fueron ligeramente mayores en invierno, tendencia beneficiosa teniendo en cuenta que en invierno la dieta adquiere más importancia como fuente de vitamina D al estar comprometida la síntesis cutánea.

Tanto en invierno como en verano, las principales fuentes dietéticas de vitamina D fueron el pescado (63% en ambas visitas), a expensas principalmente del graso, seguido de los cereales de desayuno y de los huevos (fig. 3).

Aunque en ambas visitas la principal fuente dietética de vitamina D fue el pescado, hay que tener en cuenta que en las tablas de composición de alimentos aparece la media del contenido de vitamina D a lo largo del año, por lo que no queda reflejada la variación estacional que sufre esta vitamina. El pescado tiene mayor cantidad de grasa al final del verano y, por tanto, mayor cantidad de vitamina D, disminuyendo sus reservas a lo largo de todo el invierno²⁸. Por ello, hay que tener en cuenta que, al utilizar las tablas de

Verano	Invierno		Total	p ¹
	≤50	>50		
≤50	7 (17,5)	0 (0,0)	7 (17,5)	P<0,0001
>50	18 (45,0)	15 (37,5)	33 (82,5)	
Total	25 (62,5)	15 (37,5)	40 (100,0)	

¹Test de McNemar

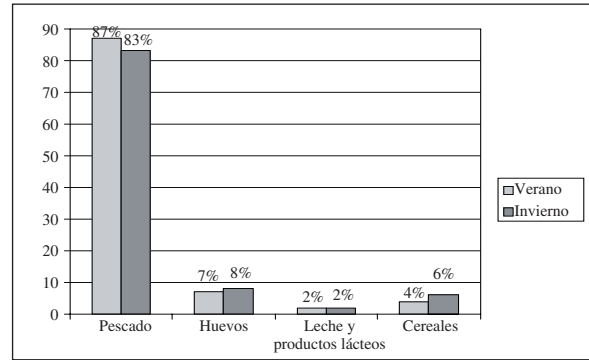


Fig. 3.—Principales fuentes dietéticas de vitamina D.

composición, la ingesta de vitamina D está infraestimada en verano y sobreestimada en invierno.

La actitud de las adolescentes ante la exposición solar también fue estudiada. Aunque no fue significativo ($p=0,37$), posiblemente debido a la diferencia en el tamaño muestral de las distintas categorías, la concentración de S-25-OHD fue mayor en las adolescentes a las que “les gustaba estar frecuentemente al sol” (63,99 nmol/l) que en las que “se ponían a veces al sol”, y, a su vez, fue mayor que en las que “evitaban ponerse al sol” (51,86 nmol/l).

Además, se estudió la influencia de distintas variables sobre la concentración de S-25-OHD, para lo cual se dividió a la muestra en dos grupos: S-25-OHD ≤ 50 nmol/l y S-25-OHD > 50 nmol/l (Tabla II).

Las diferencias que se observan entre los dos grupos están en la línea de lo esperado: las adolescentes con mayores niveles de S-25-OHD son las que están más horas al sol e ingieren más cantidad de vitamina D, por el contrario tendrán menos niveles de PTH. Sin embargo, no se ha observado significación estadística ($p>0,05$ en todas las variables contempladas). Hay que tener en cuenta que el tamaño muestral de los grupos es relativamente pequeño (en verano $n_{\leq 50}=8$ y $n_{>50}=39$, en invierno $n_{\leq 50}=26$ y $n_{>50}=16$). Esto siempre conlleva un aumento del error típico del estadístico de contraste, haciendo que diferencias importantes en el contexto clínico no sean estadísticamente significativas.

Tabla II
Influencia de distintas variables en las concentraciones de S-25-OHD (nmol/l)

Variables	≤50	>50	p ¹
Verano			
Dosímetro (J/m ²)	1657,4	1497,2	0,65
Tiempo al aire libre (horas/día)	3,9	4,8	0,14
PTH (pmol/l)	2,69	2,51	0,59
Ingesta vitamina D ($\mu\text{g}/\text{día}$)	3,68	4,89	0,44
Invierno			
PTH (pmol/l)	2,35	2,29	0,84
Ingesta vitamina D ($\mu\text{g}/\text{día}$)	3,68	4,89	0,44

¹ANOVA

Aunque no se puede afirmar que las variables exposición solar, tiempo al aire libre, niveles de PTH e ingesta de vitamina D tengan una influencia significativa sobre la concentración de S-25-OHD, si se observan ciertas tendencias.

En relación a la exposición solar, a mayor número de horas al aire libre en verano mayor concentración de S-25-OHD en verano. Por el contrario, a mayor valor del dosímetro no hubo mayor concentración de S-25-OHD.

El impacto fisiológico de los niveles insuficientes de vitamina D se reflejó en la relación inversa entre los niveles de vitamina D y PTH. En verano, altos niveles de S-25-OHD y bajos de PTH y a la inversa en la visita de invierno.

Existe una relación directa, aunque no de forma significativa, entre la ingesta dietética de vitamina D y S-25-OHD en ambas visitas.

Discusión

Tanto la exposición solar como el tiempo que pasaron al aire libre las adolescentes fueron muy superiores a los encontrados en otros estudios. En un trabajo realizado en el Líbano, país también muy soleado, las adolescentes solamente estaban expuestas $0,8 \pm 0,7$ horas/día durante la primavera⁶ mientras que el tiempo medio que pasaban al aire libre los adolescentes ingleses cuando su exposición solar era inferior a 2 MED era de 1,6 horas frente a las 2,5 horas que pasaban los que presentaban una exposición superior a 2 MED. La gran mayoría (91%) de los adolescentes ingleses exceden la dosis semanal de 1 MED durante la primavera y el verano²⁹ mientras que el 90% de nuestra población excede la dosis semanal de 2 MED durante el verano.

Estudios realizados con niños^{20,30} y adolescentes³¹ en distintos países (España, Francia, Argentina, etc.) demostraron la misma tendencia encontrada entre nuestras participantes, variación estacional en los niveles de S-25-OHD, altos al final del verano y bajos al final del invierno.

Concretamente, en un estudio realizado en Francia, hubo diferencias muy significativas ($p=0,0001$) en los valores de S-25-OHD, oscilando las concentraciones entre las más altas al final del verano ($58,5 \pm 18,0$ nmol/l) y las más bajas al final del invierno ($20,6 \pm 6,0$ nmol/l), momento en el cual casi todos los adolescentes tenían concentraciones por debajo de 30 nmol/l³¹. Los adolescentes de este estudio francés presentaron peor estatus nutricional en vitamina D que la muestra española ($61,55 \pm 12,85$ nmol/l y $45,81 \pm 9,29$ nmol/l, en verano y en invierno, respectivamente).

Docio y cols., 1998²⁰, tampoco encontraron diferencias estacionales significativas en los valores de PTH mientras que, en 1995, Guillemant y sus cols.³² sí encontraron diferencias estacionales en un grupo de adolescentes franceses. Concretamente, los niveles de

PTH se incrementaron muy significativamente ($p=0,0001$) pasando de $2,41 \pm 0,70$ pmol/l al final del verano a $3,21 \pm 0,85$ pmol/l al final del invierno.

El estatus en vitamina D de la población estudiada fue mejor que el de las adolescentes de latitudes más septentrionales. Durante el invierno, alrededor del 18,5% de las adolescentes de Islandia (16-20 años) tuvo concentraciones séricas de 25-OHD inferiores a 25 nmol/l¹⁷ mientras que el 14% de las finlandesas¹⁸ y el 67% de las danesas (12-13 años)¹⁹ tuvieron concentraciones inferiores a 20 nmol/l.

En Turquía²¹ y Líbano⁶, países mediterráneos y soleados como el nuestro, el estatus en vitamina D es mucho peor que en España, concretamente el 43,8% y el 21,3% de las adolescentes turcas presentaban, respectivamente, deficiencia e insuficiencia de vitamina D al final del invierno. Mientras que el 32% y el 7,5% de las adolescentes libanesas tenían deficiencia de vitamina D en primavera y otoño, respectivamente. Este bajo estatus en vitamina D estuvo influenciado por el tipo de vestimenta (según directrices religiosas o culturales) que parte de las participantes estudiadas llevaban.

Se han encontrado resultados similares en países soleados como Líbano y Turquía. Las adolescentes libanesas que, por motivos culturales y/o religiosos, seguían directrices estrictas a la hora de vestir, cubriéndose la cabeza, los brazos y las piernas, tenían niveles de S-25-OHD inferiores ($30 \pm 12,5$ nmol/l) a las de sus compañeras (45 ± 15 nmol/l) que no seguían dichas directrices ($p<0,001$)⁶. La concentración de S-25-OHD de las adolescentes turcas que, también por motivos culturales y/o religiosos, cubrían la mayor parte de su cuerpo con vestimentas fue significativamente más baja ($28,13 \pm 12,53$ nmol/l) que el del resto de las adolescentes de este país; además, el 50% de ellas presentaba deficiencia de vitamina D²¹.

Datos procedentes de un estudio español también pusieron de manifiesto que, durante el invierno, el 31% de los adolescentes tenía concentraciones de 25-OHD por debajo de 30 nmol/l²⁰. Si lo comparamos con nuestra población, estos resultados reflejan un peor estatus de vitamina D.

Al igual que ocurre en nuestro estudio, Lehtonen-Veromaa y cols.¹⁸, tampoco encontraron ninguna adolescente finlandesa con concentraciones de S-25-OHD < 25 nmol/l durante el verano. Decir que el verano de 1997, época en la que se realizó el estudio, fue inusualmente soleado en Finlandia.

Al igual que en otros estudios^{6,16}, el impacto fisiológico de los niveles insuficientes de vitamina D se reflejó en la relación inversa entre los niveles de vitamina D y PTH (Verano: PTH \leq 50=2,69 pmol/l y PTH>50=2,51 pmol/l, $p=0,59$; Invierno: PTH \leq 50=2,35 pmol/l y PTH>50=2,29 pmol/l, $p=0,84$).

Existe una relación directa, aunque no de forma significativa, entre la ingesta dietética de vitamina D y S-25-OHD en ambas visitas (Verano: Vit D \leq 50=3,68

µg/día y Vit D >50=4,89 µg/día, p=0,44; Invierno: Vit D ≤50=4,74 µg/día y Vit D >50=4,79 µg/día, p=0,97). Por un lado hay autores⁶ que también encontraron correlación positiva, pero de forma significativa (p<0,003), entre la ingesta de vitamina D y los niveles de 25-OHD, mientras que otros no la hallaron^{20,33}.

La ingesta media dietética de vitamina D de las adolescentes españolas (4,68 ± 4,03 µg/día en verano y 4,65 ± 4,13 µg/día en invierno) fue similar a la de otras adolescentes europeas tales como finlandesas (4,3 ± 2,1 µg/día)³⁴ y suecas (4,0 ± 2,0 µg/día)³⁵, no siendo así si la comparamos con las adolescentes chinas, quienes tienen una ingesta muy baja de vitamina D (1,05 µg/día), alcanzándose sólo el 11% de las recomendaciones de vitamina D para ese país (10 µg/día)²⁰ que son el doble que en España para el grupo de adolescentes.

En el caso de las adolescentes chinas, la principal fuente de vitamina D son los huevos (52,6%) seguidos de la leche (35,4%)²⁰.

Al igual que nosotros, Fuleihan y cols.⁶, también encontraron correlación positiva aunque en este caso si fue significativa entre el tiempo que los adolescentes libaneses estaban expuestos al sol y los niveles de 25-OHD, tanto en primavera como en otoño (R=0,305, p<0,001 y R=0,27, p<0,003, respectivamente).

Se confirma que el estatus nutricional de vitamina D de las adolescentes españolas estudiadas depende principalmente de la síntesis cutánea ya que, a pesar de que la gran mayoría de la población (66%) no alcanza las IR de este nutriente, únicamente durante el invierno hay población que presenta deficiencia de dicha vitamina. Habría que recomendar aumentar la ingesta dietética de vitamina D durante el invierno ya que, como demuestra este trabajo, la exposición solar es adecuada.

Agradecimientos

A la Secretaría de Estado de Educación y Universidades (MECD) por la concesión de una beca FPU al estudio.

Al Servicio Informático de Apoyo a la Docencia e Investigación de la UCM que colaboró en el análisis estadístico de la muestra española.

Al resto de los investigadores del proyecto OPTIFORD: Ellen Trolle, Heddie Mejborn, Rikke Andersen, Lars Ovesen, Jette Jakobsen, Tue Christensen, Anders Møller, Karin Hess Ygil, Henning Klarlund, Leif Bøgh-Sørensen, Christian Mølgaard, Kim Fleischer Michaelsen, Birgitte Hermansen, Christel Lamberg-Allardt, Merja Kärkkäinen, Heli Viljakainen, Anna-Mari Natri, Kevin Cashman, Albert Flynn, Mairead Kiely, Maria O'Brien, Jadwiga Charzewska y Gregorio Varela-Moreiras. Y, especialmente, a las investigadoras españolas Laura Quintanilla y Nieves Lillo y el resto de colaboradores en el trabajo de campo del proyecto en nuestro país.

Referencias

1. Semba RD, Garret E, Johnson BA, Guralnik JM, Fried LP. Vitamin D deficiency among older women with and without disability. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 1529-1534.
2. Lamberg-Allardt CJE, Outila TA, Kärkkäinen MUM, Rita HJ, Valsta LM. Vitamin D deficiency and bone health in healthy adults in Finland: could this be a concern in other parts of Europe? *J Bone Miner Res* 2001; 16(11): 2066-2073.
3. Rodríguez Sangrador M, Beltrán de Miguel B, Cuadrado Vives C, Moreiras Tuny O. Contribución de la dieta y la exposición solar al estatus nutricional de vitamina D en españolas de edad avanzada. Estudio de los Cinco Países (Proyecto OPTIFORD). *Nutr Hosp* 2008; 23(6): 567-576.
4. Proyecto OPTIFORD. [Internet, acceso: 23 de noviembre de 2005]. Disponible en: <http://www.optiford.org>
5. Andersen R, Brot C, Ovesen L. Towards a strategy for optimal vitamin D fortification (OPTIFORD). *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2001; 11(4): 74-77.
6. Fuleihan GEH, Nabulsi M, Choucair, M, Salamoun M, Shahine CH, Kizirian A, Tannous R. Hypovitaminosis D in healthy schoolchildren. *Pediatrics* 2001; 107: 53-59.
7. Lips P. Which circulating level of 25-hydroxyvitamin D is appropriate? *J Steroid Biochem Mol Biol* 2004; 89-90: 611-614. Vitamina D: contribución de la dieta y la exposición solar. *Nutr Hosp* 2008; 23(6): 567-576 575.
8. Ovesen L, Brot C, Jakobsen J. Food contents and biological activity of 25-hydroxyvitamin D: a vitamin D metabolite to be reckoned with? *Ann Nutr Metab* 2003; 47: 107-113.
9. Borradale D, Kimlin M. Vitamin D in health and disease: an insight into traditional functions and new roles for the 'sunshine vitamin'. *Nutr Res Rev* 2009 Nov 10: 1-19.
10. Holick MF. Vitamin D and bone health. *J Nutr* 1996; 126(Supl. 4): S1159-S1164.
11. Riancho JA. Osteomalacia y raquitismo. *REEMO* 2004; 13(4): 77-79.
12. Sánchez A, Puche R, Zeni S, Oliveri B, Galich AM, Mafei L, Plantalech L, Poudes G, Bregni C. Papel del calcio y de la vitamina D en la salud ósea (Parte I). *REEMO* 2002; 11(6): 201-17.
13. Casas J, González-Gross M, Marcos A. Nutrición del adolescente. En: Tojo, R. Tratado de nutrición pediátrica. Barcelona: Ediciones Doyma, 2001. p. 437-454.
14. Oriá E. Factores preventivos y nutricionales de la osteoporosis. *An Sist Sanit Navar* 2003; 26(Supl.3): 81-90.
15. Tangpricha V, Pearce EN, Chen TC, Holick MF. Vitamin D insufficiency among free-living healthy young adults. *Am J Med* 2002; 112: 659-662.
16. Tylavsky FA, Ryder KA, Lyytikäinen A, Cheng S. Vitamin D, parathyroid hormone, and bone mass in adolescents. *J Nutr* 2005; 135: 2735S-2738S.
17. Kristinsson JÓ, Valdimarsson Ö, Sigurdsson G, Franzson L, Olafsson I, Steingrimsdóttir L. Serum 25-hydroxyvitamin D levels and bone mineral density in 16-20 years-old girls: lack of association. *J Intern Med* 1998; 243: 381-388.
18. Lehtonen-Veromaa MK, Möttönen TT, Irjala KM, Kärkkäinen M, Lamberg-Allardt C, Hakola P, Viikari JS. Vitamin D intake is low and hypovitaminosis D common in healthy 9- to 15-year-old Finnish girls. *Eur J Clin Nutr* 1999; 53: 746-751.
19. Mølgaard C, Michaelsen KF. Are 12-13 year old Danish girls vitamin D deficient? *Calcif Tissue Int* 2002; 70: 379.
20. Docio S, Riancho JA, Pérez A, Olmos JM, Amado JA, González-Macías J. Seasonal deficiency of vitamin D in children: a potential target for osteoporosis-preventing strategies? *J Bone Miner Res* 1998; 13: 544-548.
21. Hatun S, Islam Ö, Cizmecioglu F, Kara B, Babaoglu K, Berk F, Gökcalp AS. Subclinical vitamin D deficiency is increased in adolescent girls who wear concealing clothing. *J Nutr* 2005; 135: 218-222.
22. Van Der Wielen RP, Lowik MR, Van Den Berg H, De Groot LC, Haller J, Moreiras O, Van Staveren WA. Serum vitamin D concentrations among elderly people in Europe. *Lancet* 1995; 346: 207-210.

23. McKenna MJ. Differences in vitamin D status between countries in young adults and the elderly. *Am J Med* 1992; 93: 69-77.
24. Lips P, Chapuy MC, Dawson-Hughes B, Pols HAP, Holick MF. An International comparison of serum 25-hydroxyvitamin D measurements. *Osteopor Int* 1999; 9: 394-397.
25. Webb AR, Kline L, Holick MF. Influence of season and latitude on the cutaneous synthesis of vitamin D3: exposure to winter sunlight in Boston and Edmonton will not promote vitamin D3 synthesis in human skin. *J Clin Endocrinol Metab* 1988; 67(2): 373-378.
26. Andersen R, Mølgaard C, Skovgaard LT y cols. Teenage girls and elderly women living in northern Europe have low winter vitamin D status. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59: 533-541.
27. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. 9ª edición. Ed. Pirámide. Madrid 2005.
28. Varela G, Pérez M, Ruiz-Roso B. Changes in the quantitative and qualitative composition of fat from fish, due to seasonality and industrial and culinary processing. *Bibl Nutr Dieta* 1990; 46: 104-109.
29. Diffey B. Do white British children and adolescents get enough sunlight? *Br Med J* 2005; 331: 3-4.
30. Oliveri MB, Ladizesky M, Mautalen CA, Alonso A, Martínez L. Seasonal variations of 25 hydroxyvitamin D and parathyroid hormone in Ushuaia (Argentina), the southernmost city of the world. *Bone Miner* 1993; 20: 99-108.
31. Guillemant J, Taupin P, Le HT, Taright N, Allemandou A, Pérès G, Guillemant S. Vitamin D status during puberty in French healthy male adolescents. *Osteoporos Int* 1999; 10: 222-225.
32. Guillemant J, Cabrol S, Allemandou A, Pérès G, Guillemant S. Vitamin D-dependent seasonal variation of PTH in growing male adolescents. *Bone* 1995; 17(6): 513-516.
33. Zitterman A, Scheld K, Stehle P. Seasonal variations in vitamin D status and calcium absorption do not influence bone turnover in young women. *Eur J Clin Nutr* 1998; 52: 501-506.
34. Lehtonen-Veromaa MK, Möttönen TT, Nuotio IO, Irtala KM, Leino AE, Viikari JS. Vitamin D and attainment of peak bone mass among peripubertal Finnish girls: a 3-y prospective study. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 1446-1453.
35. Lötborn M, Bratteby LE, Samuelson G, Liunghall S, Sjöström L. Whole-body bone mineral measurements in 15-year-old Swedish adolescents. *Osteoporos Int* 1999; 9: 106-114.