

VARIACIONES ESTACIONALES DE 25 (OH) VITAMINA D EN JOVENES SANOS Y SU ASOCIACIÓN CON LA RADIACION ULTRAVIOLETA EN BUENOS AIRES

PABLO R. COSTANZO¹, NATALIA O. ELIAS¹, JESSICA KLEIMAN RUBINSZTEIN¹, NATALIA X. GARCIA BASAVILBASO¹, RUBEN PIACENTINI², HELENA H. SALERNI¹

¹División Endocrinología, Hospital Durand, Buenos Aires, ²Instituto de Física Rosario (CONICET – Universidad Nacional de Rosario), Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Santa Fe, Argentina

Resumen El estatus de vitamina D depende principalmente de la exposición solar (ES). Son escasos los informes de las variaciones estacionales de 25(OH)vitamina D, 25OHD, en adultos jóvenes y su relación con la dosis de radiación solar ultravioleta (dRUV). El objetivo de este trabajo fue medir variaciones estacionales de 25OHD en adultos jóvenes estableciendo la correlación con la ingesta dietaria de calcio (IDCa) y la dRUV. Se realizó un estudio prospectivo en individuos sanos: 42 mujeres y 40 varones. Se dosaron a fin de invierno y fin de verano: 25OHD, calcio, fósforo y magnesio. Se evaluó ES y dRUV para cada hora del día en invierno y verano. Se observó una variación estacional de 25OHD con valores significativamente mayores en verano tanto en varones como en mujeres. El 42.6% de las mujeres y el 50.0% de los varones tenían 25OHD <20 ng/ml en invierno. La ES y la dRUV fueron significativamente inferiores en invierno que en verano. Sólo en invierno se halló una correlación positiva entre ES y dRUV con 25OHD en ambos sexos. La IDCa fue insuficiente y no correlacionó con 25OHD.

Palabras clave: vitamina D, deficiencia de vitamina D, radiación UV

Abstract *Ultraviolet radiation impact on seasonal variations of serum 25-hydroxyvitamin D in healthy young adults in Buenos Aires.* Exposure to sunlight (ES) is the main source of vitamin D. There are few reports regarding the seasonal variations of serum 25(OH) vitamin D in young adults and its correlation with ultraviolet radiation dose (UVRd). Our aims were to determine 25OHD variations in young adults and assess the correlation between 25OHD levels, dietary calcium intake (DCI) and the UVRd. Eighty two healthy volunteers were prospectively studied: 42 women and 40 men. Serum 25OHD, calcium, phosphorus and magnesium were measured at the end of winter and at the end of summer. ES and UVRd were determined hourly in winter and summer. Seasonal variation in serum 25OHD levels was observed with significantly higher levels in summer in both gender. Serum 25OHD <20 ng/ml was more frequently found in winter (42.6% in women and 50% in men). The ES and UVRd were significantly lower in winter vs. summer. ES and UVRd positively correlated with 25OHD only in winter in both men and women. DCI was lower than recommended and did not correlate with 25OHD levels.

Key words: vitamin D, vitamin D deficiency, UV radiation

La vitamina D es una de las principales hormonas que regulan la mineralización ósea y la homeostasis del calcio, fósforo y magnesio. La fuente principal de vitamina D del organismo es la síntesis cutánea que ocurre ante la exposición de la piel a la radiación solar ultravioleta (RUV) con una longitud de onda entre 295 y 315 nm¹. Una vez sintetizada en la piel la vitamina D es hidroxilada a nivel hepático a 25(OH) vitamina D (25OHD) por la enzima 25 α -hidroxilasa y luego en el riñón a 1,25(OH)₂D por la enzima 1 α -hidroxilasa. Este último es el metabolito activo^{2,3}. El marcador más representativo del estatus de

vitamina D en el organismo es el principal metabolito circulante, 25OHD, que se correlaciona positivamente con sus depósitos corporales⁴.

Otra fuente de vitamina D (principalmente vitamina D₂) es la dieta, aunque existen pocos alimentos ricos en esta vitamina (salmón, caballa, sardinas, aceite de hígado de bacalao y yemas de huevo) por lo que en muchos países se utilizan alimentos fortificados⁵.

La hipovitaminosis D es una situación de gran prevalencia a nivel mundial y afecta a personas de cualquier edad. Si bien existen diferentes clasificaciones para definir el estatus de vitamina D, una de las más aceptadas es la de McKenna y Freaney⁶ (Tabla 1).

Las enfermedades asociadas al déficit de esta hormona son el raquitismo en los niños, y en los adultos el espectro varía desde osteomalacia hasta hiperparatiroidismo secundario, con pérdida de masa ósea, aumento del

Recibido: 14-XII-2010

Aceptado: 16-VI-2011

Dirección postal: Dr. Pablo R. Costanzo, Eduardo Acevedo 42 1° D, 1405 Buenos Aires, Argentina
Fax (54-11) 4962-1266

e-mail: tenetir@yahoo.com.ar

TABLA 1.- Clasificación de estatus de vitamina D

Estatus de vitamina D	25OHD ng/ml	Definición
Niveles deseables	> 40	
Hipovitaminosis D	20-40	Reducción de vitamina D por debajo de un umbral que predispone a la ocurrencia de anormalidades (hiperparatiroidismo secundario, aumento de marcadores de resorción ósea).
Insuficiencia	10-20	Niveles de vitamina D por debajo de los cuales las anormalidades son inevitables si se prolonga en el tiempo.
Deficiencia	< 10	Niveles de vitamina D por debajo de los cuales existen anormalidades evidentes.

25OHD: 25 (OH) vitamina D.

riesgo de caídas e incremento del riesgo de fractura dependiendo del grado de deficiencia^{7,8}. Independientemente de estas consecuencias "clásicas", numerosos autores en los últimos años han vinculado a la hipovitaminosis D con otras patologías que pueden afectar tanto a jóvenes como adultos: enfermedades autoinmunes (diabetes mellitus tipo 1, enfermedad inflamatoria intestinal, artritis reumatoide, lupus, esclerosis múltiple), diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares y neoplasias⁹⁻²⁹.

En el presente trabajo se propusieron los siguientes objetivos:

- 1) Medir las variaciones estacionales de 25OHD en adultos jóvenes de ambos sexos.
- 2) Establecer el grado de correlación de 25OHD con la exposición solar (ES) y la dosis de RUV recibida (dRUV).
- 3) Evaluar la ingesta dietaria de calcio (IDCa) en adultos jóvenes y su relación con los niveles de 25OHD.

Materiales y métodos

Se efectuó un estudio prospectivo en 82 individuos sanos (profesionales de la salud) de 25 a 35 años de edad, sin enfermedades y/o consumo de medicación que pudiera alterar los parámetros del metabolismo fosfocálcico, y con al menos 2 años de residencia en Buenos Aires (34.5° latitud sur). Se estudiaron a 42 mujeres de 28.7 ± 2.6 años de edad, que trabajaban un promedio de 49 ± 15 horas/semana y a 40 varones de 28.4 ± 2.23 años de edad que trabajaban un promedio de 57 ± 17 horas/semana.

Se obtuvieron muestras de sangre entre las 08:00 y las 09:00 horas a.m. con 8 h de ayuno previo, a fin de invierno (INV) (1 a 20 setiembre) y a fin de verano (VER) (1 a 20 abril) para medir: 25OHD, Ca, P, Mg y paratohormona (PTH). La PTH fue evaluada sólo en VER. Los niveles séricos de Ca, P y Mg fueron medidos por métodos de laboratorio estándares y automatizados (*Modular Hitachi System Roche*). Los métodos de medición utilizados fueron: Ca: o-cresoltaleína complejona (normal: 8.6-10.2 mg/dl), coeficiente de variación (CV) intraensayo: 2.6%; P: Molibdato UV (normal: 2.7-4.5 mg/dl), CV intraensayo: 2.5% y Mg: método xylidyl blue (normal: 1.6-2.56 mg/dl), CV intraensayo: 2.1%³⁰. La 25OHD fue medida

por radioinmunoensayo (DiaSorin), CV intraensayo: 10.8%³¹. La PTH fue medida por electroquimioluminiscencia (Roche) (normal: 10-65 ng/l), CV intraensayo: 3.1%.

Las determinaciones de Ca, P y Mg se realizaron con el fin de descartar alteraciones de estos parámetros del metabolismo fosfocálcico que pudieran interferir en los resultados de 25OHD y PTH.

Se realizó un cuestionario para evaluar la IDCa y la ES. El cuestionario fue completado por todos los sujetos en INV y repetido en VER. Se estimó la IDCa por medio de un cuestionario validado que se focalizó en el contenido cálcico de los alimentos consumidos en el último mes³². Luego se realizó un promedio diario de ingesta cálcica. La IDCa se expresa en mg/día.

Para evaluar la ES, se entrevistó a los sujetos acerca del tiempo (minutos x días de la semana) que se expusieron al sol sin filtro solar y la cantidad de área corporal expuesta^{33,34}. Se calculó un índice de ES utilizando la cantidad de minutos por día expuestos al sol sin usar protección solar multiplicado por el porcentaje de área corporal expuesta (adjudicando: 9% para la cara, 1% por cada mano, 9% por cada brazo, 18% para el tórax y abdomen, 18% para el dorso y 18% por cada pierna). La ES recibida en las vacaciones de VER fue interrogada por separado y luego sumada al total. La ES se expresa en minutos/día x (superficie corporal expuesta/100).

Se midió la *irradiancia* solar (radiación incidente sobre un área por unidad de tiempo) por medio de instrumentos denominados biómetros que incorporan un filtro, el cual simula el comportamiento de la piel en relación a la acción eritémica. Esto determina una concentración de esta radiación, mayoritariamente en el rango RUV-B. Este instrumento instalado en la estación Villa Ortúzar, ciudad de Buenos Aires, del Servicio Meteorológico Nacional, registra a lo largo de las horas del día, la *irradiancia* eritémica, la cual puede ser empleada en primera aproximación para analizar el efecto de la RUV-B en la síntesis de vitamina D en la piel, ya que la sensibilidad espectral de este efecto se concentra fuertemente en este rango. En la Fig. 1 se presentan resultados del comportamiento promedio de INV y VER de la *irradiancia*, con un máximo alrededor del mediodía solar que, en promedio, es más de 4 veces superior en VER que en INV.

Se calculó la dRUV para cada sujeto en INV y VER. Para ello se calculó la cantidad de minutos de ES según la franja horaria de exposición (0800-1000 a.m.; 1001-1200 a.m.; 1201-1400 p.m.; 1401-1600 p.m.; 1601-1800 p.m. y 1801-2000 p.m.) y se multiplicó por la *irradiancia* correspondiente a esa misma

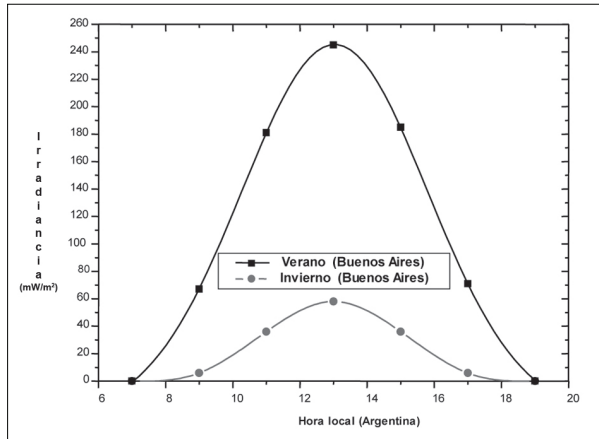


Fig. 1.– Irradiación promedio en verano e invierno en Buenos Aires, Argentina.

franja horaria (Tabla 2). Luego se sumaron los resultados de todas las franjas horarias para el cálculo de la dRUV para cada individuo en INV y VER. La dRUV se expresa en J/m².

Los voluntarios que participaron de este estudio firmaron consentimiento informado y el estudio fue aprobado por el Comité de Ética hospitalario.

Los datos fueron analizados utilizando el programa de *Software Instat* (GraphPad Software, version 3.05. San Diego, USA). Se compararon las variables numéricas y continuas con distribución normal por medio del test paramétrico *T* test y las variables no paramétricas con el test de Mann-Whitney. Para comparar los datos de las variables categóricas se utilizó el test de Chi cuadrado. Para establecer correlaciones se utilizó coeficiente de correlación de Pearson y coeficiente de correlación de Spearman. Los datos fueron expresados como media ± DE. Se consideró significativo un valor de $p < 0.05$.

Resultados

Se obtuvo una gran variación estacional en los valores de 25OHD con niveles significativamente superiores en VER respecto al INV, tanto en varones como en mujeres. Al comparar los valores de 25OHD según sexo, en VER los varones tuvieron niveles de 25OHD significativamente inferiores que las mujeres y no hubo diferencias en los valores de 25OHD en INV entre ambos sexos (Tabla 3). La prevalencia de insuficiencia de vitamina D (25OHD <20 ng/ml) fue superior en INV versus VER tanto en varones: 50% versus 5.4% ($p = 0.002$), como en mujeres: 42.6% versus

TABLA 2.– Irradiación eritemática promedio según franja horaria en INV y VER

Franja horaria	Irradiación INV (mW/m²)	Irradiación VER (mW/m²)
0600-0800 a.m.	0	0
0801-1000 a.m.	5.8	67
1001-1200 a.m.	36	181
1201-1400 p.m.	58	245
1401-1600 p.m.	36	181
1601-1800 p.m.	5.8	67
1801-2000 p.m.	0	0

INV: invierno; VER: verano.

TABLA 3.– Variación estacional de los niveles de 25OHD en ambos sexos

	25OHD (ng/ml) varones (n:40)	25OHD (ng/ml) mujeres (n:42)	p
INV	20.5 ± 11.3	22.1 ± 8.9	ns
VER	33.5 ± 7.6	40.8 ± 15.7	0.01
p	0.0001	< 0.0001	

25OHD: 25 (OH) vitamina D; INV: invierno; VER: verano.

5.3% ($p = 0.007$), respectivamente. Ningún sujeto presentó deficiencia de vitamina D (25OHD <10 ng/ml) en VER.

No se hallaron diferencias entre ambos sexos ni diferencias estacionales en cuanto a la IDCa (varones INV: 653.2 ± 382.9 mg/d; varones VER: 597.5 ± 349.9 mg/d; mujeres INV: 642.1 ± 389.5 mg/d; mujeres VER: 620.5 ± 407.3 mg/d). No hubo correlación entre 25OHD e IDCa en ambos sexos, tanto en INV como VER.

La ES en VER fue mayor que en INV en ambos sexos. No hubo diferencias significativas al comparar la ES de varones versus mujeres en INV ni en VER (Tabla 4). Se obtuvo una correlación positiva entre 25OHD y ES en INV tanto en varones: $r: 0.36$ ($p = 0.023$) (Fig. 2); como en mujeres: $r: 0.39$ ($p = 0.013$) (Fig. 3). No se observó correlación entre 25OHD y ES en VER.

TABLA 4.– ES en INV y VER para ambos sexos

	ES ([min/día] x [sup. corporal expuesta/100]) varones (n:40)	ES ([min/día] x [sup. corporal expuesta/100]) mujeres (n:42)	p
INV	2.2 ± 3.0	3.6 ± 3.6	ns
VER	16.1 ± 25.6	18.6 ± 27.0	ns
p	< 0.0001	< 0.0001	

ES: exposición solar; INV: invierno; VER: verano.

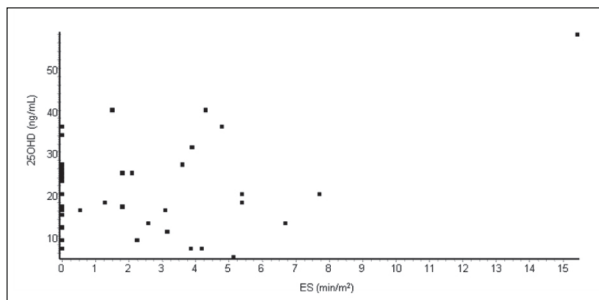


Fig. 2.– Correlación entre 25OHD y ES en varones, INV.

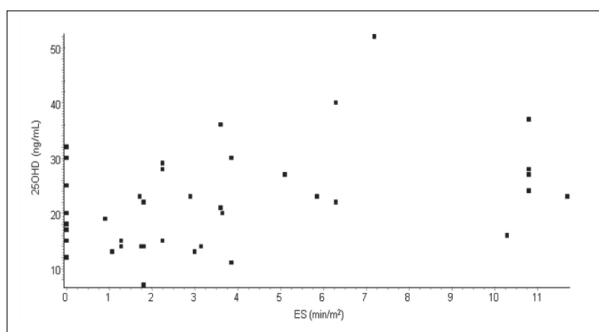


Fig. 3.– Correlación entre 25OHD y ES en mujeres, INV.

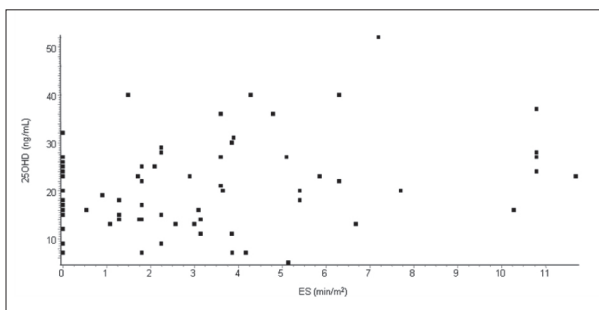


Fig. 4.– Correlación entre 25OHD y ES en todo el grupo (mujeres y varones), INV.

Al evaluar la correlación entre 25OHD y ES en INV en varones, se halló un dato potencialmente influyente (25OHD 58 ng/ml y ES 15.43 min/día x sup. corporal expuesta/100), que convierte en significativa la correlación por sí solo. Teniendo en cuenta que no existen diferencias de género en la síntesis cutánea de 25OHD se evaluó la correlación entre 25OHD y ES en INV en todo el grupo de sujetos evaluados (mujeres y varones), extrayendo este dato potencialmente influyente y se obtuvo una correlación positiva: $r: 0.25$ ($p = 0.031$) (Fig. 4).

Al igual que lo observado con la ES, la dRUV en VER fue mayor en ambos sexos respecto al INV. No hubo diferencias al comparar la dRUV de varones versus mujeres en INV ni en VER (Tabla 5). Se obtuvo una correlación

TABLA 5.– dRUV en INV y VER para ambos sexos

	dRUV (J/m ²) varones (n:40)	dRUV (J/m ²) mujeres (n:42)	p
INV	94.2 ± 140.7	166. ± 159.4	ns
VER	3727.4 ± 4072.4	4066.2 ± 9286.9	ns
p	< 0.0001	< 0.0001	

dRUV: dosis de radiación ultravioleta; INV: invierno; VER: verano.

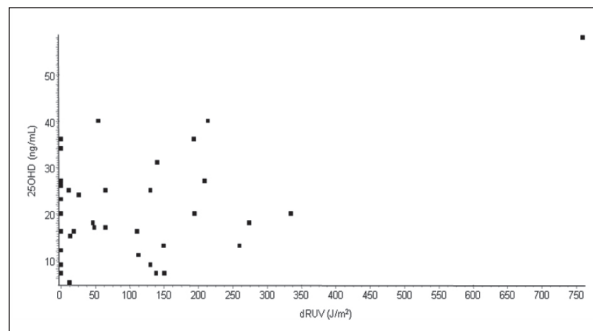


Fig. 5.– Correlación entre 25OHD y dRUV en varones, INV.

positiva entre 25OHD y dRUV en INV tanto en varones: $r: 0.45$ ($p = 0.003$) (Fig. 5); como en mujeres: $r: 0.34$ ($p = 0.02$) (Fig. 6). No se observó correlación entre 25OHD y dRUV en VER.

Al evaluar la correlación en varones entre 25OHD y dRUV en INV, se halló nuevamente el dato potencialmente influyente (25OHD 58 ng/ml y dRUV 758.94 J/m²) que convierte en significativa la correlación por sí solo. Al evaluar la correlación entre 25OHD y ES en INV en todo el grupo de sujetos evaluados (mujeres y varones), extrayendo este dato potencialmente influyente, se obtuvo una correlación positiva: $r: 0.24$ ($p = 0.033$) (Fig. 7).

No hubo diferencias significativas en los niveles de PTH, en VER, entre varones y mujeres: $28.8 ± 8.3$ vs. $30.3 ± 12.1$ pg/ml. No se hallaron alteraciones de los niveles de Ca, P y Mg que pudieran interferir en los resultados de 25OHD y PTH.

Discusión

Los hallazgos efectuados en el presente estudio demuestran una gran variación estacional en los niveles de 25OHD en adultos jóvenes, tanto varones como mujeres, que residen en la ciudad de Buenos Aires, con niveles de 25OHD significativamente inferiores en INV. La prevalencia de insuficiencia de vitamina D (25OHD < 20 ng/ml) fue superior durante el INV (50% en varones y 42.6% en mujeres) y solo el 5% de nuestra población presentó insuficiencia y ningún paciente deficiencia de vitamina D durante el VER.

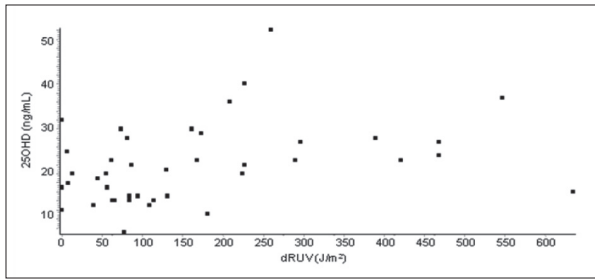


Fig. 6.– Correlación entre 25OHD y dRUV en mujeres, INV.

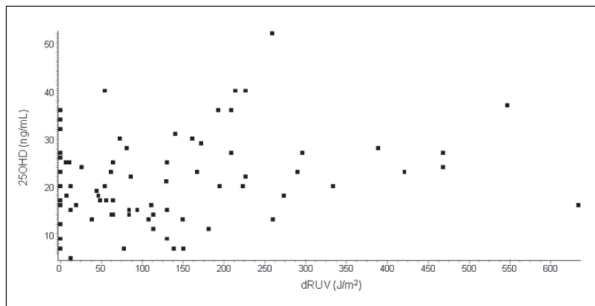


Fig. 7.– Correlación entre 25OHD y dRUV en todo el grupo (mujeres y varones), INV.

No se hallaron diferencias entre sexos en los valores de 25OHD durante el INV, pero en VER los varones alcanzaron menores niveles de 25OHD que las mujeres. Si bien no se registraron diferencias entre la ES o la dRUV recibida entre varones y mujeres durante el INV que expliquen los menores valores alcanzados en VER por los varones, existe mayor porcentaje de varones con deficiencia o insuficiencia de vitamina D en el INV en comparación con las mujeres: 52.5% versus 41.4%, lo

que podría determinar un menor incremento absoluto de 25OHD durante el VER.

En la Argentina otros grupos de trabajo han evaluado los niveles de vitamina D en población adulta de diferente edad y en distintas estaciones del año, en Buenos Aires, arribando a la conclusión de que la hipovitaminosis D es una condición de gran prevalencia en nuestro país, sobre todo en edades avanzadas y en los meses de INV. En la Tabla 6 se presentan los resultados de estos trabajos de investigación³⁵⁻⁴⁰.

La mayoría de los trabajos evalúan población adulta mayor de 60 años de edad³⁷⁻⁴⁰. Dos trabajos evalúan niveles de 25OHD en población con edad similar a la evaluada en este estudio; Oliveri y col.³⁶ evaluaron 21 mujeres de 26.4 años de edad, en período posparto y durante el INV; si bien los niveles de 25OHD son menores que los observados en nuestra población de mujeres en INV, hay que tener en cuenta que en el período posparto los niveles de 25OHD disminuyen debido a una mayor conversión a 1,25(OH)₂ vitamina D durante el segundo y tercer trimestre de embarazo^{41,42}. Fassi y col.³⁹ evaluaron los niveles de 25OHD en 76 adultos jóvenes (44 en INV y 32 en VER) de 29.8 ± 6.0 años de edad y encontraron valores de 25OHD compatibles con insuficiencia en INV e hipovitaminosis en VER.

La IDCa estuvo por debajo de los valores recomendados para la edad (1000 mg/día) en ambos sexos y no se hallaron variaciones estacionales en la misma⁴³. Tampoco se encontró correlación entre la IDCa y los niveles de 25OHD. La IDCa por debajo de los valores recomendados adquiere mayor importancia durante el INV dado que puede exacerbar los efectos de la insuficiencia de vitamina D y además puede ser un factor de riesgo independiente para el desarrollo de raquitismo y osteomalacia⁴⁴.

TABLA 6.– Niveles de 25OHD en población adulta de Buenos Aires

Población	Edad (años)	n	25OHD (ng/ml)	
			INV	VER
Ladizesky M, et al. ³⁵ Adultos normales	24 a 52	30	20.7 ± 1.9	
	24 a 52	12	18.7 ± 1.7	23.5 ± 1.9
Oliveri M, et al. ³⁶ Mujeres (posparto)	26.4 ± 5.4	21	14.4 ± 8.7	
Plantalech L, et al. ³⁷ Ancianos Institucionados	81.9 ± 8.1	67		14.4 ± 1.7
Franginger E, et al. ³⁸ Mujeres posmenopáusicas	60.9 ± 8.0	198	20.0 ± 7.0	
Fassi J, et al. ³⁹ Adultos normales	29.8 ± 6.0	76	17.1 ± 8.1	32.5 ± 15.8
	71.9 ± 3.8	83	17.3 ± 7.5	28.6 ± 10.0
Oliveri M, et al. ⁴⁰ Ancianos	72.0 ± 5.5	193	17.9 ± 8.2	

25OHD: 25(OH) vitamina D; INV: invierno; VER: verano.

La vitamina D del organismo puede provenir de la síntesis cutánea a partir de la exposición a la RUV (longitud de onda entre 290-315 nm) o incorporarse a partir de la dieta. Existen pocos alimentos ricos en esta vitamina, de allí que el principal sustrato sea la síntesis cutánea a partir de la ES.

Si bien la ES es un factor determinante en la producción de vitamina D, la *irradiancia* que llega a la epidermis depende de factores extrínsecos o medioambientales (latitud, estación del año, hora del día, cantidad de ozono, clima, aerosoles, reflectividad de la superficie, altura) y de factores intrínsecos o personales (tipo de piel, edad, vestimenta, costumbres, uso de pantallas solares)⁴⁵⁻⁵³. De esta manera, la medición de la *irradiancia* sería un parámetro más exacto que la ES en la determinación de la producción de 25OHD.

En el presente estudio se determinó la dRUV recibida para cada individuo según la ES por franja horaria, tanto en INV como en VER. Todas las mediciones fueron realizadas en Buenos Aires, de modo que no hubo variaciones en la latitud y altura y además se consideraron mediciones diarias de la *irradiancia* que luego fue promediada para cada franja horaria, de modo que las variaciones en cantidad de ozono, clima, aerosoles y reflectividad de la superficie estuvieron contempladas.

Con respecto a los factores intrínsecos, todos los individuos eran de raza blanca y del mismo grupo etario. El uso de filtros solares fue interrogado y no se tomó en cuenta la ES cuando el factor de protección solar era ≥ 8 , dado que por encima de este valor se reduce la síntesis cutánea de vitamina D en un 97.5%⁸. El cálculo de la ES y la dRUV se realizó en base a la superficie corporal expuesta, de modo que la vestimenta tampoco jugó un papel importante.

Oliveri y col⁴⁰ correlacionaron los niveles de 25OHD con la latitud, temperatura y heliofanía (horas de sol por día) en diferentes ciudades de Argentina y encontraron una correlación positiva entre niveles de 25OHD con la heliofanía y la temperatura media y una correlación negativa con la latitud. La medición de la dRUV es una medida mucho más exacta, en comparación a la heliofanía, respecto del impacto de los rayos solares sobre la síntesis cutánea de 25OHD. La heliofanía solo mide la cantidad de horas con luz solar en el día, pero la RUV que llega a la piel depende de otros factores ambientales e intrínsecos. Según el conocimiento de los autores, este es el primer reporte que evalúa el impacto de la dRUV recibida sobre los niveles de vitamina D.

Tanto la ES como la dRUV en VER fueron mayores en ambos sexos respecto al INV. No hubo diferencias al comparar la ES y la dRUV de varones versus mujeres en INV ni en VER. Tanto la ES como la dRUV correlacionaron positivamente con 25OHD en el INV. Lo que sugiere que mantendrían mejor nivel de 25OHD aquellos individuos con mayor exposición solar durante este período. La falta

de correlación tanto de ES como de dRUV con 25OHD durante el VER podría deberse a que por encima de un umbral dado de *irradiancia* recibida se produciría la saturación de los depósitos titulares y a nivel de la epidermis se formarían metabolitos inactivos (taquisterol y lumisterol) en lugar de vitamina D₃⁵⁴.

Por medio de este estudio, siendo el único realizado en Argentina en el que se evaluaron las variaciones estacionales de 25OHD en adultos jóvenes y su relación con la irradiancia, se demostró un alto porcentaje de hipovitaminosis D en los meses de invierno en ambos sexos, el cual se correlacionó con una menor exposición solar y una menor dosis de RUV recibida. En verano se alcanzan niveles suficientes de 25OHD en ambos sexos. La concentración sérica de 25OHD exhibiría fluctuaciones según una curva sinusoidal a lo largo del año.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Bibliografía

1. Webb A, De Costa B, Holick M. Sunlight regulates the cutaneous production of vitamina D₃ by causing its photodegradation. *J Clin Endocrinol Metab* 1989; 68: 882-7.
2. Lips P. Vitamin D physiology. *Prog Biophys Mol Biol* 2006; 92: 4-8.
3. Mosekilde L. Vitamin D and the elderly. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2005; 62: 265-81.
4. Holick MF. Vitamin D: a millennium perspective. *J Cell Biochem* 2003; 88: 296-307.
5. Holick M. High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health. *Mayo Clin Proc* 2006; 81: 353-73.
6. McKenna M, Freaney R. Secondary hyperparathyroidism in the elderly: means to defining hypovitaminosis D. *Osteoporos Int* 1998; 8(Suppl.): 3S-6S.
7. Kinyamu HK, Gallagher JC, Balhorn KE, Petranick KM, Rafferty KA. Serum vitamin D metabolites and calcium absorption in normal young and elderly free-living women and in women living in nursing homes. *Am J Clin Nutr* 1997; 65: 790-7.
8. Holick MF. Vitamin D: importance in the prevention of cancers, type 1 diabetes, heart disease and osteoporosis. *Am J Clin Nutr* 2004; 79: 362-71.
9. Heaney RP, Barger-Lux MJ, Kowell MS, Chen TC, Holick MF. Calcium absorptive effects of vitamin D and its major metabolites. *J Clin Endocrinol Metab* 1997; 82: 4111-6.
10. Hyponen E, Laara E, Reunanen A, Jarvelin M, Virtanen S. Intake of vitamin D and risk of type 1 diabetes: a birth-cohort study. *Lancet* 2001; 358: 1500-3.
11. The EURODIAB Substudy 2 Study Group. Vitamin D supplement in early childhood and risk for type 1 (insulin-dependent) diabetes mellitus. *Diabetologia* 1999; 42: 51-4.
12. Van Amerongen B, Dijkstra C, Lips P, Polman C. Multiple sclerosis and vitamin D: an update. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58: 1095-109.
13. Auer D, Schumann E, Kumpfel T, Gossel C, Trenkwalder C. Seasonal fluctuations of gadolinium-enhancing magnetic resonance imaging lesions in multiple sclerosis. *Ann Neurol* 2000; 47: 276-7.
14. Munger K, Levin L, Hollis B, Howard N, Ascherio A. Serum

- 25-hydroxyvitamin D levels and risk of multiple sclerosis. *JAMA* 2006; 296: 2832-8.
15. Cantorna M. Vitamin D and its role in immunology: multiple sclerosis, and inflammatory bowel disease. *Prog Biophys Mol Biol* 2006; 92: 60-4.
 16. Merlino L, Curtis J, Mikuls T, Cerhan J, Criswell L, Saag K. Iowa Women's Health Study. Vitamin D intake is inversely associated with rheumatoid arthritis: results from the Iowa Women's Health Study. *Arthritis Rheum* 2004; 50: 72-7.
 17. Cigolini M, Iagulli M, Miconi V, Galiotto M, Lombardi S, Targher G. Serum 25-hydroxyvitamin D3 concentrations and prevalence of cardiovascular disease among type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 2006; 29: 722-4.
 18. Scragg R, Holdaway I, Singh V, Metcalf P, Baker J, Dryson E. Serum 25-hydroxyvitamin D3 levels decreased in IGT and diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 1995; 27: 181-8.
 19. Scragg R, Sowers M, Bell C. Serum 25-hydroxyvitamin D, diabetes, and ethnicity in the third national health and nutrition examination survey. *Diabetes Care* 2004; 27: 2813-8.
 20. Need A, O'Loughlin P, Horowitz M, Nordin B. Relationship between fasting serum glucose, age, body mass index and serum 25 hydroxyvitamin D in postmenopausal women. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2005; 62: 738-41.
 21. Targher G, Bertolini L, Padovani R, et al. Serum 25-hydroxyvitamin D3 concentrations and carotid artery intima-media thickness among type 2 diabetic patients. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2006; 65: 593-7.
 22. Scragg R, Jackson R, Holdaway I, Lim T, Beaglehole R. Myocardial infarction is inversely associated with plasma 25-hydroxyvitamin D3 levels: a community-based study. *Int J Epidemiol* 1990; 19: 559-63.
 23. Bostick R, Kushi L, Wu Y, Meyer K, Sellers T, Folsom A. Relation of calcium, vitamin D, and dietary food intake to ischemic heart disease mortality among postmenopausal women. *Am J Epidemiol* 1999; 149: 151-61.
 24. Rauchhaus M, Doehner W, Francis D, et al. Plasma cytokine parameters and mortality in patients with chronic heart failure. *Circulation* 2000; 102: 3060-7.
 25. Ahonen M, Tenkanen L, Teppo L, Hakama M, Tuohimaa P. Prostate cancer risk and prediagnostic serum 25-hydroxyvitamin D levels (Finland). *Cancer Causes Control* 2000; 11: 847-52.
 26. Polek T, Weigel N. Vitamin D and prostate cancer. *J Androl* 2002; 23: 9-17.
 27. Janowsky E, Lester G, Weinberg C, et al. Association between low levels of 1,25-dihydroxyvitamin D and breast cancer risk. *Public Health Nutr* 1999; 2: 283-91.
 28. Gorham E, Garland C, Garland F, et al. Optimal vitamin D status for colorectal cancer prevention. A quantitative meta analysis. *Am J Prev Med* 2007; 32: 210-6.
 29. Holick M. Calcium plus vitamin D and the risk of colorectal cancer. *N Engl J Med* 2006; 354: 2287-8.
 30. Farrel E. *Methods in Clinical Chemistry*. New York: Mosby, 1987.
 31. Hollis BW, Kamerud JQ, Selvaag SR, Lorenz JD, Napoli JL. Determination of vitamin D status by radioimmunoassay with an 125I-labeled tracer. *Clin Chem* 1993; 39: 529-33.
 32. Krall EA, Sayhoun N, Tannenbaum S, Dallal GE, Dawson-Hughes B. Effect of vitamin D intake on seasonal variations in parathyroid hormone secretion in postmenopausal women. *N Engl J Med* 1989; 321: 1777-83.
 33. Salamone LM, Dallal GE, Zantos D, Makrauer F, Dawson-Hughes B. Contributions of vitamin D intake and seasonal sunlight exposure to plasma 25-hydroxyvitamin D concentration in elderly women. *Am J Clin Nutr* 1994; 59: 80-6.
 34. Holick MF, Siris ES, Binkley N, et al. Prevalence of vitamin D inadequacy among postmenopausal North American women receiving osteoporosis therapy. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90: 3215-24.
 35. Ladizesky M, Oliveri B, Mautalen C. Niveles séricos de 25-hidroxi-vitamina D en la población normal de Buenos Aires. *Medicina (Buenos Aires)* 1987; 47: 268-72.
 36. Oliveri M, Mautalen C, Alonso A, et al. Estado nutricional de vitamina D en madres y neonatos de Ushuaia y Buenos Aires. *Medicina (Buenos Aires)* 1993; 53: 315-20.
 37. Plantalech L, Knoblovits P, Cambiazzo E, et al. Hipovitaminosis D en ancianos institucionalizados de Buenos Aires. *Medicina (Buenos Aires)* 1997; 57: 29-35.
 38. Frandinger E, Zanchetta J. Vitamin D and bone mineral density in ambulatory women living in Buenos Aires, Argentina. *Osteoporos Int* 2001; 12: 24-7.
 39. Fassi J, Russo Picasso M, Furci A, Sorroche P, Jauregui R, Plantalech L. Variaciones estacionales de 25-hidroxivitamina D en jóvenes y ancianos de la ciudad de Buenos Aires. *Medicina (Buenos Aires)* 2003; 63: 215-20.
 40. Oliveri B, Plantalech L, Bagur A, et al. High prevalence of vitamin D insufficiency in healthy elderly people living at home in Argentina. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58: 337-42.
 41. Cross NA, Hillman LS, Allen SH, Krause GF, Vieira NE. Calcium homeostasis and bone metabolism during pregnancy, lactation, and postweaning: a longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 1995; 61: 514-23.
 42. Ritchie LD, Fung EB, Halloran BP, et al. A longitudinal study of calcium homeostasis during human pregnancy and lactation and after resumption of menses. *Am J Clin Nutr* 1998; 67: 693-701.
 43. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride*. Washington DC: The National Academies Press, 1997.
 44. De Lucia MC, Mitnick ME, Carpenter TO. Nutritional rickets with normal circulating 25-hydroxyvitamin D: a call for reexamining the role of dietary calcium intake in North American infants. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 3539-45.
 45. Webb AR. Who, what, where and when-influences on cutaneous vitamin D synthesis. *Prog Biophys Mol Biol* 2006; 92: 17-25.
 46. Looker Anne C. Body fat and vitamin D status in black versus white women. *J Clin Endocrinol Metab* 2005; 90: 635-40.
 47. Matsuoka LY, Wortsman J, Haddad JG, Kolm P, Hollis BW. Racial pigmentation and the cutaneous synthesis of vitamin D. *Arch Dermatol* 1991; 127: 536-8.
 48. MacLaughlin J, Holick MF. Aging decreases the capacity of human skin to produce vitamin D3. *J Clin Invest* 1985; 76: 1536-8.
 49. Holick MF, Matsuoka LY, Wortsman J. Age, vitamin D, and solar ultraviolet. *Lancet* 1989; 2: 1104-5.
 50. Matsuoka LY, Wortsman J, Dannenberg MJ, Hollis BW, Lu Z, Holick MF. Clothing prevents ultraviolet-B radiation-dependent photosynthesis of vitamin D3. *J Clin Endocrinol Metab* 1992; 75: 1099-103.
 51. Mishal AA. Effects of different dress styles on vitamin D levels in healthy young Jordanian women. *Osteoporos Int* 2001; 12: 931-5.
 52. Holick MF. Environmental factors that influence the cutaneous production of vitamin D. *Am J Clin Nutr* 1995; 61(Suppl 3): 638S-45S.
 53. Holick MF. Sunlight "D" ilemma: risk of skin cancer or bone disease and muscle weakness. *Lancet* 2001; 357: 4-6.
 54. MacLaughlin JA, Anderson RR, Holick MF. Spectral character of sunlight modulates photosynthesis of previtamin D, and its isomers in human skin. *Science* 1982; 216: 1001-3.