

La deficiencia de vitamina D es un problema global de salud pública

Cristina Palacios¹ y Lilliana González¹

Resumen: La deficiencia de vitamina D es un problema de salud pública a nivel mundial. Sin embargo, la mayoría de los países todavía carecen de datos, particularmente en infantes, niños, adolescentes y mujeres embarazadas. El objetivo de este estudio fue realizar una revisión sistemática más reciente de la deficiencia de vitamina D a nivel global, con énfasis en los grupos a riesgo. La revisión se hizo entre Abril y Junio del 2013, identificando estudios publicados en los últimos 10 años en individuos sanos. Solo se incluyeron estudios con datos de estatus de vitamina D. La principal fuente de datos fueron estudios de poblaciones y representativos, si estos estaban disponibles. Se excluyeron los ensayos clínicos, estudios caso-control, estudios de casos, comentarios, estudios de validación, cartas, editoriales o estudios cualitativos. Se encontraron 98 estudios y se reportó el estatus de vitamina D por continente. Se encontró que la prevalencia del bajo nivel de vitamina D es un problema global en todas las edades, particularmente en niñas y mujeres del Medio Oriente. En esta revisión se evidenciaron las regiones con falta de datos en los diferentes grupos estudiados, como en infantes, niños y adolescentes y en la mayoría de los países de Sur América y África. En conclusión, el bajo estatus de vitamina D es un problema global de salud pública en todas las edades, particularmente en personas del Medio Oriente. *An Venez Nutr 2014; 27(1): 57-72.*

Palabras clave: Deficiencia de vitamina D, infantes, niños, adolescentes, adultos, personas mayores, embarazo.

Vitamin D deficiency is a major global public health problem

Abstract: Vitamin D deficiency is a major public health problem worldwide. However, most countries are still lacking data, particularly in infants, children, adolescents and pregnant women. The objective of the present report was to conduct a more recent systematic review of global vitamin D status, with particular emphasis in at risk groups. A systematic review was conducted between April and June of 2013 to identify articles on vitamin D status worldwide published in the last 10 years in apparently healthy individuals. Only studies with vitamin D status prevalence were included. If available, the first source selected was population-based or representative samples studies. Clinical trials, case-control studies, case reports or series, reviews, validation studies, letters, editorials, or qualitative studies were excluded. A total of 98 articles were eligible and included in the present report. Prevalence of vitamin D status was reported by continent. In areas with available data, the prevalence of low vitamin D status is a global problem in all age groups, in particular in girls and women from the Middle East. These results also evidenced the regions with missing data for each specific population groups, such as in infants, children and adolescents worldwide, and in most countries of South America and Africa. In conclusion, vitamin D deficiency is a global public health problem in all age groups, particularly in those from the Middle East. *An Venez Nutr 2014; 27(1): 57-72.*

Key words: Vitamin D deficiency, infants, children, adolescents, adults, elder, pregnancy.

Introducción

La vitamina D es una vitamina liposoluble esencial para mantener la homeostasis del calcio, pero también es importante para la salud y bienestar en general. Mantener un estatus de vitamina D adecuado es importante para la función de los huesos y para la prevención de caídas que podrían ocasionar fracturas (1). Recientemente, también se ha relacionado el bajo estatus de vitamina D con condiciones como la hipertensión, altos niveles de colesterol y triglicéridos, intolerancia a la glucosa,

resistencia a la insulina y riesgo de diabetes, marcadores de inflamación elevados, aumento en el riesgo de eventos cardiovasculares, síndrome metabólico y enfermedad periodontal (2-4). Estas condiciones representan algunos de los principales problemas de salud pública a nivel mundial.

Varios estudios han encontrado una alta prevalencia de deficiencia de vitamina D en varios países a nivel mundial, incluso en países cerca del Ecuador, donde se supone que la radiación de los rayos ultravioletas B sea suficiente sintetizar vitamina D en la piel y prevenir la deficiencia de vitamina D, y en países industrializados, donde la fortificación de vitamina D se ha implementado por años (5-7). Sin embargo, la prevalencia de deficiencia

¹ Programa de Nutrición, Escuela Graduada de Salud Pública, Recinto de Ciencias Médicas, Universidad de Puerto Rico, San Juan, PR 00935
Solicitar correspondencia a: Cristina Palacios. e-mail: cristina.palacios@upr.edu.

de vitamina D a nivel mundial sigue siendo incierta, ya que los datos para muchos países son escasos. Se ha estimado que cerca de 1 billón de personas tienen niveles de vitamina D en sangre inadecuados y que la deficiencia se puede encontrar en todos los grupos étnicos y los diferentes grupos de edad (1).

La vitamina D se encuentra de forma natural solo en algunos alimentos, como pescados grasos y algunas setas u hongos y en alimentos fortificados, los cuales hay cada vez más disponibles en el mercado. Para muchos, la principal fuente es la exposición de la piel a los rayos ultravioletas B (8). Sin embargo, a pesar de tener una fuente disponible para todos, varios estudios han determinado deficiencia de vitamina D a nivel mundial (5-7), encontrando que los niveles de 25(OH)D son bajos en la mayoría de los países, particularmente en los países del Medio Oriente y en Asia. Sin embargo, estas revisiones ilustran la falta de datos en la mayoría de los países, particularmente datos representativos de la población, con información muy limitada en infantes, niños, adolescentes y mujeres embarazadas. Recientemente, ha habido un aumento impresionante en la cantidad de publicaciones acerca del estatus de vitamina D. Por lo tanto, el objetivo de este reporte fue realizar una revisión sistemática más reciente sobre la prevalencia de la deficiencia o bajos niveles de vitamina D a nivel global, con especial énfasis en los grupos de riesgo.

Metodología

Identificación y selección de estudios

Se realizó una revisión sistemática de estudios sobre el estatus de vitamina D, en diferentes países, que se hayan publicado durante los pasados 10 años. La búsqueda se efectuó (en inglés) en las bases de datos PubMed/Medline, LILACS, Embase y SciELO entre Abril y Junio de 2013. Los términos de búsqueda utilizados por dos revisores independientes fueron: "estatus de vitamina D o deficiencia o insuficiencia" o cualquier forma de "25(OH)D". Además, se utilizaron revisiones de literatura recientes para identificar otros estudios (5-7).

Criterios de elegibilidad

Sólo se incluyeron estudios en inglés con datos sobre la prevalencia del estatus de vitamina D según se haya determinado utilizando los niveles de 25(OH)D en sangre, medidos por cualquier método, en individuos aparentemente saludables. Se seleccionaron estudios poblacionales como primera fuente de datos. En los casos que no había estudios poblacionales disponibles, se seleccionaron estudios transversales. Se excluyeron

ensayos clínicos, estudios caso-control, reportes o series de casos, revisiones de literatura, cartas, editoriales y estudios cualitativos. Cuando la información estaba disponible, los datos de prevalencia se especificaron por género, edad, color de piel y estación del año. Se identificó un total de 3226 artículos. En la revisión inicial se determinó que 2860 no cumplían con los criterios de inclusión. Luego de revisar el título y el resumen, se excluyeron otros 268 debido a las siguientes razones: la muestra era muy pequeña, se encontró un estudio del mismo país con una muestra más grande, utilizaba una población no saludable, no tenía información sobre la prevalencia del estatus de vitamina D o estaba duplicado. Un total de 98 artículos cumplieron con los criterios de elegibilidad y fueron incluidos en este reporte.

Niveles de vitamina D

Actualmente existe un debate sobre los puntos de corte para describir el estatus de vitamina D. El Instituto de Medicina considera que los niveles de 25(OH)D por debajo de 50 nmol/L (<20 ng/ml) son insuficientes (9). Sin embargo, diversos investigadores consideran que el estatus de vitamina D es inadecuado o insuficiente cuando los niveles están por debajo de 75 nmol/L (30 ng/mL) (10). Para el presente análisis, los puntos de corte utilizados fueron: <30 nmol/L (12 ng/mL); <50 nmol/L (<20 ng/mL) y <75 nmol/L (30 ng/mL). Se crearon cuadros por grupos de edad con los datos sobre la deficiencia de vitamina D para cada continente. En dichos cuadros se especifica si algún estudio utilizó puntos de corte distintos.

Resultados

El Cuadro 1 muestra la prevalencia de niveles bajos de vitamina D por grupos de edad en América. Se encontró un total de 31 estudios; 3 en infantes, 5 en niños, 5 en adolescentes, 7 en adultos, 2 en mujeres embarazadas o lactantes y 9 en personas de edad avanzada. En América se encontró una alta prevalencia de bajos niveles de vitamina D en la mayoría de los países y grupos de edad, particularmente en mujeres adultas y adolescentes.

En el Cuadro 2 se muestra la prevalencia de niveles bajos de vitamina D por grupos de edad en Europa. Se encontró un total de 30 estudios; 1 en infantes, 2 en niños, 2 en adolescentes, 9 en adultos, 6 en mujeres embarazadas o lactantes y 10 en personas de edad avanzada. En Europa también se observó una alta prevalencia de bajos niveles de vitamina D, particularmente en infantes, niños y en personas de edad avanzada.

La prevalencia del bajo estatus de vitamina D por grupos de edad en África se muestra en el Cuadro 3. Se encontró un total de 6 estudios; 1 en infantes, 1 en niños, 2 en

Cuadro 1. Prevalencia de bajos niveles de vitamina D por grupos de edad en América.

Grupo de edad	País (Latitud)	Edad	Sexo	n	Estación del año	25(OH)D Promedio (ng/ml)	% <30 nmol/l (<12 ng/ml)	% <50 nmol/l (<20 ng/ml)	% <75 nmol/l (<30 ng/ml)
Infantes	Alaska (11) (58 – 71° N)	6 – 22 m	H/M	133*		30.0		11% [<15 ng/ml]	31% [<25 ng/ml]
	Argentina, Patagonia (12) (41.8° S)	6 – 23 m	H/M	NE*			3%	24%	64%
	Estados Unidos (13) (40° N)	0 m		400*	TA	Piel blanca: 27.0 Piel oscura: 15.6		Piel oscura: 46% [<15 ng/ml] Piel blanca: 10% [<15 ng/ml]	Piel oscura: 47% Piel blanca: 56%
Niños	Canadá, Alberta (14) (51° N)	2 – 13	H/M	1,862* H: 1,092 M: 770	Varios	34.5±14	2% [<10 ng/ml]		39%
	Colombia, Bogotá (15) (4° N)	5 – 12	H/M	479† H: 229 M: 250		29.3±7.9 H: 30.4±8.4 M: 28.4±7.3		10%	57%
	México (16) (19° N)	2 – 12	H/M	1,025† H: 507 M: 518		37.9±18.8 2 – 5y: 31.4 6 – 12y: 42.4		2 – 5 y: 25% 6 – 12y: 10%	2 – 5 y: 55% 6 – 12y: 28%
	Puerto Rico (17) (18.3° N)	< 18	H/M	87*	I – P	27.7±11.3		24%	68%
	Estados Unidos (18) (~40.4° N)	6 – 11	H/M	2,734†		H: 26.2 M: 24.8	1% [<10 ng/ml]	16%	
Adolescentes	Brasil (19) (25 – 30° S)	7 – 18	M	234*	TA	21.3±6.8 P/V: 21.4±6.7 O/I: 21.3±6.9		36%	91%
	Canadá (20) (43° & 52° N)	12 – 19	H/M	NE†	I/V	I 23.4 V 29.5	I 12% Piel blanca: TA 4% Piel oscura: TA 18%; I 32%	TA 26%; I 34%; V 21% Piel blanca: TA 19%; I 25%; V 16% Piel oscura: TA 50%; I 60%; V 40%	
	México (21) (19° N)	13 – 19	H/M	513†		H: 40.7 M: 42.0	13 – 15y: 0.2% [<8 ng/ml] 16 – 19y: 0.3% [<8 ng/ml]	H: 8% M: 9% 13 – 15y: 8% 16 – 19y: 9%	H: 34% M: 28% 13 – 15y: 32% 16 – 19y: 30%
	Puerto Rico (17) (18.3° N)	< 18	H/M	87*	I – P	27.7±11.3		24%	68%
	Estados Unidos (18) (~40.4° N)	12 – 19	H/M	6,141†		12 – 15y H: 23.3 M: 21.2 16 – 19y H: 22.3 M: 21.7	12 – 15y: 3% [<10 ng/ml] 16 – 19y: 6% [<10 ng/ml]	12 – 15y: 31% 16 – 19y: 33%	
Adultos	Brasil, São Paulo (22) (23.5° S)	18 – 90	H/M	603* H: 118 M: 485	I	21.4		77%	
	Canadá (23) (56.8° N)	> 35	H/M	1,912† H: 577 M: 1,335	TA	28.2	2%	20% H: I 31%; P 34%; V 6% M: O 26%; I 26%; P 23%; V 9%	59% H: 58%; M: 61% 35–50y: 50% 51–70y: 66%
	Chile, Santiago (24) (33° S)	30 – 65	M	90*	I/V	Pre menop. 24.5±7.8 Post menop. 19.5±9.9	Pre menop. 0% [<9 ng/ml] 13% [<15 ng/ml] Post menop. 12% [<9 ng/ml] 40% [<15 ng/ml]	Pre menop. 27% Post menop. 60%	

† Muestra representativa; * Datos de estudios individuales.

Abreviaturas: H (hombres); M (mujeres); I (invierno); P (primavera); V (verano); O (otoño); TA (todo el año); m (meses); NE (no especificado).

Cuadro 1. Prevalencia de bajos niveles de vitamina D por grupos de edad en América. (cont.)

Grupo de edad	País (Latitud)	Edad	Sexo	n	Estación del año	25(OH)D Promedio (ng/ml)	% <30 nmol/l (<12 ng/ml)	% <50 nmol/l (<20 ng/ml)	% <75 nmol/l (<30 ng/ml)
Adultos	Hawaii (25) (21° N)	>18 Media: 24	H/M	93* H: 63 M: 30	I	31.6 Blancos 37.1 Multiétnico 28.9 Asiáticos 24.7			51%
	México (21) (19° N)	> 20	H/M	964†		H: 39.2 M: 38.9	H: 0.2% [<8 ng/ml] M: 2% [<8 ng/ml]	H: 10% M: 10%	H: 28% M: 32%
	Puerto Rico (17) (18.3° N)	18 – 59	H/M	2,293*	I – P	18 – 39y: 25.3±10.5 40 – 59y: 26.5±12.7		18 – 39y: 32% 40 – 59y: 28%	18 – 39y: 77% 40 – 59y: 72%
	Estados Unidos (18) (~40.4° N)	20 – 50	H/M	7,375†		20 – 30y H: 21.3 M: 21.7 31 – 50y H: 22.3 M: 21.1	20 – 50y 6% [<10 ng/ml]	20 – 30y: 37% 31 – 50y: 34%	
Embarazadas o lactantes	Canadá, Vancouver (26) (49° N)	20 – 35	M	336*	TA	26.8		24%	65%
	Estados Unidos (27) (~40° N)	13 – 44	M	928†		26.0 13 – 19y: 22.8 20 – 34y: 25.6 35 – 44y: 28.4		33% 13 – 19y: 51% 20 – 34y: 34% 35 – 44y: 20%	69% 13 – 19y: 74% 20 – 34y: 70% 35 – 44y: 65%V
Ancianos	Argentina (28) (7 ciudades) (26 – 55° S)	> 65	H/M	351* H: 117 M: 234	I/P	Norte 20.7±7.4 Centro 17.9±8.2 Sur 14.2±5.6	Norte: 2% [<10 ng/ml] Centro: 11% [<10 ng/ml] Sur: 14% [<10 ng/ml]	Norte: 52% Centro: 64% Sur: 87%	
	Brasil, São Paulo (29) (23° S)	> 65 Media: 79	H/M	250† H: 77 M: 173	TA	19.8±11.4	15% [<10 ng/ml] V 13%; O 9%; I 18%; P 19%	57% V 33%; O 38%; I 66%, P 70%	
	Canadá (20) (43° & 52° N)	60 – 79	H/M	NE†	TA	Suplementados I 33.6; V 31.2 No suplement. I 25.1; V 25.6	Piel blanca TA 2%; I 3%	TA 19%; I 14%; V 21% Piel blanca: TA 17%; I 14%; V 19% Piel oscura: TA 34%; V 43%	
	Chile, Santiago (30) (33.5° S)	55 – 85	M	555*	TA	16.8±6.8		48% [<17 ng/ml]	
	Guatemala, Quetzaltenango (31) (14° N)	> 60 Media: 69	H/M	108* H: 54 M: 54		21.4 H: 23.3 M: 19.4		46%	96%
	Hawaii (32) (21° N)	Media 74	M	495†		31.9	0%	8%	44%
	Puerto Rico (17) (18.3° N)	> 60	H/M	1,671*	I – P	28.8±11.7		20%	63%
	Tobago (33) (11° N)	> 65 Media: 72	H	424†		35.1±8.9		3%	24%
Estados Unidos (18) (~40.4° N)	51 – 70+	H/M	5,852†		51 – 70y H: 22.4; M: 21 >70y H: 22.1; M: 21.3	51 – 70y 5% [<10 ng/ml] >70y 4% [<10 ng/ml]	51 – 70+: 34%		

† Muestra representativa; * Datos de estudios individuales.

Abreviaturas: H (hombres); M (mujeres); I (invierno); P (primavera); V (verano); O (otoño); TA (todo el año); m (meses); NE (no especificado).

Cuadro 2. Prevalencia de bajos niveles de vitamina D por grupos de edad en Europa.

Grupo de edad	País (Latitud)	Edad	Sexo	n	Estación del año	25(OH)D Promedio (ng/ml)	% <30 nmol/l (<12 ng/ml)	% <50 nmol/l (<20 ng/ml)	% <75 nmol/l (<30 ng/ml)
Infantes	Alemania (34) (54 – 47° N)	0 m		328*	TA	13.7 (mediana) V: 24.6 I: 6.5		69% I: 94% V: 35%	
Niños	Bélgica, Aalter (35) (51° N)	4 – 11	H/M	357† H: 184 M: 173	I/P	18.9±5.8	5% [<10 ng/ml]	58%	98%
	Gran Bretaña (36) (50 – 59° N)	4 – 18	H/M	1,102† H: 570 M: 532	TA	24.4±10.8 I - P: 20.5 V - O: 28.5		35% Piel blanca: 30% Piel oscura: 85% I - P: 53% V - O: 20%	
Adolescentes	9 Países Europeos ^a (37)	12 – 18	H/M	1,006† H: 470 M: 536		23.6	15% [<11 ng/ml]	42%	81%
	Irlanda (38) (54 – 55° N)	12 – 15	H/M	1,015† H: 505 M: 510	V/I	25.8 I: 22.7 V: 31.3	3% [<10 ng/ml]	36% I: 46% (H 38; M 55) V: 17%	
Adultos	Dinamarca (39) (56° N)	30 – 60	H/M	6,146†	TA	19.2 (mediana)	14% [<10 ng/ml]	52%	
	Estonia (40) (59° N)	25 – 70	H/M	367† H: 167 M: 200	I/V	I: 17.5±6.0 V: 23.8±7.2	I: 8% [<10 ng/ml] V: 1% [<10 ng/ml]	I: 73% V: 29%	
	Finlandia (41) (62.4° N)	53 – 73	H/M	1,136† H: 552 M: 584	I/V	17.5 H: 16.9; M: 18 I 12.9; V 26.0	15% [<10 ng/ml]	65%	
	Alemania (42) (51° N)	18 – 79	H/M	4,030† H: 1,763 M: 2,267	TA	H: 18.1 M: 17.9	H: 16%; M: 17% V/O [<10 ng/ml] H: 10%; M: 12% I/P [<10 ng/ml]	H: 21%; M: 22% H: 57%; M: 58% V/O H: 45%; M: 55% I/P H: 68%; M: 61%	
	Gran Bretaña (43) (53.8° N)	45	H/M	7,437† H: 3,725 M: 3,712	TA	I/P 16.5 V/O 24.2	I/P 16% [<10 ng/ml] V/O 3% [<10 ng/ml]	I/P 47% [<16 ng/ml] V/O 15% [<16 ng/ml]	I/P 87% V/O 61%
	Noruega (44) (60° N)	< 65	H/M	2,460† H: 1,118 M: 1,342		23.6±9.3		40%	77%
	Escocia (45) (55 – 59° N)	21 – 82	H/M	2,235* H: 1,247 M: 988	TA	14.4±8.9 I: 10.8±6.6 V: 20.8±10.5	35% [<10 ng/ml] I: 50% [<10 ng/ml] V: 14% [<10 ng/ml]	78% I: 91% V: 50%	
	España (46) (40.7° N)	20 – 83	H/M	1,262† H: 543 M: 719		22.5		34% Norte: 31% Sur: 35%	
	Suiza (47) (45° N)	Media: 49	H/M	1,309† H: 637 M: 672	TA	23.1		38% H: 41% M: 36%	75% H: 80% M: 70%
Embarazadas o lactantes	Bélgica (48) (50.8° N)	15 – 45	M	1,311†	TA	21.2 1er trimestre 20.4 3er trimestre 22.7	12% [<10 ng/ml]	45%	74%
	Inglaterra (49) (50.9° N)	26 – 32	M	2,047†		25.5 (mediana)	4% [<11 ng/ml]	31%	67%
	Alemania (34) (54 – 47° N)	31 – 40	M	261*	TA	10.0 (mediana) V: 20.2 I: 4.7		77% I 98% V 49%	
	Países Bajos, Amsterdam (50) (52.4° N)	Media: 31	M	4,236†	I/V	22.8±12.3 I: 19.5±11.0 V: 27.2±12.6	23% I: 30% V: 13%	44% I: 56% V: 28%	

† Muestra representativa; * Datos de estudios individuales.

a. Italia, Grecia, Austria, España, Suecia, Hungría, Francia, Bélgica, Alemania.

Abreviaturas: H (hombres); M (mujeres); I (invierno); P (primavera); V (verano); O (otoño); TA (todo el año); m (meses); NE (no especificado).

Cuadro 2. Prevalencia de bajos niveles de vitamina D por grupos de edad en Europa. (cont.)

Grupo de edad	País (Latitud)	Edad	Sexo	n	Estación del año	25(OH)D Promedio (ng/ml)	% <30 nmol/l (<12 ng/ml)	% <50 nmol/l (<20 ng/ml)	% <75 nmol/l (<30 ng/ml)
Embarazadas o lactantes	Reino Unido, Southampton (51) (50.9° N)	20 – 34	M	977†	I/V	24.8 (mediana)		35%	63%
	España (52) (39 - 43° N)		M	1,820†		29.6 (mediana)		20%	52%
Ancianos	Bélgica (53) (50.8° N)	65 – 101 Media: 84	H/M	589* H: 141 M: 448	O	15.6		77%	94%
	Inglaterra (54) (50.9° N)	> 75	H/M	2,070† H: 1,120 M: 950	TA		10% [<10 ng/ml]	52%	
	Finlandia (55) (62.4° N)	53 – 73	H/M	1,756† H: 850 M: 906		17.4±7.1 H: 16.8 M: 17.9	15% [<10 ng/ml]	66%	
	Alemania (56) (51° N)	46 – 105	H/M	1,578* H: 447 M: 1,131	TA	10.2 < 60y: 13.8 > 90y: 8.6	67%	89%	96%
	Hungría (57) (47.3° N)	51 – 81 Media: 60	H	206*	TA	29.2			53% P: 64% V: 40% O: 62% I: 67%
	Italia (58) (44.3° N)	65 – 102	H/M	976†		H: 23.2 M: 17.3	H: 14% [<10 ng/ml] M: 29% [<10 ng/ml]	H: 51% M: 75%	
	Países Bajos, Amsterdam (59) (52.4° N)	65 – 88	H/M	1,286† H: 629 M: 657		21.4±9.7	11% [<10 ng/ml]	48%	82%
	Polonia (60) (51.4° N)	60 – 90	M	274†	I	13.5	35% [<10 ng/ml]	83%	96%
	España (61) (40.7° N)	64 – 93	H/M	237† H: 111 M: 126		17.2±7.6			86% [<25 ng/ml]
	Suecia (62) (56° N)	75	M	986†		38.0±12.0		4%	26%

† Muestra representativa; * Datos de estudios individuales.

a. Italia, Grecia, Austria, España, Suecia, Hungría, Francia, Bélgica, Alemania.

Abreviaturas: H (hombres); M (mujeres); I (invierno); P (primavera); V (verano); O (otoño); TA (todo el año); m (meses); NE (no especificado).

Cuadro 3. Prevalencia de bajos niveles de vitamina D por grupos de edad en África.

Grupo de edad	País (Latitud)	Edad	Sexo	n	Estación del año	25(OH)D Promedio (ng/ml)	% <30 nmol/l (<12 ng/ml)	% <50 nmol/l (<20 ng/ml)	% <75 nmol/l (<30 ng/ml)
Infantes	Tanzania (63) (2 – 4° S)	0 m		82*		31.7±10.6		9%	56% [<32 ng/ml]
Niños	South África, Johannesburgo (64) (26° S)	10	H/M	385† H: 198 M: 187	TA	MO: 34.5±12.5 MB: 44.9±13.9 HO: 40.1±13.8 HB: 51.7±14.9		7% Piel oscura: 8% Piel blanca: 1%	26% Piel oscura: 30% Piel blanca: 13%
Adultos	Nigeria, Gombe (65) (10.3° N)	18 – 72 Media: 52	H/M	51*		H: 31.9±1.6 M: 23.7±1.4		H: 5% M: 34%	H: 45% M: 83%
	Tanzania (63) (2 – 4° S)	Media: 33	H/M	88*		42.8±11.4		1%	22% [<32 ng/ml]
Embarazadas o lactantes	Tanzania (63) (2 – 4° S)	Media: 26	M	139*		55.5±14.0		1%	2% [<32 ng/ml]
Ancianos	Marruecos, Rabat (66) (32.8° N)	50 – 79	M	178*		15.8±11.6	52% [<10 ng/ml]		85%

† Muestra representativa; * Datos de estudios individuales.

Abreviaturas: H (hombres); M (mujeres); I (invierno); P (primavera); V (verano); O (otoño); TA (todo el año); m (meses); NE (no especificado); MO (mujeres de piel oscura); MB (mujeres de piel blanca); HO (hombres de piel oscura); HB (hombres de piel blanca).

Cuadro 4. Prevalencia de bajos niveles de vitamina D por grupos de edad en Asia.

Grupo de edad	País (Latitud)	Edad	Sexo	n	Estación del año	25(OH)D Promedio (ng/ml)	% <30 nmol/l (<12 ng/ml)	% <50 nmol/l (<20 ng/ml)	% <75 nmol/l (<30 ng/ml)	
Infantes	China, Hangzhou (67) (30° N)	0 – 12 m	H/M	2,116* H: 1221 M: 895	TA	39.5±18.9 H: 39.5±18.8 M: 39.7±18.9	0.4% [<10 ng/ml] H: 0.4% [<10 ng/ml] M: 0.3% [<10 ng/ml]	5% H: 5% M: 6%	34% H: 34% M: 33%	
	India, Delhi (68) (29° N)	0 m		342*	V/I	8.9±4.2	16% [<5 ng/ml] 61% [<10 ng/ml]	99%		
	Irán, Teherán (69) (33.7° N)	0 m		552*	I	7.3±4.6	86% [<10 ng/ml]	93% [<14 ng/ml]		
	Kuwait (70) (29.3° N)	0 m		214*	Varios	8.2	66% [<10 ng/ml]	96%		
	Pakistán, Karachi (71) (24° N)	0 m	H/M	75*		Pre término 21.9±9.7 Término 15.8±9.6	33% [<10 ng/ml] H: 24% [<10 ng/ml] M: 46% [<10 ng/ml]	71%	88%	
	Turquía, Izmir (72) (38.3° N)	0 m	H/M	258*	P	11.5±6.8	12% [<5 ng/ml] 51% [<10 ng/ml]	90%	98%	
	Niños	Afganistán, Kabul (73) (34.5° N)	≤ 5	H/M	107*	I	5.0 (mediana)	73% [<8 ng/ml]	95% [<15 ng/ml]	
China, Hangzhou (67) (30° N)		2 – 5	H/M	2,269* H: 1,454 M: 815	TA	27.9±12.2 H: 28.2±12.6 M: 27.3±11.5	1% [<10 ng/ml]	22% H: 21% M: 24%	69% H: 68% M: 70%	
China, Hangzhou (67) (30° N)		6 – 11	H/M	1,440* H: 1,019 M: 421	TA	22.5±8 H: 22.5±7.5 M: 22.5±9.1	2% [<10 ng/ml] H: 2% [<10 ng/ml] M: 3% [<10 ng/ml]	40% H: 39% M: 44%	88% H: 89% M: 87%	
Irán (74) (33.7° N)		1 – 2	H/M	7,112†	P	24.6±12.6	3% [<10 ng/ml]	36%	80%	
Israel (75) (31° N)		0 – 19	H/M	NE†	TA	H: 24.0±10.1 M: 20.2±10.5	H: 6% [<10 ng/ml] M: 19% [<10 ng/ml]	H: 38% M: 53%	H: 76% M: 84%	
Jordán, Irbid (76) (32° N)		≤ 3	H/M	275* H: 164 M: 111			17% [<15 ng/ml]	28%		
Malasia (77), Kuala Lumpur (3.2° N)		7 – 12	H/M	402* H: 180 M: 222			35% [<15 ng/ml]	72% H: 28% M: 41%	H: 66% M: 78%	
Qatar (78) (25.3° N)		≤ 10	H/M	195†		Deficiente 13.4±8.9 Normal 27.5±8.3		38%		
Adolescentes		China, Sureste (67) (30° N)	12 – 16	H/M	183* H: 135 M: 48	TA	20.9±6.8 H: 21.4±6.8 M: 19.2±6.7	3% [<10 ng/ml] H: 2% [<10 ng/ml] M: 6% [<10 ng/ml]	46% H: 44% M: 52%	90% H: 88% M: 94%
		India, Delhi (79) (28.4° N)	6 – 18	M	3,127*		13.9±7.0	12%	91%	
	Irán, Teherán (80) (35.7° N)	7 – 18	H/M	963† H: 424 M: 539	I	H: 46.5±21.6 M: 24.2±18.5	7% [<8 ng/ml] H: 1% [<8 ng/ml] M: 11% [<8 ng/ml]	35% H: 11% M: 54%	54% [<32 ng/ml] H: 26 [<32 ng/ml] M: 77% [<32 ng/ml]	
	Corea (81) (33 - 38° N)	10 – 19	H/M	1,004† H: 543 M: 461		H: 19.2 M: 17.5		H: 57% M: 68%		
	Qatar (78) (25.3° N)	11 – 16	H/M	263†		Deficiente 13.4±8.9 Normal 27.5±8.3		62%		

† Muestra representativa; * Datos de estudios individuales.

Abreviaturas: H (hombres); M (mujeres); I (invierno); P (primavera); V (verano); O (otoño); TA (todo el año); m (meses); NE (no especificado).

Cuadro 4. Prevalencia de bajos niveles de vitamina D por grupos de edad en Asia. (cont. 1)

Grupo de edad	País (Latitud)	Edad	Sexo	n	Estación del año	25(OH)D Promedio (ng/ml)	% <30 nmol/l (<12 ng/ml)	% <50 nmol/l (<20 ng/ml)	% <75 nmol/l (<30 ng/ml)
Adolescentes	Arabia Saudí, Yeda (82) (21.5° N)	12 – 15	M	433*	O – P		81% [<10 ng/ml]		
	Emiratos Árabes (83) (24° N)	15 – 18	H/M	315* H: 150 M: 165	V	23.8	20% [<15 ng/ml] M: 32% [<15 ng/ml] H: 8% [<15 ng/ml]	45%	
Adultos	Bangladesh (84) (20 – 26° N)	22 – 50	M	121*	V	Sin velo 12.1±9.0 Con velo 12.4±4.4	36% [<10 ng/ml] 39% [<10 ng/ml] 30% [<10 ng/ml]	80% [<16 ng/ml] 78% [<16 ng/ml] 83% [<16 ng/ml]	
	India (85) (21.8° N)	18 – 75	H/M	441* H: 237 M: 204		H: 17.5±7.6 M: 16.1±7.2		66%	97% [<40 ng/ml]
	Irán, Isfahán (86) (37° N)	20 – 80	H/M	1,111* H: 243 M: 868	TA	H: 21.0 M: 18.0 P 21.0; V 18.0; O 19.0; I 17.0		51%	
	Israel (75) (31° N)	20 – 59	H/M	NE†	TA	20 – 29y H 23.1; M 20.9 30 – 39y H 22.4; M 19.6 40 – 49y H 20.9; M 18.3 50 – 59y H 21.4; M 20.1	20 – 29y H 9%; M 19% 30 – 39y H 9%; M 23% 40 – 49y H 12%; M 23% 50 – 59y H 11%; M 15%	20 – 29y H 41%; M 51% 30 – 39y H 43%; M 56% 40 – 49y H 50%; M 60% 50 – 59y H 47%; M 53%	20 – 29y H 77%; M 79% 30 – 39y H 81%; M 83% 40 – 49y H 84%; M 89% 50 – 59y H 84%; M 86%
	Jordán (87) (29 – 32° N)	> 18 18 – 60+	H/M	5,640† H: 1,607 M: 4,033	V – O	H: 73.3±29.3 M: 39.8±20.7		H: 2% M: 14%	H: 5%; M: 37% Norte 24% Centro 35% Sur 27%
	Corea (88) (38.3° N)	> 19	H/M	12,263† H: 5,410 M: 6,926	TA	17.8	8% [<10 ng/ml]	62%	
	Malasia, Kuala Lumpur (89) (3.2° N)	> 35 Media: 48	H/M	380* H: 158 M: 222		17.8±7.5 H: 22.5±7.6 M: 14.5±5.4		70% H: 41% M: 87%	
	Pakistán, Karachi (90) (24° N)	30 – 80	H/M	300* H: 194 M: 106		18.8 (mediana) H: 19.0 M: 18.2		58% H: 55% M: 62%	84% H: 86% M: 82%
	Sri Lanka (91) (7° N)	30 – 60	H/M	196† H: 85 M: 111		21.7 H: 25.2 M: 19.0	H: 0% [<10 ng/ml] M: 6% [<10 ng/ml]	H: 34% M: 59%	
	Tailandia (92) (5 – 20° N)	15 – 98 Media: 40	H/M	2,641†		31.8±0.3 H: 34.4±0.4 M: 29.2±0.3		6% H: 2% M: 9%	45% H: 33% M: 57%
Vietnam, Ho Chi Minh (93) (10° N)	18 – 87	H/M	637† H: 205 M: 432		H: 36.8±10.2 M: 30.1±5.9		H: 1% M: 3%	H: 20% M: 46%	
Embarazadas o lactantes	China, Shanghai (94) (31.2° N)		M	1,695*				69%	91% [<32 ng/ml]
	India, Delhi (68) (29° N)	19 – 30	M	541*	V/I	9.3±4.9	18% [<5 ng/ml] 60% [<10 ng/ml]	96%	
	Irán (69) (33.7° N)		M	552*	I	11.1±8.7		67% [<14 ng/ml]	

† Muestra representativa; * Datos de estudios individuales.

Abreviaturas: H (hombres); M (mujeres); I (invierno); P (primavera); V (verano); O (otoño); TA (todo el año); m (meses); NE (no especificado).

Cuadro 4. Prevalencia de bajos niveles de vitamina D por grupos de edad en Asia. (cont. 2)

Grupo de edad	País (Latitud)	Edad	Sexo	n	Estación del año	25(OH)D Promedio (ng/ml)	% <30 nmol/l (<12 ng/ml)	% <50 nmol/l (<20 ng/ml)	% <75 nmol/l (<30 ng/ml)
Embarazadas o lactantes	Kuwait (70) (29.3° N)	26 – 29	M	214*		14.6 Hospital Semi-urbano 13.3 Urbano 17.6	Hospital Semi-urbano 41% [<10 ng/ml] Urbano 38% [<10 ng/ml]	Hospital Semi-urbano 83% Urbano 70%	
	Pakistán, Karachi (71) (24° N)	Media: 26±6.5	M	75*		Pretérmino 16.9±7.8 Término 13.2±6.7	45% [<10 ng/ml]	72%	89%
	Turquía, Izmir (72) (38.3° N)	17 – 42	M	258*	P	11.5±5.4	10% [<5 ng/ml] 50% [<10 ng/ml]	90%	100%
	Vietnam, Hanoi & Hai Duong (95) (~21° N)	15 – 49	M	541†		32.5		7%	48%
Ancianos	China, Shanghai (96) (31° N)	20 – 89	H/M	2,588* H: 649 M: 1,939		20.9 H: 22.8; M: 20.1	4% [<10 ng/ml] H: 2% [<10 ng/ml] M: 4% [<10 ng/ml]	36% H: 30% M: 46%	H: 84% M: 89%
	India, Delhi (97) (28.4° N)	> 50	H/M	1,346* H: 643 M: 703		9.8±7.6 H: 9.8±6.8 M: 9.8±8.3	62%	91%	98%
	Irán, Guilan (98) (37.3° N)	> 50	M	646†		Urbano 18.5±13.5 Rural 22.9±13.8			Urbano: 85% Rural: 80%
	Israel (75) (31° N)	60 – 80+	H/M	NE†	TA	60 – 69y H 22.0; M 21.4 70 – 79y H 22.4; M 20.8 > 80y H 21.0; M 19.8	60 – 69y H 9%; M 12% 70 – 79y H 9%; M 13% > 80y H 14%; M 18%	60 – 69y H 44%; M 47% 70 – 79y H 43%; M 49% > 80y H 49%; M 54%	60 – 69y H 82%; M 83% 70 – 79y H 80%; M 84% > 80y H 82%; M 86%
	Japón, Tokyo (99) (35.7° N)	≥ 65	H/M	2,957* H: 950 M: 2,007	O	H: 28.5±5.0 M: 24.2±4.9	H: 5% M: 18%		
	Jordán (87) (29–32° N)	> 60	H/M	552† H: 216 M: 336	V/O	M: 41.9±22.7 H: 67.3±29.4		H: 4% M: 12%	H: 8% M: 36%
	Corea, Ansan (100) (37.3° N)	65 – 88	H/M	484† H: 216 M: 268		H: 15.9 (mediana) M: 11.8 (mediana)		H: 69% M: 87%	90%
	Malasia, Kuala Lumpur (101) (3.2° N)	50 – 65	M	276*		Malayos: 17.8±4.2 Chinos: 27.6±6.3	Malayos: 2% [<10 ng/ml] Chinos: 0% [<10 ng/ml]	Malayos: 73% Chinos: 12%	
	Turquía, Ankara (102) (40° N)	> 65	H/M	420* H: 111 M: 309	O – I		33% [<15 ng/ml] M: 41% [<15 ng/ml] H: 15 [<15 ng/ml]		

† Muestra representativa; * Datos de estudios individuales.

Abreviaturas: H (hombres); M (mujeres); I (invierno); P (primavera); V (verano); O (otoño); TA (todo el año); m (meses); NE (no especificado).

Cuadro 5. Prevalencia de bajos niveles de vitamina D por grupos de edad en Oceanía.

Grupo de edad	País (Latitud)	Edad	Sexo	n	Estación del año	25(OH)D Promedio (ng/ml)	% <30 nmol/l (<12 ng/ml)	% <50 nmol/l (<20 ng/ml)	% <75 nmol/l (<30 ng/ml)
Infantes	Australia, Sur (103) (33.9° S)	0 m	H/M	901†	TA	24.0	11% [<10 ng/ml]	40%	
Niños	Nueva Zelanda (104) (35 – 46° S)	5 – 14	H/M	1,585† H: 801 M: 784	I/V	20.0 H: 20.8 M: 18.8	4% [<7 ng/ml] H: 3% [<7 ng/ml] M: 4% [<7 ng/ml]	31% [<15 ng/ml] H: 27% [<15 ng/ml] M: 36% [<15 ng/ml]	
Adolescentes	Nueva Zelanda (105) (35 – 47° S)	15 – 18	H/M	128† H: 65 M: 63	TA	H: 19.6 M: 22.0	H: 1% [<7 ng/ml] M: 2% [<7 ng/ml]	H: 55% M: 39%	H: 84% [<32 ng/ml] M: 78% [<32 ng/ml]
Adultos	Australia (106) (< 30°– 35° S)	> 25 Media: 47 – 49	H/M	11,218† H: 5,040 M: 6,178	TA	25.2±10.2 H: 27.1 M: 23.2	4% (H: 3; M: 6) V/O: H 27; M 42 I/P: H 35; M 58	31% (H: 22 ; M: 39)	73% (H: 67; M: 78)
	Fiji (107) (18.2° S)	15 – 44	M	511†	I	30.4	3% Rural 2% Urbano 5%	11%	56%
	Nueva Zelanda (105) (35 – 47° S)	19 – 64	H/M	2,346† H: 1,071 M: 1,275	TA	19 – 24y: H 19.2; M 19.6 25 – 44y: H 20.8; M 19.6 45 – 64y: H 20.8; M 18.0	19 – 24y: H 0%; M 3% [<7 ng/ml] 25 – 44y: H 2%; M 2% [<7 ng/ml] 45 – 64y: H 1%; M 6% [<7 ng/ml]	19 – 24y: H 54%; M 52% 25 – 44y: H 42%; M 51% 45 – 64y: H 45%; M 52%	19 – 24y: H 89%; M 92% [<32 ng/ml] 25 – 44y: H 81%; M 82% [<32 ng/ml] 45 – 64y: H 83%; M 88% [<32 ng/ml]
Embarazadas o lactantes	Australia, Sur (103) (33.9° S)	27 – 30	M	971†	TA	20.8	15% [<10 ng/ml] Fototipoa I: 15%; II: 12%; III: 10%; IV: 14%; V: 24%; VI: 39%	48%	
Ancianos	Australia (108) (32 – 38° S)	Media: 84	M	1,619*		Cuidado de bajo nivel: 15.9 Cuidado de alto nivel: 12.6	Cuidado de bajo nivel: 22% [<10 ng/ml] Cuidado de alto nivel: 45% [<10 ng/ml]		
	Nueva Zelanda (105) (35 – 47° S)	> 65	H/M	472† H: 206 M: 266	TA	H: 22.0 M: 17.2	H: 3% [<7 ng/ml] M: 6% [<7 ng/ml]	H: 41% M: 58%	H: 76% [<32 ng/ml] M: 91% [<32 ng/ml]

† Muestra representativa; * Datos de estudios individuales.

a. Fototipo: I (piel pálida – casi siempre se queman sin broncearse); II (piel blanca – sensible y delicada, apenas se broncean); III (cabello castaño y pieles intermedias – se enrojecen primero y luego se broncean); IV (pieles oscuras – se broncean con rapidez al exponerse al sol); V (piel morena); VI (piel típica de personas afro-descendientes).

Abreviaturas: H (hombres); M (mujeres); I (invierno); P (primavera); V (verano); O (otoño); TA (todo el año); m (meses); NE (no especificado).

adultos, 1 en mujeres embarazadas o lactantes y 1 en edad avanzada. En los pocos estudios encontrados en este continente, la mayor prevalencia del bajo estatus de vitamina D se observó en mujeres adultas y en mujeres de edad avanzada.

En el caso de Asia, se encontró un total de 48 estudios; 6 en infantes, 8 en niños, 7 en adolescentes, 11 en adultos, 7 en mujeres embarazadas o lactantes y 9 en personas de edad avanzada (Cuadro 4). En la mayoría de los países en esta región, se observó una alta prevalencia de niveles bajos de vitamina D, especialmente en mujeres.

En el Cuadro 5 se muestra la prevalencia de niveles bajos de vitamina D por grupos de edad en Oceanía. Se encontró un total de 9 estudios; 1 en infantes, 1 en niños, 1 en adolescentes, 3 en adultos, 1 en mujeres embarazadas o lactantes y 2 en personas de edad avanzada. En los escasos estudios en este continente, se reportó una alta prevalencia de niveles bajos de vitamina D, donde las diferencias por sexo son menos marcadas.

Discusión

En este estudio se presenta una revisión actualizada del estatus de vitamina D a nivel global. En las regiones con información disponible, la prevalencia del bajo estatus de vitamina D representa un problema global de salud pública en todos los grupos de edad, incluso en países con exposición solar todo el año. Es importante recalcar que el problema es mayor en los países del Medio Oriente, particularmente en niñas y mujeres. Este reporte también resalta las regiones que carecen de datos o estudios para cada grupo poblacional. Existe una notable falta de datos en lactantes, niños y adolescentes, y en la mayoría de los países de América del Sur y África. Wahl y sus colaboradores (6) encontraron resultados similares en su revisión sistemática del estatus de vitamina D global, utilizando estudios transversales o de cohorte poblacional que incluyeran individuos seleccionados al azar de la población general en los diferentes países. En esta revisión, los autores incluyeron 200 estudios de 46 países y los dividieron en dos categorías de edad: niños y adolescentes (1-18 años) y adultos (>18 años). Sólo 21% de los estudios se consideró representativo; la mayoría de los estudios fueron realizados en Europa (48%) y América del Norte (27%). La información de estatus de vitamina D fue muy limitada para niños y adolescentes, particularmente de América Central, América del Sur (norte y centro) y la mayor parte de África y Australia. La alta prevalencia de los bajos niveles de vitamina D a nivel global pueden estar relacionados a diversos factores. En los países del Medio Oriente, Sur América y África, donde la mayoría de las personas son de piel oscura, la alta prevalencia de deficiencia de vitamina

D puede ser debido a una baja fotosíntesis de vitamina D en respuesta a la radiación solar causada por el alto contenido de melanina en la piel. En personas de edad avanzada, esta alta prevalencia de deficiencia de vitamina D puede estar relacionado a la disminución en la producción de vitamina D en la piel y en la conversión a su forma activa (baja hidroxilación de la vitamina D en los riñones). Otros factores incluyen un bajo consumo de vitamina D en la dieta y escasa exposición al sol. Otro factor importante a señalar que puede se ha asociado al problema mundial de bajo estatus de vitamina D es la alta prevalencia de obesidad a nivel global, lo que se ha explicado por una menor biodisponibilidad de esta vitamina liposoluble debido a su secuestro en el tejido adiposo (1, 109). La variación por estación del año aparenta ser un pequeño componente del problema mundial, pues se observó que en países con largos inviernos hay menor prevalencia de deficiencia de vitamina D que en países con largos periodos soleados, lo que puede estar relacionado a la fortificación de alimentos, consumo de pescados grasos y el uso de suplementos de vitamina D en esos países.

Hay algunas limitaciones que tomar en cuenta en esta revisión. Los datos sobre el estatus de vitamina D provienen de una variedad de métodos utilizados en los diferentes estudios. Actualmente se conoce que medir los niveles de vitamina D es complicado y que existen grandes variaciones entre los métodos y entre los laboratorios que usan un mismo método. Además, los datos representativos son escasos o inexistentes en muchos países, lo que impide evaluar con precisión el estatus de vitamina D en los diferentes grupos de edad a nivel global.

En conclusión, los datos disponibles indican que la deficiencia de vitamina D es un problema de salud pública global en todos los grupos de edad, particularmente en mujeres de países del Medio Oriente.

Referencias

1. Holick MF, Chen TC. Vitamin D deficiency: A worldwide problem with health consequences. *Am J Clin Nutr.* 2008 Apr;87(4):1080S-6S.
2. Pittas AG, Lau J, Hu FB, Dawson-Hughes B. The role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes. A systematic review and meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab.* 2007 Jun;92(6):2017-29.
3. Pittas AG, Chung M, Trikalinos T, Mitri J, Brendel M, Patel K, et al. Systematic review: Vitamin D and cardiometabolic outcomes. *Ann Intern Med.* 2010 Mar 2;152(5):307-14.
4. Muscogiuri G, Sorice GP, Prioletta A, Policola C, Della Casa S, Pontecorvi A, et al. 25-hydroxyvitamin

- D concentration correlates with insulin-sensitivity and BMI in obesity. *Obesity* (Silver Spring). 2010 Oct;18(10):1906-10.
5. Mithal A, Wahl DA, Bonjour JP, Burckhardt P, Dawson-Hughes B, Eisman JA, et al. Global vitamin D status and determinants of hypovitaminosis D. *Osteoporos Int*. 2009 Nov;20(11):1807-20.
 6. Wahl DA, Cooper C, Ebeling PR, Eggersdorfer M, Hilger J, Hoffmann K, et al. A global representation of vitamin D status in healthy populations. *Arch Osteoporos*. 2012 Dec;7(1-2):155-72.
 7. van Schoor NM, Lips P. Worldwide vitamin D status. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2011 Aug;25(4):671-80.
 8. Jones G. Pharmacokinetics of vitamin D toxicity. *Am J Clin Nutr*. 2008 Aug;88(2):582S-6S.
 9. Institute of Medicine (IOM). Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. Washington, DC: The National Academy Press; 2011.
 10. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: An endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011 Jul;96(7):1911-30.
 11. Gessner BD, Plotnik J, Muth PT. 25-hydroxyvitamin D levels among healthy children in alaska. *J Pediatr*. 2003 Oct;143(4):434-7.
 12. Duran P, Mangialavori G, Biglieri A, Kogan L, Abeya Gilardon E. Nutrition status in argentinean children 6 to 72 months old: Results from the national nutrition and health survey (ENNyS). *Arch Argent Pediatr*. 2009 Oct;107(5):397-404.
 13. Bodnar LM, Simhan HN, Powers RW, Frank MP, Cooperstein E, Roberts JM. High prevalence of vitamin D insufficiency in black and white pregnant women residing in the northern united states and their neonates. *J Nutr*. 2007 Feb;137(2):447-52.
 14. Stoian CA, Lyon M, Cox RG, Stephure DK, Mah JK. Vitamin D concentrations among healthy children in calgary, alberta. *Paediatr Child Health*. 2011 Feb;16(2):82-6.
 15. Gilbert-Diamond D, Baylin A, Mora-Plazas M, Marin C, Arsenault JE, Hughes MD, et al. Vitamin D deficiency and anthropometric indicators of adiposity in school-age children: A prospective study. *Am J Clin Nutr*. 2010 Dec;92(6):1446-51.
 16. Flores M, Macias N, Lozada A, Sanchez LM, Diaz E, Barquera S. Serum 25-hydroxyvitamin D levels among mexican children ages 2 y to 12 y: A national survey. *Nutrition*. 2013 May;29(5):802-4.
 17. Suarez-Martinez EB, Perez CM, Cruz SK, Khorsandi S, Chardon C, Ferder L. Importance of vitamin D and vitamin D levels status in puerto ricans. *J Health Care Poor Underserved*. 2013 Nov;24(4 Suppl):38-47.
 18. Ganji V, Zhang X, Tangpricha V. Serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and prevalence estimates of hypovitaminosis D in the U.S. population based on assay-adjusted data. *J Nutr*. 2012 Mar;142(3):498-507.
 19. Santos BR, Mascarenhas LP, Satler F, Boguszewski MC, Spritzer PM. Vitamin D deficiency in girls from south brazil: A cross-sectional study on prevalence and association with vitamin D receptor gene variants. *BMC Pediatr*. 2012 Jun 8;12:62,2431-12-62.
 20. Whiting SJ, Langlois KA, Vatanparast H, Greene-Finestone LS. The vitamin D status of canadians relative to the 2011 dietary reference intakes: An examination in children and adults with and without supplement use. *Am J Clin Nutr*. 2011 Jul;94(1):128-35.
 21. Flores M, Sánchez LM, Macías N, Lozada A, Díaz E, Barquera S. Concentraciones séricas de vitamina D en niños, adolescentes y adultos mexicanos: Resultados de la ENSANUT 2006. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública; 2011. Report No.: 1.
 22. Unger MD, Cuppari L, Titan SM, Magalhaes MC, Sasaki AL, dos Reis LM, et al. Vitamin D status in a sunny country: Where has the sun gone? *Clin Nutr*. 2010 Dec;29(6):784-8.
 23. Greene-Finestone LS, Berger C, de Groh M, Hanley DA, Hidiroglou N, Sarafin K, et al. 25-hydroxyvitamin D in canadian adults: Biological, environmental, and behavioral correlates. *Osteoporos Int*. 2011 May;22(5):1389-99.
 24. Gonzalez G, Alvarado JN, Rojas A, Navarrete C, Velasquez CG, Arteaga E. High prevalence of vitamin D deficiency in chilean healthy postmenopausal women with normal sun exposure: Additional evidence for a worldwide concern. *Menopause*. 2007 May-Jun;14(3 Pt 1):455-61.
 25. Binkley N, Novotny R, Krueger D, Kawahara T, Daida YG, Lensmeyer G, et al. Low vitamin D status despite abundant sun exposure. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007 Jun;92(6):2130-5.
 26. Li W, Green TJ, Innis SM, Barr SI, Whiting SJ, Shand A, et al. Suboptimal vitamin D levels in pregnant women despite supplement use. *Can J Public Health*. 2011 Jul-Aug;102(4):308-12.
 27. Ginde AA, Sullivan AF, Mansbach JM, Camargo CA, Jr. Vitamin D insufficiency in pregnant and nonpregnant women of childbearing age in the united states. *Am J Obstet Gynecol*. 2010 May;202(5):436.e1,436.e8.
 28. Oliveri B, Plantalech L, Bagur A, Wittich AC, Rovai G, Pusiol E, et al. High prevalence of vitamin D insufficiency in healthy elderly people living at home in argentina. *Eur J Clin Nutr*. 2004 Feb;58(2):337-42.
 29. Saraiva GL, Cendoroglo MS, Ramos LR, Araujo LM, Vieira JG, Kunii I, et al. Influence of ultraviolet radiation on the production of 25 hydroxyvitamin D in the elderly population in the city of sao paulo (23 degrees 34'S), brazil. *Osteoporos Int*. 2005 Dec;16(12):1649-54.
 30. Rodriguez PJA, Valdivia CG, Trincado MP. Vertebral fractures, osteoporosis and vitamin D levels in chilean postmenopausal women. *Rev Med Chil*. 2007 Jan;135(1):31-6.
 31. Sud SR, Montenegro-Bethancourt G, Bermudez OI,

- Heaney RP, Armas L, Solomons NW. Older mayan residents of the western highlands of guatemala lack sufficient levels of vitamin D. *Nutr Res.* 2010 Nov;30(11):739-46.
32. Pramyothin P, Techasurungkul S, Lin J, Wang H, Shah A, Ross PD, et al. Vitamin D status and falls, frailty, and fractures among postmenopausal japanese women living in hawaii. *Osteoporos Int.* 2009 Nov;20(11):1955-62.
33. Miljkovic I, Bodnar LM, Cauley JA, Bunker CH, Patrick AL, Wheeler VW, et al. Low prevalence of vitamin D deficiency in elderly afro-caribbean men. *Ethn Dis.* 2011 Winter;21(1):79-84.
34. Wuertz C, Gilbert P, Baier W, Kunz C. Cross-sectional study of factors that influence the 25-hydroxyvitamin D status in pregnant women and in cord blood in germany. *Br J Nutr.* 2013 May 23:1-8.
35. Sioen I, Mouratidou T, Kaufman JM, Bammann K, Michels N, Pigeot I, et al. Determinants of vitamin D status in young children: Results from the belgian arm of the IDEFICS (identification and prevention of dietary- and lifestyle-induced health effects in children and infants) study. *Public Health Nutr.* 2012 Jun;15(6):1093-9.
36. Absoud M, Cummins C, Lim MJ, Wassmer E, Shaw N. Prevalence and predictors of vitamin D insufficiency in children: A great britain population based study. *PLoS One.* 2011;6(7):e22179.
37. Gonzalez-Gross M, Valtuena 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 Mar;107(5):755-64.
38. Hill TR, Cotter AA, Mitchell S, Boreham CA, Dubitzky W, Murray L, et al. Vitamin D status and its determinants in adolescents from the northern ireland young hearts 2000 cohort. *Br J Nutr.* 2008 May;99(5):1061-7.
39. Thuesen B, Husemoen L, Fenger M, Jakobsen J, Schwarz P, Toft U, et al. Determinants of vitamin D status in a general population of danish adults. *Bone.* 2012 Mar;50(3):605-10.
40. Kull M,Jr, Kallikorm R, Tamm A, Lember M. Seasonal variance of 25-(OH) vitamin D in the general population of estonia, a northern european country. *BMC Public Health.* 2009 Jan 19;9:22,2458-9-22.
41. Virtanen JK, Nurmi T, Voutilainen S, Mursu J, Tuomainen TP. Association of serum 25-hydroxyvitamin D with the risk of death in a general older population in finland. *Eur J Nutr.* 2011 Aug;50(5):305-12.
42. Hintzpeter B, Mensink GB, Thierfelder W, Muller MJ, Scheidt-Nave C. Vitamin D status and health correlates among german adults. *Eur J Clin Nutr.* 2008 Sep;62(9):1079-89.
43. Hypponen E, Power C. Hypovitaminosis D in british adults at age 45 y: Nationwide cohort study of dietary and lifestyle predictors. *Am J Clin Nutr.* 2007 Mar;85(3):860-8.
44. Mai XM, Chen Y, Camargo CA,Jr, Langhammer A. Cross-sectional and prospective cohort study of serum 25-hydroxyvitamin D level and obesity in adults: The HUNT study. *Am J Epidemiol.* 2012 May 15;175(10):1029-36.
45. Zgaga L, Theodoratou E, Farrington SM, Agakov F, Tenesa A, Walker M, et al. Diet, environmental factors, and lifestyle underlie the high prevalence of vitamin D deficiency in healthy adults in scotland, and supplementation reduces the proportion that are severely deficient. *J Nutr.* 2011 Aug;141(8):1535-42.
46. Gonzalez-Molero I, Morcillo S, Valdes S, Perez-Valero V, Botas P, Delgado E, et al. Vitamin D deficiency in spain: A population-based cohort study. *Eur J Clin Nutr.* 2011 Mar;65(3):321-8.
47. Guessous I, Dudler V, Glatz N, Theler JM, Zoller O, Paccaud F, et al. Vitamin D levels and associated factors: A population-based study in switzerland. *Swiss Med Wkly.* 2012 Nov 26;142:0.
48. Vandevijvere, , Stefanie AND Amsalkhir, , Sihame AND Van Oyen, , Herman AND Moreno-Reyes,,Rodrigo. High prevalence of vitamin D deficiency in pregnant women: A national cross-sectional survey. *PLoS ONE.* 2012 08;7(8):e43868.
49. Sullivan S, Wills A, Lawlor D, McGrath J, Zammit S. Prenatal vitamin D status and risk of psychotic experiences at age 18years-a longitudinal birth cohort. *Schizophr Res.* 2013 Jun 6.
50. Brandenbarg J, Vrijkotte TG, Goedhart G, van Eijsden M. Maternal early-pregnancy vitamin D status is associated with maternal depressive symptoms in the amsterdam born children and their development cohort. *Psychosom Med.* 2012 Sep;74(7):751-7.
51. Crozier SR, Harvey NC, Inskip HM, Godfrey KM, Cooper C, Robinson SM, et al. Maternal vitamin D status in pregnancy is associated with adiposity in the offspring: Findings from the southampton women's survey. *Am J Clin Nutr.* 2012 Jul;96(1):57-63.
52. Morales E, Guxens M, Llop S, Rodriguez-Bernal CL, Tardon A, Riano I, et al. Circulating 25-hydroxyvitamin D3 in pregnancy and infant neuropsychological development. *Pediatrics.* 2012 Oct;130(4):e913-20.
53. Verhoeven V, Vanpuyenbroeck K, Lopez-Hartmann M, Wens J, Remmen R. Walk on the sunny side of life--epidemiology of hypovitaminosis D and mental health in elderly nursing home residents. *J Nutr Health Aging.* 2012 Apr;16(4):417-20.
54. Hirani V. Associations between vitamin d and self-reported respiratory disease in older people from a nationally representative population survey. *J Am Geriatr Soc.* 2013 Jun;61(6):969-73.
55. Hurskainen A, Virtanen JK, Tuomainen T, Nurmi T, Voutilainen S. Association of serum 25-hydroxyvitamin D with type 2 diabetes and markers of insulin resistance in a general older population in finland. *Diabetes Metab Res.* 2012;28(5):418-23.
56. Schilling S. Epidemic vitamin D deficiency among patients in an elderly care rehabilitation facility. *Dtsch Arztebl Int.* 2012 Jan;109(3):33-8.

57. Bhattoa HP, Nagy E, More C, Kappelmayer J, Balogh A, Kalina E, et al. Prevalence and seasonal variation of hypovitaminosis D and its relationship to bone metabolism in healthy hungarian men over 50 years of age: The HunMen study. *Osteoporos Int.* 2013 Jan;24(1):179-86.
58. Houston DK, Cesari M, Ferrucci L, Cherubini A, Maggio D, Bartali B, et al. Association between vitamin D status and physical performance: The InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007 Apr;62(4):440-6.
59. Oosterwerff MM, Eekhoff EM, Heymans MW, Lips P, van Schoor NM. Serum 25-hydroxyvitamin D levels and the metabolic syndrome in older persons: A population-based study. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2011 Nov;75(5):608-13.
60. Napiorkowska L, Budlewski T, Jakubas-Kwiatkowska W, Hamzy V, Gozdowski D, Franek E. Prevalence of low serum vitamin D concentration in an urban population of elderly women in poland. *Pol Arch Med Wewn.* 2009 Nov;119(11):699-703.
61. Almirall J, Vaqueiro M, Bare ML, Anton E. Association of low serum 25-hydroxyvitamin D levels and high arterial blood pressure in the elderly. *Nephrol Dial Transplant.* 2010 Feb;25(2):503-9.
62. Gerdhem P, Ringsberg KA, Obrant KJ, Akesson K. Association between 25-hydroxy vitamin D levels, physical activity, muscle strength and fractures in the prospective population-based OPRA study of elderly women. *Osteoporos Int.* 2005 Nov;16(11):1425-31.
63. Luxwolda MF, Kuipers RS, Kema IP, van der Veer E, Dijck-Brouwer DA, Muskiet FA. Vitamin D status indicators in indigenous populations in east africa. *Eur J Nutr.* 2013 Apr;52(3):1115-25.
64. Poopedi MA, Norris SA, Pettifor JM. Factors influencing the vitamin D status of 10-year-old urban south african children. *Public Health Nutr.* 2011 Feb;14(2):334-9.
65. Glew RH, Crossey MJ, Polanams J, Okolie HI, VanderJagt DJ. Vitamin D status of seminomadic fulani men and women. *J Natl Med Assoc.* 2010 Jun;102(6):485-90.
66. El Maghraoui A, Ouzzif Z, Mounach A, Rezqi A, Achemlal L, Bezza A, et al. Hypovitaminosis D and prevalent asymptomatic vertebral fractures in moroccan postmenopausal women. *BMC Womens Health.* 2012;12(1):11.
67. Zhu Z, Zhan J, Shao J, Chen W, Chen L, Li W, et al. High prevalence of vitamin D deficiency among children aged 1 month to 16 years in hangzhou, china. *BMC Public Health.* 2012 Feb 14;12:126,2458-12-126.
68. Marwaha RK, Tandon N, Chopra S, Agarwal N, Garg MK, Sharma B, et al. Vitamin D status in pregnant indian women across trimesters and different seasons and its correlation with neonatal serum 25-hydroxyvitamin D levels. *Br J Nutr.* 2011 Nov;106(9):1383-9.
69. Maghbooli Z, Hossein-Nezhad A, Shafaei AR, Karimi F, Madani FS, Larijani B. Vitamin D status in mothers and their newborns in iran. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2007 Feb 12;7:1.
70. Molla AM, Al Badawi M, Hammoud MS, Molla AM, Shukkur M, Thalib L, et al. Vitamin D status of mothers and their neonates in kuwait. *Pediatr Int.* 2005 Dec;47(6):649-52.
71. Hossain N, Khanani R, Hussain-Kanani F, Shah T, Arif S, Pal L. High prevalence of vitamin D deficiency in pakistani mothers and their newborns. *Int J Gynaecol Obstet.* 2011 Mar;112(3):229-33.
72. Halicioglu O, Aksit S, Koc F, Akman SA, Albudak E, Yaprak I, et al. Vitamin D deficiency in pregnant women and their neonates in spring time in western turkey. *Paediatr Perinat Epidemiol.* 2012 Jan;26(1):53-60.
73. Manaseki-Holland S, Zulf Mughal M, Bhutta Z, Qasem Shams M. Vitamin D status of socio-economically deprived children in kabul, afghanistan. *Int J Vitam Nutr Res.* 2008 Jan;78(1):16-20.
74. Olang B, Naghavi M, Bastani D, Strandvik B, Yngve A. Optimal vitamin A and suboptimal vitamin D status are common in iranian infants. *Acta Paediatr.* 2011 Mar;100(3):439-44.
75. Saliba W, Rennert HS, Kershenbaum A, Rennert G. Serum 25(OH)D concentrations in sunny israel. *Osteoporos Int.* 2012 Feb;23(2):687-94.
76. Abdul-Razzak KK, Ajlony MJ, Khoursheed AM, Obeidat BA. Vitamin D deficiency among healthy infants and toddlers: A prospective study from irbid, jordan. *Pediatr Int.* 2011 Dec;53(6):839-45.
77. Khor GL, Chee WS, Shariff ZM, Poh BK, Arumugam M, Rahman JA, et al. High prevalence of vitamin D insufficiency and its association with BMI-for-age among primary school children in kuala lumpur, malaysia. *BMC Public Health.* 2011 Feb 11;11:95,2458-11-95.
78. Bener A, Al-Ali M, Hoffmann GF. Vitamin D deficiency in healthy children in a sunny country: Associated factors. *Int J Food Sci Nutr.* 2009;60 Suppl 5:60-70.
79. Puri S, Marwaha RK, Agarwal N, Tandon N, Agarwal R, Grewal K, et al. Vitamin D status of apparently healthy schoolgirls from two different socioeconomic strata in delhi: Relation to nutrition and lifestyle. *Br J Nutr.* 2008 Apr;99(4):876-82.
80. Rabbani A, Alavian SM, Motlagh ME, Ashtiani MT, Ardalan G, Salavati A, et al. Vitamin D insufficiency among children and adolescents living in tehran, iran. *J Trop Pediatr.* 2009 Jun;55(3):189-91.
81. Choi HS, Oh HJ, Choi H, Choi WH, Kim JG, Kim KM, et al. Vitamin D insufficiency in korea--a greater threat to younger generation: The korea national health and nutrition examination survey (KNHANES) 2008. *J Clin Endocrinol Metab.* 2011 Mar;96(3):643-51.
82. Siddiqui AM, Kamfar HZ. Prevalence of vitamin D deficiency rickets in adolescent school girls in western region, saudi arabia. *Saudi Med J.* 2007 Mar;28(3):441-4.
83. Muhairi SJ, Mehairi AE, Khouri AA, Naqbi MM, Maskari FA, Al Kaabi J, et al. Vitamin D deficiency among healthy adolescents in al ain, united arab emirates. *BMC Public Health.* 2013 Jan 14;13:33,2458-13-33.
84. Islam MZ, Akhtaruzzaman M, Lamberg-Allardt C.

- Hypovitaminosis D is common in both veiled and nonveiled bangladeshi women. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2006;15(1):81-7.
85. Majumdar V, Nagaraja D, Christopher R. Vitamin D status and metabolic syndrome in asian indians. *Int J Obes (Lond).* 2011 Aug;35(8):1131-4.
86. Hovsepian S, Amini M, Aminorroaya A, Amini P, Iraj B. Prevalence of vitamin D deficiency among adult population of isfahan city, iran. *J Health Popul Nutr.* 2011 Apr;29(2):149-55.
87. Batieha A, Khader Y, Jaddou H, Hyassat D, Batieha Z, Khateeb M, et al. Vitamin D status in jordan: Dress style and gender discrepancies. *Ann Nutr Metab.* 2011;58(1):10-8.
88. Rhee SY, Hwang YC, Chung HY, Woo JT. Vitamin D and diabetes in koreans: Analyses based on the fourth korea national health and nutrition examination survey (KNHANES), 2008-2009. *Diabet Med.* 2012 Aug;29(8):1003-10.
89. Moy FM, Bulgiba A. High prevalence of vitamin D insufficiency and its association with obesity and metabolic syndrome among malay adults in kuala lumpur, malaysia. *BMC Public Health.* 2011 Sep 27;11:735,2458-11-735.
90. Sheikh A, Saeed Z, Jafri SA, Yazdani I, Hussain SA. Vitamin D levels in asymptomatic adults--a population survey in karachi, pakistan. *PLoS One.* 2012;7(3):e33452.
91. Meyer HE, Holvik K, Lofthus CM, Tennakoon SU. Vitamin D status in sri lankans living in sri lanka and norway. *Br J Nutr.* 2008 May;99(5):941-4.
92. Chailurkit LO, Aekplakorn W, Ongphiphadhanakul B. Regional variation and determinants of vitamin D status in sunshine-abundant thailand. *BMC Public Health.* 2011 Nov 10;11:853,2458-11-853.
93. Ho-Pham LT, Nguyen ND, Lai TQ, Eisman JA, Nguyen TV. Vitamin D status and parathyroid hormone in a urban population in vietnam. *Osteoporos Int.* 2011 Jan;22(1):241-8.
94. Tao M, Shao H, Gu J, Zhen Z. Vitamin D status of pregnant women in shanghai, china. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2012 Mar;25(3):237-9.
95. Hien VT, Lam NT, Skeaff CM, Todd J, McLean JM, Green TJ. Vitamin D status of pregnant and non-pregnant women of reproductive age living in hanoi city and the hai duong province of vietnam. *Matern Child Nutr.* 2012 Oct;8(4):533-9.
96. Lu HK, Zhang Z, Ke YH, He JW, Fu WZ, Zhang CQ, et al. High prevalence of vitamin D insufficiency in china: Relationship with the levels of parathyroid hormone and markers of bone turnover. *PLoS One.* 2012;7(11):e47264.
97. Marwaha RK, Tandon N, Garg MK, Kanwar R, Narang A, Sastry A, et al. Vitamin D status in healthy indians aged 50 years and above. *J Assoc Physicians India.* 2011 Nov;59:706-9.
98. Maddah M, Sharami SH, Neyestani TR. Vitamin D insufficiency among postmenopausal women in urban and rural areas in guilan, northern iran. *J Nutr Elder.* 2009 Oct;28(4):386-93.
99. Suzuki T, Kwon J, Kim H, Shimada H, Yoshida Y, Iwasa H, et al. Low serum 25-hydroxyvitamin D levels associated with falls among japanese community-dwelling elderly. *J Bone Miner Res.* 2008 Aug;23(8):1309-17.
100. Seo JA, Cho H, Eun CR, Yoo HJ, Kim SG, Choi KM, et al. Association between visceral obesity and sarcopenia and vitamin D deficiency in older koreans: The ansan geriatric study. *J Am Geriatr Soc.* 2012 Apr;60(4):700-6.
101. Rahman SA, Chee WS, Yassin Z, Chan SP. Vitamin D status among postmenopausal malaysian women. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2004;13(3):255-60.
102. Atli T, Gullu S, Uysal AR, Erdogan G. The prevalence of vitamin D deficiency and effects of ultraviolet light on vitamin D levels in elderly turkish population. *Arch Gerontol Geriatr.* 2005 Jan-Feb;40(1):53-60.
103. Bowyer L, Catling-Paull C, Diamond T, Homer C, Davis G, Craig ME. Vitamin D, PTH and calcium levels in pregnant women and their neonates. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2009 Mar;70(3):372-7.
104. Rockell JE, Green TJ, Skeaff CM, Whiting SJ, Taylor RW, Williams SM, et al. Season and ethnicity are determinants of serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in new zealand children aged 5-14 y. *J Nutr.* 2005 Nov;135(11):2602-8.
105. Rockell JE, Skeaff CM, Williams SM, Green TJ. Serum 25-hydroxyvitamin D concentrations of new zealanders aged 15 years and older. *Osteoporos Int.* 2006;17(9):1382-9.
106. Daly RM, Gagnon C, Lu ZX, Magliano DJ, Dunstan DW, Sikaris KA, et al. Prevalence of vitamin D deficiency and its determinants in australian adults aged 25 years and older: A national, population-based study. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2012 Jul;77(1):26-35.
107. Heere C, Skeaff CM, Waqatakirewa L, Vatucaawaqa P, Khan AN, Green TJ. Serum 25-hydroxyvitamin D concentration of indigenous-fijian and fijian-indian women. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2010;19(1):43-8.
108. Flicker L, Mead K, MacInnis RJ, Nowson C, Scherer S, Stein MS, et al. Serum vitamin D and falls in older women in residential care in australia. *J Am Geriatr Soc.* 2003 Nov;51(11):1533-8.
109. Wortsman J, Matsuoka LY, Chen TC, Lu Z, Holick MF. Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *Am J Clin Nutr.* 2000 Sep;72(3):690-3.