

# Estado de la 25-hidroxivitamina D sérica en niños sanos menores de 10 años del área metropolitana de Barranquilla

Belle Marie Acosta-Bendek, Bacterol,<sup>(1)</sup> Lucía Patricia Sánchez-Majana, Nutr,<sup>(1)</sup> Jennifer Fonseca-Galé, Nutr,<sup>(1)</sup> Rocío Posada-Valencia, Nutr,<sup>(1)</sup> Mylene Rodríguez-Leyton, Nutr,<sup>(1)</sup> Luz Adriana Sarmiento-Rubiano, PhD.<sup>(1)</sup>

Acosta-Bendek BM, Sánchez-Majana LP, Fonseca-Galé J, Posada-Valencia R, Rodríguez-Leyton M, Sarmiento-Rubiano LA. Estado de la 25-hidroxivitamina D sérica en niños sanos menores de 10 años del área metropolitana de Barranquilla. *Salud Publica Mex* 2017;59:657-664.

<https://doi.org/10.21149/8362>

Acosta-Bendek BM, Sánchez-Majana LP, Fonseca-Galé J, Posada-Valencia R, Rodríguez-Leyton M, Sarmiento-Rubiano LA. Serum 25-hydroxyvitamin D state in healthy children ten year minors old of Barranquilla metropolitan area. *Salud Publica Mex* 2017;59:657-664.

<https://doi.org/10.21149/8362>

## Resumen

**Objetivo.** Evaluar los niveles séricos de 25-hidroxivitamina D (25-OH-D) en niños sanos menores de 10 años del área metropolitana de Barranquilla (AMB). **Material y métodos.** Estudio descriptivo de corte transversal, que evaluó los niveles séricos de 25-OH-D en 360 niños del AMB en los años 2014-2015. **Resultados.** El valor promedio de 25-OH-D en la población estudiada fue  $32.23 \pm 8.56$  ng/mL; 46.38% de los niños tenía niveles de vitamina D considerados insuficientes ( $<30$  ng/mL) y 3.05% mostro deficiencia ( $<20$  ng/mL). Soledad y Puerto Colombia fueron los municipios con mayor población en esta condición. **Conclusiones.** Es necesario generar programas de suplementación nutricional y fomentar estilos de vida que permitan, de forma segura, mejorar los niveles de vitamina D en la población.

Palabras clave: vitamina D; micronutrientes; nutrición del niño; desnutrición; Colombia

## Abstract

**Objective.** To evaluate the serum 25-hydroxyvitamin D (25-OH-D) levels in healthy children under 10 years of the Barranquilla metropolitan area. **Materials and methods.** A descriptive cross-sectional study in which serum levels of 25-OH-D were analyzed in 360 healthy children from 2014 to 2015. **Results.** The median value of 25-OH-D serum level was  $32.23 \pm 8.56$  ng/mL; 46.38% of children had vitamin D levels in the insufficient range ( $<30$  ng/mL), while 3.05% were deficient ( $<20$  ng/mL). Soledad and Puerto Colombia were the municipalities with more population in this condition. **Conclusions.** It is necessary to promote vitamin D supplement consumption and healthy lifestyles in order to safely improve levels of this micronutrient in the population.

Keywords: vitamin D; micronutrients; child nutrition; malnutrition; Colombia

(1) Grupo de Investigación, Alimentación y Comportamiento Humano, Universidad Metropolitana. Barranquilla, Colombia.

Fecha de recibido: 16 de noviembre de 2016 • Fecha de aceptado: 28 de julio de 2017

Autor de correspondencia: Dra. Luz Adriana Sarmiento Rubiano. Universidad Metropolitana.

Carrera 42F, núm. 75B-18. Barranquilla, Colombia.

Correo electrónico: lusarru@hotmail.com

En Colombia las deficiencias de micronutrientes son un problema de salud pública que afecta principalmente a la población vulnerable: niños, adultos mayores y mujeres en estado de embarazo. De acuerdo con los resultados de la última Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) 2010,<sup>1</sup> las deficiencias de hierro, vitamina A y zinc tienen altas prevalencias en niños menores de cinco años. Además, existen otras deficiencias de micronutrientes de las que no se tiene suficiente información que permita definir su estado en la población, pero que afectan de manera importante la salud, el crecimiento y el desarrollo de niños y adultos, como la deficiencia de ácido fólico y la de vitamina D.

Actualmente, la deficiencia de vitamina D es considerada un problema de salud pública mundial, creciente en las últimas décadas y asociado con importantes efectos negativos sobre la salud. Un metaanálisis realizado por la Fundación Internacional de Osteoporosis, que incluyó 196 estudios realizados en 44 países entre 1990 y 2011, muestra que 88.1% de la población tiene valores séricos de vitamina D considerados insuficientes, 37.3% tiene deficiencia y 6.7% deficiencia severa,<sup>2</sup> estadísticas coherentes con otras reportadas en Norteamérica,<sup>3</sup> Asia<sup>4</sup> y Europa.<sup>5</sup> En América Latina existen pocos estudios que evalúen los niveles séricos de vitamina D en la población. Las mujeres posmenopáusicas conforman el grupo del que se tiene mayor información y se conoce que cerca de 50% de ellas tiene niveles inadecuados de esta vitamina.<sup>6</sup> Estudios en Costa Rica y Colombia reportan insuficiencia de vitamina D en 24.6 y 46.4% de la población infantil, respectivamente.<sup>7-8</sup>

La deficiencia de vitamina D puede ser el resultado de una exposición inadecuada a la luz solar o de la escasa presencia de vitamina D en la dieta. Actualmente se sabe que esta vitamina, además de ser fundamental para el metabolismo óseo, está involucrada en la regulación de más de 200 genes relacionados con el ciclo celular, tiene un papel fundamental en la regulación de la secreción de insulina, en el sistema renina-angiotensina-aldosterona y en la actividad inmune.<sup>9</sup> La deficiencia de vitamina D ha sido asociada con un incremento en el riesgo de padecer cánceres como linfoma, pancreático, de próstata, de ovario y de mama,<sup>10</sup> así como con ser causante de trastornos metabólicos y óseos, y obesidad.

La vitamina D es una hormona que se encuentra en la naturaleza como ergocalciferol (vitamina D2) y colecalciferol (vitamina D3). La principal fuente de vitamina D en el cuerpo es la generada por la transformación cutánea del 7-dehidrocolesterol en precolecalciferol y, posteriormente, en colecalciferol por acción de la luz solar. El colecalciferol es transportado al hígado junto con el proveniente de la dieta (colecalciferol de alimentos de origen animal y ergocalciferol de los de origen

vegetal), donde es hidrolizado a 25-hidroxivitamina D (25-OH-D) y posteriormente llevado al riñón para ser convertido en 1.25 (OH)<sup>2</sup> vitamina D, su forma más activa, o en 24.25 (OH)<sup>2</sup> vitamina D, una forma menos activa.<sup>11</sup> 25-OH-D es la principal forma circulante de la vitamina D y, por lo tanto, es el mejor marcador para la evaluación de sus niveles fisiológicos.

En esta investigación se evaluaron los niveles séricos de 25-OH-D, en una población de niños menores de 10 años de edad del área metropolitana de Barranquilla (AMB), en aparente buen estado de salud, determinado a través de la valoración médica, análisis del cuadro hemático y la valoración antropométrica normal para la edad, con el fin de establecer la prevalencia de insuficiencias o deficiencias subclínicas de esta vitamina en dicha población.

## Material y métodos

En este estudio descriptivo de corte transversal se realizó un muestreo de conveniencia de 360 niños menores de 10 años de edad, estudiantes de seis colegios ubicados en los cinco municipios del AMB y en los programas de crecimiento y desarrollo infantil de dos instituciones de salud; las instituciones participantes tienen cobertura en los estratos socioeconómicos medio y bajo. Las muestras fueron recolectadas entre los meses de octubre de 2014 y abril de 2015. Los criterios de inclusión fueron niños en aparente buen estado de salud, que no presentaron fiebre o diarrea en los 15 días previos al muestreo, que no consumen suplementación con micronutrientes, con talla, peso e índice de masa corporal (IMC) normal para la edad, determinado mediante una valoración de la composición corporal mediante antropometría.

La valoración nutricional fue realizada por una nutricionista experta utilizando los equipos balanza digital electrónica marca Seca, estadiómetro portátil marca Seca y el uso del *software* Anthro versión 3.1.0, de acuerdo con los criterios y procedimientos establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).<sup>12</sup> Sólo fueron seleccionados para el estudio niños que, según su IMC, se encontraran en estado eutrófico. Los niños en las condiciones descritas fueron citados en ayuno, en horas de la mañana, en la institución educativa o de salud para la extracción de una muestra de sangre por personal capacitado. Las muestras de sangre total para la obtención de suero y con anticoagulante EDTA para la determinación de hemograma fueron inmediatamente transportadas en refrigeración a los laboratorios de la Fundación Hospital Universitario Metropolitano para su procesamiento.

El hemograma fue analizado en el equipo *Automated hematology analyzer* ABX Micros 60-Horiba Medical, in-

mediatamente después de su llegada al laboratorio. Los tubos sin anticoagulante fueron centrifugados durante cinco minutos a 3 500 g y el suero obtenido almacenado a -80 °C hasta su uso.

La determinación de la vitamina D sérica se realizó en el laboratorio clínico Anamed, utilizando el equipo *LIAISON XL*, analizador de inmunoquimioluminiscencia, y el Kit *LIAISON-25 OH Vitamina D TOTAL*, que fue donado para este estudio por la empresa Annar Diagnóstica. Este kit evalúa los niveles séricos de 25-hidroxivitamina D total, la cual corresponde a la suma de las fracciones 25-OH-D2 y 25-OH-D3, los análisis se realizaron de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Se realizó un análisis descriptivo exploratorio de los resultados para determinar el valor promedio de los niveles séricos de 25-OH-D en la población total y para cada uno de los municipios del AMB, así como para cada género y los grupo etarios de 0 a 5 años y de 6 a 10 años. Se compararon las medias muestrales mediante análisis de la varianza ANOVA. Se estableció la frecuencia absoluta y relativa de los estados de suficiencia, insuficiencia y deficiencia de vitamina D sérica en la población, de acuerdo con los criterios aceptados por la *International Society of Endocrinology* (ISE), los cuales definen como *normales* y *deseables* los niveles séricos de 25-OH-D superiores a 30 ng/mL (75 nmol/L) catalogados como *suficientes*, los niveles inferiores a 20 ng/mL (50 nmol/L) considerados *deficientes* y los niveles intermedios como *insuficientes*.<sup>13</sup> Con ayuda del programa estadístico Statgraphics Plus, se establecieron diferencias de cada condición entre los municipios del AMB mediante la prueba de ji cuadrada.

El estudio se realizó con previa autorización del comité de ética de la Universidad Metropolitana; los padres o tutores de los niños participantes firmaron el consentimiento informado y los niños el respectivo asentimiento de acuerdo con las normas éticas estipu-

ladas en el decreto colombiano 8430 y la Declaración de Helsinki. Los directivos de las instituciones educativas y de salud participantes fueron notificados del proyecto y su autorización solicitada.

## Resultados

Se analizaron los niveles séricos de 25-OH-D en condición de ayuno de 360 niños menores de 10 años (edad promedio  $6.4 \pm 2.6$  años), en aparente buen estado de salud y condición eutrófica, provenientes de colegios o programas de crecimiento y desarrollo de instituciones de salud de los municipios del AMB de acuerdo con lo descrito en el cuadro I.

Teniendo en cuenta que la proyección poblacional del Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE) para el AMB en 2015 es 2 025 188 personas –de las cuales 540 000 son niños menores de 10 años–, los valores de 25-OH-D de la población para el grupo etario evaluado en el AMB hallados en este estudio corresponden a un nivel de confianza de 95% y a un margen de error de 5.16%. Estos datos no pueden considerarse completamente representativos de esta población debido a que el muestreo no fue aleatorio.

El valor promedio de los niveles séricos de 25-OH-D encontrados en la población estudiada fue  $32.23 \pm 8.56$  ng/mL ( $80.44 \pm 21.36$  nmol/L), en un rango entre 17.7 ng/mL ( $44.18$  nmol/L) y 62.7 ng/mL ( $156.50$  nmol/L), con coeficiente de variación de 26.55%. Ningún niño presentó valores inferiores a 10 ng/mL ( $25.00$  nmol/L), considerados deficiencia severa de la vitamina, o superiores a 100 ng/mL ( $250.00$  nmol/L) considerados de toxicidad.<sup>14</sup>

Los valores promedio de vitamina D para la población estudiada por cada municipio (cuadro II) muestran diferencias significativas ( $p^5=0.001$ ), entre Galapa con los valores más altos, y Malambo y Soledad con los

**Cuadro I**  
**POBLACIÓN INCLUIDA EN EL ESTUDIO DE ACUERDO CON EL MUNICIPIO DE MUESTREO Y GÉNERO.**  
**ÁREA METROPOLITANA DE BARRANQUILLA, COLOMBIA, OCTUBRE DE 2014 A ABRIL DE 2015**

Población	Barranquilla Distrito % (n)	Galapa % (n)	Malambo % (n)	Puerto Colombia % (n)	Soledad % (n)	Total % (n)
Niños	55.96 (61)	54.05 (40)	43.64 (24)	58.23 (46)	58.14 (25)	54.44 (196)
Niñas	44.04 (48)	45.95 (34)	56.36 (31)	41.77 (33)	41.86 (18)	45.56 (164)
Total*	30.28 (109)	20.56 (74)	15.28 (55)	21.94 (79)	11.94 (43)	100 (360)

\* Población participante en el estudio. Se muestra la representación porcentual por género en cada uno de los cinco municipios del AMB y el porcentaje que cada municipio aporta a la población total

n=número de niños en cada caso

**Cuadro II**  
**VALORES PROMEDIO DE 25-HIDROXIVITAMINA D SÉRICA DE LA POBLACIÓN ANALIZADA**  
**EN CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BARRANQUILLA (AMB)**  
**Y POR GRUPOS ETARIOS. COLOMBIA, OCTUBRE DE 2014 A ABRIL DE 2015\*,‡**

	Valores promedio de 25-OH-D ng/ml			CV% Total	Test ANOVA
	niñas	niños	Total		
Municipios del AMB					
Barranquilla Distrito	31.40 ± 9.07	31.48 ± 8.14	31.45 ± 8.52 <sup>ab</sup>	27.09	p <sup>5</sup> 0.001
Galapa	37.48 ± 8.80	33.41 ± 9.52	35.61 ± 9.30 <sup>c</sup>	26.11	
Malambo	29.51 ± 6.96	28.92 ± 5.85	29.25 ± 6.45 <sup>a</sup>	22.05	
Puerto Colombia	34.13 ± 10.10	32.47 ± 8.17	33.31 ± 9.18 <sup>bc</sup>	27.55	
Soledad	31.37 ± 6.60	29.24 ± 6.62	30.24 ± 6.37 <sup>ab</sup>	21.06	
Total	32.36 ± 8.91	32.09 ± 8.26	32.23 ± 8.56	26.55	
Grupos etarios					
De 0 a 5 años	34.60 ± 10.4	32.66 ± 7.97	33.53 ± 9.16 <sup>a</sup>	27.31	p <sup>2</sup> 0.026
De 6 a 10 años	30.73 ± 7.70	32.16 ± 8.47	31.46 ± 8.12 <sup>b</sup>	25.81	

\* Valores corresponden a la media y desviación estándar del valor de 25-OH-D sérica en ng/mL (1 ng/ml corresponde a 2 496 nmol/l) de los niños, niñas y población total para cada municipio del AMB y para cada grupo etario de 0 a 5 años (n=134) y de 6 a 10 años (n=226)

‡ Los valores de las medias en la población total por municipio o por grupo etario que no comparten la misma letra del superíndice (a,b,c) son diferentes estadísticamente

CV= coeficiente de variación de las mediciones totales expresado en porcentaje

más bajos; Barranquilla Distrito y Puerto Colombia presentan valores intermedios. Los valores promedio en relación con los grupos de edad mostraron diferencias significativas ( $p^2=0.026$ ); no se observaron diferencias representativas entre los promedios en relación con el género.

Al evaluar el estado de la población analizada en relación con la presencia de insuficiencias o deficiencias de 25-OH-D, se observó que 46.38% de los niños tenía alguna de estas dos condiciones; 3.05% mostró deficiencia, sin haber diferencias significativas entre los municipios, y 43.33% mostró insuficiencia. Soledad y Puerto Colombia fueron los municipios que presentaron los mayores porcentajes de población con esta condición, con diferencias significativas ( $p^5=0.000$ ) en relación con Barranquilla Distrito y a Galapa, que mostraron los porcentajes más bajos de niños con insuficiencia (cuadro III). En el Municipio de Puerto Colombia destaca el alto porcentaje de niños con insuficiencia, a pesar de tener valores promedio de vitamina D relativamente altos  $33.31 \pm 9.18$  en relación con otros municipios del AMB. Entre los grupos etarios no se observaron diferencias significativas en relación con los porcentajes de niños con insuficiencia o deficiencia de la vitamina.

Los resultados del hemograma mostraron un valor promedio de hemoglobina en la población de  $125.9 \pm 9.0$  g/L. Sólo 13 de los 360 niños tenían valores de hemoglobina inferiores a 110 g/L, pero ninguno menor a 92 g/L. De acuerdo con el *International Nutritional Anemia Consultative Group* (INACG), se considera la presencia de anemia cuando los valores de hemoglobina son inferiores a 110 g/L en niños menores de cinco años, o inferiores a 115 g/L en niños de 5 a 11 años.<sup>15</sup> No se encontraron diferencias significativas entre los valores promedio de hemoglobina de los niños con insuficiencia o deficiencia de 25-OH-D ( $p^3=0.556$ ). Los recuentos de eritrocitos, leucocitos y plaquetas no muestran en ningún caso alteraciones de importancia o que pudiesen estar relacionadas con estados de deficiencia o insuficiencia de vitamina D sérica o patología en los niños.

## Discusión

En este estudio se evaluaron los niveles séricos de 25-OH-D por el método inmunoquimioluminiscencia en 360 niños sanos, eutróficos, menores de 10 años del AMB, en los que se encontró un valor promedio de  $32.23 \pm 8.56$  ng/mL ( $80.44 \pm 21.36$  nmol/L). Existen pocos

**Cuadro III**  
**ESTADO DE LOS NIVELES SÉRICOS DE 25-HIDROXIVITAMINA D EN NIÑOS MENORES**  
**DE 10 AÑOS, DE LOS MUNICIPIOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BARRANQUILLA (AMB).**  
**COLOMBIA, OCTUBRE DE 2014 Y ABRIL DE 2015\*‡**

	Condición de los niveles séricos de 25-hidroxivitamina D			
	% Deficientes <20 ng/mL	% Insuficientes 20-30 ng/mL	% Deficientes + insuficientes	% Suficientes >30 ng/mL
<b>Municipios del AMB</b>				
Barranquilla Distrito	4.05 <sup>a</sup> (4)	28.37 <sup>a</sup> (52)	32.43 <sup>a</sup> (56)	67.56 <sup>a</sup> (53)
Galapa	3.79 <sup>a</sup> (3)	35.44 <sup>ab</sup> (21)	39.24 <sup>ab</sup> (24)	60.75 <sup>ab</sup> (53)
Malambo	3.66 <sup>a</sup> (1)	47.70 <sup>bc</sup> (32)	51.37 <sup>bc</sup> (33)	48.62 <sup>bc</sup> (22)
Puerto Colombia	0.00 <sup>a</sup> (3)	53.48 <sup>c</sup> (28)	53.48 <sup>c</sup> (31)	46.51 <sup>c</sup> (48)
Soledad	1.81 <sup>a</sup> (0)	58.18 <sup>c</sup> (23)	60.00 <sup>c</sup> (23)	40.00 <sup>c</sup> (20)
Total	3.05 (11)	43.33 (156)	46.38 (167)	53.61 (193)
<b>Grupos etarios</b>				
De 0 a 5 años	4.47 <sup>a</sup> (6)	35.82 <sup>a</sup> (48)	40.30 <sup>a</sup> (54)	59.70 <sup>a</sup> (80)
De 6 a 10 años	2.21 <sup>a</sup> (5)	47.78 <sup>a</sup> (108)	50.00 <sup>a</sup> (113)	50.00 <sup>a</sup> (113)

\* Valores corresponden al porcentaje de niños con condición de deficiencia, insuficiencia o suficiencia de 25-OH-D sérica en cada municipio del AMB, entre paréntesis población (n)

‡ Los porcentajes por columna que no comparten la letra del superíndice (a,b,c) son diferentes estadísticamente ( $p^5 \leq 0.000$  para los municipios y  $p^2 \geq 0.05$  para los grupos etarios, test de ji cuadrada)

estudios que evalúen el estado de este micronutriente en niños en Colombia; sin embargo, en la ciudad de Bogotá, en 2006, se determinaron, por método inmunoenzimático, los niveles séricos de 25-OH-D en 479 niños de 5 a 12 años de edad, en los que se incluyó a niños eutróficos, con delgadez y obesos, de acuerdo con el IMC. En aquel estudio, se encontró un valor promedio de  $73.2 \pm 19.8$  mmol/L,<sup>8</sup> inferior al encontrado en este estudio para niños de 6 a 10 años de  $31.46 \pm 8.12$  ng/mL ( $78.52 \pm 20.26$  mmol/L). Cabe destacar que los valores encontrados en el estudio de Bogotá para los niños eutróficos fue  $74.1 \pm 19.7$  mmol/L (n=378) y que los niños con sobrepeso u obesidad mostraron valores promedio más bajos ( $66.1 \pm 15.9$  mmol/L).<sup>8</sup> Variados estudios soportan la relación entre obesidad y deficiencia sérica de vitamina D tanto en niños como en adultos<sup>16-18</sup> y, aunque los mecanismos biológicos y moleculares que explican tal relación aún no han sido dilucidados por completo, es posible que el tejido adiposo actúe como depósito de vitamina D3 y que con ello disminuya su biodisponibilidad.<sup>19</sup>

El porcentaje de niños con niveles inferiores a 30 ng/mL (75 mmol/L) de vitamina D en el AMB fue 46.38%, con diferencias significativas entre los diferentes municipios en un rango entre 60.00% y 32.43%, mostrando tanta variabilidad como la encontrada a nivel

regional para la población infantil o adolescente. En el estudio de Bogotá, por ejemplo, 56.57% de los niños de 5 a 12 años tenían insuficiencia o deficiencia de la vitamina D;<sup>8</sup> en Costa Rica, de 616 niños entre 6 y 14 años evaluados, 28% tenía niveles inferiores a 30 ng/mL;<sup>7</sup> en Brasil, la deficiencia o insuficiencia en niños menores de 10 años fue de 32.9% (n=974);<sup>20</sup> en México, en 1 025 niños de 2 a 12 años se reportaron deficiencias en 54% de los preescolares y 28% de los escolares;<sup>21</sup> en Estados Unidos, 9% de la población pediátrica presenta deficiencias de 25-OH-D y 61% insuficiencias, de acuerdo con lo reportado por el NHANES 2001-2006 (*National Health and Nutrition Examination Survey*).<sup>22</sup> En general, en América Latina las deficiencias severas de vitamina D (valores <10 ng/mL o 25 mmol/L) son bajas o están muy poco documentadas y se relacionan con manifestaciones clínicas graves. En este estudio de niños eutróficos en aparente buen estado de salud no se encontraron deficiencias severas.

En 2013, Brito y colaboradores realizaron un metaanálisis para evaluar la deficiencia de vitamina D en América Latina y el Caribe. En este trabajo, que incluyó 28 estudios de siete países, encontraron prevalencias que iban desde 5% hasta valores superiores a 40%. Estos resultados resaltan la necesidad de realizar más estudios a nivel regional que permitan definir el estatus



real de esta vitamina en la población, ya que, de los países incluidos en el estudio, sólo México tenía datos representativos a nivel nacional con prevalencias de insuficiencia de vitamina D de 24% en preescolares y de 10% en escolares.<sup>23</sup>

Un aspecto importante de las variaciones observadas entre diferentes estudios de vitamina D en la población lo constituyen los métodos analíticos utilizados y las diferencias interlaboratorio cuando se utiliza el mismo método.<sup>24,25</sup> Por lo anterior, resulta fundamental la unificación de criterios analíticos para la obtención de información reproducible y comparable entre los diferentes estudios a nivel regional, que permitan una adecuada caracterización del estado de esta vitamina en la población. Sin embargo, las diferencias encontradas entre los resultados de los municipios del AMB en este estudio, a pesar de lo limitado del número de niños evaluados en cada uno, demuestran que, aun bajo condiciones similares, los resultados pueden mostrar diferencias importantes que ameritan un análisis de los factores asociados con la deficiencia de vitamina D en cada población.

El método *Isotope Dilution Liquid Chromatography Mass Spectrometry* (ID-LC-MS/MS) es considerado el método de referencia. Ha sido certificado por el *National Institute of Standards and Technology* (NIST) y por el *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), pero requiere tecnología que no siempre está disponible en todas las regiones por su elevado costo. Otros métodos entre los que se destaca el DiaSorin Liaison 25 OH Vitamina D Total, empleado en este estudio, son ampliamente utilizados a nivel mundial en la determinación sérica de vitamina D para estudios poblacionales con resultados confiables.<sup>24,26</sup>

La falta de unidad en los valores de referencia utilizados para la clasificación de las deficiencias e insuficiencias en los diferentes estudios también causa una gran variabilidad en los reportes e impide un adecuado análisis de la situación a nivel regional.<sup>27,28</sup> En general, habrá que considerar que la insuficiencia de vitamina D corresponde a valores séricos inferiores a 30 ng/ml y que la deficiencia a valores inferiores a 20 ng/ml son los criterios más aceptados a nivel mundial,<sup>13</sup> aunque no necesariamente son considerados los mejores, ya que algunos autores asocian niveles séricos más altos de esta vitamina con efectos protectores contra enfermedades como el cáncer.<sup>2,13</sup> Realizar estudios como el aquí presentado sobre los niveles de vitamina D de la población saludable en un determinado entorno resulta de gran importancia como referencia para futuros estudios de grupos poblacionales comparables pero en otras condiciones de salud.

Diversos factores fisiológicos y ambientales están relacionados con las deficiencias de vitamina D en la población, entre ellos, la escasa exposición a los rayos solares ultravioleta ya que, gracias a la eficiente producción fotoquímica de vitamina D en la epidermis, exponer la piel al sol por unas horas a la semana podría ser equivalente a la ingestión de 20 000 UI de vitamina D2.<sup>10</sup> Un estudio en Estados Unidos mostró que, en los meses soleados de agosto y septiembre, cerca de 20% de la población tenía deficiencia de vitamina D, condición que aumentaba a 50% de la población durante los meses nublados entre enero y marzo. Con ello se demostró, además, la relación entre la elevación de los niveles de paratohormona (PTH) y la deficiencia de vitamina D.<sup>29</sup>

Colombia presenta uno de los niveles de radiación solar más altos del mundo por su ubicación tropical. El AMB está localizada al norte de la línea ecuatorial en el departamento del Atlántico (latitud 10° 57' 50" N, altitud media 18 msnm), sin variación estacional. Estos factores favorecen la exposición solar, principalmente de los niños, quienes, en las condiciones económicas de la población evaluada en este estudio, tienen más tendencia a estar a la intemperie en las horas de sol en comparación con niños de otros estratos que gastan más horas en videojuegos y televisión, una condición que también se asocia con problemas de obesidad de acuerdo con los datos del ENSIN 2010.<sup>1</sup>

Factores como la pigmentación de la piel y el uso de ropa muy cubierta también afectan la producción endógena de vitamina D por acción de los rayos UV.<sup>10</sup> En el AMB, la población tiende a tonos de piel más oscuros que los de la población del interior del país, pero usa ropa menos cubierta debido a la temperatura. En este sentido, es posible que estos factores estén relacionados con los mayores promedios de 25-hidroxivitamina D sérica y con los porcentajes inferiores de niños con insuficiencia de vitamina D, frente a los datos de Bogotá. Una de las debilidades de este estudio es no estar acompañado de una encuesta que permita la asociación de la insuficiencia de vitamina D encontrada con hábitos de comportamiento o nutricionales que puedan ser considerados factores de riesgo.

En Colombia, las deficiencias de micronutrientes mejor documentadas corresponden a las causadas por deficiencia de hierro, yodo, vitamina A y zinc, y aunque se reconoce la deficiencia de vitamina D en la población y su importancia en la salud, no existen datos suficientes que permitan definir su situación a nivel nacional.<sup>1</sup> Posiblemente a causa de esta deficiencia de información, no existen programas de suplementación nutricional con micronutrientes o de fortificación de alimentos a nivel estatal que incluyan la vitamina D; sin embargo,

la estrategia nacional para la prevención y control de las deficiencias de micronutrientes en Colombia 2014-2021 plantea la diversificación de la dieta como una de las líneas de acción prioritarias para superar los problemas asociados con malnutrición en el largo plazo.<sup>30</sup> En Colombia, al igual que en otros países del mundo, existen algunas empresas privadas que fortifican principalmente la leche y sus derivados con vitamina D, pero su consumo está sujeto al poder adquisitivo y elección de consumo de unos pocos consumidores.

De este trabajo se puede concluir que, en el AMB, los niños eutróficos con aparente buen estado de salud presentan importantes deficiencias de vitamina D sérica de acuerdo con los valores de referencia aceptados internacionalmente, y que esta condición amerita realizar nuevos estudios que permitan establecer los factores de riesgo más influyentes en cada municipio, así como las consecuencias presentes y futuras que estas deficiencias generan en la salud de los niños y sus implicaciones para el sistema de salud. Los resultados hacen inminente la necesidad de generar programas de suplementación nutricional y de fomentar estilos de vida que permitan, de forma segura, mejorar los niveles de vitamina D en la población.

## Agradecimientos

A la empresa Annar Diagnóstica por su aporte con los kit Liaison-25 OH Vitamina D Total Inmunoquimioluminiscencia, para la determinación de los niveles séricos de 25-OH-D realizados en este estudio. Al laboratorio clínico Anamed, de la ciudad de Barranquilla, por el procesamiento de las muestras.

*Declaración de conflicto de intereses.* Los autores declararon no tener conflicto de intereses.

## Referencias

1. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta Nacional de la situación nutricional en Colombia (ENSIN) 2010 [monografía en internet]. Colombia: ICBF; 2010 [citado 1 de junio de 2016]. Disponible en: <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/bienestar/nutricion/ensin/LibroENSIN2010.pdf>
2. Bendik I, Friedel A, Roos FF, Weber P, Eggersdorfer M. Vitamin D: a critical and essential micronutrient for human health. *Front Physiol.* 2014;5:1-14. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00248>
3. Looker A, Clifford L, Lacher D, Pfeiffer C. Vitamin D Status: United States, 2001-2006. *NCHS Data Brief.* 2011;59:1-8.
4. Nimitphong H, Holick MF. Vitamin D status and sun exposure in southeast Asia. *Dermato-endocrinology.* 2013;5(1):34-37. <https://doi.org/10.4161/derm.24054>
5. Cashman K, Dowling G. Vitamin D deficiency in Europe: pandemic? *Am J Clin Nutr.* 2016;103(4):1033-1044. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.120873>
6. Mithal A, Wahl DA, Bonjour JP. Global vitamin D status and determinants of hypovitaminosis D. *Osteoporos Int.* 2009;20(11):1807-1820. <https://doi.org/10.1007/s00198-009-0954-6>
7. Brehm JM, Celedón JC, Soto-Quiros ME. Serum vitamin D levels and markers of severity of childhood asthma in Costa Rica. *Am J Respir Crit Care Med.* 2009;179(9):765-771. <https://doi.org/10.1164/rccm.200808-1361OC>
8. Gilbert-Diamond D, Baylin A, Mora-Plazas M. Vitamin D deficiency and anthropometric indicators of adiposity in school-age children: a prospective study. *Am J Clin Nutr.* 2010;92(6):1446-1451. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.29746>
9. Zuluaga NA, Alfaro JM, Balthazar V, Jiménez KE, Campuzano G. Vitamina D: nuevos paradigmas. *Medicina y laboratorio.* 2011;17(5-6):211-246.
10. Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med.* 2007;357(3):266-281. <https://doi.org/10.1056/NEJMra070553>
11. Zanuy M, Carranza F. Metabolismo, fuentes endógenas y exógenas de vitamina D. *Revista Española de Enfermedades Metabólicas Óseas.* 2007;16.4:63-70. [https://doi.org/10.1016/S1132-8460\(07\)73506-7](https://doi.org/10.1016/S1132-8460(07)73506-7)
12. De Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization.* 2007;85(9):660-667. <https://doi.org/10.2471/BLT.07.043497>
13. Singh G, Drees B. Normal, Healthy, and Optimum Level of 25-Hydroxyvitamin D and Required Daily Intake of Vitamin D. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences.* 2015;3(2):3-6.
14. Glenville J. Pharmacokinetics of vitamin D toxicity. *Am J Clin Nutr.* 2008;88(2):582S-586S.
15. WHO. Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity. *Vitamin and Mineral Nutrition Information System (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1).* Geneva: World Health Organization, 2011. Disponible en: <http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin.pdf>
16. Vanlint S. Vitamin D and obesity. *Nutrients.* 2013;5(3):949-956. <https://doi.org/10.3390/nu5030949>
17. Rajakumar K, Fernstrom JD, Holick MF, Janosky JE, Greenspan SL. Vitamin D status and response to Vitamin D(3) in obese vs. non-obese African American children. *Obesity.* 2008;16(1):90-95. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.23>
18. Turer CB, Lin H, Flores G. Prevalence of vitamin D deficiency among overweight and obese US children. *Pediatrics.* 2013;131(1):e152-61. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-1711>
19. Wortsman J, Matsuoka LY, Chen TC, Lu Z, Holick MF. Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *Am J Clin Nutr.* 2000;72(3):690-693.
20. Kobayashi F, Lourenço BH, Cardoso MA. 25-hydroxyvitamin D levels, BSMI polymorphism and insulin resistance in Brazilian amazonian children. *Int J Mol Sci.* 2015;16(6):12531-12546. <https://doi.org/10.3390/ijms160612531>
21. Flores M, Macías N, Tequeanes L, Sánchez L, Díaz E, Barquera S. Serum 25-hydroxyvitamin D levels among Mexican children ages 2 y to 12 y: a national survey. *Nutrition.* 2013;29(5):802-804. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2012.12.024>
22. Kumar J, Muntner P, Kaskel FJ, Hailpern SM, Melamed ML. Prevalence and associations of 25-hydroxyvitamin D deficiency in US children: NHANES 2001-2004. *Pediatrics.* 2009;124(3):362-70. <https://doi.org/10.1542/peds.2009-0051>
23. Brito A, Cori H, Olivares M, Fernanda M. M, Cedié G, López de Romaña D. Less than adequate vitamin D status and intake in Latin America and the Caribbean: a problem of unknown magnitude. *Food Nutr Bull.* 2013;34(1):52-64. <https://doi.org/10.1177/156482651303400107>
24. Cavalier E, Rozet E, Gadisseur R. Measurement uncertainty of 25-OH vitamin D determination with different commercially available kits: Impact on the clinical cut offs. *Osteoporos Int.* 2010;21(6):1047-1051. <https://doi.org/10.1007/s00198-009-1052-5>

25. Stepman HCM, Thienpont LM. Measurement uncertainty for the analysis of serum 25-hydroxyvitamin D. *Osteoporos Int.* 2010;21(6):1053. <https://doi.org/10.1007/s00198-009-1099-3>
26. Freeman J, Wilson K, Spears R, Shalhoub V, Sibley P. Performance evaluation of four 25-hydroxyvitamin D assays to measure 25-hydroxyvitamin D 2. *Clinical biochemistry.* 2015;48(16):1097-1104. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2015.05.021>
27. Heaney RP. Functional indices of vitamin D status and ramifications of vitamin D deficiency. *Am J Clin Nutr.* 2004;25:1706-1709.
28. Rosen CJ, Abrams SA, Aloia JF, Brannon PM, Clinton SK, Durazo-Arvizu RA, et al. IOM committee members respond to endocrine society vitamin D guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012;97(4):1146-1152. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-2218>
29. Kroll MH, Bi C, Garber CC. Temporal relationship between vitamin D status and parathyroid hormone in the United States. *PLoS One.* 2015;10(3):1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118108>
30. Ministerio de Salud y Protección Social. Estrategia nacional para la prevención y control de las deficiencias de micronutrientes en Colombia 2014-2021. [documento en internet]. Colombia: Minsalud [citado 4 de junio de 2016]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Estrategia-nacional-prevencion-control-deficiencia-micronutrientes.pdf>