

Alva Belen Morales-Villar<sup>1a</sup>, Jorge Maldonado-Hernández<sup>1b</sup>, Mildred Corina de la Concha-Duarte<sup>1c</sup>, Mardia Guadalupe López-Alarcón<sup>2d</sup>, María de los Ángeles González-Atilano<sup>1e</sup>, María Elena Rodríguez-Palacios<sup>1f</sup>, Israel Domínguez-Calderón<sup>1g</sup>, Laura Rojas-Peña<sup>1h</sup>

### Resumen

**Introducción:** la deficiencia de vitamina D (VD) y la obesidad infantil son problemas de salud pública en México. Ambas se relacionan con el desarrollo de diversas enfermedades crónicas. Es relevante identificar cuáles son los principales factores de riesgo de la deficiencia de VD en esta población.

**Objetivo:** describir la ingesta de vitamina D en adolescentes con obesidad y evaluar su asociación con las concentraciones séricas de 25(OH)D.

**Material y métodos:** se realizó un estudio transversal en 80 adolescentes con obesidad de la Ciudad de México. Se recolectaron datos sociodemográficos, antropométricos, ingesta dietética, hábitos de exposición solar y actividad física. Se colectó una muestra sanguínea en ayuno para determinar las concentraciones séricas de 25(OH)D.

**Resultados:** el 30 y el 42.2% de los adolescentes tuvieron deficiencia e insuficiencia de VD, respectivamente. La mediana de ingesta de VD fue de 110.4 IU/día y la media del score de exposición solar fue de  $13 \pm 7.5$ . Las concentraciones séricas de 25(OH)D se correlacionaron con la ingesta de VD ( $p = 0.010$ ). No hubo diferencias al comparar las concentraciones de 25(OH)D por sexo, uso de protector solar, estación del año y fototipo ( $p > 0.05$ ).

**Conclusiones:** la deficiencia de VD en adolescentes con obesidad es elevada, en contraste con su ingesta y el grado de exposición solar que son considerablemente bajos. Se observó una asociación significativa entre la ingesta dietética de VD y las concentraciones de 25(OH)D.

### Abstract

**Background:** Vitamin D (VD) deficiency and childhood obesity are a public health problem in Mexico. Both are related to the development of various chronic diseases. It is important to describe and identify the main risk factors involved in VD deficiency in this population.

**Objective:** To describe VD intake in obese Mexican adolescents and evaluate its association with serum 25(OH)D concentrations.

**Material and methods:** A cross-sectional study was performed in 80 obese adolescents from Mexico City. Sociodemographic, anthropometric, dietary intake, sun exposure, and physical activity data were collected. A blood sample was taken to determine serum 25(OH)D concentrations.

**Results:** VD deficiency and insufficiency occurred in 30% and 42.2% of adolescents. The median VD intake was 110.4 IU/day and the mean sun exposure score was  $13 \pm 7.5$ . Serum 25(OH)D levels were correlated with vitamin D intake ( $p = 0.010$ ). Concentrations of 25(OH)D in serum were similar when compared between sex, sunscreen use, season, and skin type ( $p > 0.05$ ).

**Conclusions:** VD deficiency in adolescents with obesity is high. In contrast with its dietary intake and degree of sun exposure which are considerably low. A significant association was observed between dietary VD intake and serum 25(OH)D concentrations.

<sup>1</sup>Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Hospital de Pediatría "Dr. Silvestre Frenk Freund", Unidad de Investigación Médica en Nutrición. Ciudad de México, México

<sup>2</sup>Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional Siglo XXI, Coordinación de Investigación en Salud. Ciudad de México, México

ORCID: 0000-0003-0243-5051<sup>a</sup>, 0000-0002-7592-7025<sup>b</sup>, 0009-0008-8737-8220<sup>c</sup>, 0000-0001-8017-4390<sup>d</sup>, 0009-0004-8872-7737<sup>e</sup>, 0009-0008-1005-3575<sup>f</sup>, 0000-0002-2384-8552<sup>g</sup>, 0009-0006-2346-8476<sup>h</sup>

#### Palabras clave

Vitamina D  
Obesidad  
Ingesta  
Exposición solar  
Adolescente

#### Keywords

Vitamin D  
Obesity  
Intake  
Sun exposure  
Adolescent

Fecha de recibido: 22/09/2024

Fecha de aceptado: 28/10/2024

#### Comunicación con:

Jorge Maldonado Hernández  
✉ jormh@yahoo.com.mx  
☎ 55 1843 3131

**Cómo citar este artículo:** Morales-Villar AB, Maldonado-Hernández J, de la Concha-Duarte MC *et al.* Ingesta baja y deficiencia de vitamina D en adolescentes mexicanos con obesidad. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2025;63 Supl 1:e6484. doi: 10.5281/zenodo.14199827

## Introducción

En las últimas décadas, la deficiencia de vitamina D (VD) ha sido objeto de estudio por su estrecha relación con el desarrollo de enfermedades metabólicas, cardiovasculares, inmunológicas e, incluso, algunas formas de cáncer.<sup>1,2</sup>

La deficiencia de VD se define por concentraciones en sangre de 25-hidroxivitamina D (25(OH)D) menores a 20 ng/ml, la insuficiencia cuando los niveles son mayores a 20 y menores a 30 ng/ml, y la suficiencia cuando son superiores a 30 ng/ml.<sup>3</sup> En población pediátrica, países como China y Estados Unidos han reportado cifras de deficiencia e insuficiencia de esta vitamina (89 y 73.7%, respectivamente), seguidos de Alemania (45.6%), Canadá (41%) e India (35.7%).<sup>4</sup> En nuestro país, de acuerdo con el último reporte de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2022, la prevalencia de deficiencia de VD fue de 4.7% y 23.3% en niños preescolares y escolares, respectivamente.<sup>5</sup>

La VD se obtiene a través de la exposición de la piel a la luz solar y de la ingesta dietética. La síntesis endógena de esta vitamina se produce al exponer la piel a la radiación ultravioleta B (UVB, 290-315 nm). El precursor 7-dehidrocolesterol es convertido en previtamina D3 y posteriormente isomerizada a vitamina D3. En el hígado es hidroxilada en el carbono 25 para obtener 25(OH)D, que es el marcador más utilizado para evaluar el estado de nutrición de esta vitamina.<sup>6,7</sup> Por otro lado, las fuentes dietéticas naturales incluyen el huevo, pescados grasos (como la sardina, el salmón o la caballa), el aceite de hígado de bacalao y los champiñones. También se puede obtener de algunos alimentos que son adicionados como los jugos, cereales de desayuno, leche o margarina.<sup>7,8</sup>

Por otra parte, la obesidad infantil es uno de los principales problemas de salud pública en México, con una prevalencia del 18.1% en niños escolares y 17.2% en adolescentes.<sup>9</sup> En población pediátrica se ha demostrado que la obesidad incrementa el riesgo de deficiencia de VD 1.41 veces (IC95%: 1.26-1.59),<sup>10</sup> de manera que una proporción importante de la población mexicana está expuesta a esta condición. Las hipótesis planteadas para explicar la relación entre la obesidad y la deficiencia de VD son: la dilución volumétrica generada por el incremento de peso y superficie corporal que caracteriza a la obesidad, y el secuestro de esta vitamina por el tejido adiposo debido a su cualidad liposoluble, lo que disminuye su biodisponibilidad.<sup>11,12</sup>

Asimismo, se han descrito diversos factores de riesgo involucrados con las bajas concentraciones de VD, como la localización geográfica, el fototipo de piel, el uso de protector solar, la baja exposición al sol y el consumo deficiente de fuentes naturales de esta vitamina. Las estaciones del

año desempeñan un papel importante en la síntesis endógena de VD, ya que se ha observado que las concentraciones séricas de 25(OH)D son menores durante la temporada de otoño-invierno.<sup>13,14</sup>

México tiene una alta prevalencia de deficiencia de VD a pesar de que es un país que, debido a su localización geográfica, recibe una alta radiación solar la mayor parte del año.<sup>15</sup> Por otra parte, la mayoría de los alimentos ricos en VD no son asequibles para un sector mayoritario de la población y la legislación mexicana no contempla la adición o fortificación obligatoria en alimentos ultraprocesados.<sup>16</sup> Por lo que este estudio tiene como objetivo principal describir la ingesta de VD y evaluar su asociación con las concentraciones séricas de 25(OH)D. Así como identificar otros factores de riesgo relevantes involucrados en el estado nutricional de esta vitamina en adolescentes con obesidad.

## Material y métodos

Este trabajo es un análisis secundario del protocolo de estudio titulado “*Efecto de los polimorfismos del gen VDR sobre el perfil metabólico e inflamatorio de adolescentes con obesidad que recibieron una suplementación con vitamina D*” que se realiza actualmente en la Unidad de Investigación Médica en Nutrición (UIMN) del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Este estudio cumple con la Declaración de Helsinki (Fortaleza Brasil, 2013) y fue aprobado por la Comisión Nacional de Investigación Científica del IMSS con número de registro R-2023-785-043. Todos los pacientes aceptaron participar de manera voluntaria en el estudio y se obtuvo su consentimiento informado de parte del padre, madre o tutor y el asentimiento de parte del menor.

### Población de estudio

Se incluyeron 80 adolescentes de 10 a 18 años con obesidad que fueran residentes de la Ciudad de México o de la zona metropolitana. Como criterio de elegibilidad se incluyó no haber consumido suplementos alimenticios que tuvieran VD durante los últimos tres meses previos al estudio y/o que no presentaran alguna enfermedad crónica previamente diagnosticada.

### Protocolo de estudio

Los pacientes fueron citados en la UIMN a las 8 a. m. en estado de ayuno para la toma de una muestra de sangre por punción venosa. Esta muestra fue centrifugada a 3500 rpm y se almacenó el suero a -70 °C. Se recopilaron los datos

sociodemográficos, clínicos, de exposición solar, hábitos alimenticios y se les preguntó sobre el uso de protector solar de manera cotidiana y reciente. La actividad física se determinó con el cuestionario APALQ (por sus siglas en inglés, *Assessment of Physical Activity Levels Questionnaire*) y se clasificaron como: *sedentarios* (5-10 puntos), *moderadamente activos* (11-16 puntos) y *muy activos* ( $\geq 17$  puntos).<sup>17</sup>

### Medidas antropométricas y porcentaje de grasa

La medición de la circunferencia de cintura (cm) se realizó colocando una cinta milimétrica de uso clínico en el punto más estrecho de la cintura, entre el borde costal lateral inferior y la parte superior de la cresta ilíaca. La circunferencia de cadera (cm) se midió colocando la cinta en la parte más prominente de los glúteos, perpendicular al eje longitudinal del tronco. Se determinó la talla (cm) con un estadímetro de pared (SECA mod. 222) con una precisión de 1 mm. El peso (kg) y el porcentaje de grasa (%) se determinaron mediante bioimpedancia eléctrica con un equipo *Inbody 230* (Biospace Co., Corea). Se calculó el índice de masa corporal (IMC) dividiendo el peso entre la talla al cuadrado. Se definió la presencia de obesidad cuando el IMC fue mayor al percentil 95, de acuerdo con las tablas de crecimiento de 5 a 19 años de la Organización Mundial de la Salud.

### Ingesta de vitamina D

La ingesta de VD se determinó mediante un recordatorio de 24 horas de pasos múltiples de un día previo a la visita del paciente a la UIMN. La ingesta energética (kcal/día) y de macronutrientes: lípidos, proteínas e hidratos de carbono (g/día), así como azúcares simples y vitamina D (UI/día), se analizaron con el programa informático *The Food Processor* (ESHA Research, Inc., Salem OR, versión 11.6.522). La base de datos de este *software* fue actualizada con 100 alimentos disponibles en México consumidos por los participantes del estudio, de los cuales algunos declararon el contenido de VD en su etiqueta de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010.<sup>18</sup> La ingesta diaria recomendada (IDR) de vitamina D es de 600 UI/día.<sup>6</sup>

### Exposición solar

Para determinar el grado de exposición solar se utilizó el cuestionario *Sun Exposure Score Questionnaire* previamente validado por Hanwell HEC *et al.*<sup>19</sup> Este cuestionario recopila información sobre los patrones o hábitos de exposición solar durante los últimos siete días y contempla

el tiempo que una persona se expone al sol (< 5 min = 0 puntos, 5 - 30 min = 1 punto y > 30 min = 2 puntos) y la extensión de piel expuesta (manos y cara = 1 punto; manos, cara y brazos = 2 puntos; manos, cara y piernas = 3 puntos, y todo el cuerpo en traje de baño = 4 puntos). La puntuación o *score* de exposición solar semanal se obtiene de la suma de la puntuación diaria que se calcula al multiplicar la puntuación del tiempo de exposición (de 0 a 2) por el valor correspondiente al área de piel expuesta (de 1 a 4). De este modo, la puntuación total mínima semanal es de 0 y la máxima de 56 puntos.

### Fototipo de la piel

La clasificación del fototipo se realizó de acuerdo con la escala de Fitzpatrick que estratifica el tono de la piel en seis tipos (fototipos I, II, III, IV, V y VI). Las concentraciones de melanina determinan la tonalidad de la piel. De esta manera, a mayor concentración de melanina la tonalidad de piel es más oscura, lo que corresponde a un fototipo mayor.<sup>20</sup>

### Concentraciones séricas de vitamina D

Las concentraciones de VD (ng/mL) se determinaron por cromatografía de líquidos de ultra alta resolución (UPLC) acoplado a espectrometría de masas (MS/MS) con un equipo Waters Xevo TQD Acquity UPLC H-Class (Waters; Milford, USA). Se utilizó una sonda APCI (*Atmospheric Pressure Electrospray Ionisation*) y una columna cromatográfica de 50 x 2.1 mm modelo Kinetex® 1.7 $\mu$ m XB-C18 100 A LC (Phenomenex, California, EUA). Los pacientes fueron clasificados con deficiencia (< 20 ng/mL), insuficiencia ( $\geq 20$  ng/mL y < 30 ng/mL) y concentraciones suficientes ( $\geq 30$  ng/mL) de acuerdo con los puntos de corte establecidos por la Sociedad de Endocrinología.<sup>3</sup>

### Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó con el *software* estadístico SPSS V25 (IBM SPSS, Inc., Chicago, IL, EUA). Se consideró un nivel de confianza del 95% y un  $\alpha$  de 0.05. Los datos cualitativos se presentaron en porcentaje. Se analizó la distribución de los datos cuantitativos mediante la prueba Kolmogórov-Smirnov, coeficiente de asimetría y de curtosis. Los datos con distribución normal se reportaron con media  $\pm$  desviación estándar y, en caso contrario, con mediana (percentiles 25-75). Se comparó la ingesta dietética de VD entre los grupos estratificados por estado nutricional de VD con una prueba de Kruskal-Wallis (tres grupos) y para determinar las diferencias entre dos grupos independientes se utilizó la prueba de *U* de Mann-Whitney. Posteriormente,

se compararon las concentraciones séricas de VD con una prueba *t* de Student para muestras independientes (dos grupos) y una prueba ANOVA de un factor (más de dos grupos). Para comparar el puntaje de exposición solar entre grupos de actividad física, los participantes se clasificaron en dos grupos (*sedentario* o *activo*) y se realizó una prueba de *t* de Student para muestras independientes. Finalmente, se analizó la asociación entre la exposición solar y el porcentaje de grasa, y entre las concentraciones séricas de VD e ingesta dietética y exposición solar con una prueba de correlación de Pearson o Spearman, de acuerdo con la distribución de los datos.

## Resultados

Se incluyeron 80 adolescentes con obesidad. Del total de participantes, 42 eran hombres (52.5%) y 38 mujeres (47.5%). En el cuadro I se muestran las características generales de la muestra de estudio. Se reclutaron 50 participantes durante la primavera-verano (62.5%) y 30 durante el otoño-invierno (37.5%) (momento de la toma de muestra de sangre). En cuanto al fototipo de piel, 5 participantes tuvieron fototipo I (6.3%), 6 fototipo II (7.5%), 23 fototipo III (28.7%), 32 fototipo IV (40%) y 2 fototipo V (2.5%).

La media del puntaje de exposición solar fue de  $13 \pm 7.53$  puntos. En cuanto a la actividad física, el 70% de los adolescentes eran sedentarios ( $n = 56$ ), solo 2 sujetos (2.5%) se colocaron en la categoría de *muy activo* y el 27.5% realizaban ejercicio moderado ( $n = 22$ ). Posteriormente, se clasificaron en dos grupos (*sedentario*: 5-10 puntos, o *activo*:  $\geq 11$  puntos) y se comparó el puntaje de exposición solar. Se observó que los sujetos que realizaban actividad física tuvieron un puntaje mayor en comparación con el grupo sedentario ( $15.9 \pm 7.5$  frente a  $11.8 \pm 7.3$ ,  $p = 0.031$ ). Adicionalmente, la exposición solar se correlacionó de manera

inversa con el porcentaje de grasa ( $r = -0.229$ ,  $p = 0.041$ ). Por otro lado, las concentraciones séricas de vitamina D fueron de  $24.3 \pm 8.4$  ng/ml. El 28.1% de los adolescentes tuvo concentraciones séricas suficientes de VD ( $\geq 30$  ng/ml), el 42.2% tuvo insuficiencia ( $\geq 20 - < 30$  ng/ml) y el 30% deficiencia ( $< 20$  ng/ml).

Se observó una mediana de ingesta de VD de 110.4 UI/día (41-212.4). Solo 2 sujetos (2.5%) tuvieron una ingesta adecuada de esta vitamina ( $\geq 600$  UI/día). En el cuadro II se muestran las características de la ingesta dietética energética y de macronutrientes.

Se comparó la ingesta de VD entre los grupos de acuerdo con el estado de nutrición de esta vitamina. Los sujetos en el grupo deficiente consumieron menos VD en comparación con los sujetos en el grupo de suficiencia (77.60 UI/día [34.5-112] frente a 150.8 UI/día [74.6-205],  $p = 0.045$ ). La ingesta de VD en el grupo de insuficiencia fue similar a la del grupo de suficiencia (110.4 UI/día [38.8-270.2],  $p > 0.05$ ) (figura 1).

**Cuadro II** Características de la ingesta dietética de los sujetos de estudio

Nutrimiento	Mediana (Percentiles 25-75)
Ingesta energética (Kcal/día)	1869 (1516.8 - 2237.2)
Proteínas (g/día)	81.1 (65 - 107)
Lípidos (g/día)	75.7 (60.5 - 103.4)
Hidratos de carbono (g/día)	197.5 (152.9 - 262.6)
Azúcares simples (g/día)	78.2 (50.5 - 127.7)
Vitamina D (UI/día)	110.4 (41 - 212.4)

Datos presentados como mediana (percentil 25-75)

Kcal: kilocalorías; UI= unidades internacionales

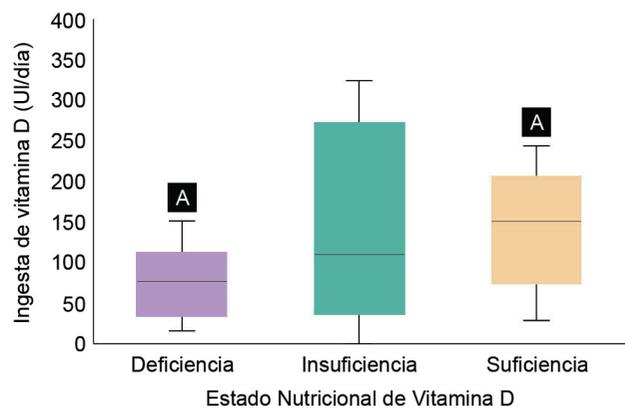
**Cuadro I** Características generales de la población de estudio

Parámetro	Resultado
Edad (años)	$13.4 \pm 2.4$
Peso (kg)	76.8 (66.4 - 87.8)
Talla (cm)	158.7 (151.6 - 164.3)
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	30.4 (27.5 - 32.6)
Circunferencia cintura (cm)	91.7 (85.6 - 103.6)
Circunferencia cadera (cm)	106.4 (100.5 - 113.1)
Porcentaje de grasa (%)	$43.5 \pm 5.5$
25(OH)D (ng/dl)	$24.3 \pm 8.4$
Exposición solar (score)	$13 \pm 7.5$

Datos presentados como media  $\pm$  desviación estándar o mediana (percentil 25-75) según la distribución de datos

IMC: índice de masa corporal; 25(OH)D: 25-hidroxivitamina-D

**Figura 1** Comparaciones de las medianas de ingesta de VD estratificado por estado nutricional de VD



Kruskall-Wallis al comparar entre los tres grupos ( $p = 0.181$ ) y *U* de Mann-Whitney al comparar entre dos grupos independientes. Letras iguales denotan significancia estadística  $p < 0.05$

Las concentraciones séricas de VD fueron iguales entre mujeres y hombres. Tampoco hubo diferencias entre los sujetos reclutados durante las estaciones primavera-verano frente a otoño-invierno, ni por uso de protector solar o por fototipo de piel (figura 2).

Finalmente, las concentraciones séricas de VD correlacionaron con la ingesta dietética de esta vitamina ( $\rho = 0.32$ ,  $p = 0.010$ ), pero no con la exposición solar ( $r = 0.14$ ;  $p = 0.263$ ) (figura 3).

## Discusión

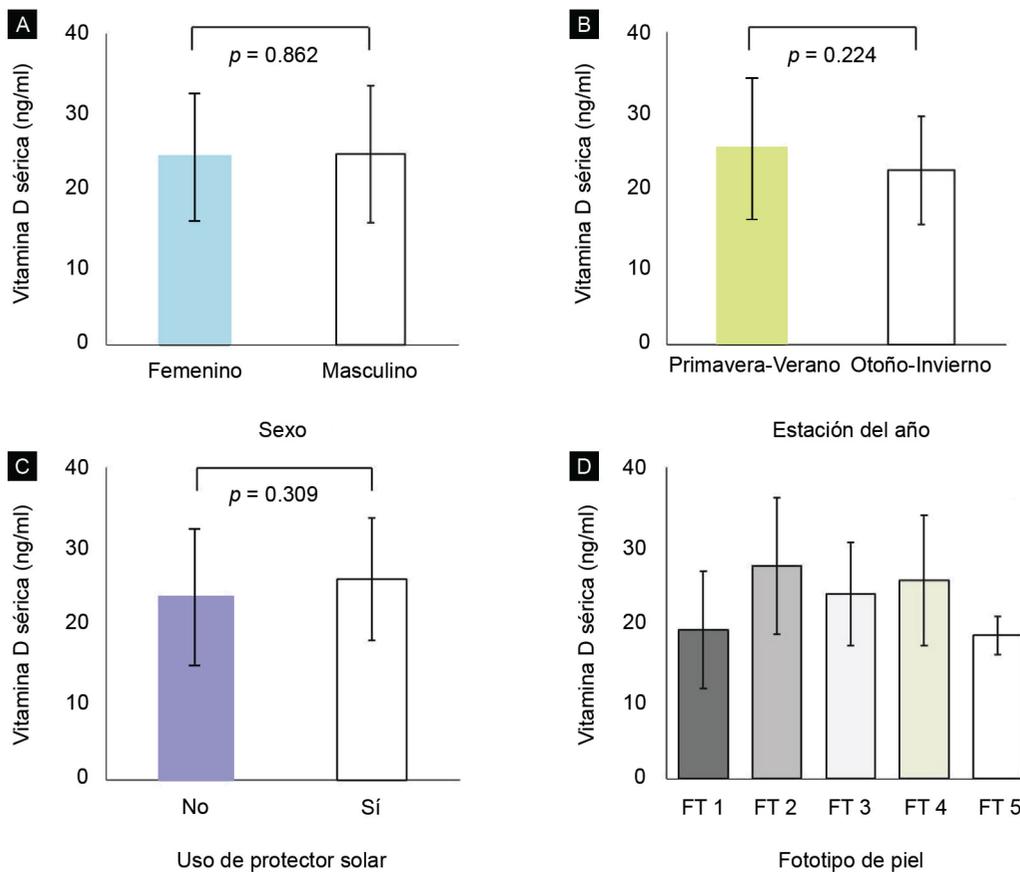
En el presente estudio se determinó el estado de nutrición de VD y se identificaron los factores asociados a su deficiencia en un grupo de adolescentes con obesidad. Se observó que cerca de tres cuartas partes de los adolescentes tuvieron deficiencia o insuficiencia de VD (72.2%).

Este resultado es consistente con estudios previos.<sup>21,22</sup> Asimismo, observamos que las concentraciones de 25(OH)D se asociaron significativamente con la ingesta dietaria, pero no con el grado de exposición solar ( $p = 0.263$ ).

De manera interesante, la ingesta dietaria fue considerablemente baja, apenas el 18% de la IDR.<sup>5</sup> Estos resultados concuerdan con estudios previos en población pediátrica. Pedroza Tobías *et al.* reportaron en la ENSANUT 2012, una ingesta deficiente de VD en el 77% de los hombres y el 93% de las mujeres adolescentes.<sup>23</sup> En nuestro estudio, el 97% de los adolescentes tuvo una ingesta menor a la recomendada y no se observaron diferencias entre mujeres y hombres.

Por otra parte, Flores *et al.* también observaron en niños de edad preescolar y escolar consumos bajos de este nutriente (168.5 UI/día y 123 UI/día, respectivamente). Estos autores identificaron, además, que las principales fuentes de VD consumidas por este grupo etario fueron la leche, los

**Figura 2** Comparaciones de las concentraciones séricas de vitamina D entre sexo, estación del año, uso de protector solar y fototipo de piel



t de Student = Figura A. Comparación entre sexo femenino y masculino. Figura B. Comparación entre los sujetos que fueron reclutados durante las épocas del año primavera-verano y los que fueron reclutados durante el otoño-invierno. Figura C. Comparación entre los sujetos que reportaron usar protector solar y los que no lo usaban  
ANOVA con Post hoc de Bonferroni = Figura D. Comparación entre los grupos de fototipo de piel ( $p = 0.775$ )  
Significancia estadística  $p < 0.05$

Figura 3 Asociaciones entre las concentraciones séricas de VD, ingesta de VD y exposición solar

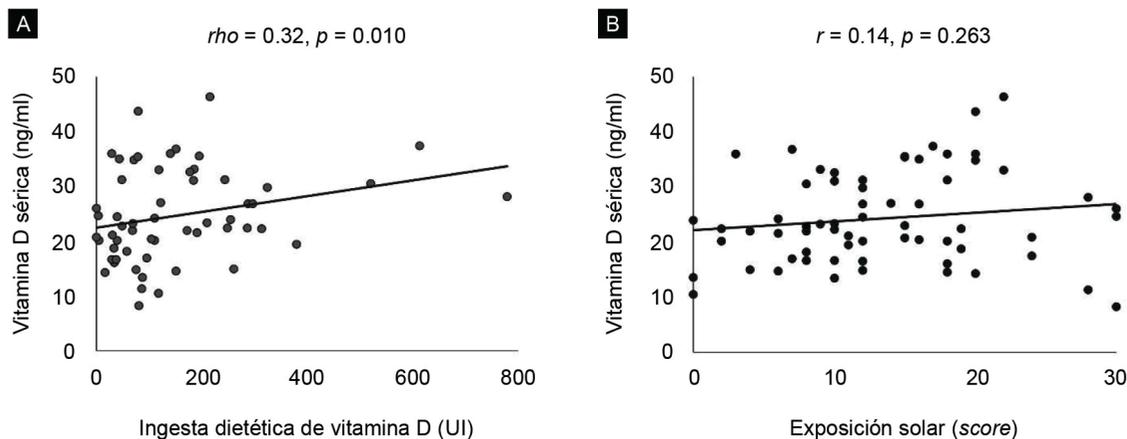


Figura A. Correlación de Spearman. Figura B. Correlación de Pearson  
Significancia estadística  $p < 0.05$

derivados lácteos y el huevo, que aportaron el 78.3% de la ingesta total.<sup>24</sup>

Por otra parte, los sujetos de nuestro estudio reportaron una baja exposición solar con un *score* promedio de  $13 \pm 7.5$ , de 56 puntos posibles. Un resultado similar observamos en un estudio previo que realizamos en adultos jóvenes de la Ciudad de México que tuvieron un puntaje de 16.<sup>19</sup>

Por su posición geográfica, la Ciudad de México recibe una alta radiación solar la mayor parte del año. De acuerdo con el informe de calidad del aire de la Ciudad de México, durante el 2018 hubo 40 días con alta radiación (índice ultravioleta, [IUV]: 6-7), 125 días con radiación muy alta (IUV: 8-10) y 197 días con radiación extremadamente alta (IUV: 11+).<sup>19</sup> La OMS sugiere a la población no exponerse directamente al sol cuando el IUV sea mayor a 3, por considerarlo perjudicial para la salud de la piel.<sup>13</sup> No obstante, se han descrito otros factores atribuibles a la baja exposición solar en niños y adolescentes con obesidad, como la poca actividad física al aire libre o por pasar demasiado tiempo en actividades sedentarias (ver televisión y el uso de computadoras).<sup>10,25</sup> De manera concordante con esta información, observamos que una mayor adiposidad se asoció con menor exposición solar ( $r = -0.229$ ,  $p = 0.041$ ) y que los sujetos sedentarios se expusieron menos al sol en comparación con aquellos que realizaban ejercicio moderado ( $p = 0.031$ ).

No se observaron diferencias en las concentraciones séricas de 25(OH)D al comparar por sexo, uso de protector solar, tonalidad de piel (fototipo), ni estación del año. Si bien existe evidencia de que estos determinantes están relacionados con la deficiencia de VD,<sup>13,14</sup> nuestros resultados podrían explicarse por un tamaño de muestra limitado en compara-

ción con otros estudios. Además, los participantes de nuestro estudio tuvieron una baja exposición al sol, por lo que estos factores podrían depender directamente del tiempo que pasan al aire libre exponiéndose a la radiación solar. Con respecto al fototipo de piel, se sabe que la melanina es un protector natural al absorber los fotones provenientes de la radiación solar. De esta manera, la piel más oscura necesita mayor tiempo de exposición solar para sintetizar suficiente VD en comparación con la piel clara.<sup>20</sup>

Reconocemos que el presente estudio tiene algunas debilidades, como un tamaño de muestra relativamente pequeño. Asimismo, el uso de algún método más robusto para determinar la ingesta de VD y el grado de exposición solar, podría arrojar coeficientes de asociación de mayor magnitud al correlacionarse con las concentraciones séricas de VD. No obstante, nuestros resultados son consistentes con datos publicados en otras regiones del mundo y, hasta donde sabemos, este es el primer estudio realizado en adolescentes mexicanos que hace énfasis en su baja ingesta dietaria y el estado de nutrición de VD.

## Conclusiones

Nuestro estudio confirma que la frecuencia de deficiencia de VD en población pediátrica es elevada. Por otra parte, la ingesta de VD y el grado de exposición solar fueron considerablemente bajos. La ingesta de VD se correlacionó con las concentraciones séricas, pero no con el *score* de exposición solar. Es urgente implementar estrategias enfocadas a promover el consumo de alimentos ricos en VD, y considerar si es pertinente plantear una política pública que haga obligatoria la adición de VD en alimentos de consumo masivo.

## Agradecimientos

Este trabajo contó con el apoyo financiero de la Fundación IMSS A.C. a través de la *Convocatoria del Instituto Mexicano del Seguro Social para el ejercicio 2023 sobre Temas Prioritarios de Salud, Población Vulnerable y Temas Emergentes*, con número de registro: R-2023-785-043.

## Referencias

1. Zakharova I, Kilimov L, Kuryaninova V, et al. Vitamin D insufficiency in Overweight and obese children and adolescents. *Front Endocrinol*. 2019;10:103 doi: 10.3389/fendo.2019.00103
2. Amrein K, Scherkl M, Hoffmann M, et al. Vitamin D deficiency 2.9: an update on the current status worldwide. *Eur J Clin Nutr*. 2020;74:1498-1513. doi: 10.1038/s41430-020-0558-y
3. Holick MF. The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. *Rev Endocr Metab Disord*. 2017;18:153-165. doi: 10.1007/s11154-017-9424-1.
4. Taylor SN. Vitamin D in toddlers, preschool children, and adolescents. *Ann Nutr Meta*. 2020;76(2):30-40. doi: 10.1159/000505635.
5. De la Cruz-Gongóra V, García-Guerra A, Shamah-Levy T, et al. Estado de nutrimentos en niños, niñas y mujeres mexicanas: análisis de la Ensanut Continua 2022. *Salud Publica Mex*. 2023;65(supl I):S231-S237. doi: 10.21149/14781
6. Chang SW, Lee HC. Vitamin D and health - The missing vitamin in humans. *Pediatrics and Neonatology*. 2019;60(3):237-244. doi: 10.1016/j.pedneo.2019.04.007
7. Janoušek J, Pilařová V, Macáková K, et al. Vitamin D: sources, physiological role, biokinetics, deficiency, therapeutic use, toxicity, and overview of analytical methods for detection of vitamin D and its metabolites. *Crit Rev Clin Lab Sci*. 2022;59(8):517-54. doi: 10.1080/10408363.2022.2070595
8. Dominguez LJ, Farrugia M, Veronese N, et al. Vitamin D sources, metabolism, and deficiency: Available compounds and guidelines for its treatment. *Metabolites*. 2021;11(4):255. doi: 10.3390/metabo11040255
9. Shamah-Levy T, Gaona-Pineda EB, Cuevas-Nasu L, et al. Prevalencias de sobrepeso y obesidad en población escolar y adolescente de México. *Ensanut Continua 2020-2022*. *Salud Publica Mex*. 2023;65(supl I):S218-S224. doi: 10.21149/14762
10. Fiamenghi VI, De Mello ED. Vitamin D deficiency in children and adolescents with obesity: a meta-analysis. *J Pediatr*. 2020;97(3):273-279. doi: 10.1016/j.jpeds.2020.08.006 0021-7557
11. Vranic L, Mikolasevic I, Milic S. Vitamin D deficiency: Consequence or cause of obesity?. *Medicina*. 2019;55(9):541. doi: 10.3390/medicina55090541
12. Bennour I, Haroun N, Sicard F, et al. Vitamin D and obesity/adiposity - A brief overview of recent studies. *Nutrients*. 2022;14(10):2049. doi: 10.3390/nu14102049
13. Rodríguez-Sangrador M, Beltrán-de Miguel B, Cuadrado-Vives C, et al. Influencia de la exposición solar y la dieta en el estado nutricional de vitamina D en adolescentes españolas: estudio de los cinco países (Proyecto OPTIFORD). *Nutr Hosp*. 2010;25(5):755-762.
14. Dimakopoulos I, Magriplis E, Misopoulou, et al. Association of serum vitamin D status with dietary intake and sun exposure in adults. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2019;34:23-31.
15. Ipiña A, López-Padilla G, Retama A, et al. Ultraviolet radiation environment of a tropical megacity in transition: Mexico City 2000-2019. *Environ Sci Technol*. 2021;55(16):10946-10956. doi: 10.1021/acs.est.0c08515
16. Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-086-ssa1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales. Disponible en: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4890075&fecha=26/06/1996#sc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4890075&fecha=26/06/1996#sc.tab=0). [Consultado 30 Ago 2024].
17. Jurado-Castro JM, Llorente-Cantarero FJ, Gil-Campos M. Evaluación de la actividad física en niños. *Acta Pediatr Esp*. 2019;77(5-6):94-99.
18. Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria. Disponible en: [https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4010/seeco11\\_C/seeco11\\_C.htm](https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4010/seeco11_C/seeco11_C.htm). [Consultado 30 Ago 2024].
19. Morales-Villar AB, Maldonado-Hernández J, Álvarez-Licona NE, et al. Determinants of vitamin D status in healthy young adults from Mexico City. *Arch Med Res*. 2024;55(3):102968. doi: 10.1016/j.arcmed.2024.102968
20. Raymond-Lezman JR, Riskin SI. Benefits and risk of sun exposure to maintain adequate vitamin D levels. *Cureus*. 2023;15(5):e38578. doi: 10.7759/cureus.38578
21. Clarck P, Montiel-Ojeda D, Chico-Barba LG, et al. Vitamin D concentration and its association with parathyroid hormone in children and adolescents. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2021;78(4):265-272. doi: 10.24875/BMHIM.20000243
22. Denova-Gutiérrez E, Muñoz-Aguirre P, López D, et al. Low serum vitamin D concentrations are associated with insulin resistance in Mexican children and adolescents. *Nutrients*. 2019;11(9):2109. doi: 10.3390/nu11092109
23. Pedroza-Tobías A, Hernández-Barrera L, López-Olmedo N, et al. Usual vitamin intakes by Mexican population. *J Nutr*. 2016;146(9):1866S-1873S. doi: 10.3945/jn.115.219162
24. Flores ME, Rivera-Pasquel M, Valdez-Sánchez A, et al. Vitamin D status in Mexican children 1 to 11 years of age: an update from the Ensanut 2018-19. *Salud Publica Mex*. 2021;63:382-393. doi: 10.21149/12156
25. Shulhai AMA, Pavlyshyn HA, Shulhai OM. Peculiarities of the prevalence and risk factors for vitamin d deficiency in overweight and obese adolescent in Ukraine. *Archives of the Balkan Medical Union*. 2019;54(1):57-63. doi: 10.31688/ABMU.2019.54.1.08

**Declaración de conflicto de interés:** los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.