

Asociación entre niveles séricos de vitamina D y factores de riesgo cardiometabólicos en pacientes pediátricos del noroeste de México

Association between serum levels of vitamin D and cardiometabolic risk factors in pediatric patients from northwestern Mexico

Jaime Guadalupe Valle-Leal¹ , Laura del Carmen Haro Félix¹ , Ricardo Serrano-Osuna² ,
Jesús Abraham Aguilar-Campos² , Cruz Mónica López-Morales³ , Carlos Yovanny
Londoño Mesa⁴ 

¹ Instituto Mexicano del Seguro Social, Hospital General Regional Número 1, Departamento de Pediatría. Ciudad Obregón, Sonora, México.

² Instituto Mexicano del Seguro Social, Laboratorio Clínico de Unidad Médica de Alta Especialidad. Ciudad Obregón, Sonora, México.

³ Instituto Mexicano del Seguro Social, Coordinación de Planeación y Enlace Institucional. Ciudad Obregón, Sonora, México.

⁴ Instituto Mexicano del Seguro Social, Hospital General Regional Número 1, Departamento de Enfermería. Ciudad Obregón, Sonora, México.

RESUMEN

Introducción: Actualmente se ha observado que la hipovitaminosis D y la obesidad pueden influir en el desarrollo de enfermedad cardiovascular en el futuro. **Objetivo:** Identificar la asociación entre deficiencia de vitamina D y factores de riesgo cardiometabólicos en los pacientes pediátricos del noroeste de México. **Materiales y métodos:** se incluyeron niños de 6 a 15 años, se les midieron variables somatométricas, niveles séricos de colesterol total, C-HDL, C-LDL, triglicéridos, glucosa, insulina, vitamina D e índice HOMA-IR. Se identificó la asociación de factores de riesgo cardiometabólicos y la deficiencia de vitamina D, mediante la prueba de Chi cuadrado. **Resultados:** De los 114 pacientes evaluados, se detectó eutrofia en 42.1%, sobrepeso en 12.3%, obesidad en 41.2% y desnutrición en 4.4%. La prevalencia de deficiencia en vitamina D, insuficiencia y suficiencia fueron 18.4%, 27.2% y 54.4% respectivamente. La deficiencia de vitamina D mostró mayor predominio en pacientes con obesidad (27 %). La hipertrigliceridemia se

ABSTRACT

Introduction: It has currently been observed that hypovitaminosis D and obesity can influence the future development of cardiovascular disease. **Objective:** To identify the association between vitamin D deficiency and cardiometabolic risk factors in pediatric patients from northwestern Mexico. **Materials and methods:** Children aged 6 to 15 years were included, somatometric variables, serum levels of total cholesterol, HDL-C, LDL-C, triglycerides, glucose, insulin, vitamin D and HOMA-IR index were measured. The association of cardiometabolic risk factors and vitamin D deficiency was identified using the Chi square test. **Results:** Of the 114 patients evaluated, normal body-mass index was detected in 42.1%, 12.3% were overweight, 41.2% were obese and 4.4% were malnourished. The prevalence of vitamin D deficiency, insufficiency and sufficiency were 18.4%, 27.2% and 54.4% respectively. Vitamin D deficiency was more prevalent in obese patients (27%). Hypertriglyceridemia was statistically associated with vitamin D deficiency (p =

Correspondencia: Jaime Guadalupe Valle Leal **Correo:** valle_jaime1@hotmail.com

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Fuente de financiamiento: Recursos del Hospital y de los investigadores.

Recibido: 12/04/2022 **Aceptado:** 07/06/2022

Doi: <https://doi.org/10.31698/ped.49022022003>

 Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons CC-BY 4.0

asoció estadísticamente con deficiencia de vitamina D ($p = 0.041$). Se observaron correlaciones inversas entre niveles de vitamina D con HOMA ($r = -0.191$; $p = 0.41$), score Z IMC ($r = -0.210$; $p = 0.025$) e insulina ($r = -0.227$; $p = 0.015$).

Conclusiones: La deficiencia de vitamina D se asocia en niños con un IMC elevado y resistencia a la insulina, lo cual puede acelerar el desarrollo de síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad cardiovascular.

Palabras claves: Factores de riesgo cardiometabólicos; obesidad; deficiencia de vitamina D; niños.

0.041). Inverse correlations were observed between vitamin D levels with HOMA ($r = -0.191$; $p = 0.41$), BMI Z score ($r = -0.210$; $p = 0.025$) and insulin ($r = -0.227$; $p = 0.015$).

Conclusions: Vitamin D deficiency is associated with a higher BMI and insulin resistance in children, which can accelerate the development of metabolic syndrome, type 2 diabetes mellitus and cardiovascular disease.

Keywords: Cardiometabolic risk factors, obesity, vitamin D deficiency, kids.

INTRODUCCIÓN

La vitamina D es una hormona liposoluble, la cual participa en diferentes procesos del cuerpo humano, su principal acción es mantener las cifras de calcio y fósforo dentro del rango fisiológico que permita el metabolismo, la transmisión neuromuscular y la mineralización ósea, pero se ha descrito la presencia de receptores de vitamina D en hueso, médula ósea, cartílago, folículo piloso, tejido adiposo, suprarrenal, cerebro, estómago, intestino delgado, túbulo renal distal, colon, páncreas (células β), hígado, pulmón, músculo, linfocitos B y T activados, corazón, aparato yuxtglomerular, células del músculo liso vascular, gónadas, próstata, mama, células paratiroides, parótida, placenta, retina, timo y tiroides. Por este motivo, se le suponen funciones diversas⁽¹⁾.

En los últimos años se han hecho investigaciones exhaustivas sobre la vitamina D como un factor que influye en la patogenia de diversas enfermedades agudas y crónicas no esqueléticas, tales como infecciones, cáncer, trastornos psiquiátricos, enfermedades autoinmunes, así como factores de riesgo cardiovasculares como hipertensión arterial, dislipidemia, diabetes mellitus, obesidad y aterosclerosis⁽²⁻⁴⁾.

El metabolito de la vitamina D -25 hidroxivitamina D (25 OH-D)- es usado como marcador de riesgo de deficiencia de vitamina D. Este metabolito es producido en el hígado y refleja el consumo dietario y la formación de vitamina D en piel⁽⁵⁾.

La definición utilizada como deficiencia de vitamina D es aquella denominada por la Academia

Americana de Pediatría como una concentración de 25-hidroxi-colecalciferol por debajo de 20ng/ml.^(6,7)

Se han encontrado factores que sean causantes de la hipovitaminosis D, posiblemente se debe en parte a la evasión de manera voluntaria, por ejemplo: ropa, uso de bloqueadores solares, baja exposición a la luz solar, baja ingesta dietética de alimentos ricos en vitamina D o suplementos, coloración oscura de la piel, excesiva adiposidad, entre otros más⁽⁸⁾.

Otros factores que pueden modificar el metabolismo de la vitamina D, tanto modificando su absorción intestinal (fibratos, resinas quelantes), como alteraciones hepáticas y renales, que afectan a la capacidad de la 25-hidroxilación y 1 alfa-hidroxilación respectivamente, y el consumo de medicamentos que aceleran su catabolismo (antiepilépticos, corticoides)⁽⁹⁾.

La obesidad está estrechamente relacionada con la deficiencia de vitamina D, se piensa que la grasa subcutánea, secuestra la vitamina D sintetizada en la piel, lo que se traduce en menos liberación de vitamina D de la piel a la circulación en el sujeto obeso en comparación con los sujetos no obesos. En México, Elizondo y colaboradores determinaron la prevalencia de deficiencia de vitamina D y su asociación con obesidad y estilo de vida en escolares de seis escuelas públicas de Monterrey. Al estratificar la muestra por índice de masa corporal, se encontró una diferencia significativa en las concentraciones de 25(OH) D entre los grupos: los pacientes obesos tuvieron concentraciones menores respecto de los sujetos sin obesidad⁽¹⁰⁾.

Por lo tanto, esta asociación de deficiencia de vitamina D y obesidad pediátrica son un problema de salud pública ya que esta última está en aumento en todo el mundo, sobre todo en los países en desarrollo como México, y en la última encuesta nacional se reveló que en el país 26% de los niños en edad escolar presentan sobrepeso y obesidad. En el noroeste de México, los datos son aún más preocupantes, pues el 40% de los niños y el 35% de las niñas padecen sobrepeso u obesidad, por lo que esta región está predispuesta a complicaciones metabólicas relacionadas con la obesidad, incluida la homeostasis anormal de glucosa (es decir, resistencia a la insulina, intolerancia a la glucosa y diabetes tipo 2), hipertensión, dislipidemia y síndrome metabólico^(11,12).

Existe evidencia de la asociación significativa entre los niveles de vitamina D y los factores de riesgo cardiometabólicos en la infancia. Se han realizado estudios longitudinales donde demuestran que la presencia de factores de riesgo cardiometabólicos en la edad pediátrica predicen la aparición de enfermedad cardiovascular en la edad adulta como síndrome metabólico, hipertensión arterial, arterioesclerosis, diabetes mellitus tipo 2, infarto de miocardio y enfermedad arterial periférica.⁽¹³⁾ En realidad en nuestro país, se cuentan con pocos estudios acerca de esta problemática, y por lo tanto no conocemos si existe deficiencia de vitamina D en los niños de nuestra región, tampoco si existe asociación con los factores de riesgo cardiometabólicos, es importante la investigación de esta asociación ya que podría la suplementación y las acciones correctivas mejorar el perfil de riesgo cardiovascular durante la infancia y la adolescencia, disminuyendo el riesgo de desarrollo de enfermedad cardiovascular en la edad adulta.

El objetivo de este estudio fue determinar la asociación entre niveles bajos de vitamina D y factores de riesgo cardiometabólicos en pacientes pediátricos del noroeste de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Previa autorización del comité local de investigación y ética de la investigación, se realizó un estudio descriptivo en niños de 6 a 15 años de edad, adscritos a

la consulta externa de pediatría de un hospital público que otorga atención médica de segundo nivel en el noroeste de México. El tamaño de la muestra se calculó para un poder estadístico de 78%; el muestreo fue no probabilístico. Se excluyeron pacientes con enfermedad endocrinológica, metabólica, genética, renal o cardiovascular conocida, y a aquellos bajo tratamiento con fármacos esteroideos, diuréticos y anticonvulsivantes, también fueron excluidos quienes tuvieran alguna suplementación vitamínica. Se obtuvo el consentimiento informado de ambos padres por escrito y el asentimiento de todos los participantes. Inicialmente, se aplicó una breve encuesta a cada participante, donde se recabaron datos como edad, sexo y lugar de residencia. El periodo de reclutamiento fue de enero a agosto del 2020.

A cada paciente, se tomaron las siguientes mediciones antropométricas: peso, talla y perímetro de la cintura, esto se realizó de acuerdo con los lineamientos plasmados en el Manual de antropometría del Departamento de Nutrición del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán⁽¹⁴⁾. Estas mediciones fueron realizadas por un solo investigador, con una confiabilidad inter-mediciones de 0.81. Con estas medidas se estimó el índice de masa corporal (IMC) utilizando la fórmula de Quetelet. También se calculó la puntuación Z de IMC y se clasificó utilizando tablas específicas para edad y sexo de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud: se consideró como peso normal una puntuación $Z \geq -1$ y $\leq +1$; sobrepeso, $Z > +1$ y $< +2$; obesidad, $Z > +2$ desviaciones estándar (DE)⁽¹⁵⁾. Se identificó el índice cintura-estatura (ICE) dividiendo el perímetro de cintura entre la estatura; se clasificó como obesidad abdominal a los pacientes con índice > 0.5 ⁽¹⁶⁾. Las muestras sanguíneas fueron extraídas previo ayuno de 12 horas. Se midieron niveles de glucosa, insulina, colesterol total, C-HDL, C-LDL, triglicéridos y 25(OH)2 vitamina D. La determinación de 25(OH)2 vitamina D se realizó por espectrometría de masas en tándem; la insulina se determinó por método de quimioluminiscencia; la glucosa y el perfil de lípidos se determinaron a través del análisis automatizado del equipo UnicelDxC 800® por técnica espectrofotométrica.

Los niveles de glucosa >100 mg/dl se consideraron como hiperglucemia; colesterol alto > 200 mg/dl;

niveles de HDL bajos < 40 mg/dl; niveles LDL altos > 130 mg/dl; Hipertrigliceridemia >150 mg/dl⁽¹⁷⁾. Los resultados >10mcg/ml se consideraron como hiperinsulinemia⁽¹⁸⁾. Los valores de 25 hidroxicolecalciferol se consideraron como deficiencia con un valor sérico <15 ng/mL, insuficiencia >15 y <20 ng/mL y niveles óptimos con valores > 20 ng/mL^(6,7). Se calculó el índice de resistencia a la insulina mediante modelo homeostático (HOMA, por sus siglas en inglés homeostatic model assessment) y se consideró como resistencia a insulina aquellos resultados con valores > 3.16⁽¹⁹⁾ en púberes y > 3.43 en pre púberes⁽²⁰⁾. Los resultados se registraron en una base de datos en el programa Excel, y fueron procesados mediante el software SPSS, versión 18.0 para Windows. Se realizó el análisis estadístico descriptivo para variables cuantitativas; se calcularon la media, la desviación estándar, el valor mínimo y máximo. Las variables

cuantitativas se midieron según su frecuencia en porcentajes. Se cuantificó la asociación entre variables utilizando el coeficiente de correlación de Spearman.

RESULTADOS

Se estudiaron 114 pacientes entre 6 y 15 años de edad, la distribución por género fue de un 60% masculinos (68 pacientes) y un 40% femeninos (46 pacientes). La media de edad fue de 9.59 años con una desviación estándar (DE) de 2.50, la media de peso fue 43.43 kilos con DE de 19.82, la media de vitamina D fue de 21,69 ng/ml, con DE de 7.32, tensión arterial sistólica (TA) media de 100.13 milímetros de mercurio (mmHg), TA diastólica media de 66.76 con DE de 9.36, colesterol total media de 157.16 mg/dl con DE de 33.32, resto de valores ver en tabla 1.

Tabla 1. Tabla de frecuencias de variables somatométricas y bioquímicas de una serie de pacientes pediátricos de un hospital de segundo nivel de atención. N=114

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad (años)	6	15	9.59	2.509
Peso (kg)	17	127	43.43	19.824
Talla (cm)	104	172	139.316	15.152
IMC	12.9	42.9	21.306	5.976
Score Z IMC	-3	3	0.91	1.605
Perímetro cintura (cm)	22	124	72.71	18.26
ICE	0.17	0.72	0.512	0.101
HOMA	0.21	13.8	3.122	2.622
Glucosa (mg/dl)	66	119	90.16	8.833
Vitamina D (ng/ml)	7	47	21.696	7.32
Insulina (mg/ml)	1.1	73.7	14.235	12.016
Triglicéridos (mg/dl)	27	297	86.13	54.618
Colesterol total (mg/dl)	86	294	157.16	33.32
C-LDL (mg/dl)	33.3	201.3	93.642	28.028
C-HDL (mg/dl)	22	88.2	46.22	11.571
TAS (mmHg)	80	140	100.13	11.401
TAD (mmHg)	40	90	66.76	9.366
P TAS	25	99	43.68	21.253
P TAD	25	99	55.42	22.548

n= total de pacientes; kg= kilogramos; cm= centímetros; IMC= índice de masa corporal; ICE= índice cintura estatura; HOMA= índice de resistencia a la insulina; mg= miligramos; dl= decilitros; ng= nanogramos; mcg= microgramos; ml= mililitros; mmHg= milímetros de mercurio; C- LDL colesterol de baja densidad; C- HDL Colesterol de alta densidad; TAS Tensión arterial sistólica; TAD Tensión arterial diastólica; P TAS percentil tensión arterial sistólica; TAD Percentil tensión arterial diastólica

En la tabla 2, se observa la descripción de variables sociodemográficas y metabólicas, como el género, IMC, ICE, estatus de vitamina D, glucosa, insulina, IR-HOMA, triglicéridos, colesterol total, colesterol de baja densidad, colesterol de alta densidad, así como la presión arterial sistólica y diastólica, en donde se clasificó a cada una de las variables, además se determinó su frecuencia y porcentaje. Llama la

atención la alta proporción de pacientes con exceso de adiposidad (41% por IMC y 51% por índice de cintura/estatura), 38% con resistencia a insulina, niveles deficientes de vitamina D en 19%, 12 % con hipertrigliceridemia, 10% con colesterol elevado, 5% con hipertensión sistólica y 12% con hipertensión diastólica. Para ver detalles ir a tabla 2.

Tabla 2. Descripción de variables sociodemográficas y metabólicas en serie de pacientes pediátricos de un hospital de segundo nivel de atención. N=114

Variables		Frecuencia	%
Género	Masculino	68	60
	Femenino	46	40
IMC	Normal	48	42
	Sobrepeso	14	13
	Obesidad	47	41
ICE	Desnutrición	5	4.4
	Normal	56	49
	Elevado	58	51
HOMA	Positivo	43	38
	Negativo	71	62
Glucosa	Normal	103	90
	Alta	11	10
Vitamina D	Suficiencia	62	54
	Insuficiencia	31	27
	Deficiencia	21	19
Insulina	Normal	54	4
	Elevada	60	53
Triglicéridos	Normal	100	88
	Elevado	14	12
Colesterol total	Normal	103	90
	Elevada	11	10
C- LDL	Normal	106	93
	Elevado	8	7
C- HDL	Normal	79	69
	Bajo	35	31
TAS	Normal	101	89
	Normal-alta	7	6
TAD	Hipertensión	6	5
	Normal	88	77
	Normal-alta	12	11
	Hipertensión	14	12

n= total de pacientes; IMC índice de masa corporal normal = IMC Z- score < 1 y 1; sobrepeso = IMC Z-score > a 1 y < 2; obesidad = IMC > a 2 DS; desnutrición = IMC Z-score < 2; ICE índice cintura estatura elevado = > a 0.5; resistencia a la insulina = HOMA > 3.16; hiperglicemia = > 100mg/dl, nivel vitamina D deficiente = < 15ng/ml, nivel vitamina D insuficiente = < 20ng/ml, nivel normal vitamina D = igual o > a 20nng/ml; hiperinsulinemia = igual o > 10mcg/ml; hipertrigliceridemia = igual o > 150mg/dl; hipercolesterolemia: igual o > 200 mg/dL, C- LDL colesterol de baja densidad elevado = igual o > 130 mg/dL; C-HDL colesterol de alta densidad bajo = < 40 mg/dL, Hipertensión: TAS o TAD P > 95; Normal alta: TAS o TAD P = o > 90 y < P95 y Normal: TAS o TAD < P90

En la tabla 3 se describe la distribución de variables representativas de factores cardiometabólicos de acuerdo al estatus de vitamina D ya sea en nivel suficiente, insuficiente y deficiente, se encontró asociación estadísticamente significativa entre deficiencia de vitamina D e hipertrigliceridemia (p 0.041).

Tabla 3. Distribución de las variables representativas de factores de riesgo cardiometabólicos en pacientes pediátricos de acuerdo al estado de vitamina D. N=114

Variables		Estado de vitamina D			Valor p*
		Suficiencia N (%)	Insuficiencia N (%)	Deficiencia N (%)	
TAS	Normal	56(55%)	27(27%)	18(18%)	0.840
	Alta-normal	4(57%)	2(29%)	1(14%)	
	Hipertensión	2(33%)	2(33%)	2 (34%)	
TAD	Normal	48(55%)	23(26%)	17(19%)	0.977
	Alta normal	6(50%)	4(33%)	2(17%)	
	Hipertensión	8(57%)	4(29%)	2 (14%)	
Triglicéridos	Normal	57(57%)	28(28%)	15(15%)	0.041*
	Elevado	5(36%)	3(21%)	6(43%)	
Colesterol	Normal	55(53%)	28 (27%)	20(19%)	0.681
	Elevada	7(64%)	3(27%)	1(9%)	
C- LDL	Normal	58(55%)	28(26%)	20(19%)	0.767
	Elevado	4(50%)	3(38%)	1(12%)	
C- HDL	Normal	42(61%)	24(35%)	13(19%)	0.456
	Bajo	20(57%)	7(20%)	8(23%)	
Glucosa	Normal	58(56%)	28(27%)	17(17%)	0.240
	Elevada	4(36%)	3 (28%)	4(36%)	
Insulina	Normal	35(65%)	12(22%)	7(13%)	0.098
	Elevada	27(45%)	19(32%)	14(23%)	
HOMA	Positivo	21(49%)	12(28%)	10(23%)	0.527
	Negativo	41(58%)	19(27%)	11(15%)	
IMC	Normal	26(55%)	14(30%)	7(15%)	0.149
	Sobrepeso	11(76%)	2(16%)	1(8%)	
	Obesidad	21(44%)	14(29%)	13(27%)	
	Desnutrición	4(80%)	1(20%)	0	

P = prueba de Chi-cuadrado de Pearson; n = total de pacientes; p significativo <0.05; TAS= tensión arterial sistólica; TAD= Tensión arterial diastólica; C- LDL colesterol de baja densidad elevado; C-HDL colesterol de alta densidad; HOMA = resistencia a la insulina

En la tabla 4 se presentan correlaciones inversas medias pero significativas de los niveles de vitamina D con HOMA (r=-0.191; p=0.041), con score Z IMC (r=0.210; p=0.025) y con insulina (r=-0.227; p=0.015). No se observaron correlaciones de los niveles de vitamina D con los niveles de glucosa (r=-0.021; p=0.824), con los niveles de lípidos (Triglicéridos, r=-0.091, p=0.335; Colesterol, r=-0.131, p=0.164; C-LDL, r=-0.073, p=0.437; C-HDL, r=-0.011, p=0.911) o con la presión arterial (TAS, r=-0.179, p=0.057; TAD, r=-0.091, p=0.336).

Tabla 4. Correlación entre los niveles de vitamina D y los factores de riesgo cardiometabólicos. N=114

Vitamina D	Coefficiente de correlación de p	HOMA	Score Z IMC	Gluc	Insulina	TG	CT	C-LDL	C-HDL	TAS	TAD
		-0.191*	-0.210*	-0.021	-0.227*	-0.091	-0.131	-0.073	-0.011	-0.179	-0.091
		0.041*	0.025*	0.824	0.015*	0.335	0.164	0.437	0.911	0.057	0.336

Coefficiente de correlación significativos ($p < 0.05$); HOMA = resistencia a la insulina; IMC = índice de masa corporal, GLUC = Glucosa; TG = triglicéridos; CT = Colesterol total; C-LDL colesterol de baja densidad elevado; C-HDL colesterol de alta densidad; TAS = tensión arterial sistólica; TAD = Tensión arterial diastólica.

DISCUSIÓN

En nuestro estudio se observó una prevalencia de sobrepeso en 12.3% y obesidad en 41.2%, en la población estudiada de 6 a 15 años de edad, la tendencia de presentación fue predominante en el sexo masculino.

En la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2016 se evidenció en México una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad del 33.2% en niños de 5 a 11 años; con una tendencia de presentación mayor para el sexo masculino⁽²¹⁾.

Previamente se han realizado estudios de la relación entre el déficit de vitamina D y obesidad infantil; dentro de los estudios más recientes podemos encontrar el realizado por Valle y colaboradores en el 2017, en el cual reportaron una prevalencia del 30% de deficiencia de vitamina D en escolares con obesidad y 10% en escolares eutróficos como resultado de la población estudiada en un hospital de segundo nivel de atención en el sur de Sonora⁽²²⁾.

En nuestro estudio, la hipovitaminosis D (tanto la insuficiencia como la deficiencia) se observó en 45.6% del total de la muestra, con este resultado podemos comprobar una prevalencia elevada de deficiencia de vitamina D en la población infantil estudiada. La relación entre deficiencia de vitamina D fue significativa ya que se presentó en 12.3% en pacientes con sobrepeso/ obesidad, comparado con el 6.1% de pacientes con peso normal, dicho resultado concuerda con lo descrito en el estudio de Elizondo y colaboradores en la que sostiene que la prevalencia de deficiencia de vitamina D tuvo relación con el sobrepeso u obesidad⁽¹⁰⁾.

La mayor prevalencia de deficiencia de vitamina D observada en nuestro estudio podría atribuirse a la

menor exposición de estos niños obesos a luz solar, ya que la mayoría de las pruebas se realizaron en primavera e invierno, y también podrían ser una consecuencia de una inadecuada alimentación, debido a una baja ingesta de alimentos ricos en vitamina D. Sin embargo, no tuvimos acceso a datos dietéticos para estos niños. Esto debe considerarse una limitación de este estudio. Nuestros hallazgos en niños obesos, reportan niveles de deficiencia en 11.4% y de insuficiencia en 12.3%, los cuales no coinciden con los de Buyukinan et al, quienes reportaron valores de deficiencia e insuficiencia de vitamina D de 62,2% y 34,0%, respectivamente, en niños obesos⁽²³⁾.

Al igual que en estudios previos^(24,25), observamos una relación inversa media pero significativa entre el score Z IMC y los niveles de vitamina D. Este hallazgo se ha atribuido al secuestro de vitamina D en el tejido adiposo⁽²⁶⁾ y la síntesis hepática reducida de la misma en individuos obesos con enfermedad de hígado graso no alcohólico. En contraste, otro estudio no encontró asociación significativa entre IMC y niveles de vitamina D⁽²⁷⁾.

En un análisis de cohortes múltiples, Vimalaswaran et al. Se calculó que cada aumento del 10% en el IMC llevaría a una disminución del 4.2% de las concentraciones de vitamina D. Los autores concluyeron que los esfuerzos de monitoreo y tratamiento de deficiencia esta vitamina en individuos obesos aliviarían las influencias adversas del exceso de adiposidad en la salud; además, se espera que los intentos de reducir el IMC reduzcan la prevalencia de deficiencia de vitamina D⁽²⁸⁾.

De acuerdo con un informe reciente⁽²⁷⁾, nuestro estudio no observó ninguna correlación de los

niveles de vitamina D con los niveles de triglicéridos, colesterol total, LDL-C o HDL-C. Sin embargo, Dolinsky y colaboradores sugirieron que no existir pruebas suficientes para apoyar una asociación clara entre la vitamina D y los niveles de lípidos⁽²⁹⁾.

En nuestro estudio, no se observó asociación entre hipertensión y los bajos niveles séricos de vitamina D, como lo demuestran otras investigaciones^(30,31), aunque existen publicaciones que reportan disminución de las cifras de tensión arterial en sujetos hipertensos suplementados con vitamina D⁽³²⁾.

Se observó una correlación inversa media entre los niveles de vitamina D y los valores de insulina y HOMA-IR. En otras palabras, los niveles bajos de vitamina D afectan la sensibilidad a la insulina, de acuerdo a las investigaciones previas⁽³³⁾. La hipovitaminosis D se ha implicado en la patogenia de la resistencia a la insulina, la disfunción de la célula beta, y de ambos tipos de diabetes mellitus tipo 1 y tipo 2.

Los mecanismos observados de la vitamina D para incrementar la sensibilidad a la insulina son pautas que nos invitan a profundizar y planear nuevos estudios que permitan demostrar dicha relación, finalidad la cual no fue de nuestra investigación.

En base a esto, podemos atrevernos a ampliar el panorama de estudio, en búsqueda de otras variables que pudieran estar involucradas en dicha asociación, para posteriormente brindar prevención y/o manejo oportuno.

Las principales limitaciones de nuestro estudio fueron la falta de datos, en cuanto a los hábitos dietéticos y la actividad física, así como las horas de exposición al sol. Por lo tanto, no podríamos excluir factores de estilo de vida, como hábitos dietéticos y el estado social, que podrían haber afectado el metabolismo de la vitamina D y otras variables de laboratorio medidas en nuestros participantes del estudio. Los valores de referencia de HOMA, vitamina D han sido tomados de lo reportado en poblaciones pediátricas de España y Estados Unidos de Norteamérica, al no existir valores locales, lo que resalta la necesidad de contar con valores propios de poblaciones más afines a la nuestra.

Los resultados del estudio nos invitan a la propuesta de nuevas investigaciones en búsqueda de una relación causal entre los niveles bajos de vitamina D y su asociación con factores de riesgo cardiometabólicos.

Los bajos niveles de vitamina D y su asociación con variables como obesidad reportados en nuestro estudio denota un problema de salud pública que debemos tener en mente, ya que existen múltiples factores relacionados a este déficit que podrían modificarse para disminuir el síndrome metabólico y alteraciones cardiovasculares que estos pacientes pudieran padecer a temprana edad. Conocer las variables relacionadas al nivel de vitamina D nos ayuda a implementar mejoras en la vida diaria de aquellos pacientes con déficit de dicha vitamina. Las medidas que se podrían implementar para incrementar el nivel de vitamina D son mejorar la dieta, realizar actividad física para disminuir el grado de adiposidad, de preferencia al aire libre para propiciar la exposición solar.

Los resultados observados le ayudarán a médicos de atención primaria para la detección de pacientes en riesgo de presencia de deficiencia de vitamina D como consecuencia del grado alto de adiposidad. Con base a los factores de riesgo detectados podrán solicitarse los estudios correspondientes y posteriormente y su envío con el personal especializado correspondiente (pediatra, endocrinólogo pediatra, nutriólogo) para una valoración integral y el inicio temprano de medidas terapéuticas correspondientes.

CONCLUSIONES

La deficiencia de vitamina D se observa con más frecuencia en niños obesos. Los niveles más bajos de vitamina D se asocian con un IMC elevado, y esta relación puede atribuirse a la mayor adiposidad de los individuos obesos. Además, los niveles bajos de vitamina D pueden estar asociados con la resistencia a la insulina. La deficiencia de vitamina D por lo tanto se pudiera prevenir reduciendo el IMC e incorporando mejoras a la dieta y al patrón de actividad física. La deficiencia de Vitamina D en pacientes pediátricos obesos puede acelerar el desarrollo de síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2, y la enfermedad cardiovascular al aumentar aún la resistencia a la insulina.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Jaime Guadalupe Valle Leal

Diseño de protocolo, muestreo, análisis estadístico, redacción del manuscrito.

Laura del Carmen Haro Félix

Diseño de protocolo, muestreo, análisis estadístico, redacción del manuscrito.

Ricardo Serrano Osuna

Diseño del protocolo, muestreo, análisis estadístico.

Jesús Abraham Aguilar Campos

Diseño del protocolo, muestreo, análisis estadístico.

Cruz Mónica López Morales

Diseño de protocolo, muestreo, análisis estadístico, redacción del manuscrito.

Carlos Yovanny Londoño Mesa

Diseño de protocolo, muestreo, análisis estadístico, redacción del manuscrito.

REFERENCIAS

1. Masvidal Aliberch RM, Ortigosa Gómez S, Baraza Mendoza MC, Garcia-Algar O. Vitamina D: fisiopatología y aplicabilidad clínica en pediatría. *An Pediatr (Barc)* 2012; 77:279.e1-279.e10. doi: 10.1016/j.anpedi.2012.05.019.
2. Souberbielle J-C, Body JJ, Lappe JM, Plebani M, Shoenfeld Y, Wang TJ, et al. Vitamin D and musculoskeletal health, cardiovascular disease, autoimmunity and cancer: Recommendations for clinical practice. *Autoimmun. Rev.* 2010; 9:709-15.
3. Muscogiuri G, Sorice GP, Ajjan R, Mezza T, Pilz S, Prioletta A, et al. Can vitamin D deficiency cause diabetes and cardiovascular diseases? Present evidence and future perspectives. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2012; 22:81-7.
4. Pilz S, Tomaschitz A, März W, Drechsler C, Ritz E, Zittermann A, et al. Vitamin D, cardiovascular disease and mortality. *Clin. Endocrinol.* 2011; 75:575-84.
5. Norman A, Henry H. Vitamin D. Chapter 13. En: Erdman JW, Mac Donald I, Ziesel S (Eds). Present knowledge in nutrition. 10 th ed. John Wiley & Sons. 2012:199-213.
6. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, Gordon CM, Hanley DA, Heaney RP, et al. Weaver C.M. Guidelines for preventing and treating vitamin d deficiency and insufficiency revisited. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2012; 97:1153-8.
7. Rosas-Peralta M, Holick Mf, Borrayo-Sánchez G, Madrid-Miller A, Ramírez-Árias E, Arizmendi-Urbe E. Efectos inmunometabólicos disfuncionales de la deficiencia de vitamina D y aumento de riesgo cardiometabólico. ¿Potencial alerta epidemiológica en América?. *Endocrinol Diabetes Nutr.* 2017;64(3):162-173.
8. Flores M, Sánchez-Romero 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.
9. Rodríguez García M, Fernández Martín JL, Cannata JB, Gómez Alonso C, Naves Díaz M. Revisión del concepto de "suficiencia e insuficiencia" de vitamina D. *Nefrología (Madr.)* 2003; 23 Supl 2:73-7.
10. López D, Méndez L, Guagnelli M, Clark P. Deficiencia de vitamina D en la edad pediátrica. Una oportunidad de prevención. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 2015; 72(4):225-234.
11. Mercado P, Vilchis G. La obesidad infantil en México. Tercera Época. 2013; 17(28).
12. Poomthavorn P, Saowan S, Mahachoklertwattana P, Chailurkit L, Khlairit P. Vitamin D status and glucose homeostasis in obese children and adolescents living in the tropics. *Int J Obes (Lond).* 2012; 36(4):491-5. doi: 10.1038/ijo.2011.260
13. Diaz-Alcazar M, Gil-Extremera B. Relación entre vitamina D y factores de riesgo cardiovascular. *Actualidad Médica.* 2015; 100(795):84-87. doi: 10.15568/am.2015.795.or05
14. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Manual de antropometría. México: CONACYT; 2004. Disponible en: http://www.facm.ed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/spi/unidad2/Antrpometria_manualinnz.pdf.
15. Torres-Tamayo M, Aguilar-Herrera BA, Altamirano-Bustamante N, Barquera S, Barrientos-Pérez M, Bracho-Blanchet E, et al. Consenso de expertos sobre prevención, diagnóstico y tratamiento de la obesidad en edad

- pediátrica. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 2015; 72:1-2. Disponible en: <http://www.smep.org.mx/wp-content/uploads/2016/01/SUPLE-1-CONSENSO-BHI.pdf>.
16. Konradsen S, Ag H, Lindberg F, Hexeberg, Jorde R. Serum 1,25- dihydroxy vitamin D is inversely associated with body mass index. *Eur J Nutr.* 2008; 47:87-91. doi: 10.1007/s00394-008-0700-4
17. Erol M, Bostan Gayret Ö, Hamilç?kan?, Can E, Yi?it ÖL. Vitamin D deficiency and insulin resistance as risk factors for dyslipidemia in obese children. *Arch Argent Pediatr.* 2017; 115(2):133-139. doi: 10.5546/aap.2017.eng.133
18. Ballerina M, Bergadía I, Rodríguez ME, Keselman A, Bengolea VS, Pipman V, et al. Concentración de insulina e índices de insulinosensibilidad en niños y adolescentes sanos. *Arch Argent Pediatr* 2016;114(4):329-336. doi: 10.5546/aap.2016.329
19. Keskin M, Kurtoglu S, Kendirci M, Atabek M, Yazici C. Homeostasis model assessment is more reliable than the fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. *Pediatrics* 2005; 115:500-503.
20. García C, García C, Jiménez A, González C, Calvo MJ, Alcázar E, Díaz E. Índice HOMA y QUICKI, insulina y péptido C en niños sanos. *An Pediatr Barc.* 2007; 66(5):481-90.
21. Flores M, Sánchez-Romero 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.
22. Valle J, Limón J, Serrano R, López C, Álvarez L. Forma activa de la vitamina D en pacientes pediátricos con sobrepeso y obesidad en el noroeste de México. *Bol Med Hosp Inat Mex.* 2017; 74(6):413-418. doi: 10.1016/j.bmhmx.2017.07.004
23. Buyukinan M, Ozen S, Kokkun S, Saz E.U. The relation of vitamin D deficiency with puberty and insulin resistance in obese children and adolescents. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism* 2012; 25 (1-2):83-87.
24. Muscugiuri G, Mitri J, Mathieu C, Badenhoop K, Tamer G, Orio F, et al. Mechanisms in endocrinology: vitamin D as a pontencial contributor in endocrine health and disease. *Eur J Endocrinol* 2014; 171(3):R101-10.
25. Reis JP, von Muhlen D, Miller ER, Michos ED, Appel LJ. Vitamin D status and cardiometabolic risk factors in the United States adolescent population. *Pediatrics* 2009; 124(3):e371-e379.
26. Wortsman J, Matsouka LY, Chen TC, Lu Z, Holick MF. Decreased bioavailability of vitamin D in obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2000;72 (3):690-3.
27. Sacke J, Goodman E, Chui K, Chomitz V, Must A, Economos C. Vitamin D deficiency, adiposity, and cardiometabolic risk in urban Schoolchildren. *The Journal of Pediatrics.* 2011; 159(6):945-50.
28. Vimaleswaran KS, Berry DJ, Lu C, Tikkanen E, Pilz S, Hiraki LT, et al. Causal relationship between obesity and vitamin D status: bi-directional Mendelian randomization analysis of multiple cohorts. *PLoS Med.* 2013; 10(2):e1001383. doi: 10.1371/journal.pmed.1001383
29. Dolinsky DH, Armstrong S, Mangarelli C, Kemper AR. The association between vitamin D and cardiometabolic risk factors in children: a systematic review. *Clin Pediatr (Phila).* 2013; 52(3):210-23. doi: 10.1177/0009922812470742
30. Smotkin-Tangorra M, Purushothaman R, Gupta A, Nejati G, Anhalt H, Ten S. Prevalence of vitamin D insufficiency in obese children and adolescents. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2007; 20(7):817-23.
31. Pérez-Ybarra LM, Acosta GA, Barrera GJ, Navarro MP, Morr-García I, Álvarez A. Evaluación de vitamina D, biomarcadores de inflamación y factores de riesgo cardiovascular en pacientes con hipertensión arterial. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica.* 2018;37(4):360-367.
32. Vásquez-Awad D, Cano-Gútiérrez CA, Gómez-Ortiz A, González MA, Guzmán- Moreno R, Martínez-Reyes JL, et al. Vitamina D. Consenso Colombiano de Expertos. *Med.* 2017; 39(2):140-157.
33. Alemzadeh R, Kichler J, Babar G, Calhoun M. Hypovitaminosis D in obese children and adolescents: relationship with adiposity, insulin sensitivity, ethnicity, and season. *Metabolism.* 2008; 57(2):183-91. doi: 10.1016/j.metabol.2007.08.023