



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD

NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE VITAMINA D EN NIÑOS DE 2 A 14 AÑOS DEL
VALLE DE MÉXICO

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTA:

LAURA GABRIELA CHICO BARBA

TUTOR:

DRA. PATRICIA ELENA CLARK PERALTA
FACULTAD DE MEDICINA
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. SEPTIEMBRE 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mis padres y hermano, por ser mi fortaleza y apoyo durante todas las etapas de mi vida.

A Jourdan, por su paciencia y amor (aquí empezó todo con tu aporte a la ciencia).

A mi tutora, por su graaaan paciencia, apoyo, enseñanzas, regaños y confianza a pesar del tiempo.

A quienes me ayudaron en el maratónico pero divertido trabajo de campo de este estudio, Dana, Lucía, Lucero (y su mamá), Lídice.

A mis amigos, por echarme porras y apoyarme.

A todos los responsables de los centros de reclutamiento que nos abrieron las puertas, sin su ayuda esto no hubiera sido posible.

A todos los niños y sus padres, ustedes son la razón de hacer todo esto.

A todos los que de una manera fueron parte de este proyecto.

¡Mil gracias!

Índice

RESUMEN	4
ANTECEDENTES	5
METABOLISMO VITAMINA D.....	5
FUNCIONES ÓSEAS.....	6
DENSIDAD MINERAL ÓSEA	6
FUNCIONES EXTRAÓSEAS	7
MÉTODOS DE DETERMINACIÓN.....	8
PUNTOS DE CORTE VITAMINA D	8
CAUSAS DE DEFICIENCIA DE VITAMINA D.....	9
EPIDEMIOLOGÍA DE LA DEFICIENCIA VITAMINA D EN ADULTOS.	9
EPIDEMIOLOGÍA DE LA DEFICIENCIA VITAMINA D EN NIÑOS.	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
JUSTIFICACIÓN	17
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	18
OBJETIVOS	18
PRIMARIO	18
SECUNDARIOS.....	18
HIPÓTESIS CONCEPTUAL.....	18
MATERIAL Y MÉTODOS.....	18
DISEÑO DEL ESTUDIO	18
FUENTES PARA LA OBTENCIÓN DE PARTICIPANTES.....	18
CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA	19
POBLACIÓN OBJETIVO	19
POBLACIÓN ELEGIBLE.....	19
CRITERIOS DE INCLUSIÓN	20
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	20
DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	20
MEDICIONES	20
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	22
VARIABLE PREDICTORA	22
VARIABLES DE DESENLACE	22
VARIABLES ANTECEDENTES.....	23
VARIABLES CONFUSORAS	23
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	25
CONSIDERACIONES ÉTICAS	27
RESULTADOS	27
DISCUSIÓN	37
CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS.....	49

Resumen

Antecedentes: La vitamina D (VD) es uno de los principales reguladores del calcio y es importante para la mineralización ósea, actúa en conjunto con la hormona paratiroidea (PTH) para mantener niveles óptimos de calcio en suero. La deficiencia de VD es determinante en el desarrollo de alteraciones óseas y su prevalencia es alta en diferentes poblaciones estudiadas, tanto en niños como adultos. Los estudios realizados en población pediátrica mexicana son pocos y presentan desventajas. No existen estudios que además de evaluar los valores subóptimos de VD, evalúen también variables relacionadas con la salud ósea.

Objetivo: Determinar la proporción de niños con deficiencia de vitamina D, determinada por medio de cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas (LC/MS) en una muestra de niños sanos de 2 a 14 años del Valle de México.

Material y métodos: Estudio transversal comparativo. Se determinaron las concentraciones séricas de VD en 261 niños sanos de 2 a 14 años del Valle de México. Los valores de PTH y variables relacionadas con la deficiencia de VD, datos sociodemográficos, antecedentes familiares de enfermedad, horas pantalla e ingesta de calcio y VD fueron evaluados por medio de un cuestionario. Se calculó la proporción de deficiencia de VD.

Resultados: Un total de 261 niños participaron en el estudio, el 49.4% (n=129) fueron mujeres, la mediana de edad fue de 8 años (p25=5, p75=10) y la mayoría tuvieron in IMC para la edad normal (65.5%, n=167). El promedio de las concentraciones sérica de VD fue de 27.4 ng/mL (± 7.0) y la mediana de PTH fue 25.0 pg/mL (p25=19.4, p75=33.2), no se encontró correlación entre estas variables. Los niveles de VD fueron diferentes dependiendo del grupo de edad y el IMC para la edad. La proporción de deficiencia de VD (<20 ng/mL) fue de 10%, insuficiencia 60.9% (20 a 29ng/mL) y suficiencia 29.1% (>30 ng/mL). Al utilizar los criterios del Instituto de Medicina de Estados Unidos, solo un niño presentó riesgo de deficiencia, el 9.6% riesgo de insuficiencia y el 90% tuvo valores adecuados. La mayor parte de los niños tienen buena exposición al sol y cumplen con la recomendación de pasar <2 hrs/d frente a una pantalla. La ingesta de calcio y VD es inadecuada conforme aumenta la edad. El modelo de regresión logística múltiple permitió establecer a la obesidad como factor de riesgo para deficiencia de VD (OR 3.68; IC95% 1.11-12.20).

Conclusión: La proporción de deficiencia de VD en una muestra de niños de 2 a 14 años del Valle de México fue 10%. Sin embargo, existe un gran número de niños con insuficiencia que podrían progresar a deficiencia en la etapa adulta, ya que en esta población se ha reportado un 45% de deficiencia de VD. Los estilos de vida saludable relacionados a la salud ósea, que incluyen exposición al sol y pocas horas frente a una pantalla, se relacionaron con buenos niveles de VD. Se recomienda crear campañas de concientización sobre estilos de vida saludable enfocados a la salud ósea.

Antecedentes

Metabolismo vitamina D

La vitamina D (VD) es uno de los principales reguladores del metabolismo del calcio y es importante para la mineralización ósea. Entre sus acciones se encuentra el promover la absorción de calcio y fósforo intestinal para mantener las concentraciones normales en la circulación sanguínea y así proveer cantidades adecuadas de éstos minerales para la correcta mineralización.¹

Existen dos formas químicas de VD, ergocalciferol (D₂) y colecalciferol (D₃). Ambas formas difieren únicamente por la presencia del grupo metilo en el carbón 28 y un doble enlace entre el carbón 22 y 23 de la cadena de la vitamina D₂, presentando un metabolismo similar. Una vez que estas vitaminas entran a la circulación se unen a la proteína transportadora de VD y son trasladadas al hígado, donde la citocromo P 450 vitamina D-25 hidroxilasa (CYP27A1) introduce un carbón OH 25 para transformarla en 25 hidroxivitamina D (25[OH]D) o calcidiol. Esta molécula entra a la circulación posthepática o suprahepática, en donde el pulmón y la hormona paratiroides entran en contacto con ella, después serán el hueso y los riñones, donde prácticamente se consume todo este sustrato para la producción de 1,25 hidroxivitamina D (1,25[OH]₂D) o calcitriol, que es la principal forma activa de VD. Además de la producción en riñón, existe evidencia de otros tejidos y células como los macrófagos activados, osteoblastos, queratinocitos, próstata, colon y mama, e incluso los granulomas que también tienen actividad de la 1- α hidroxilasa y por tanto tienen la habilidad de producir la 1,25 (OH)₂ D, aunque esta producción extrarenal parece no jugar papel alguno en la homeostasis del calcio en condiciones normales.²⁻⁴

Las fuentes dietéticas de la VD pueden ser de origen vegetal (D₂) o animal (D₃), los principales alimentos que la contiene son el aceite de hígado de pescado, especialmente el de bacalao, los pescados, leche, yogurt, sardinas, yema de huevo y algunos cereales⁵ Sin embargo, la cantidad de VD que aportan es muy baja, además de que algunos de esos alimentos no son de consumo habitual. La principal fuente de obtención de VD₃ es por medio de la síntesis cutánea, por acción de los rayos ultravioleta (UV), que aporta del 80 hasta el 100% de la VD al organismo.^{6,7} Durante la exposición al sol, el 7-deshidro-colesterol 7DHC (provitamina D₃), cuyo precursor inmediato es el colesterol, absorbe la radiación solar en ondas de energía ultravioleta B [UVB] entre 290 y 315nm, provocando la transformación de la 7-DHC al generar la ruptura del anillo B del pentano fenantreno del colesterol transformándolo en un esteroide (pre-hormona D₃), a partir del colesterol situado en la grasa subcutánea. La radiación solar excesiva no causa intoxicación de 25(OH)D, ya que el exceso es fotolizado a productos biológicamente inactivos gracias a la melanina, la cual funciona como bloqueador natural.⁸ Las fuentes y metabolismo de la VD pueden verse en el Anexo 1.

Funciones óseas

La VD es una pro-hormona liposoluble que tiene efecto en el hueso y tiene un papel determinante en la absorción y utilización del calcio. Los niveles sanguíneos de calcio deben mantenerse siempre en el rango de la normalidad para que cumpla con sus funciones de contracción muscular e impulsos nerviosos y así, mantener estable el calcio en el hueso, que es su principal reservorio. Si los niveles en sangre de calcio bajan se compromete la mineralización ósea. La VD aumenta la concentración de calcio a través de tres mecanismos: 1) promueve la absorción intestinal de calcio y fósforo; 2) estimula a los osteoclastos para comenzar el proceso de resorción ósea, para esta acción requiere de la acción de la paratohormona (PTH); y 3) estimulan la reabsorción de calcio en el túbulo distal renal. Cuando la VD se encuentra disminuida, la absorción intestinal de calcio se ve comprometida y la PTH aumenta el proceso de resorción ósea, desmineralizando el hueso.^{2-4,9-11} La PTH también incrementa la reabsorción del calcio en los túbulos distales y aumenta la formación del 1,25-dihidroxicolecalciferol con lo que incrementa la absorción de calcio intestinal.¹² Algunos estudios han encontrado una disminución en los niveles de PTH al estar bajo suplementación de VD, tanto en población adulta¹³ como pediátrica.^{4,14}

La manifestación más común de bajos niveles de VD en niños es el raquitismo^{11,15}, definido como la falla en la mineralización del hueso y del cartílago en crecimiento. La concentración sérica de VD es muy baja en pacientes con raquitismo, usualmente es menor a 5ng/mL.¹⁶ Se creía una enfermedad erradicada pero la prevalencia continúa siendo alta tanto en países desarrollados como en países en desarrollo. Se manifiesta con deformaciones en los huesos de los miembros inferiores.¹⁷⁻²⁰

Densidad mineral ósea

Estudios sugieren la asociación de VD con la densidad mineral ósea (DMO). Se ha documentado una asociación positiva entre DMO y niveles de VD en adolescentes, pero en niños la evidencia es inconsistente.⁹

Una DMO baja es un factor de riesgo para sufrir osteoporosis en la etapa adulta. Durante la niñez, el crecimiento y la acumulación mineral son rápidos y progresivos; en la pubertad se da un incremento mayor de estos procesos. Más del 85% de la acreción ósea es alcanzada antes de los 18 años de edad, 10% es formada in utero y alrededor de 5% es formada después de la adolescencia.^{21,22} La deficiencia de VD afecta la mineralización ósea; en un meta-análisis hecho por Winzenberg y colaboradores se reporta que la suplementación de VD en niños con deficiencia aumenta ligeramente la DMO en columna lumbar y el contenido mineral óseo total. Sin embargo, los resultados son inconsistentes.²³

Existen diferentes métodos para valorar la DMO, el estándar de oro es la densitometría dual de rayos X (DXA). En niños, la International Society for Clinical Densitometry (ISCD) indica que la medición adecuada en población pediátrica es en columna por medio de z-score, utilizando un software

especial para pediatría. Un z-score menor o igual a -2.0 es interpretado como bajo contenido mineral óseo.²⁴ Existe controversia sobre la emisión de radiación de DXA en niños. En el estudio de Albanese²⁵ se compara la radiación emitida por DXA con la tomografía y placas de rayos X, donde DXA emite una radiación menor los demás métodos. (Anexo 2)

Funciones extraóseas

Se ha documentado que la VD tiene otras funciones diferentes a las óseas como lo son actividades antiproliferativas e inmunosupresivas, esto es debido a que hay receptores de VD en tejidos diferentes al óseo. Estudios in vitro han demostrado que la VD tiene un papel inmunosupresor e inmunomodulador.^{9,26-30}

En una revisión hecha por Dalquist G y colaboradores, se reportó una disminución en el riesgo de padecer Diabetes Mellitus tipo I en pacientes con suplementación de VD.^{31,32}

En el estudio de Kragt y colaboradores, se determinaron las concentraciones séricas de VD de un grupo de sujetos con esclerosis múltiple y un grupo de sujetos sanos, los resultados señalan que la VD tiene un efecto protector para la aparición de esclerosis múltiple,³³ Se ha estudiado también que niveles bajos de VD en pacientes con esclerosis múltiples están asociados con mayor discapacidad severa.³⁴

Estudios en animales y en humanos sugieren que la VD tiene un papel benéfico en la prevención y sobrevivencia del cáncer, el mecanismo de acción es probablemente a su rol en la regulación de crecimiento y diferenciación celular. Diversos estudios asocian niveles bajos de VD con un mayor riesgo de desarrollar cáncer de colon, de mama, de ovario y de próstata.^{10,35}

Diversos estudios indican que la VD afecta el crecimiento y la diferenciación de células inmunomoduladoras como los macrófagos, células T y B. Este efecto inmunomodulador tiene implicaciones en varias enfermedades como la artritis reumatoide y lupus eritematoso sistémico (LES).²¹

Estudios observacionales han demostrado la relación entre niveles bajos de VD y presión arterial, y enfermedad cardiovascular.²¹ En población pediátrica, el estudio NHANES 2001-2004 reveló que niños y adolescentes con niveles deficientes de VD tienen más riesgo de presentar diabetes mellitus, niveles más altos de PTH y presión sistólica y tener niveles bajos de calcio sérico y colesterol HDL.⁴ En otro estudio realizado por Bischoff, se determinó que los niños con deficiencia o insuficiencia de VD son más propensos a tener niveles elevados de PTH (>65 pg/mL) e hipertensión.³⁶

Métodos de determinación

Existen diversos métodos para medir las concentraciones séricas de VD en el organismo, como la prueba de ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA, por sus siglas en inglés), quimioluminiscencia y radioinmunoanálisis (RIA). Recientemente se ha utilizado la cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas (LC/MS, por sus siglas en inglés).^{37,38} No existe un estándar de oro para realizar la determinación. El método más utilizado y reportado en los estudios más importantes sobre VD ha sido RIA, que determina las concentraciones de 25[(OH)D] sin diferenciar entre los metabolitos D₂ y D₃. Sin embargo, la LC/MS es un método recientemente utilizado que sí diferencia entre los metabolitos D₂ y D₃ y se perfila como el método de referencia. Está siendo utilizado por grandes laboratorios como Quest Diagnostics, Mayo Clinic y en estudios realizados por el Centro de control de enfermedades de Estados Unidos (Center for Disease Control).³⁷ LC/MS presenta una buena correlación con RIA ($r=0.91$).^{39,40}

Puntos de corte vitamina D

La VD en su forma 25[OH]D es el principal indicador utilizado para determinar la concentración sérica de VD en una persona, esto es por tener un tiempo de vida media mayor en comparación a la forma activa 1,25[OH]₂D (15 días vs 15 horas, respectivamente).⁴¹ Las unidades de medición de 25[OH]D pueden ser en nanogramos por mililitro (ng/mL) o nanomoles por litro (nmol/L).

Existe controversia a nivel mundial sobre los puntos de corte para determinar los valores normales de VD. La Guía de Práctica Clínica de la Sociedad de Endocrinología de Estados Unidos, define como deficiencia de VD a valores de 25[OH]D <20 ng/mL (<50 nmol/L), insuficiencia de VD de 21-29 ng/mL (52.5-72.5 nmol/L) y normalidad a valores de 30-100 ng/mL (75-250 nmol/L). Estos valores fueron definidos con base en los valores de PTH y las funciones extra óseas de la VD. Cuando la VD es menor a 20 ng/mL la PTH se incrementa, promueve la resorción ósea y se desmineraliza el hueso. El punto de corte mayor a 30 ng/mL fue establecido por considerar que con estos valores se cumplen las funciones antiproliferativas e inmunosupresivas de VD en otros tejido del cuerpo.⁴² Sin embargo, el Instituto de Medicina de Estados Unidos (IOM, por sus siglas en ingles), difiere de esta postura. En 2011 el IOM estableció como deficiencia valores <12ng/mL, inadecuado 12 a 20 ng/mL y suficiente >20 ng/mL.⁴³ Con base en diferentes estudios, el IOM refiere que con valores mayores de 20 ng/mL los niveles de PTH presentan una meseta, por lo que se mantiene una buena salud ósea, pero no es posible determinar que con valores mayores a 30 ng/mL se cubran la funciones extra óseas (como efectos cardiovasculares, mortalidad y calidad de vida), ya que la evidencia es deficiente. Además, sugiere que no todos los sujetos con valores menores a 20 ng/mL son deficientes, ya que la meseta en los niveles de PTH se presenta desde los 15 ng/mL dependiendo de la población estudiada.⁴⁴ (Cuadro 1).

A pesar de la controversias, los valores propuestos por la Sociedad de Endocrinología son los utilizados en la mayoría de los estudios tanto para niños como adultos.

Cuadro 1. Puntos de corte de vitamina D

	Sociedad de Endocrinología (EE.UU.)		Institute of Medicine (EE.UU.)	
	ng/mL	nmol/L	ng/mL	nmol/L
Suficiencia	30 - 100	75 - 250	>20	>50
Insuficiencia	21-29	52.5 - 72.5	12 a 20	30 – 50
Deficiencia	<20	<50	<12	<30

Causas de deficiencia de vitamina D

Debido a que la mayor parte de la VD proviene de la síntesis cutánea, diversos factores relacionados con la piel y la exposición al sol afectan la producción de VD. Por ejemplo, una baja exposición a la luz solar, tener piel oscura, usar filtro solar con factor de protección solar (FPS) mayor a 8, estar mucho tiempo en interiores, la temporada de invierno, la hora del día y latitudes mayores a 37°N y por debajo de 37°S, disminuyen los niveles de VD.^{26,28,45-50}

Otros grupos de factores de riesgo para deficiencia de VD son los que disminuyen su biodisponibilidad, como la malabsorción intestinal y la obesidad (por secuestro de la VD en la grasa corporal); y los que incrementan su catabolismo, por ejemplo, el uso de medicamentos anticonvulsivos o glucocorticoides.^{1,3,26}

Epidemiología de la deficiencia vitamina D en adultos.

A nivel mundial se reporta una alta prevalencia de deficiencia e insuficiencia de VD, por lo que se considera una epidemia, esto es en diferentes poblaciones estudiadas, tanto en niños como en adultos. Se estima que mil millones de personas en el mundo presentan deficiencia o insuficiencia de VD.²⁶ En adultos, en el sureste de Asia y Australia la prevalencia varía de 8 a 17%,⁵¹ mientras que en Estados Unidos el 5% de la población es insuficiente.⁵² En Europa, se reportó que el 13% de niños y adultos tenían valores <30 ng/mL y 40.4% < 20 ng/mL.⁵³ En Latinoamérica, la Fundación Internacional de Osteoporosis (IOF, por sus siglas en inglés) reporta que la prevalencia de adultos con valores <30 ng/mL oscila entre 47.5% en Chile hasta 96.8% en México.⁵⁴ La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2006, con una muestra que representa a más de 1 millón de adultos, el reporta que en México el 30% de adultos tiene deficiencia de VD.⁵⁵ Clark y colaboradores,⁵⁶ analizaron a 585 adultos del Valle de México y encontraron que el 43.6% tuvieron valores <20 ng/mL y que solo el 9.6% presentaron valores >30 ng/mL.

Epidemiología de la deficiencia vitamina D en niños.

Los niños también han sido objeto de estudio sobre la deficiencia de VD, debido a que la mayor ganancia de tejido óseo se lleva a cabo durante la etapa pediátrica.¹⁹ En población infantil, Gordon y colaboradores reportan una prevalencia de deficiencia de VD (<20ng/mL) del 12.2% y 40% de los

niños presentó valores por debajo de los niveles óptimos (≤ 30 ng/mL).⁵⁷ La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES) 2001-2004 reporta que el 9% de los niños de Estados Unidos cursa con deficiencia de la VD y el 61% de la misma población tiene insuficiencia de esta vitamina. En 2009 se publicaron los datos comparativos entre la NHANES III y la NHANES 2001-2004, donde el promedio de VD disminuyó de 30ng/mL a 24ng/mL, respectivamente. La prevalencia de valores menores a 10ng/mL incrementó del 2% al 6% y la prevalencia de valores igual o mayores de 30ng/mL disminuyó de 45% a 23%.⁵⁸

En México, Elizondo-Montemayor y colaboradores,⁵⁹ determinaron la proporción de deficiencia de VD y su asociación con obesidad y estilo de vida en una muestra de niños escolares (6 a 12 años) obesos y eutróficos de la Ciudad de Monterrey. Mediante el método de radioinmuno análisis (Diasorin), encontraron que el 62.1% de la muestra (21–29 ng/ml) tenía insuficiencia de VD y el 20.2% presentaron deficiencia (< 20 ng/ml). Encontraron una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los valores séricos de los niños obesos comparados con los eutróficos (3.34, IC95% 1.73–4.95); el porcentaje de niños con deficiencia de VD fue mayor en el grupo de obesos ($P=0.021$). Además, las concentraciones de VD tuvieron una correlación inversa con porcentaje de grasa corporal ($r = -0.33$, $P < 0.001$), índice de masa corporal (IMC) ($r = -0.31$, $P < 0.001$), pliegue cutáneo tricípital ($r = -0.29$, $P < 0.001$), y circunferencia de cintura ($r = -0.26$, $P < 0.001$). En el modelo multivariado que realizaron, ajustado por actividad física, tiempo frente a pantallas, fototipo cutáneo, ingestión de leche/yogurt, pescado, queso y bebidas carbonatadas, se encontró que el ser obeso estuvo asociado con el riesgo de tener deficiencia de VD ($P=0.012$, RM 2.679, IC95%1.245-5.765).

Flores y cols.⁶⁰ analizaron una muestra representativa de la población mexicana de 1025 niños de 6 a 12 años de edad proveniente de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2006. Encontraron que la media de VD en suero fue de 95 ± 47 nmol/L (38 ± 18.8 ng/ml) utilizando ELISA como método de determinación de 25[(OH)VD]. Los preescolares tuvieron menor concentración 78 ± 37 nmol/L (31.2 ± 14.8 ng/ml) que los escolares 106 ± 51 nmol/L (42.4 ± 20.4 ng/ml). Determinaron una prevalencia de insuficiencia y deficiencia de VD del 23 y 16%, respectivamente. El 24% de los preescolares fueron deficientes de VD comparado con 10% de los escolares. Encontraron también que el 52% de los niños que viven en el Distrito Federal tienen insuficiencia o deficiencia de VD.

Ambos estudios encontraron una alta prevalencia de deficiencia de VD (20.2% vs 16%). Sin embargo, la diferencia en la prevalencia de insuficiencia de VD es importante (62.1% vs 23%). La diferencia en los porcentajes puede deberse a los métodos de determinación de VD utilizados (RIA vs ELISA).

La siguiente revisión sistemática de la literatura muestra estudios transversales publicados que determinaron la prevalencia de deficiencia e insuficiencia de VD en población pediátrica. En algunos casos se estudió también su relación con niveles séricos de PTH, DMO, calcio y algunos marcadores óseos.

Cuadro 2. Revisión sistemática de estudios transversales de deficiencia de VD en pediatría.

Autor	Año	Grupo de edad	n	País	Variables	Método de determinación	Puntos de corte	Prevalencias
Talwar, SA ⁶¹	2007	12 y 14	21	NY, EUA	25[OH]D PTH Calcio Ingesta IMC DMO Act. Física	RIA Diasorin	No determinados.	Promedio de Vitamina D 25.2nmol/L (\pm 10.7). Correlación positiva pero no significativa entre VD y DMO. Correlación negativa entre PTH y DMO r=0.51 p= 0.02
Weng, L ⁶²	2007	6 a 21	382	Filadelfia, EUA	25[OH]D PTH Calcio Fosfatasa alcalina Ingesta Ca y VD IMC	RIA Diasorin	Hipovitaminosis de <30ng/ml. Categoría 1 <10ng/ml Categoría 2 10 a <20ng/ml Categoría 3 20 a <30ng/ml Categoría 4 \geq 30ng/ml	Categoría 1 5% Categoría 2 21% Categoría 3 29% Categoría 4 49%. PTH inversamente asociada a VD r=-0.31 p<0.001. VD asociada positivamente con ingesta Ca y VD.
Gordon ⁵⁷	2008	8 a 24 meses	380	Boston, EUA	25[OH]D PTH Ca, Mg, P Fosfatasa alcalina Color piel Estación Alimentación al seno materno Suplementos VD	RIA Diasorin-LIAISON	Deficiencia \leq 20ng/ml Deficiencia severa \leq 8nmol/ml Subóptimo \leq 30nmol/ml	Deficiencia 12%, insuficiencia 40%. Correlación inversa VD y PTH r=-0.27 p=0.02
Hill, T ⁶³	2009	12 a 15	1015	Irlanda	25[OH]D PTH Osteocalcina CTx DMO	ELISA	< 60nmol/L \geq 60nmol/L	VD <60nmol/L en 47.5% de los niños y 52.1% de niñas. Niñas: meseta PTH a 60nmol de VD pero no en niños. VD<60nmol = mayor osteocalcina P>0.05. Mayor DMO en niñas con VD \geq 60nmol
Ashraf ⁶⁴	2009	Tanner 4 y 5 (promedio 14 años)	51	Alabama, EUA	25[OH]D PTH Calcio Lípidos PCR Glucosa Insulina	LC MS/MS	Deficiencia < 20g/ml	Deficiencia VD 78.4% Correlación significativa positiva de VD con Ca y negativa con BMI, glucosa y PTH. PTH y BMI tienen correlación positiva.
Newhook, LA ⁶⁵	2009	Neonatos Niños 0 a 14	51, 48 respectivamente	Canadá	25[OH]D Estación del año	LC MS/MS		Deficiencia neonatos 38%, niños 35% . Insuficiencia neonatos 82%, niños 77%. Suficiencia neonatos 16%, niños 23%. Diferencias significativas entre verano e invierno.

Reis, JP⁶⁶	2009	12 a 19 años	3577	EUA	25[OH]D Act. Física TA IMC Glucosa HbA1 HDL	RIA Diasorin	Vitamina D en cuartiles.	Media VD 24.8ng/ml. VD inversamente asociada con TA, glucosa.
Kumar⁵⁸	2009	1 a 21 años	6275	EUA	25[OH]D PTH Calcio PCR HDL	RIA Diasorin	Deficiencia <15ng/ml. Insuficiencia 29ng/ml Suficiencia ≥30ng/ml.	Deficiencia 9%, insuficiencia 61%. Deficiencia asociada con mayor PTH (OR=3.6), presión arterial sistólica (OR=2.24), menor calcio (OR=-0.10)
Sahu, M⁶⁷	2009	Adolescentes	121	India	25[OH]D Fosfatasa alcalina Exposición solar Ingesta calcio	RIA Diasorin	Deficiencia <50nmol/L.	Deficiencia 88.6% en el grupo de adolescentes.
Rabba ni, A⁶⁸	2009	7 a 18 años	963	Irán	25[OH]D Calcio Fósforo Fosfatasa alcalina			Insuficiencia en 53.6% de las niñas y en niños 11.3%
Bener, A⁶⁹	2009	<16 años	458	Qatar	25[OH]D Exposición solar Act. física			Deficiencia 68.8%. Niños deficientes tuvieron menor exposición a luz solar, act. Física
Ward, KA⁷⁰	2009	Niñas 12 a 14	99	Reino Unido	25[OH]D PTH Calcio Fósforo Fuerza y poder muscular	HPLC	No determinados.	Media VD 21.3 nmol/L y PTH 3.7 pmol/L. Asociación positiva VD con fuerza y poder muscular. PTH no alcanzó significancia estadística.
Elizondo-Monte mayor, L⁵⁹	2010	6 a 12 años	198	Monterrey, México	25[OH]D	RIA Diasorin	Deficiencia <20 ng/mL Insuficiencia 21-29 ng/mL Suficiencia ≥30 ng/mL	Deficiencia 20.2% Insuficiencia 62.1%
Delvin⁷¹	2010	9, 13 y 16 años	878 niños 867 niñas	Canadá	25[OH]D IMC Act. Física Glucosa Colesterol TG HDL	RIA Diasorin	Subóptimo <30 ng/mL	Subóptimo 93%
Razza ghy-Azar, M⁷²	2010	8 a 18 años	313	Irán	25[OH]D PTH	ELISA	Deficiencia severa <12.5nmol/L Deficiente ≥12.5 a <25. Insuficiente ≥25 a 50. Normal ≤50 a <250.	Deficiencia severa 25% Deficiencia 27% Insuficiencia 26% Correlación negativa VD y PTH
Rodríguez-Rodríguez, E⁷³	2011	9 a 13 años	102	España	25[OH]D Ingesta VD	No especificado	Deficiencia moderada <20 ng/mL Deficiencia severa <12 ng/mL	Deficiencia moderada 51% Deficiencia severa 8%

Kelly, A⁷⁴	2011	4 a 18	85	EUA	25[OH]D Glucosa Sensibilidad insulina	RIA Diasorin	Deficiencia <10 ng/mL Insuficiencia 10-20 ng/mL Intermedio 20-30 ng/mL Suficiencia ≥30 ng/mL	severa	Deficiencia e insuficiencia 47% Valores intermedios 27% Suficientes 26%
Valtueña⁷⁵	2012	12 a 17	100	España	25[OH]D Actividad física Masa ósea	ELISA	Óptimo ≥ 75nmol/L Insuficiente <75nmol/L		Óptimo 27% Insuficiente 73%
Sayers⁷⁶	2012	7 a 12	3579	Inglaterra	25[OH]D pQCT PTH	Electroquimioluminiscencia.	No determinado		Niños (promedio ±DE) 25[OH]D ₂ =1.8 (1.9) 25[OH]D ₃ =24.1 (9.0) Niñas (promedio ±DE) 25[OH]D ₂ =1.89 (1.9) 25[OH]D ₃ =22.8 (8.2) Asociación positiva con BMC
Santos⁷⁷	2012	7 a 18	234	Brasil	25[OH]D VDR Genotipo IMC	RIA Diasorin	Deficiencia <20 ng/mL Insuficiencia 20-29 ng/mL Suficiencia ≥30 ng/mL		Deficiencia 36.3% Insuficiencia 54.3% Suficiencia 9.4%
Flores, M⁶⁰	2013	2 a 12	1025	México	25[OH]D	ELISA	Deficiencia <8 ng/mL Deficiencia moderada 8-19.9 ng/mL Insuficiencia 20-29.9 ng/mL Suficiencia ≥30 ng/mL	severa	Deficiencia severa 0.3% Deficiencia moderada 15.7% Insuficiencia 23% Suficiencia 60.4%
El Hayek⁷⁸	2013	2 a 5	508	Canadá	25[OH]D Socioeconómico Demográfico Antropometría Exposición al sol Ingesta VD	Quimioluminiscencia. Liasion Diasorin	30nmol/L 30 a 49nmol/L ≥ 50nmol/L ≥75nmol/L		30nmol/L= 0.06% 30 a 49nmol/L= 10.6% ≥ 50nmol/L=88.6% ≥75nmol/L= 49.4
Hirschler⁷⁹	2013	5 a 19	290	Argentina	25[OH]D Glucosa Lípidos Insulina IMC	RIA Diasorin	Deficiencia <20ng/ml Insuficiencia 20 a <30ng/ml Suficiencia ≥30ng/ml deficiencia <10ng/ml severa	10 a 20 a	Óptimos 0% Deficiencia 46.9% Insuficiencia 3.4% Deficiencia severa 49.7%
Korchi a⁸⁰	2013	1 a 6	247	Israel	25[OH]D Demográficos Explosión al sol	RIA Diasorin	Deficiencia <20ng/ml Insuficiencia < 30ng/ml		Deficiencia 28.3% Insuficiencia 42.1%

Dhore⁸¹	2013	13 a 15	62	India	25[OH]D Calcio Fosfatasa alcalina	Quimioluminiscencia.	Deficiencia 20ng/ml Insuficiencia 20 a 30ng/ml hipovitaminosis leve 5 a 10ng/ml hipovitaminosis moderada 10 a 20ng/ml normal >20ng/ml	<	Deficiencia 95.2% Insuficiencia 4.8% hipovitaminosis leve 27.3% hipovitaminosis moderada 67.7% normal 4.8%
Muhairi⁸²	2013	15 a 18	315	Emiratos Árabes Unidos	25[OH]D Lípidos Glucosa Tensión arterial Antropometría	RIA Diasorin	Deficiencia 15ng/ml Insuficiencia 20ng/ml	≤	Deficiencia 19.7% Insuficiencia 45.4%
Vierucci⁸³	2013	2 a 21	652	Italia	25[OH]D PTH	RIA Diasorin	Deficiencia <25nmol/L Deficiencia <50nmol/L Insuficiencia 50 a 74.9 nmol/L Suficiencia ≥75nmol/L	severa	Deficiencia 9.5% Deficiencia 45.9% Insuficiencia 3.6% Suficiencia 20.5%
Turer⁸⁴	2013	6 a 18	12,292	Texas E.U	25[OH]D IMC	RIA Diasorin	Deficiencia <20ng/ml Insuficiencia <30ng/ml Deficiencia <12ng/ml	severa	Deficiencia normal 21% Deficiencia sobrepeso 29% Deficiencia obesos 34% Deficiencia obesos severos 49%
Le Roy⁸⁵	2013	2 a 5	60	Chile	25[OH]D PTH Calcio Fosfato, fosfatasa alcalina	RIA Diasorin	Deficiencia 20ng/ml Insuficiencia 20 a 29ng/ml Normal 30 a 75ng/ml	<	Deficiencia 63.6% Insuficiencia 20% Normal 16.4%
Lailou⁸⁶	2013	< 5	532	Vietnam	25[OH]D Antropometría Calcio PTH Dieta	HPLC	Deficiencia 30nmol/L Insuficiencia 30 a 49.9nmol/L Suficiencia >50nmol/L	<	Deficiencia 21% Insuficiencia 37% Suficiencia 42%
Lee⁸⁷	2013	12 a 18	1510	Corea del Sur	25[OH]D Estación del año IMC Suplemento VD Actividad física Vestimenta	RIA Diasorin	<10ng/ml 10 a <15ng/ml 15 a <20ng/ml 20 a <30ng/ml ≥ 30ng/ml		Deficiencia primavera 89.1% Deficiencia verano 53.7% Deficiencia otoño 63.9% Deficiencia invierno 90.5%
Atapatu⁸⁸	2013	214	214	Birmingham	25[OH]D PTH Calcio Fosfato Fosfatasa alcalina	LC-MS tándem en			Mediana de VD 31.3nmol/L. Punto de intersección con PTH 34nmol/L

Au⁸⁹	2013	1 a 18	3310	E.U	25[OH]D Ingesta VD IMC	RIA Diasorin	Inadecuado <20ng/ml Adecuado 20 a <30ng/ml Óptimo ≥ 30ng/ml	Inadecuado 36.34% Adecuado 44.2% Óptimo 19.4%
Habibe sadat⁹⁰	2014	7 a 18	361	Irán	25[OH]D Antropometría PTH.	ELISA	Deficiencia 20ng/ml Insuficiencia 20 a 29ng/ml Suficiencia ≥30ng/ml	Deficiencia 16.1% Insuficiencia 25.2% Suficiencia 58.7%.
Angur ana⁹¹	2014	3 meses a 12 años	338	India	25[OH]D Antropometría	Electroquimiol uminiscencia		Deficiencia 40.24% Insuficiencia 25.44% Suficiencia 34.32%
Vieruc ci⁹²	2014	10 a 21	427	Italia	25[OH]D PTH	RIA	Deficiencia < 50nmol/L Insuficiencia 50 a 75nmol/L Suficiencia ≥75nmol/L Hipovitaminosis <75nmol/L	Deficiencia 49.9% Insuficiencia 32.3% Suficiencia 17.8% Hipovitaminosis 82.2%
Hough ton⁹³	2014	6 a 14	529	Tailandia	25[OH]D 1,25[OH ₂]D PTH	LC-MS tándem	en	4% <50nmol/L 1% < 40nmol/L
Dylag⁹⁴	2014	1 a 5	100	Polonia	25[OH]D Ingesta VD Época del año IMC	Quimioluminis cencia.	Óptimo 20 a 60ng/ml Deficiencia ≥ 10 <20ng/ml Deficiencia severa < 10ng/ml	Obesos Óptimo 58% Deficiencia 36% Deficiencia severa 6% No Obesos Óptimo 78% Deficiencia 18% Deficiencia severa 4%
Karali us⁹⁵	2014	6 a 18	2877	Estados Unidos	25[OH]D Demográficos Época del año	RIA Diasorin	Riesgo deficiencia ng/mL Riesgo inadecuación ng/mL Adecuación >20ng/mL Grupo 12 a 20 ng/mL	de <12 <16 Adecuación 75.9% Grupo 12 a 20 ng/mL 19.5%
Kuriha yashi⁹⁶	2015	2 a 7	84	Brasil.	25[OH]D Peso al nacer Lactancia Exposición al sol IMC	HPLC	Insuficiencia 30ng/ml Deficiencia ≥20ng/ml	≤ Insuficiencia 82.1% Deficiencia 58.3%
Al- Saleh⁹⁷	2015	Prome dio 15	1188 niños 1038 niñas	Arabia Saudita	25[OH]D Exposición solar Lactancia Filtro solar	COBAS e-411 automated analyzer- Roche	Deficiente <25nmol/L Insuficiente 25 a 50nmol/L Suficiente 50 a 75nmol/L deseable ≥75	Niños Deficiente 19.4% Insuficiente 59.6% Suficiente 17.2% deseable 3.9% Niñas Deficiente 47% Insuficiente 45.5% Suficiente 4.7% Deseable 2.7%

Voortman ⁹⁸	2015	6	4167	Holanda	25[OH]D Sedentarismo Ingesta de VD	LC-MS Tándem	en	Deficiencia severa < 25nmol/L Deficiencia 25 a < 50nmol/L Suficiencia 50 a <75nmol/L Óptimo ≥ 75nmol/L	Deficiencia severa 6.2% Deficiencia 23.6% Suficiencia 36.5% Óptimo 33.7%
Badawy ⁹⁹	2015	13 a 18	466	Egipto	25[OH]D Ingesta de calcio y VD Actividad física PTH Calcio	ELISA		Deficiencia <30nmol/L Insuficiencia ≥30 y <50nmol/L Suficiencia ≥5'nmol/L	Deficiencia 5.3% Insuficiencia 18.5% Suficiencia 77.2%
Al-Daghri ¹⁰⁰	2015	Promedio 14	820	Arabia Saudita.	25[OH]D Ingesta de lácteos	COBAS e-411 automated analyzer- Roche		Deficiencia <25nmol/L Insuficiencia 25 a 50nmol/L Suficiencia 50 a 75nmol/L Deseable>75nmol/L	Niños Deficiencia 22% Insuficiencia 59.60% Suficiencia 16.2% Deseable2.1% Niñas Deficiencia 49.5% Insuficiencia 45.6% Suficiencia 2.2% Deseable 2.6%
Lee ¹⁰¹	2015	10 a 20	2526	Corea del Sur	25[OH]D IMC Hemoglobina Dieta	RIA Diasorin		Deficiencia <15ng/ml Insuficiencia 15 a 29ng/ml Suficiencia ≥30ng/ml	Deficiencia 42.8% Insuficiencia 55.9% Suficiencia 1.3%
Reesukumal ¹⁰²	2015	6 a 12	159	Tailandia	25[OH]D Exposición al sol Antropometría PTH	Electroquimioluminiscencia, Roche.		Suficiencia ≥75nmol/L Hipovitaminosis <75nmol/L Insuficiencia 50 a 74.9nmol/L Deficiencia <50nmol/L	Suficiencia 20.8% Hipovitaminosis 79.2% Insuficiencia 59.7% Deficiencia 19.5%
Togo ¹⁰³	2015	1 a 24 meses	169	España	25[OH]D Foto tipo materno y del niño Antropometría	COBAS e-411 automated analyzer- Roche		Deficiencia ≤30ng/ml Normal < 30ng/mg	Deficiencia 24.3% 30 a 20ng/ml= 16% <20ng/ml =8.3%
Erol ¹⁰⁴	2015	3 a 17	198	Turquía	25[OH]D Estación del año	Electroquimioluminiscencia COBAS 600 Roche		Deficiencia <15ng/ml Insuficiencia 15 a 20ng/ml Suficiencia>20ng/ml	Invierno Deficiencia 80.36% Insuficiencia 11.79% Suficiencia 7.85% Verano Deficiencia23.4% Insuficiencia 27.75% Suficiencia 48.80%
Durá-Travé ¹⁰⁵	2015	3 a 15	413	España	25[OH]D Calcio Fósforo Fosfatasa alcalina PTH	RIA		Deficiencia<20ng/ml Insuficiencia 20 a 29ng/ml Suficiencia ≥30ng/ml	Deficiencia 12.7% Insuficiencia 44.9% Suficiencia 42.4%

Thoris dottir ¹⁰ 6	2016	6	139	Islandia	25[OH]D VD TG Colesterol LDL HDL IMC	Ingesta	Electroquimiol uminiscencia, Roche.	Suficiencia ≥50nmol/L ≥ 75nmol/L 30 a 49.9nmol/L <30nmol/L	Suficiencia 64% ≥ 75nmol/L 0.12 30 a 49.9nmol/L= 30% <30nmol/L= 6%
---	------	---	-----	----------	--	---------	---	--	---

Existe una gran variación en la prevalencia de deficiencia e insuficiencia de VD, que va desde el 9% hasta un 88%. La mayoría de los estudios se han realizado en Estados Unidos, en países de latitud alta y asiáticos. Además, se han utilizado diferentes métodos de determinación de VD, siendo RIA el más usado. La variación puede ser explicada por las diferentes latitudes en donde se realizaron los estudios, por el método de determinación o el tipo de población. En los estudios en niños afroamericanos la prevalencia de deficiencia de VD es alta, pudiendo deberse al fototipo cutáneo oscuro. En el caso del estudio realizado en las niñas de Pakistán viviendo en Dinamarca o los realizados en países Árabes, la deficiencia severa puede deberse a las costumbres de vestimenta que disminuyen la exposición a la luz solar.

Planteamiento del problema

La deficiencia de VD es un fenómeno presente tanto en población adulta como pediátrica a nivel mundial. El papel de esta vitamina en el metabolismo óseo es muy conocido, ayuda a la mineralización ósea a través de la regulación del metabolismo del calcio. Actualmente, se le han asociado diversas funciones a la VD diferentes a las relacionadas con el sistema óseo que han generado diversas hipótesis que en la actualidad son objeto de múltiples investigaciones. Los estudios realizados sobre deficiencia e insuficiencia de VD en población pediátrica mexicana son pocos y presentan desventajas, como el uso de diferentes métodos de determinación de VD y el enfoque en niños obesos. No existen estudios que además de evaluar los valores subóptimos de VD, evalúen también variables óseas como PTH y densidad mineral ósea.

La información sobre la proporción de deficiencia VD en población infantil de México es necesaria, ya que en intervenciones relativamente sencillas y no costosas puede prevenirse y corregirse la deficiencia de esta vitamina con la consecuente disminución de las alteraciones de salud que están asociadas a ella.

Justificación

La falta de estudios en nuestro medio en este problema de salud nos invita a estudiar con más detalle los niveles de concentración de VD en mexicanos de 2 a 14 años de edad para determinar la proporción de deficiencia e insuficiencia y además relacionar estos hallazgos con otras variables de la salud ósea. Estos estudios van tendientes a ayudar a la toma de decisiones para poder diseñar e

implementar programas a nivel de salud pública para beneficiar a la población deficiente de VD y así contribuir a una mejor salud ósea y la optimización de la reserva ósea (pico de masa ósea) durante la niñez y adolescencia que permitirán en un futuro tener un esqueleto más competente en la vida adulta y vejez que consecuentemente ayude a prevenir la presencia de osteoporosis y fracturas por fragilidad.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la proporción de deficiencia de vitamina D en una muestra de niños de 2 a 14 años del Valle de México?

Objetivos

Primario

Determinar la proporción de niños con deficiencia de vitamina D, determinada por medio de LC/MS en una muestra de niños sanos de 2 a 14 años del Valle de México.

Secundarios

- Correlacionar las concentraciones de vitamina D con niveles de PTH de la población en estudio.
- Determinar los factores asociados a la deficiencia de vitamina D.

Hipótesis conceptual

La proporción de niños de 2 a 14 años con deficiencia de vitamina D será del 15 al 20%.

Material y métodos

Diseño del estudio

Estudio transversal comparativo.

Fuentes para la obtención de participantes

Los lugares para reclutamiento de participantes fueron seleccionados a conveniencia en la Ciudad de México y en el Estado de México. En la Ciudad de México, los sitios de reclutamiento fueron: la Estancia Infantil del Hospital Infantil de México Federico Gómez y la Escuela Primaria Profra. Carmen Cosgaya Rivas en Cuatepec, Gustavo A. Madero. En el Estado de México fueron: una guardería

privada en Ixtapaluca y el Centro de Especialidades Odontológicas del Instituto Materno Infantil de Toluca.

Cálculo del tamaño de muestra

El cálculo de tamaño de muestra se realizó con base en la fórmula para estimar una proporción. Con base en la proporción de deficiencia de VD reportada por Elizondo-Montemayor⁵⁹ (20%) y Flores⁶⁰ (16%), se estableció una proporción de 20%. Se determinó un nivel de confianza del 95% y precisión del 5%. Se requiere incluir un total de 246 individuos.

$Z_{\alpha} (\alpha=0.05) = 1.96$

$d = 0.05$

$p = 0.20$

$q = 0.80$

$n = 246$

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2}$$

Debido a que durante el manejo de las muestras se pueden perder sujetos de estudio, se decidió aumentar un 10% al tamaño de muestra, quedando un total de 270 niños, estratificados por edad y sexo de la siguiente manera:

Niñas		Niños		
Rango de edad	Número requerido	Rango de edad	Número requerido	Total
2.0 a 5.9 años	45	2.0 a 5.9 años	45	90
6.0 a 9.9 años	45	6.0 a 9.9 años	45	90
10.0 a 14.0 años	45	10.0 a 14.0 años	45	90
Total	135		135	270

Población Objetivo

Niños clínicamente sanos, ambos sexos de entre 2 y 14 años de edad.

Población Elegible

Niños sanos, ambos sexos de entre 2 y 14 años de edad, de escuelas públicas y/o privadas aledañas al Hospital Infantil de México Federico Gómez de la Ciudad de México.

Criterios de inclusión

- Edad 2 a 14 años.
- Niños y niñas.
- Firma de consentimiento y asentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Haber presentado cuadros de infección en las 2 semanas previas a la toma de muestra.
- Que tengan alguna enfermedad crónica, inflamatoria o autoinmune (ej. artritis reumatoide, esclerosis múltiple, lupus eritematoso sistémico, enfermedades de malabsorción intestinal, diabetes mellitus I, asma, etc.).
- Estar en tratamiento con esteroides, incluyendo esteroides inhalados.

Descripción del Método

El procedimiento fue el siguiente:

- 1) Invitación a participar en el estudio a los sujetos elegibles en los sitios de reclutamiento elegidos.
- 2) Realización de charla informativa acerca del estudio con los padres y/o tutores de los participantes.
- 3) Firma de el consentimiento informado por parte de los padres y asentimiento informado de los niños mayores de 8 años.
- 4) Obtención de muestra sanguínea (con previo ayuno de 8 horas) para determinar concentraciones de VD y PTH en suero.
- 5) Toma de medidas antropométricas (peso y estatura) por personal previamente estandarizado.
- 6) Aplicación de cuestionario a los padres y/o tutores.
- 7) Entrega de resultados de diagnóstico nutricional y orientación alimentaria.
- 8) Se agendó una cita para realizar una densitometría ósea en columna para determinar densidad mineral ósea.
- 9) Almacenamiento de muestras sanguíneas para su posterior procesamiento.

Mediciones

- 1) Vitamina D

La determinación de VD (25[OH]D) se realizó por medio de cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas en tándem (LC/MS) en el Laboratorio de Metabolismo del Centro Médico de la Universidad de TUFTS en Boston, Estados Unidos, a cargo de la Dra. Cheryl Garganta. El manejo de las muestras se detalla en el anexo 3.

2) PTH

La PTH se determinó por medio de radioinmunoensayo en el Laboratorio de Endocrinología del Hospital Infantil de México Federico Gómez. El manejo de las muestras se detalla en el anexo 3.

3) Peso

Para medir el peso de los participantes se les pidió se quitaran los zapatos, suéter y chamarra, de modo que llevaran puestos únicamente el pantalón y playera. En seguida se les indicó que se pararan en el centro de una báscula electrónica (SECA), con los brazos relajados a los costados; los datos se registraron en kilogramos y gramos.

4) Talla

Se usó un estadímetro portátil de pared (SECA), sobre el cual los niños se colocaron de pie, con el cuerpo extendido hacia arriba, en su máxima distensión y con la cabeza en el plano de Frankfort. Se vigiló que la cadera, escápulas y cabeza de la persona estuvieran paralelas con la superficie vertical y que los brazos colgaran a los lados del cuerpo con las palmas viendo hacia los muslos. La estatura se registró cuando el estadímetro estuviera ajustado a la corona de la cabeza, con la presión suficiente para comprimir el cabello. Los ornamentos del cabello fueron removidos para obtener una medición más precisa. Las medidas se registraron en centímetros con una precisión de 0.1 cm.

5) Índice de Masa Corporal

Se calculó dividiendo el peso en kilogramos entre la talla en metros elevada al cuadrado (kg/m^2). Para establecer categoría del IMC se utilizó el programa Anthro Plus de la Organización Mundial de la Salud, el cual, con base en el valor del puntaje Z determina como sobrepeso a un valor $>+1$ Desviación Estándar (DE), obesidad $>+2\text{DE}$, delgadez $<-2\text{SDE}$ y delgadez severa $<-3\text{DE}$.

6) Cuestionario

Se aplicó un cuestionario (Anexo 4) a los padres y/o tutores de los niños, para recabar información acerca de:

- Características demográficas y sociales.
- Historia familiar de antecedentes de enfermedades crónicas (enfermedad cardiovascular, cáncer, diabetes, obesidad, entre otras).

- Antecedentes personales de enfermedades, uso de medicamentos y fracturas.
- Exposición al sol, tomando como base el cuestionario elaborado por Castanedo-Cazares y colaboradores¹⁰⁷ sobre hábitos de exposición solar, previamente aplicado en población mexicana.
- Fototipo de piel, utilizando la escala de Fitzpatrick, instrumento previamente validado,¹⁰⁸ aplicado por dos encuestadores previamente estandarizados, con una moderada concordancia interobservador (coeficiente de Kappa= 0.581).
- Ingesta de calcio y vitamina D, usando del cuestionario semicuantitativo de frecuencia de consumo de alimentos previamente validado en población mexicana.¹⁰⁹

Operacionalización de variables

Variable predictora

Variable	Definición
Concentración sérica de vitamina D	<p>Conceptual: Concentración en suero de la 25(OH)D.</p> <p>Operacional: Nivel sérico de 25(OH)D por medio de LC/MS.</p> <p>Tipo de variable: Cuantitativa.</p> <p>Escala: Continua.</p> <p>Unidad de medición: ng/ml y nmol/L</p>

Variables de desenlace

Variable	Definición
PTH en suero	<p>Conceptual: Concentración de PTH intacta en suero.</p> <p>Operacional: Nivel sérico de PTH intacta en suero por medio de radioinmunoensayo.</p> <p>Tipo de variable: Cuantitativa.</p> <p>Escala: Continua.</p> <p>Unidad de medición: pg/mL.</p>
Densidad Mineral Ósea (DMO)	<p>Conceptual: Cantidad de mineral (calcio) por centímetro cúbico de hueso.</p> <p>Operacional: Determinación de cantidad de mineral en columna medido por DXA.</p> <p>Tipo de variable: Cuantitativa.</p> <p>Escala: Continua.</p> <p>Unidad de medición: gr/cm³, puntaje Z-score.</p>

Variables antecedentes

Variable	Definición
Edad	<p>Conceptual: Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo.¹¹⁰</p> <p>Operacional: Edad en años y meses al momento de la medición.</p> <p>Tipo de variable: Cuantitativa</p> <p>Escala: Discreta.</p> <p>Unidad de medición: años/meses.</p>
Sexo	<p>Conceptual: Condición orgánica, masculina o femenina.¹¹⁰</p> <p>Operacional: Condición masculina o femenina del paciente.</p> <p>Tipo de variable: Nominal.</p> <p>Escala: Dicotómica.</p> <p>Unidad de medición (categorías): masculino, femenino</p>
Antecedentes familiares de enfermedades crónicas	<p>Conceptual: Información de antecedentes de enfermedades en abuelos, padre, madre y hermanos</p> <p>Operacional: Enfermedades crónicas en abuelos, padre, madre y/o hermano(s) del participante.</p> <p>Tipo de variable: Cualitativa</p> <p>Escala: Nominal politómica.</p> <p>Unidad de medición (categorías): Cáncer, Diabetes Mellitus, Osteoporosis, Fracturas después de los 50 años, Enfermedades Cardiovasculares.</p>
Ingreso mensual familiar	<p>Conceptual: Caudal que entra en poder de alguien y que le es de cargo en las cuentas.</p> <p>Operacional: Cantidad de dinero que percibe la familia del participante al mes.</p> <p>Tipo de variable: Cuantitativa</p> <p>Escala: Continua.</p> <p>Unidad de medición: Pesos.</p>

Variables confusoras

Variable	Definición
Índice de Masa Corporal (IMC)	<p>Conceptual: indicador antropométrico que describe el peso relativo para la estatura, reflejando tanto la masa grasa como la masa libre de grasa.</p> <p>Operacional: Resultado de dividir el peso en kilogramos entre la talla en metros elevada al cuadrado (kg/m^2).</p> <p>Tipo de variable: Cuantitativa.</p> <p>Escala: Continua.</p> <p>Unidad de medición: kg/m^2</p>
Exposición al sol	<p>Conceptual: Acción de exponerse a los efectos del sol.</p> <p>Operacional: Tiempo en que el participante se expone al sol durante el día, diferenciado en días entre semana y en fin de semana.</p> <p>Tipo de variable: Cualitativa.</p>

	<p>Escala: Ordinal</p> <p>Unidad de medición(categorías): 30 minutos o menos, 31 min a 1 hora, 2 hrs, 3 hrs, 4 hrs, 5 hrs, 6 hrs.</p>																					
Uso de bloqueador solar	<p>Conceptual: Aplicación de crema, loción, gel o spray para disminuir o evitar quemaduras debidas a la exposición al sol.</p> <p>Operacional: Uso del participante de bloqueadores solares.</p> <p>Tipo de variable: Cualitativa.</p> <p>Escala: Nominal dicotómica.</p> <p>Unidad de medición (categorías): Sí, No.</p>																					
Fototipo cutáneo	<p>Conceptual: Sistema de clasificación de la piel de acuerdo a la sensibilidad a la luz del sol.</p> <p>Operacional: Fototipo cutáneo de acuerdo a la escala de fototipo de Fitzpatrick, previamente validado.¹⁰⁸</p> <p>Tipo de variable: Cualitativa.</p> <p>Escala: Ordinal.</p> <p>Unidad de medición (categorías):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fototipo</th> <th>Sensibilidad a luz UV</th> <th>Quemadura y bronceado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I</td> <td>Muy sensible</td> <td>Siempre me pongo rojo (siempre me quemo), nunca se me oscurece la piel (nunca me bronceo)</td> </tr> <tr> <td>II</td> <td>Muy sensible</td> <td>Casi siempre me pongo rojo, casi nunca se me oscurece la piel</td> </tr> <tr> <td>III</td> <td>Sensible</td> <td>Algunas veces me pongo rojo, casi siempre se me oscurece la piel</td> </tr> <tr> <td>IV</td> <td>Moderadamente sensible</td> <td>Casi nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>Poco sensible</td> <td>Nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel (raza morena)</td> </tr> <tr> <td>VI</td> <td>Insensible</td> <td>Nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel intensamente (raza negra)</td> </tr> </tbody> </table>	Fototipo	Sensibilidad a luz UV	Quemadura y bronceado	I	Muy sensible	Siempre me pongo rojo (siempre me quemo), nunca se me oscurece la piel (nunca me bronceo)	II	Muy sensible	Casi siempre me pongo rojo, casi nunca se me oscurece la piel	III	Sensible	Algunas veces me pongo rojo, casi siempre se me oscurece la piel	IV	Moderadamente sensible	Casi nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel	V	Poco sensible	Nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel (raza morena)	VI	Insensible	Nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel intensamente (raza negra)
Fototipo	Sensibilidad a luz UV	Quemadura y bronceado																				
I	Muy sensible	Siempre me pongo rojo (siempre me quemo), nunca se me oscurece la piel (nunca me bronceo)																				
II	Muy sensible	Casi siempre me pongo rojo, casi nunca se me oscurece la piel																				
III	Sensible	Algunas veces me pongo rojo, casi siempre se me oscurece la piel																				
IV	Moderadamente sensible	Casi nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel																				
V	Poco sensible	Nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel (raza morena)																				
VI	Insensible	Nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel intensamente (raza negra)																				
Ingesta de calcio	<p>Conceptual: Consumo diario de calcio por medio de la dieta.</p> <p>Operacional: Ingesta de calcio medida por el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos de 12 meses, con la metodología propuesta por Hernández-Ávila.¹⁰⁹</p> <p>Tipo de variable: Cuantitativa.</p> <p>Escala de medición: Continua.</p> <p>Unidad de medición: miligramos al día (mg/d)</p>																					
Ingesta de vitamina D	<p>Conceptual: Consumo diario de VD por medio de la dieta.</p> <p>Operacional: Ingesta de VD medida por el cuestionario de frecuencia de consumo de</p>																					

	alimentos de 12 meses, con la metodología propuesta por Hernández-Ávila. ¹⁰⁹ Tipo de variable: cuantitativa. Escala de medición: continua. Unidad de medición: unidades internacionales al día (UI/d)
Horas pantalla	Conceptual: Tiempo que pasa una persona frente a una televisión o computadora. Operacional: Registro de horas que pasa el participante frente a una televisión o computadora. Tipo de variable: Cualitativa Escala: Nominal ordinal. Unidad de medición (categorías): ≤2 hrs, 2 a <4 hrs, ≥4 hrs.

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo con el programa SPSS versión 20.0 para Mac. Se determinó el tipo de distribución de las variables cuantitativas usando la prueba Kolmogorov-Smirnov, determinado una distribución normal con un valor de $p > 0.05$. Se calcularon promedios con desviaciones estándar ($X \pm DS$) y mediana con rango intercuartilar (percentil 25 y percentil 75) para las variables continuas, dependiendo del tipo de distribución. De las variables categóricas se obtuvieron frecuencias y porcentajes. Para todos los análisis se consideró significativo un valor de $p < 0.05$. En el caso de que una variable tuviera menos del 10% de pérdidas, los valores fueron sustituidos por la media o mediana, dependiendo el tipo de distribución.

- 25(OH)D

Se calculó la media con sus intervalos de confianza al 95% (IC95%) de los valores de 25(OH)D de acuerdo a variables sociodemográficas (las variables de ingreso mensual familiar, ingesta de calcio e ingesta de VD se dividieron en cuartiles). Se utilizó la prueba análisis de varianza (ANOVA) para evaluar diferencia estadística entre las variables. Posteriormente, los valores fueron categorizados con base en los criterios de la IOM⁴³ (riesgo de deficiencia < 12 ng/mL, riesgo de insuficiencia 12 a < 20 ng/mL) y adecuado ≥ 20 ng/mL) y los propuestos por la Sociedad de Endocrinología (deficiencia ≤ 20 ng/mL, insuficiencia > 20 - 29 ng/mL y suficiencia ≥ 30 ng/mL),⁴² se analizaron con base en variables sociodemográficas por medio de la prueba χ^2 , asociación lineal por lineal.

- PTH

Para estimar la correlación entre 25(OH)D y PTH se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman. Se realizó una gráfica de dispersión ajustando una línea de regresión ponderada suavizada (LOESS, por sus siglas en inglés). El procedimiento de LOESS es un método no

paramétrico que permite ajustar una curva que caracterice mejor la asociación de dos variables continuas.^{111,112} Además, la PTH fue categorizada de la siguiente manera: 8.8 a 76.6 pg/mL indica normalidad, <8.8 pg/mL es hipoparatiroidismo y >76.6 es hiperparatiroidismo.¹¹³

- Factores de riesgo de deficiencia de vitamina D

Las variables uso de bloqueador solar, exposición solar, y fototipo de piel fueron analizadas en relación a los grupos de estado de VD (suficiencia, insuficiencia y deficiencia) por medio de la prueba χ^2 , asociación lineal por lineal.

- Ingesta de calcio y vitamina D

Para determinar la ingesta de calcio y VD por medio del cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos se siguió la metodología propuesta por Hernández-Ávila y cols.¹⁰⁹ se tomó la cantidad de calcio y VD de cada alimento de acuerdo al tamaño de la porción con base en el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes¹¹⁴ y la base de datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos,¹¹⁵ posteriormente, se multiplicó esa cantidad por el valor ponderado específico para la frecuencia referida. Las ponderaciones fueron: 6 para la frecuencia correspondientes a 6 o más por día; 4.5 para 4-5 por día; 2.5 para 2-3 por día; 1 para 1 por día; 0.8 para 5-6 por semana; 0.43 para 2-4 por semana, 0.08 para 2-3 por mes y 0.016 para 1 o menos veces por mes. A continuación, los resultados de las multiplicaciones de los valores ponderados por la cantidad del nutrimento se sumaron, dando como resultado el total de consumo dietético de calcio y vitamina D. En caso de tomar algún suplemento de vitaminas y minerales, se le sumó este resultado la cantidad proporcionada por estos suplementos.

Se calculó la mediana de ingesta de calcio y VD por grupo de edad. El porcentaje de adecuación fue calculado usando como referencia los valores de la ingesta diaria recomendada (IDR) propuestos por el IOM.⁴³ El requerimiento promedio estimado (EAR, por sus siglas en inglés) se utilizó para calcular la proporción de niños que tuvieran un consumo por debajo de este.

- Horas pantalla

Debido a que el tiempo que pasan los niños frente al televisor o computadora al día puede disminuir su exposición al sol, se evaluó esta variable en el estudio. Las horas pantalla se categorizaron con base en la recomendación de la Academia Americana de Pediatría (<2 horas, 2 a 4 horas, >4 horas).¹¹⁶ Se analizó su relación con los grupos de estado de VD (suficiencia, insuficiencia y deficiencia) por medio de la prueba χ^2 , asociación lineal por lineal.

- Modelo multivariado

Se llevó a cabo una regresión logística múltiple, con deficiencia de VD como variable dependiente y ajustado por las variables con un valor de $p < 0.20$ en los análisis previos.

Consideraciones éticas

1. *Riesgo de la investigación*

Se considera que este estudio es de riesgo mínimo de acuerdo al reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, artículo 17 parte II. Se solicitó carta de consentimiento y asentimiento informado. El protocolo fue aprobado por los Comités de Investigación, Ética y Bioseguridad del Hospital Infantil de México Federico-Gómez (Ver anexos 5 y 6).

2. *Confidencialidad*

Toda la información obtenida durante el estudio se mantendrá confidencial. Únicamente el personal autorizado del Hospital Infantil de México Federico-Gómez tendrá acceso a dicha información para la captura y procesamiento de ésta. Los datos obtenidos se utilizaron sin nombre (se asignó un número), en caso de publicarse este estudio no se dará información que pueda revelar la identidad.

3. *Consentimiento y asentimiento informado*

Se pidió a los padres y/o tutores la firma del consentimiento informado y asentimiento informado a los niños mayores de 8 años, con la finalidad de autorizar la participación en el estudio. Se explicaron los procedimientos y objetivos del estudio, así como los riesgos, beneficios y confidencialidad del estudio (Anexo 7).

Tanto el consentimiento como el asentimiento informado se extendieron por duplicado, quedando un ejemplar en poder de los padres y/o tutores y otro en poder del investigador. El contenido del consentimiento informado se apegará al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud capítulo I artículo 13 al 27.

Resultados

- **Características de la población.**

Un total de 364 niños aceptaron participar en el estudio, pero solo se pudieron obtener muestras séricas de 261. Del total de los 261 niños participantes, el 49.4% (n=129) fueron mujeres, la mediana de edad fue de 8 años (p25=5, p75=10) y la mayoría tuvieron in IMC para la edad normal (65.5%, n=167). Los principales antecedentes familiares en toda la muestra fueron obesidad en la madre (10.7%, n=28), hipertensión y obesidad en el padre (4.6 %, n=12, en ambos casos) y diabetes e hipertensión en los abuelos (60.5%, n=158 y 51.7%, n=135, respectivamente). De los niños que refirieron haber sufrido alguna fractura, la mayor parte fueron hombres (n=18, 69.2%). La mediana de ingreso mensual familiar fue de \$3,000. El promedio de las concentraciones séricas de 25(OH)D fue de 27.4 ng/mL (± 7.0) y la mediana de PTH fue 25.0 pg/mL (p25=19.4, p75=33.2). Las niñas tuvieron una mediana de ingesta de calcio mayor que los niños (820 vs 707 mg/d) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características generales de la población de estudio.

Variable	Niños	Niñas	Total
	n (%)	n (%)	n (%)
Edad			
2 a 5.9 años	34 (51.5)	32 (48.5)	66 (100)
6 a 9.9 años	60 (50.4)	59 (49.6)	119 (100)
10 a 14 años	38 (50.0)	38 (50.0)	76 (100)
IMC para la edad			
Bajo peso	4 (50.0)	4 (50.0)	8 (100)
Normal	85 (50.9)	82 (49.1)	167 (100)
Sobrepeso	21 (47.7)	23 (52.3)	44 (100)
Obesidad	21 (58.3)	15 (41.7)	36 (100)
Antecedentes de la madre			
Hipertensión	9 (69.2)	4 (30.8)	13 (100)
DM2	3 (60.0)	2 (40.0)	5 (100)
Obesidad	15 (53.6)	13 (46.4)	28 (100)
Fractura de cadera	1 (100)	-	1 (100)
Fractura de muñeca	3 (75.0)	1 (25.0)	4 (100)
Antecedentes del padre			
Hipertensión	6 (50.0)	6 (50.0)	12 (100)
DM2	6 (60.0)	4 (40.0)	10 (100)
Obesidad	7 (58.3)	5 (41.7)	12 (100)
Fractura de muñeca	1 (100)	-	1 (100)
Antecedentes abuelos			
Hipertensión	72 (53.3)	63 (46.7)	135 (100)
DM2	83 (52.5)	75 (47.5)	158 (100)
Obesidad	26 (70.3)	11 (29.7)	37 (100)
Infarto al miocardio	7 (50.0)	7 (50.0)	14 (100)
Cáncer de mama	2 (25.0)	6 (75.0)	8 (100)
Cáncer de próstata	2 (25.0)	6 (75.0)	8 (100)
Cáncer de colon	2 (50.0)	2 (50.0)	4 (100)
Osteoporosis	3 (33.3)	6 (66.7)	9 (100)
Tumor cerebral	2 (100)	-	2 (100)
Fractura de cadera	2 (33.3)	4 (66.7)	6 (100)
Fractura de muñeca	4 (57.1)	3 (42.9)	7 (100)
Antecedentes personales			
Fractura	18 (69.2)	8 (30.8)	26 (100)
Osteopenia	1 (50.0)	1 (50.0)	2 (100)
Ingreso mensual			
Cuartil 1 (\leq \$2,500)	38 (47.5)	42 (52.5)	80 (100)
Cuartil 2 (\$2,501 a \$3,000)	38 (51.4)	36 (48.6)	74 (100)
Cuartil 3 (\$3,001 a \$4,000)	25 (53.2)	22 (46.8)	47 (100)
Cuartil 4 ($>$ \$4,000)	31 (51.7)	29 (48.3)	60 (100)

Valores séricos			
25(OH)D ng/mL*	28.0 (7.5)	26.7 (6.3)	27.4 (7.0)
25(OH)D nmol/L*	70.2 (18.8)	66.8 (15.8)	68.5 (17.4)
PTH pg/mL**	26.9 (19.9-33.1)	25.0 (18.9-31.6)	25.0 (19.4-33.2)
Ingesta			
Calcio mg/d**	707.0 (410.8-1155.5)	820.0 (381.6-1161.1)	777.6 (403.4-1158.5)
Vitamina D UI/d**	51.1 (29.0-117.2)	55.3 (30.7-109.7)	52.7 (30.0-203.0)

Nota: Porcentajes presentados por filas

*Media (\pm Desviación estándar)

**Mediana (p25-75)

• 25(OH)D

Al analizar las concentraciones de 25(OH) por diferentes variables, se pudo observar que el promedio de 25(OH)D solo presentó significancia estadística dependiendo del grupo de edad (ANOVA, $p=0.028$); los niños de 10 años o más tienen valores menores de 25(OH)D en comparación con los de 6 a 9.9 años (post hoc Bonferroni, $p=0.047$). Los valores de 25(OH)D disminuyen conforme aumenta el IMC para la edad aunque no se alcanzó significancia estadística (Cuadro 4).

Cuadro 4. Media de concentración sérica de 25(OH)D en ng/mL, de acuerdo a características sociodemográficas.

Variable	n	Media	Desviación estándar	p
Edad				0.028*
2 a 5.9 años	66	28.2	5.9	
6 a 9.9 años	119	28.1	7.8	
10 a 14 años	76	25.6	5.9	
Sexo				0.265
Niño	132	28.06	7.5	
Niña	129	26.7	6.3	
IMC para la edad				0.073
Bajo peso	8	25.9	5.1	
Normal	167	28.2	7.1	
Sobrepeso	44	26.9	6.2	
Obesidad	36	24.9	7.0	
Antecedentes de fractura				0.352
Sí	26	28.0	7.8	
No	227	27.2	6.7	
Ingreso mensual				0.367
Cuartil 1 (\leq \$2,500)	80	28.0	6.8	
Cuartil 2 (\$2,501 a \$3,000)	74	26.8	6.3	
Cuartil 3 (\$3,001 a \$4,000)	47	26.3	7.5	

Cuartil 4 (>\$4,000)	60	28.2	7.5	
PTH pg/mL				
<8.8	7	29.5	5.7	0.536
8.8 a 76.6	241	27.3	7.1	
>76.6	3	30.6	5.2	
Ingesta de calcio mg				
Cuartil 1 (\leq 403.4)	65	27.0	7.1	0.771
Cuartil 2 (403.5 a 777.6)	65	27.2	6.4	
Cuartil 3 (777.7 a 1158.5)	66	27.2	6.6	
Cuartil 4 (>1158.5)	65	28.2	7.6	
Ingesta de vitamina D UI				
Cuartil 1 (\leq 30.0)	65	27.5	7.4	0.688
Cuartil 2 (30.1 a 52.7)	65	28.2	7.1	
Cuartil 3 (52.8 a 114.9)	65	26.8	6.3	
Cuartil 4 (>114.9)	65	27.2	6.8	

Prueba ANOVA: *Bonferroni post hoc $p=0.045$ para 6 a 9.9 años vs 10 años o más.

De acuerdo a los criterios de la Sociedad de Endocrinología, la proporción de deficiencia de VD fue de 10%, de insuficiencia 60.9% y suficiencia 29.1%. Los niños de 10 a 14 años son los que más proporción de deficiencia de VD presentan en comparación con los otros grupos ($n=13$, 17.1%; $p=0.008$). Las niñas son quienes tienen más deficiencia en comparación con los niños ($n=17$, 13.2%) aunque no hay significancia estadística. En cuanto al IMC para sexo y edad, la deficiencia de VD es mayor en el grupo de obesidad ($n=8$, 22.2%); sin embargo, alrededor del 60% de los niños están en la categoría de insuficiencia. Para la demás variables estudiadas no se observó significancia estadística (Cuadro 5).

Al tomar los criterios del IOM, solo un niño tuvo deficiencia de VD, el 9.6% ($n=25$) insuficiencia y el 90% ($n=235$) tuvo niveles adecuados. A pesar de que la mayoría de niños están en la categoría de niveles adecuados de VD utilizando estos criterios, el porcentaje de niños con insuficiencia se incrementa conforme aumenta el grupo de edad ($p=0.009$) y la categoría de IMC ($p=0.003$). Las niñas tienen más insuficiencia en comparación de los niños (13.2% vs 6.1%). Para la demás variables estudiadas no se observó significancia estadística (Cuadro 6).

Cuadro 5. Proporción de deficiencia e insuficiencia de vitamina D, con base en los criterios de la Sociedad de Endocrinología.

Variable	Suficiencia n(%)	Insuficiencia n(%)	Deficiencia n(%)	Total n(%)	p
Edad					0.008
2 a 5.9 años	23 (34.8)	41 (62.1)	2 (3.0)	66 (100)	
6 a 9.9 años	36 (30.3)	72 (60.5)	11 (9.2)	115 (100)	
10 a 14 años	17 (22.4)	46 (60.5)	13 (17.1)	76 (100)	
Sexo					0.163
Niño	41 (31.1)	82 (62.1)	9 (6.8)	132 (100)	
Niña	35 (27.1)	77 (59.7)	17 (13.2)	129 (100)	
IMC para la edad					0.026
Bajo peso	2 (25.0)	5 (62.5)	1 (12.5)	8 (100)	
Normal	51 (30.5)	105 (62.9)	11 (6.6)	167 (100)	
Sobrepeso	15 (34.1)	23 (52.3)	6 (13.6)	44 (100)	
Obesidad	6 (16.7)	22 (61.1)	8 (22.2)	36 (100)	
Antecedentes de fractura					0.43
Sí	10 (38.5)	13 (50.0)	3 (11.5)	26 (100)	
No	62 (27.3)	142 (62.6)	23 (10.1)	227 (100)	
Ingreso mensual					0.503
Cuartil 1 (\leq \$2,500)	27 (33.8)	42 (52.5)	11 (413.8)	80 (100)	
Cuartil 2 (\$2,501 a \$3,000)	17 (23.0)	52 (70.3)	5 (6.8)	74 (100)	
Cuartil 3 (\$3,001 a \$4,000)	10 (21.3)	31 (66.0)	6 (12.8)	47 (100)	
Cuartil 4 ($>$ \$4,000)	22 (36.7)	34 (56.7)	4 (6.7)	60 (100)	
PTH pg/mL					0.516
$<$ 8.8	4 (57.1)	3 (42.9)	-	7 (100)	
8.8 a 76.6	68 (28.2)	147 (61.0)	26 (10.8)	241 (100)	
$>$ 76.6	2 (66.7)	1 (33.3)	-	3 (100)	
Ingesta de calcio mg					0.139
Cuartil 1 (\leq 403.4)	18 (27.7)	39 (60.0)	8 (12.3)	65 (100)	
Cuartil 2 (403.5 a 777.6)	16 (24.6)	42 (64.6)	7 (10.8)	65 (100)	
Cuartil 3 (777.7 a 1158.5)	17 (25.8)	43 (65.2)	6 (9.1)	66 (100)	
Cuartil 4 ($>$ 1158.5)	25 (38.5)	35 (53.8)	5 (7.7)	65 (100)	
Ingesta de vitamina D UI					0.888
Cuartil 1 (\leq 30.0)	21 (32.3)	34 (52.3)	10 (15.4)	65 (100)	
Cuartil 2 (30.1 a 52.7)	21 (32.3)	40 (61.5)	4 (6.2)	65 (100)	
Cuartil 3 (52.8 a 114.9)	17 (26.2)	42 (64.6)	6 (9.2)	65 (100)	
Cuartil 4 ($>$ 114.9)	17 (26.2)	43 (66.2)	5 (7.7)	65 (100)	

Puntos de corte de vitamina D de la Sociedad de Endocrinología: deficiencia $<$ 20 ng/mL, insuficiencia 20 a 29ng/m y suficiencia $>$ 30 ng/mL.

Cuadro 6. Proporción de deficiencia e insuficiencia de vitamina D, con base en los criterios del IOM.

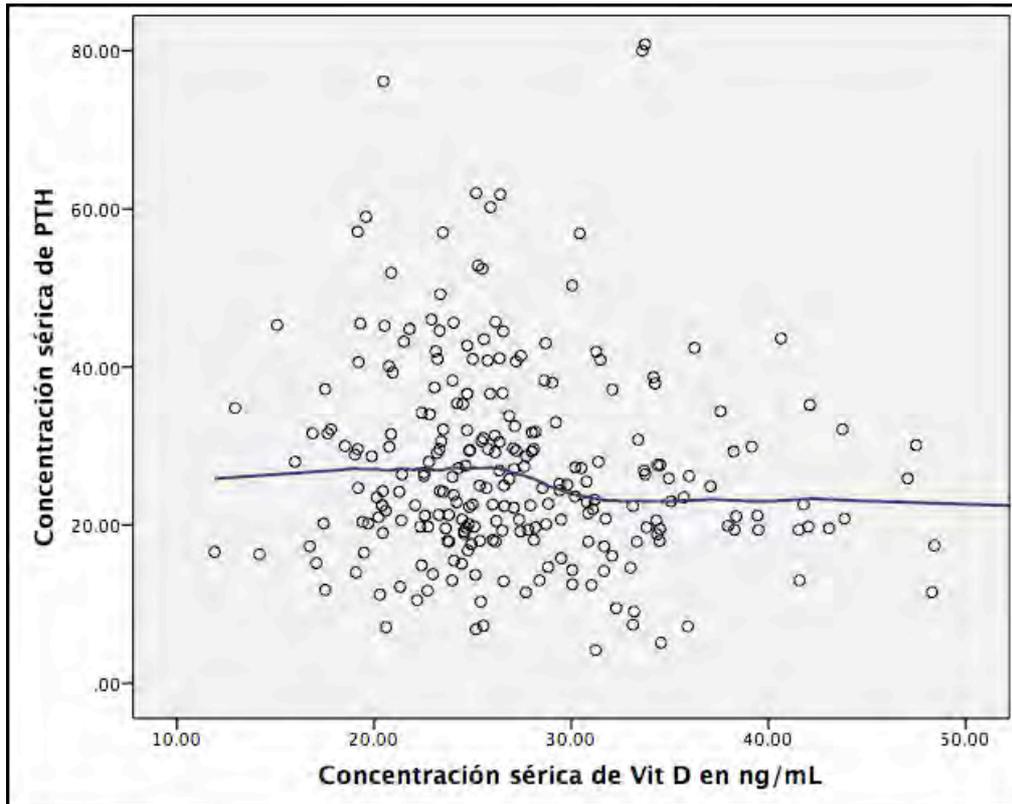
Variable	Adecuado n(%)	Insuficiencia n(%)	Deficiencia n(%)	Total n(%)	p
Edad*					0.009
2 a 5.9 años	64 (97.0)	2 (3.0)	-	66 (100)	
6 a 9.9 años	108 (90.8)	10 (8.4)	1 (0.8)	115 (100)	
10 a 14 años	63 (82.9)	13 (17.1)	-	76 (100)	
Sexo					0.154
Niño	123 (93.2)	8 (6.1)	1 (0.8)	132 (100)	
Niña	112 (86.8)	17 (13.2)	-	129 (100)	
IMC para la edad**					0.003
Bajo peso	7 (87.5)	1 (12.5)	-	8 (100)	
Normal	156 (93.4)	11 (6.6)	-	167 (100)	
Sobrepeso	38 (86.4)	6 (13.6)	-	44 (100)	
Obesidad	28 (77.8)	7 (19.4)	1 (2.8)	36 (100)	
Antecedentes de fractura					0.431
Sí	23 (88.5)	2 (7.7)	1 (3.8)	26 (100)	
No	204 (89.9)	23 (10.1)	-	227 (100)	
Ingreso mensual					0.493
Cuartil 1 (\leq \$2,500)	69 (86.2)	11 (13.8)	-	80 (100)	
Cuartil 2 (\$2,501 a \$3,000)	69 (93.2)	5 (6.8)	-	74 (100)	
Cuartil 3 (\$3,001 a \$4,000)	41 (87.2)	6 (12.8)	-	47 (100)	
Cuartil 4 ($>$ \$4,000)	56 (93.3)	3 (5.0)	1 (1.7)	60 (100)	
PTH pg/mL					0.673
$<$ 8.8	7 (100)	-	-	7 (100)	
8.8 a 76.6	215 (89.2)	25 (10.4)	1 (0.4)	241 (100)	
$>$ 76.6	3 (100)	-	-	3 (100)	
Ingesta de calcio mg					0.535
Cuartil 1 (\leq 403.4)	57 (87.7)	8 (12.3)	-	65 (100)	
Cuartil 2 (403.5 a 777.6)	58 (89.2)	7 (10.8)	-	65 (100)	
Cuartil 3 (777.7 a 1158.5)	60 (90.0)	6 (9.1)	-	66 (100)	
Cuartil 4 ($>$ 1158.5)	60 (92.3)	4 (6.2)	1 (1.5)	65 (100)	
Ingesta de vitamina D UI					0.376
Cuartil 1 (\leq 30.0)	55 (84.6)	10 (14.4)	-	65 (100)	
Cuartil 2 (30.1 a 52.7)	61 (93.8)	4 (6.2)	-	65 (100)	
Cuartil 3 (52.8 a 114.9)	59 (90.8)	6 (9.2)	-	65 (100)	
Cuartil 4 ($>$ 114.9)	60 (92.3)	4 (6.2)	1 (1.5)	65 (100)	

Puntos de corte de vitamina D del Instituto de Medicina de Estados Unidos: deficiencia $<$ 12 ng/mL, insuficiencia 12 a 20 ng/mL y suficiencia $>$ 20 ng/mL.

- **PTH y 25(OH)D**

Al correlacionar los valores de 25(OH)D con PTH, se encontró una asociación negativa pero no estadísticamente significativa ($\rho=-0.118$, $p=0.056$). El diagrama de dispersión (Figura 1) muestra la línea de ajuste del modelo LOESS, donde se pueden observar dos mesetas en los valores de PTH, una en los valores $<28\text{ng/mL}$ de 25(OH)D y la segunda después de los 30 ng/mL .

Figura 1. Correlación entre las concentraciones de 25(OH)D y PTH, con la línea de ajuste LOESS.



- **Factores de riesgo de deficiencia de vitamina D.**

Solo el 35.3% ($n=88$) de los niños usa bloqueador solar, poco más del 34% de los niños se expone más de una hora al sol entre semana y en fin de semana aumenta a 46.6% ($n=96$). La utilización de varios elementos para protegerse del sol, como el uso de una camisa con mangas o sombrero es común. El 36.3% de los niños nunca busca la sombra y el 78.1% nunca usa lentes de sol para protegerse de la acción de los rayos UV. El fototipo de piel más frecuente fue el IV (52.2%, $n=132$). El Cuadro 7 muestra la proporción de deficiencia de vitamina D de acuerdo a criterios de la Sociedad de Endocrinología, en relación a los factores de riesgo para deficiencia. La proporción de deficiencia de VD aumenta conforme incrementa el tiempo de exposición al sol y la proporción de la categoría suficiencia disminuye conforme incrementa el fototipo de piel. A pesar de lo anterior, no existió diferencia estadísticamente significativa en todas las comparaciones.

Cuadro 7. Proporción de deficiencia de vitamina D, de acuerdo a factores de riesgo para deficiencia en la muestra estudiada.

Variable	Suficiencia n(%)	Insuficiencia n(%)	Deficiencia n(%)	Total n(%)	p
Uso de bloqueador solar					0.87
Sí	25 (28.4)	55 (62.5)	8 (9.1)	88 (100)	
No	47 (29.2)	96 (59.6)	18 (11.2)	161 (100)	
Exposición al sol entre semana					0.153
≤30 minutos	16 (27.1)	35 (59.3)	8 (13.6)	59 (100)	
31 a 60 minutos	23 (26.1)	55 (62.5)	10 (11.4)	88 (100)	
>1 hora	25 (32.9)	47 (61.8)	4 (5.3)	76 (100)	
Exposición al sol en fin semana					0.818
≤30 minutos	13 (28.9)	26 (57.8)	6 (13.3)	45 (100)	
31 a 60 minutos	24 (36.9)	33 (50.8)	8 (12.3)	65 (100)	
>1 hora	27 (28.1)	61 (63.5)	8 (8.3)	96 (100)	
Usa camisa con mangas					0.607
Nunca	-	7 (100)	-	7 (100)	
Rara vez	6 (33.3)	10 (55.6)	2 (11.1)	18 (100)	
A veces	10 (24.4)	26 (63.4)	5 (12.2)	41 (100)	
Con frecuencia	18 (30.0)	37 (61.7)	5 (8.3)	60 (100)	
Siempre	35 (29.4)	71 (59.7)	13 (10.9)	119 (100)	
Usa sombrero o gorra					0.445
Nunca	19 (23.8)	51 (63.7)	10 (12.5)	80 (100)	
Rara vez	14 (32.6)	26 (60.5)	3 (7.0)	43 (100)	
A veces	21 (27.6)	47 (61.8)	8 (10.5)	76 (100)	
Con frecuencia	11 (34.4)	19 (59.4)	2 (6.2)	32 (100)	
Siempre	3 (27.3)	6 (54.5)	2 (18.2)	11 (100)	
Se queda en la sombra o usa paraguas					0.231
Nunca	24 (27.9)	54 (62.8)	8 (9.3)	86 (100)	
Rara vez	17 (38.6)	26 (59.1)	1 (2.3)	44 (100)	
A veces	15 (24.6)	36 (59.0)	10 (16.4)	61 (100)	
Con frecuencia	8 (26.7)	20 (66.7)	2 (6.7)	30 (100)	
Siempre	4 (25.0)	8 (50.0)	4 (25.0)	16 (100)	
Usa lentes de sol					0.615
Nunca	52 (28.6)	109 (59.9)	21 (11.5)	182 (100)	
Rara vez	7 (28.0)	17 (68.0)	1 (4.0)	25 (100)	
A veces	6 (30.0)	12 (60.0)	2 (10.0)	20 (100)	
Con frecuencia	-	3 (75.0)	1 (25.0)	4 (100)	
Siempre	-	2 (100)	-	2 (100)	
Fototipo de piel					0.639
III Sensible	7 (35.0)	11 (55.0)	2 (10.0)	20 (100)	

IV Moderadamente sensible	36 (27.3)	84 (63.6)	12 (9.1)	132 (100)
V Poco sensible	29 (28.7)	60 (59.4)	12 (11.9)	101 (100)

Puntos de corte de vitamina D de la Sociedad de Endocrinología: deficiencia <20 ng/mL, insuficiencia 20 a 29ng/m y suficiencia >30 ng/mL.

- **Ingesta de calcio y vitamina D**

Al analizar la ingesta diaria de calcio en toda la muestra estudiada, se observó que ésta va disminuyendo conforme avanza la edad (929 a 631.9 mg), el porcentaje de adecuación cae hasta el 48.6% y el de inadecuación se eleva hasta 77%. En relación a la ingesta de VD, los resultados son menos favorecedores; la mediana de ingesta es 57.6 UI, el IOM recomienda 600 UI/día, por lo que el porcentaje de adecuación de ingesta de esta vitamina es de solo 9.6%, por lo que el 97.2% de los niños no consume ni la mitad de lo que necesita al día (Cuadro 8).

Cuadro 8. Ingesta, adecuación e inadecuación de calcio y vitamina D en la población estudiada.

	Grupo de edad en años	IDR	n	Ingesta*	% adecuación**	% inadecuación
Calcio mg	2 a 3	700	19	949 (600.1-1617.3)	135.5 (85.8-231.0)	15.8
	4 a 8	1000	132	825.8 (443.7-1169.6)	82.6 (44.7-117.0)	45.5
	9 a 14	1300	100	631.9 (321.0-1074.2)	48.6 (24.7-82.6)	77
Vitamina D IU	2 a 14	600	251	57.6 (32.1-116.8)	9.6 (5.4-19.5)	97.2

IDR: Ingesta Diaria Recomendada

*Mediana (p25-p75)

**Mediana del porcentaje de adecuación (p25-p75)

- **Horas frente a una pantalla**

Entre semana, el 65.2% (n=163) de los niños cumple con la recomendación de pasar menos de dos horas al día frente a una pantalla (televisión o computadora). En fin de semana este porcentaje disminuye al 59% (n=148). El porcentaje de deficiencia de VD aumenta conforme aumentan las horas pantalla entre semana (p=0.056), en fin de semana no se observa esta tendencia (Cuadro 9).

Cuadro 9. Horas pantalla y deficiencia de vitamina D, con base en los criterios de la Sociedad de Endocrinología.

Variable	Suficiencia n(%)	Insuficiencia n(%)	Deficiencia n(%)	Total n(%)	P
Entre semana					0.056
<2 hrs al día	49 (30.1)	102 (62.6)	12 (7.4)	163 (100)	
2 a 4 hrs al día	13 (22.8)	37 (64.9)	7 (12.3)	57 (100)	
4 hrs o más al día	8 (26.7)	15 (50.0)	7 (23.3)	30 (100)	
Fin de semana					0.714
<2 hrs al día	42 (28.4)	91 (61.5)	15 (10.1)	148 (100)	
2 a 4 hrs al día	18 (27.3)	42 (63.6)	6 (9.1)	66 (100)	
4 hrs o más al día	10 (27.0)	22 (59.5)	5 (13.5)	37 (100)	

- **Modelo de regresión**

Se realizó un modelo de regresión logística múltiple, con deficiencia de VD como variable dependiente, tomando en cuenta el punto de corte de la Sociedad de Endocrinología (deficiencia <20ng/mL). Se ajustó por las variables que mostraron un valor de $p < 0.20$ en el análisis bivariado, las cuales fueron edad, sexo, IMC para la edad, exposición al sol entre semana, horas pantalla entre semana e ingesta de calcio. El modelo, que incluyó los datos completos de 218 participantes, explica solo el 10.6% de la variabilidad de la deficiencia de VD ($R^2=0.106$). En esta muestra, la obesidad se asoció significativamente con el riesgo de deficiencia de VD (OR 3.68; IC95% 1.11-12.20), ajustado por edad, sexo, exposición al sol, horas pantalla e ingesta de calcio.

Cuadro 10. Modelo de regresión logística múltiple para deficiencia de vitamina D

Variable	OR (IC95%)	p
Edad		
2 a 5.9 años	1	-
6 a 9.9 años	4.40 (0.48-39.65)	0.187
10 años o más	7.75 (0.88-68.25)	0.065
Sexo		
Niño	1	-
Niña	1.80 (0.64-5.05)	0.259
IMC para la edad		
Normal	1	-
Sobrepeso	1.31 (0.36-4.68)	0.676
Obesidad	3.68 (1.11-12.20)	0.033
Exposición al sol entre semana		
≤30 minutos	1	-
31 a 60 minutos	1.04 (0.34-3.18)	0.941
>1 hora	0.38 (0.9-1.50)	0.167

Horas pantalla entre semana		
<2 hrs al día	1	-
2 a 4 hrs al día	1.18 (0.32-4.31)	0.816
4 hrs o más al día	2.98 (0.91-9.76)	0.072
Ingesta de calcio mg		
Cuartil 1 (≤ 403.4)	0.53 (0.14-2.00)	0.346
Cuartil 2 (≤ 777.6)	0.61 (0.17-2.22)	0.448
Cuartil 3 (≤ 1158.5)	0.46 (0.11-1.95)	0.294
Cuartil 4 (< 1158.5)	1	-

Discusión

El presente estudio reporta las características de las concentraciones de vitamina D en una muestra de niños de 2 a 14 años pertenecientes al Valle de México. Es la primera información relacionada a salud ósea en población pediátrica en nuestro país, ya que se exploró su asociación con PTH y variables que son consideradas factores de riesgo o protección de deficiencia de VD. Además, la concentración de 25(OH)D fue determinada por medio de LC/MS, considerado el estándar de oro, lo cual hace posible la comparación con otros estudios de la literatura científica internacional. Esta información complementa los datos existentes en adultos, realizados con la misma metodología en México.⁵⁶

El promedio total de las concentraciones de 25(OH)D fue de 27.4 ng/ml, lo que significa un valor de insuficiencia de acuerdo a la Sociedad de Endocrinología, a diferencia del IOM, que lo considera un valor normal. Este promedio fue diferente entre el grupo de 6 a 9 años en comparación al grupo de 10 años o más, esto puede deberse a que la mayor parte de la muestra tenían entre 6 y 9 años (44.7%). De igual forma, se observó que los promedios fueron diferentes dependiendo del IMC para la edad, siendo la menor en los niños con obesidad (24.9 ng/mL), aunque este valor no entra en la categoría de deficiencia. Se ha reportado en la literatura que la obesidad es un factor de riesgo para deficiencia de VD ya que, al ser una vitamina liposoluble, el tejido graso la secuestra.¹¹⁷ Diversos estudios han demostrado que los niños con obesidad tienen valores menores de 25(OH)D en comparación con los que tienen un IMC normal.^{79,82,84,92,94,95,102,118} En nuestro país, Elizondo-Montemayor⁵⁹ reporta resultados similares en niños escolares de Monterrey. México tiene un grave problema de sobrepeso y obesidad infantil; la proporción combinada de estas dos entidades en nuestro estudio es de 31.4%, este resultado es similar al reportado por ENSANUT 2012¹¹⁹ en una muestra nacional (34.4%), por lo que estos niños son una población de riesgo de tener deficiencia de VD. La obesidad como factor de riesgo para deficiencia de VD se ve apoyada por los resultados del modelo de regresión (OR 3.68; IC95% 1.11-12.20).

En este estudio, la proporción de deficiencia de VD (<20ng/mL) fue de 10% e insuficiencia (<30ng/mL) 60.9%, y si tomamos en cuenta los criterios del IOM solo un niño presentó riesgo de deficiencia. Esta proporción resulta baja al compararla con estudios previos en México. El trabajo realizado en niños de 6 a 12 años en Monterrey⁵⁹ muestra una proporción de deficiencia e insuficiencia de 20.2% y 62.1%, respectivamente. La diferencia en las proporciones se da más en el grupo de deficiencia que en el de insuficiencia. Esto puede a que compararon a niños obesos con niños de IMC normal, por lo que los valores de deficiencia podrían estar elevados. Otra explicación es el método de determinación de VD utilizado (RIA Diasorin vs LC/MS), lo que genera variación en los resultados. Al comprar los resultados con los obtenidos en la ENSANUT 2006 por el Dr. Mario Flores,⁶⁰ la proporción de deficiencia e insuficiencia fue de 16% y 23%, respectivamente. Las diferencias en este caso pueden deberse al tamaño y representatividad de la muestra, donde los 1025 niños participantes representan a más de 8 millones de niños a nivel nacional. De igual forma, el método de determinación de VD empleado fue ELISA, el cual se ha reportado tiende a subestimar los niveles de VD.¹²⁰ Otro punto importante, es que la muestras no fueron obtenidas con el objetivo de determinar VD, por lo que su tratamiento no fue el adecuado para mantener los niveles de VD, específicamente, las muestras debieron haber estado protegidas por la luz para evitar su transformación. Además, fueron almacenadas por 5 años, por lo que probablemente el nivel de VD se haya modificado. Otras de las posibles explicaciones es que la mayoría de los niños de nuestra muestra fueron reclutados en la primavera y verano del 2013, lo que hace que hayan estado más expuestos al sol. Se ha reportado que la época del año influye en los niveles de 25(OH)D; estudios longitudinales han demostrado estas variaciones en un mismo grupo de niños.^{26,121} Además, aproximadamente 3 de cada 4 niños reportaron exponerse al sol más de 30 minutos al día, tanto entre semana como en fin de semana, entre las actividades que realizaban se encuentran el traslado de su casa a la escuela, la hora del recreo y salir a jugar en las tardes. La recomendación de exposición al sol para tener una buena producción de VD es de 20 a 30 minutos al día,^{4,46} por lo que la mayoría de estos niños cumplían con esto. De igual forma, la mayoría de los niños no usa regularmente bloqueador solar (64.7%), por lo que la síntesis cutánea de VD no se ve alterada.

Al analizar la correlación de 25(OH)D con PTH no se observó una asociación, a pesar de que se ha reportado en diversos estudios una asociación negativa.⁹⁹ Sin embargo, la PTH presentó dos puntos de inflexión (28 ng/mL y 30 ng/mL), generando dos mesetas en la distribución de los valores. El hecho de que la PTH no muestre la meseta a los valores referidos por el IOM y otros estudios, puede deberse al tipo de muestra y a los pocos niños con valores menores a 20 ng/mL.

La ingesta de calcio y VD por medio de la dieta también fueron analizados, debido a que son factores importantes en la salud ósea. Cuando los niveles séricos de calcio disminuyen, la VD estimula la absorción intestinal de calcio y comienza el proceso de resorción ósea. La ingesta de calcio fue analizada de acuerdo a la IDR por edad del IOM. Los niños pequeños de 2 a 3 años consumen, en promedio, más calcio del recomendado, representado por un porcentaje de adecuación del 135.5%, esto puede deberse a que en este grupo de edad, los padres continúan ofreciendo leche y productos

lácteos a sus hijos. En comparación, el grupo de 9 a 14 años tuvo un menor porcentaje de adecuación (48.6%), la explicación a esto sería que ya son más independientes en la toma de decisiones sobre su alimentación y desplazan el consumo de alimentos ricos en calcio por otros con alta densidad de energía y pobre contenido de vitaminas y minerales.¹²² En relación a la ingesta de VD, la mediana de consumo es muy baja en comparación a la IDR del IOM (porcentaje de adecuación 9.6%). Estos resultados concuerdan con los resultados de ENSANUT 2006.¹²³ Sin embargo, a pesar de este bajo consumo, los niveles de 25(OH)D se encuentran en rangos aceptables, con esto se confirma que la principal fuente de obtención de VD es la exposición al sol (en un 80%) y no la dieta.

Las horas pantalla también fueron evaluadas debido a que este tipo de actividad se realiza en interiores y no exteriores, por lo que podría ser un factor de riesgo para deficiencia de VD ya que no hay exposición al sol. Además, las horas pantalla podrían traducirse en sedentarismo, el cual aumenta el riesgo de padecer obesidad, que es un factor de riesgo para deficiencia de VD.¹²⁴ Alrededor del 60% de los niños participantes de este estudio reportaron pasar menos de dos horas frente a la televisión o computadora, cumpliendo con la recomendación de la Academia Americana de Pediatría¹¹⁶, pudiendo explicar también que el 90% de los niños haya tenido valores de VD por arriba de los 20 ng/mL. Sin embargo, el promedio de horas pantalla en niños y adolescentes a nivel nacional es de tres horas, de acuerdo a los resultados de ENSANUT 2012,¹²⁵ lo que indica que los niños mexicanos están teniendo estilos de vida que son factores de riesgo de VD. En un estudio italiano⁹² se encontró que los adolescentes que realizaban menos de tres horas al día de actividad física en exteriores tuvieron mayor prevalencia de hipovitaminosis D (<30 ng/mL). El estudio de Voortman y cols.⁹⁸ en niños holandeses de 6 años, analizó la asociación de diferentes estilos de vida con los niveles de VD; encontró que los niños que veían televisión más de dos horas al día tuvieron mayor riesgo de deficiencia de VD (OR 1.32; IC95% 1.06-1.64) y que jugar en exteriores al menos una hora al día era un factor protector (OR 0.71; IC95% 0.57, 0.89). Aunque en el presente estudio no se encontró una relación estadísticamente significativa entre horas pantalla y deficiencia de VD, si se observó una tendencia de más deficiencia de VD en quienes pasan más tiempo frente a una pantalla; es posible que aumentando el tamaño de la muestra se puedan obtener resultados significativos. Con lo anterior, es importante fomentar estilos de vida saludable, que incluyan alimentación adecuada y actividad física en exteriores, para asegurar niveles normales de VD en los niños.

Las fortalezas del estudio son el haber utilizado como método de determinación de 25(OH)D la LC/MS, que es el estándar de oro, para describir las concentraciones de VD en una muestra de niños del Valle de México. Ésta información complementa los datos hechos en adultos⁵⁶ por el mismo grupo de trabajo, haciendo que se tenga con valores de VD en sujetos desde 2 hasta 85 años, determinados por LC/MS. Además, aporta información sobre la ingesta de calcio y VD, además de datos de estilo de vida como las horas que pasan los niños frente a una pantalla.

Dentro de las limitaciones de este proyecto se encuentra la representatividad de nuestros resultados, la cual se limita a participantes voluntarios elegidos a conveniencia del Valle de México, lo cual genera un sesgo de selección, ya que este grupo podría estar más sensibilizado al cuidado de su salud; las familias de los niños tenían un nivel socioeconómico bajo (mediana de ingreso mensual familiar \$3,000) por lo que los resultados no pueden extrapolarse a toda la población mexicana; el diseño transversal limita las interpretaciones a solo asociaciones y no causalidad; y el no poder completar la información de variables de la salud ósea, como lo es la DMO, debido a problemas de transporte y disponibilidad del densitómetro.

Conclusiones

La proporción de deficiencia de vitamina D en una muestra de niños de 2 a 14 años del Valle de México fue 10%. Sin embargo, existe un gran número de niños con insuficiencia que podrían progresar a deficiencia en la etapa adulta, ya que en esta población se ha reportado un 45% de deficiencia. A pesar de que México se encuentra en una latitud donde recibimos adecuada luz solar, hay niños que pasan más de dos horas frente a una pantalla, sin exponerse al sol, favoreciendo bajos valores de VD. Los estilos de vida saludable relacionados a la salud ósea, que incluyen exposición al sol y pocas horas frente a una pantalla, se relacionaron con buenos niveles de VD. Se recomienda crear campañas de concientización sobre estilos de vida saludable, así como de identificación de factores de riesgo en la población para poder indicar la suplementación de Vitamina D.

Referencias

1. Feldman D, Malloy PJ, Gross C. Vitamin D: Biology, action and clinical implications. *Osteoporosis*. 2nd ed. London, UK: Academic Press; 2001:257-258.
2. Holick MF, Garabedian M. Vitamin D: photobiology, metabolism, mechanism of action, and clinical applications. *Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism*. . 6th ed. Washington, DC.: American Society for Bone and Mineral Research.; 2006:129-137.
3. Bouillon R. Vitamin D: from photo- synthesis, metabolism, and action to clinical applications. In: Saunders WB, ed. *Endocrinology*. Philadelphia, USA2001:1009-1028.
4. DeLuca HF. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. *The American journal of clinical nutrition*. Dec 2004;80(6 Suppl):1689S-1696S.
5. Dietary Supplement Fact Sheet: Vitamin D. 2014. <http://ods.od.nih.gov/factsheets/vitamind.asp>. Accessed February 24th, 2016.
6. Webb AR, Pilbeam C, Hanafin N, Holick MF. An evaluation of the relative contributions of exposure to sunlight and of diet to the circulating concentrations of 25-hydroxyvitamin D in an elderly nursing home population in Boston. *The American journal of clinical nutrition*. Jun 1990;51(6):1075-1081.
7. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW. Vitamin D and muscle function. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. Mar 2002;13(3):187-194.
8. Grant WB, Strange RC, Garland CF. Sunshine is good medicine. The health benefits of ultraviolet-B induced vitamin D production. *Journal of cosmetic dermatology*. Apr 2003;2(2):86-98.
9. Cranney A, Horsley T, O'Donnell S, et al. Effectiveness and safety of vitamin D in relation to bone health. *Evidence report/technology assessment*. Aug 2007(158):1-235.
10. Holick MF. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *The American journal of clinical nutrition*. Dec 2004;80(6 Suppl):1678S-1688S.
11. Wang S. Epidemiology of vitamin D in health and disease. *Nutrition research reviews*. Dec 2009;22(2):188-203.
12. Ganong WF. Control hormonal del metabolismo del calcio y la fisiología del hueso. *Fisiología médica*. 18a ed. México: El Manual Moderno; 2002:417-429.
13. Ghazi AA, Hosseinpanah F, E MA, Ghazi S, Hedayati M, Azizi F. Effects of different doses of oral cholecalciferol on serum 25(OH)D, PTH, calcium and bone markers during fall and winter in schoolchildren. *European journal of clinical nutrition*. Dec 2010;64(12):1415-1422.
14. Seamans KM, Cashman KD. Existing and potentially novel functional markers of vitamin D status: a systematic review. *The American journal of clinical nutrition*. Jun 2009;89(6):1997S-2008S.
15. Misra M, Pacaud D, Petryk A, et al. Vitamin D deficiency in children and its management: review of current knowledge and recommendations. *Pediatrics*. Aug 2008;122(2):398-417.
16. Thacher TD, Clarke BL. Vitamin D insufficiency. *Mayo Clinic proceedings*. Jan 2011;86(1):50-60.

17. Holick MF. Resurrection of vitamin D deficiency and rickets. *The Journal of clinical investigation*. Aug 2006;116(8):2062-2072.
18. Loomis WF. Rickets. *Scientific American*. Dec 1970;223(6):76-82 passim.
19. Pettifor JM. Vitamin D deficiency and nutritional rickets in children. *Vitamin D*. 2nd ed. Boston, MA: Elsevier Academic Press; 2005.
20. Weick MT. A history of rickets in the United States. *The American journal of clinical nutrition*. Nov 1967;20(11):1234-1241.
21. Bonjour JP, Theintz G, Buchs B, Slosman D, Rizzoli R. Critical years and stages of puberty for spinal and femoral bone mass accumulation during adolescence. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. Sep 1991;73(3):555-563.
22. Matkovic V, Jelic T, Wardlaw GM, et al. Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. Inference from a cross-sectional model. *The Journal of clinical investigation*. Feb 1994;93(2):799-808.
23. Winzenberg T, Powell S, Shaw KA, Jones G. Effects of vitamin D supplementation on bone density in healthy children: systematic review and meta-analysis. *Bmj*. 2011;342:c7254.
24. Bianchi ML, Baim S, Bishop NJ, et al. Official positions of the International Society for Clinical Densitometry (ISCD) on DXA evaluation in children and adolescents. *Pediatric nephrology*. Jan 2010;25(1):37-47.
25. Albanese CV, Diessel E, Genant HK. Clinical applications of body composition measurements using DXA. *Journal of clinical densitometry : the official journal of the International Society for Clinical Densitometry*. Summer 2003;6(2):75-85.
26. Holick MF. Vitamin D deficiency. *The New England journal of medicine*. Jul 19 2007;357(3):266-281.
27. Makariou S, Liberopoulos EN, Elisaf M, Challa A. Novel roles of vitamin D in disease: what is new in 2011? *European journal of internal medicine*. Aug 2011;22(4):355-362.
28. Holick MF. Evidence-based D-bate on health benefits of vitamin D revisited. *Dermato-endocrinology*. Apr 1 2012;4(2):183-190.
29. Bikle DD. Vitamin D metabolism, mechanism of action, and clinical applications. *Chemistry & biology*. Mar 20 2014;21(3):319-329.
30. Christakos S, Hewison M, Gardner DG, et al. Vitamin D: beyond bone. *Annals of the New York Academy of Sciences*. May 2013;1287:45-58.
31. Vitamin D supplement in early childhood and risk for Type I (insulin-dependent) diabetes mellitus. The EURODIAB Substudy 2 Study Group. *Diabetologia*. Jan 1999;42(1):51-54.
32. Kulie T, Groff A, Redmer J, Hounshell J, Schragger S. Vitamin D: an evidence-based review. *Journal of the American Board of Family Medicine : JABFM*. Nov-Dec 2009;22(6):698-706.
33. Kragt J, van Amerongen B, Killestein J, et al. Higher levels of 25-hydroxyvitamin D are associated with a lower incidence of multiple sclerosis only in women. *Multiple sclerosis*. Jan 2009;15(1):9-15.
34. van der Mei IA, Ponsonby AL, Dwyer T, et al. Vitamin D levels in people with multiple sclerosis and community controls in Tasmania, Australia. *Journal of neurology*. May 2007;254(5):581-590.
35. Garland CF, Garland FC, Gorham ED, et al. The role of vitamin D in cancer prevention. *American journal of public health*. Feb 2006;96(2):252-261.
36. Bischoff-Ferrari HA, Giovannucci E, Willett WC, Dietrich T, Dawson-Hughes B. Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes. *The American journal of clinical nutrition*. Jul 2006;84(1):18-28.

37. Binkley N, Krueger DC, Morgan S, Wiebe D. Current status of clinical 25-hydroxyvitamin D measurement: an assessment of between-laboratory agreement. *Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry*. Dec 14 2010;411(23-24):1976-1982.
38. Wootton AM. Improving the measurement of 25-hydroxyvitamin D. *The Clinical biochemist. Reviews / Australian Association of Clinical Biochemists*. Feb 2005;26(1):33-36.
39. Maunsell Z, Wright DJ, Rainbow SJ. Routine isotope-dilution liquid chromatography-tandem mass spectrometry assay for simultaneous measurement of the 25-hydroxy metabolites of vitamins D2 and D3. *Clinical chemistry*. Sep 2005;51(9):1683-1690.
40. Roth HJ, Schmidt-Gayk H, Weber H, Niederau C. Accuracy and clinical implications of seven 25-hydroxyvitamin D methods compared with liquid chromatography-tandem mass spectrometry as a reference. *Annals of clinical biochemistry*. Mar 2008;45(Pt 2):153-159.
41. Jones G. Pharmacokinetics of vitamin D toxicity. *The American journal of clinical nutrition*. Aug 2008;88(2):582S-586S.
42. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. Jul 2011;96(7):1911-1930.
43. In: Ross AC, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB, eds. *Institute of Medicine (IOM) Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. Washington (DC)2011.
44. Rosen CJ, Abrams SA, Aloia JF, et al. IOM committee members respond to Endocrine Society vitamin D guideline. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. Apr 2012;97(4):1146-1152.
45. Arabi A, El Rassi R, El-Hajj Fuleihan G. Hypovitaminosis D in developing countries- prevalence, risk factors and outcomes. *Nature reviews. Endocrinology*. Oct 2010;6(10):550-561.
46. Chen TC, Lu Z, Holick MF. Photobiology of Vitamin D. In: Holick MF, ed. *Vitamin D. Molecular Biology, Physiology, and Clinical Applications*: Humana Press; 1999.
47. Engelsen O. The relationship between ultraviolet radiation exposure and vitamin D status. *Nutrients*. May 2010;2(5):482-495.
48. Holick MF, Chen TC, Lu Z, Sauter E. Vitamin D and skin physiology: a D-lightful story. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. Dec 2007;22 Suppl 2:V28-33.
49. Millen AE, Bodnar LM. Vitamin D assessment in population-based studies: a review of the issues. *The American journal of clinical nutrition*. Apr 2008;87(4):1102S-1105S.
50. Mithal A, Wahl DA, Bonjour JP, et al. Global vitamin D status and determinants of hypovitaminosis D. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. Nov 2009;20(11):1807-1820.
51. Peterlik M, Boonen S, Cross HS, Lamberg-Allardt C. Vitamin D and calcium insufficiency-related chronic diseases: an emerging world-wide public health problem. *International journal of environmental research and public health*. Oct 2009;6(10):2585-2607.
52. Looker AC, Pfeiffer CM, Lacher DA, Schleicher RL, Picciano MF, Yetley EA. Serum 25-hydroxyvitamin D status of the US population: 1988-1994 compared with 2000-2004. *The American journal of clinical nutrition*. Dec 2008;88(6):1519-1527.
53. Cashman KD, Dowling KG, Skrabakova Z, et al. Vitamin D deficiency in Europe: pandemic? *The American journal of clinical nutrition*. Feb 10 2016.

54. *The Latin America Regional Audit. Epidemiology, costs & burden of osteoporosis in 2012.*: International Osteoporosis Foundation;2012.
55. Presenta el INSP resultados de estudio sobre deficiencia de vitamina D en México, Comunicado de Prensa No./106/2011/ALAB [press release]. 29 noviembre 2011 2011.
56. Clark P, Vivanco-Munoz N, Pina JT, et al. High prevalence of hypovitaminosis D in Mexicans aged 14 years and older and its correlation with parathyroid hormone. *Archives of osteoporosis*. 2015;10:225.
57. Gordon CM, Feldman HA, Sinclair L, et al. Prevalence of vitamin D deficiency among healthy infants and toddlers. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. Jun 2008;162(6):505-512.
58. 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*. Sep 2009;124(3):e362-370.
59. Elizondo-Montemayor L, Ugalde-Casas PA, Serrano-Gonzalez M, Cuello-Garcia CA, Borbolla-Escoboza JR. Serum 25-hydroxyvitamin d concentration, life factors and obesity in Mexican children. *Obesity*. Sep 2010;18(9):1805-1811.
60. Flores M, Macias N, Lozada A, Sanchez LM, Diaz E, Barquera S. Serum 25-hydroxyvitamin D levels among Mexican children ages 2 y to 12 y: a national survey. *Nutrition*. May 2013;29(5):802-804.
61. Talwar SA, Swedler J, Yeh J, Pollack S, Aloia JF. Vitamin-D nutrition and bone mass in adolescent black girls. *Journal of the National Medical Association*. Jun 2007;99(6):650-657.
62. Weng FL, Shults J, Leonard MB, Stallings VA, Zemel BS. Risk factors for low serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in otherwise healthy children and adolescents. *The American journal of clinical nutrition*. Jul 2007;86(1):150-158.
63. Hill TR, Cotter AA, Mitchell S, et al. Vitamin D status and parathyroid hormone relationship in adolescents and its association with bone health parameters: analysis of the Northern Ireland Young Heart's Project. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. Apr 2010;21(4):695-700.
64. Ashraf A, Alvarez J, Saenz K, Gower B, McCormick K, Franklin F. Threshold for effects of vitamin D deficiency on glucose metabolism in obese female African-American adolescents. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. Sep 2009;94(9):3200-3206.
65. Newhook LA, Sloka S, Grant M, Randell E, Kovacs CS, Twells LK. Vitamin D insufficiency common in newborns, children and pregnant women living in Newfoundland and Labrador, Canada. *Maternal & child nutrition*. Apr 2009;5(2):186-191.
66. Reis JP, von Muhlen D, Miller ER, 3rd, Michos ED, Appel LJ. Vitamin D status and cardiometabolic risk factors in the United States adolescent population. *Pediatrics*. Sep 2009;124(3):e371-379.
67. Sahu M, Bhatia V, Aggarwal A, et al. Vitamin D deficiency in rural girls and pregnant women despite abundant sunshine in northern India. *Clinical endocrinology*. May 2009;70(5):680-684.
68. Rabbani A, Alavian SM, Motlagh ME, et al. Vitamin D insufficiency among children and adolescents living in Tehran, Iran. *Journal of tropical pediatrics*. Jun 2009;55(3):189-191.

69. Bener A, Al-Ali M, Hoffmann GF. High prevalence of vitamin D deficiency in young children in a highly sunny humid country: a global health problem. *Minerva pediatrica*. Feb 2009;61(1):15-22.
70. Ward KA, Das G, Berry JL, et al. Vitamin D status and muscle function in post-menarchal adolescent girls. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. Feb 2009;94(2):559-563.
71. Delvin EE, Lambert M, Levy E, et al. Vitamin D status is modestly associated with glycemia and indicators of lipid metabolism in French-Canadian children and adolescents. *The Journal of nutrition*. May 2010;140(5):987-991.
72. Razzaghy-Azar M, Shakiba M. Assessment of vitamin D status in healthy children and adolescents living in Tehran and its relation to iPTH, gender, weight and height. *Annals of human biology*. Sep-Oct 2010;37(5):692-701.
73. Rodriguez-Rodriguez E, Aparicio A, Lopez-Sobaler AM, Ortega RM. Vitamin D status in a group of Spanish schoolchildren. *Minerva pediatrica*. Feb 2011;63(1):11-18.
74. Kelly A, Brooks LJ, Dougherty S, Carlow DC, Zemel BS. A cross-sectional study of vitamin D and insulin resistance in children. *Archives of disease in childhood*. May 2011;96(5):447-452.
75. Valtuena J, Gracia-Marco L, Vicente-Rodriguez G, et al. Vitamin D status and physical activity interact to improve bone mass in adolescents. The HELENA Study. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. Aug 2012;23(8):2227-2237.
76. Sayers A, Fraser WD, Lawlor DA, Tobias JH. 25-Hydroxyvitamin-D3 levels are positively related to subsequent cortical bone development in childhood: findings from a large prospective cohort study. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. Aug 2012;23(8):2117-2128.
77. Santos BR, Mascarenhas LP, Satler F, Boguszewski MC, Spritzer PM. Vitamin D deficiency in girls from South Brazil: a cross-sectional study on prevalence and association with vitamin D receptor gene variants. *BMC pediatrics*. 2012;12:62.
78. El Hayek J, Pham TT, Finch S, et al. Vitamin D status in Montreal preschoolers is satisfactory despite low vitamin D intake. *The Journal of nutrition*. Feb 2013;143(2):154-160.
79. Hirschler V, Maccallini G, Molinari C, Aranda C, San Antonio de los Cobres Study G. Low vitamin D concentrations among indigenous Argentinean children living at high altitudes. *Pediatric diabetes*. May 2013;14(3):203-210.
80. Korchia G, Amitai Y, Moshe G, et al. Vitamin D deficiency in children in Jerusalem: the need for updating the recommendation for supplementation. *The Israel Medical Association journal : IMAJ*. Jul 2013;15(7):333-338.
81. Dhore R, Wasnik V. Vitamin D status of apparently healthy early adolescents in Amravati City of Maharashtra, India. *International Journal of Collaborative Research on Internal Medicine & Public Health*. 2013;5(9):608-618.
82. Muhairi SJ, Mehairi AE, Khouri AA, et al. Vitamin D deficiency among healthy adolescents in Al Ain, United Arab Emirates. *BMC public health*. 2013;13:33.
83. Vierucci F, Del Pistoia M, Fanos M, et al. Vitamin D status and predictors of hypovitaminosis D in Italian children and adolescents: a cross-sectional study. *European journal of pediatrics*. Dec 2013;172(12):1607-1617.
84. Turer CB, Lin H, Flores G. Prevalence of vitamin D deficiency among overweight and obese US children. *Pediatrics*. Jan 2013;131(1):e152-161.

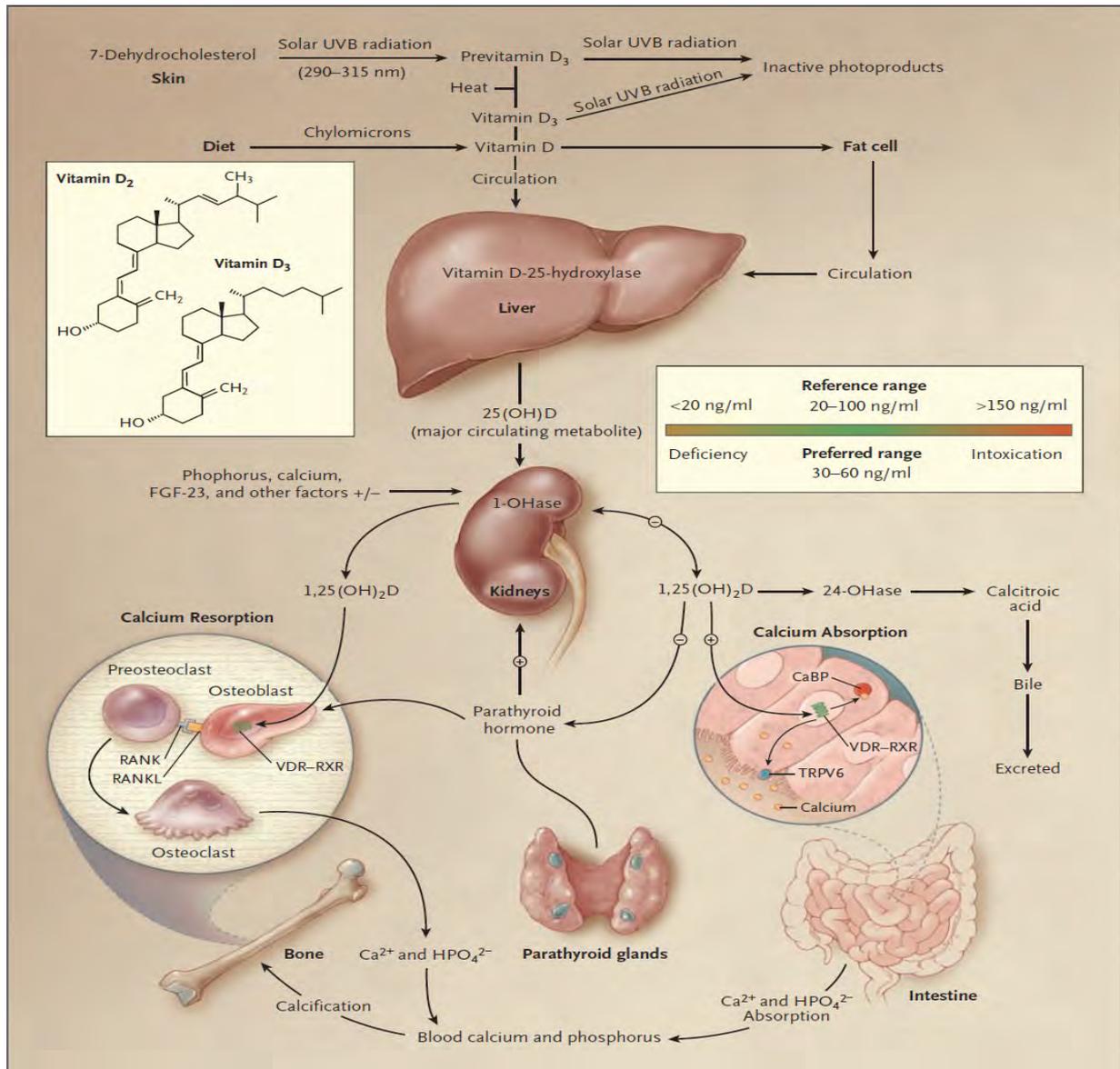
85. Le Roy C, Reyes M, Gonzalez JM, Perez-Bravo F, Castillo-Duran C. [Vitamin D nutrition in Chilean pre-school children living in extreme latitudes]. *Revista medica de Chile*. Apr 2013;141(4):435-441.
86. Laillou A, Wieringa F, Tran TN, et al. Hypovitaminosis D and mild hypocalcaemia are highly prevalent among young Vietnamese children and women and related to low dietary intake. *PloS one*. 2013;8(5):e63979.
87. Lee YA, Kim HY, Hong H, et al. Risk factors for low vitamin D status in Korean adolescents: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2008-2009. *Public health nutrition*. Apr 2014;17(4):764-771.
88. Atapattu N, Shaw N, Hogler W. Relationship between serum 25-hydroxyvitamin D and parathyroid hormone in the search for a biochemical definition of vitamin D deficiency in children. *Pediatric research*. Nov 2013;74(5):552-556.
89. Au LE, Rogers GT, Harris SS, Dwyer JT, Jacques PF, Sacheck JM. Associations of vitamin D intake with 25-hydroxyvitamin D in overweight and racially/ethnically diverse US children. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. Nov 2013;113(11):1511-1516.
90. Habibesadat S, Ali K, Shabnam JM, Arash A. Prevalence of vitamin D deficiency and its related factors in children and adolescents living in North Khorasan, Iran. *Journal of pediatric endocrinology & metabolism : JPEM*. May 2014;27(5-6):431-436.
91. Angurana SK, Angurana RS, Mahajan G, Kumar N, Mahajan V. Prevalence of vitamin D deficiency in apparently healthy children in north India. *Journal of pediatric endocrinology & metabolism : JPEM*. Nov 2014;27(11-12):1151-1156.
92. Vierucci F, Del Pistoia M, Fanos M, Erba P, Saggese G. Prevalence of hypovitaminosis D and predictors of vitamin D status in Italian healthy adolescents. *Italian journal of pediatrics*. 2014;40:54.
93. Houghton LA, Gray AR, Harper MJ, et al. Vitamin D status among Thai school children and the association with 1,25-Dihydroxyvitamin D and parathyroid hormone levels. *PloS one*. 2014;9(8):e104825.
94. Dylag H, Rowicka G, Strucinska M, Riahi A. Assessment of vitamin D status in children aged 1-5 with simple obesity. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*. 2014;65(4):325-330.
95. Karalius VP, Zinn D, Wu J, et al. Prevalence of risk of deficiency and inadequacy of 25-hydroxyvitamin D in US children: NHANES 2003-2006. *Journal of pediatric endocrinology & metabolism : JPEM*. May 2014;27(5-6):461-466.
96. Kurihayashi AY, Augusto RA, Escaldelai FM, Martini LA. [Vitamin A and D status among child participants in a food supplementation program]. *Cadernos de saude publica*. Mar 2015;31(3):531-542.
97. Al-Saleh Y, Al-Daghri NM, Khan N, et al. Vitamin D status in Saudi school children based on knowledge. *BMC pediatrics*. 2015;15:53.
98. Voortman T, van den Hooven EH, Heijboer AC, Hofman A, Jaddoe VW, Franco OH. Vitamin D deficiency in school-age children is associated with sociodemographic and lifestyle factors. *The Journal of nutrition*. Apr 2015;145(4):791-798.
99. El Badawy AA, Aboserea MM, El Seifi OS, et al. Vitamin D, Parathormone and Associated Minerals among Students in Zagazig District, Sharkia Governorate, Egypt. *International journal for vitamin and nutrition research. Internationale Zeitschrift fur Vitamin- und Ernährungsforschung. Journal international de vitaminologie et de nutrition*. 2014;84(3-4):173-182.
100. Al-Daghri NM, Al-Saleh Y, Aljohani N, et al. Vitamin D Deficiency and Cardiometabolic Risks: A Juxtaposition of Arab Adolescents and Adults. *PloS one*. 2015;10(7):e0131315.

101. Lee JA, Hwang JS, Hwang IT, Kim DH, Seo JH, Lim JS. Low vitamin D levels are associated with both iron deficiency and anemia in children and adolescents. *Pediatric hematology and oncology*. Mar 2015;32(2):99-108.
102. Reesukumal K, Manonukul K, Jirapongsananuruk O, et al. Hypovitaminosis D in healthy children in Central Thailand: prevalence and risk factors. *BMC public health*. 2015;15:248.
103. Togo A, Espadas Macia D, Blanes Segura S, Sivo Diaz N, Villalba Martinez C. [Is there vitamin D deficiency in children in a sunny Mediterranean city?]. *Anales de pediatria*. Jun 6 2015.
104. Erol M, Yigit O, Kucuk SH, Bostan Gayret O. Vitamin D Deficiency in Children and Adolescents in Bagcilar, Istanbul. *Journal of clinical research in pediatric endocrinology*. Jun 2015;7(2):134-139.
105. Dura-Trave T, Gallinas-Victoriano F, Chueca Guindulain MJ, Berrade-Zubiri S. [Vitamin D Deficiency among Children and Adolescents with Normal Nutritional Status]. *Nutricion hospitalaria*. 2015;32(3):1061-1066.
106. Thorisdottir B, Gunnarsdottir I, Steingrimsdottir L, Palsson GI, Birgisdottir BE, Thorsdottir I. Vitamin D Intake and Status in 6-Year-Old Icelandic Children Followed up from Infancy. *Nutrients*. 2016;8(2).
107. Castaneda-Cazares JP, Torres-Álvarez B, Medellín-Pérez ME, Aguilar-Hernández GA, Moncada B. Conocimientos y actitudes de la población mexicana con respecto a la radiación solar. *Gaceta Médica de México*. 2006;142(6):451-455.
108. Fitzpatrick TB. The validity and practicality of sun-reactive skin types I through VI. *Archives of dermatology*. Jun 1988;124(6):869-871.
109. Hernandez-Avila M, Romieu I, Parra S, Hernandez-Avila J, Madrigal H, Willett W. Validity and reproducibility of a food frequency questionnaire to assess dietary intake of women living in Mexico City. *Salud publica de Mexico*. Mar-Apr 1998;40(2):133-140.
110. Diccionario de la Real Academia Española.
111. Cleveland W. Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. *J Am Stat Assoc*. 1979;74:829-836.
112. Cleveland W, Devlin S. Locally weighted regression: an approach to regression analysis by local fitting. *J Am Stat Assoc*. 1988;83:596-610.
113. Mallette LE. The parathyroid polyhormones: new concepts in the spectrum of peptide hormone action. *Endocrine reviews*. May 1991;12(2):110-117.
114. Pérez-Lizaur A, Marván-Laborde L, Palacios B. *Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes*. 3a ed. México: Fomento de Nutrición y Salud, A.C.; 2008.
115. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory.; 2015. <http://www.ars.usda.gov/nea/bhnrc/ndl>.
116. American Academy of Pediatrics. Committee on Public E. American Academy of Pediatrics: Children, adolescents, and television. *Pediatrics*. Feb 2001;107(2):423-426.
117. Vanlint S. Vitamin D and obesity. *Nutrients*. Mar 2013;5(3):949-956.
118. Yao TC, Tu YL, Chang SW, et al. Suboptimal vitamin D status in a population-based study of Asian children: prevalence and relation to allergic diseases and atopy. *PloS one*. 2014;9(6):e99105.
119. Gutiérrez J, Rivera-Dommarco J, Shamah-Levy T, et al. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados Nacionales*. Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública;2012.

120. LeGoff C, Cavalier E, Souberbielle J-C, González-Antuña A, Delvin E. Measurement of circulating 25-hydroxyvitamin D: A historical review. *Practical Laboratory Medicine*. 2015;2:1-14.
121. Ohlund I, Silfverdal SA, Hernell O, Lind T. Serum 25-hydroxyvitamin D levels in preschool-age children in northern Sweden are inadequate after summer and diminish further during winter. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*. May 2013;56(5):551-555.
122. Larson NI, Story M, Wall M, Neumark-Sztainer D. Calcium and dairy intakes of adolescents are associated with their home environment, taste preferences, personal health beliefs, and meal patterns. *Journal of the American Dietetic Association*. Nov 2006;106(11):1816-1824.
123. Flores M, Macias N, Rivera M, et al. Energy and nutrient intake among Mexican school-aged children, Mexican National Health and Nutrition Survey 2006. *Salud publica de Mexico*. 2009;51 Suppl 4:S540-550.
124. Earthman CP, Beckman LM, Masodkar K, Sibley SD. The link between obesity and low circulating 25-hydroxyvitamin D concentrations: considerations and implications. *International journal of obesity*. Mar 2012;36(3):387-396.
125. Janssen I, Medina C, Pedroza A, Barquera S. Screen time in Mexican children: findings from the 2012 National Health and Nutrition Survey (ENSANUT 2012). *Salud publica de Mexico*. Sep-Oct 2013;55(5):484-491.

Anexo 1

Metabolismo y funciones de la vitamina D



Anexo 2

Emisión de radiación de diferentes dispositivos

Table 1: Comparison of radiation doses (Albabese et al. 2003)

Type	Model	Patient Dose (μSv)
Body CT scan		5,000-15,000
Head CT scan		2,000-4,000
Lumbar Spine X-ray		600-1,700
Lateral spine X-ray		820
Dental Bitewing		60
Chest X-ray		50
DEXA Total body	Lunar	0.37
	Prodigy	
DEXA Total body	Lunar DPX-L	0.20

**Manual de operaciones del manejo de muestras sanguíneas para
determinación de 25(OH)D y PTH**

- Para el tubo con EDTA (Vacutainer rojo) obtener 6 ml de sangre.
- Etiquetar con los datos del participante y fecha.
- Esperar a la formación de coágulo (no más de 15 minutos) y se colocar en la centrífuga a 3000 RPM por 15 minutos.
- Una vez centrifugados los tubos, serán envueltos en papel aluminio y acomodados en una rejilla porta tubos dentro de una hielera, para su posterior traslado al laboratorio del Hospital Infantil de México Federico Gómez.
- El suero será dividido en 2 alícuotas que se colocarán en microtubos (uno para 25(OH)D y otro para PTH).
- Las alícuotas de PTH se correrán en el Laboratorio de Endocrinología del Hospital Infantil de México Federico Gómez. Las alícuotas de 25(OH)D serán almacenadas en el contenedor REVCO a -70°C del mismo laboratorio, para posteriormente, ser recogidas por un laboratorio externo que las llevará la Universidad de Tufts en Boston Massachusetts, Estados Unidos.

Anexo 4
Cuestionario

Fecha: dd _____ mes _____ año _____

Mapeo _____

Folio

--	--	--

Registro

--	--	--	--	--	--

Niveles de concentración de vitamina D y su asociación con paratohormona y densidad mineral ósea en un grupo de pre-escolares, escolares y adolescentes de la Ciudad de México

I. Ficha de identificación y Antecedentes socio-demográficos

1. Nombre

Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno

2. Fecha de nacimiento: dd _____ mes _____ año _____

3. Edad: _____

4. Teléfono (lada): () _____

5. Sexo: M F

6. ¿Aproximadamente cuál es el ingreso mensual del hogar? (en total cuánto dinero ganan todas las personas que viven en su hogar) \$ _____

II. Antecedentes familiares

7. Esta sección pretende verificar si su hijo(a) o sus familiares han padecido las patologías que le voy a mencionar:

	Abuelos paternos	Abuelos maternos	Madre	Padre	Hermanos
Hipertensión Arterial					
Diabetes mellitus					
Obesidad					
Infarto al miocardio					

Cáncer de mama					
Cáncer de próstata					
Cáncer de colon					
Tumor cerebral					
Leucemia					
Osteoporosis					
Fractura de cadera					
Fractura de muñeca					

8. ¿Alguno de sus padres o hermanos (hermano o hermana) ha sufrido alguna de las siguientes fracturas después de los 50 años?

	Vértebra			Cadera			Muñeca			Otra		
	sí	no	no sabe	sí	no	no sabe	sí	no	no sabe	sí	no	no sabe
Madre												
Padre												
Hermano												
Hermana												

9. ¿A alguno de sus padres o hermanos le diagnosticaron alguna vez osteoporosis?

Sí No No sabe

En caso afirmativo, (a quién) _____

10. ¿Alguna vez ha estado en cama por un período mayor de 2 meses?

Sí No No sabe

11. Si su respuesta fue afirmativa, ¿fue en éste último año?

Sí No No sabe

III. Antecedentes personales

12. ¿Su hijo(a) estuvo hospitalizado o internado por alguno de los siguientes motivos en instituciones de salud durante los últimos 12 meses?

Cirugía (especifique) _____

Enfermedad (especifique) _____

Lesión física por accidente dentro de la casa

Lesión física por accidente fuera de la casa

Lesión física por agresión o violencia dentro de la casa

Lesión física por agresión o violencia fuera de la casa

Otro motivo (especifique) _____

13. Por favor marque si su hijo(a) se ha sometido a alguna de las siguientes cirugías o si algún médico le ha dicho que tuvo o que tiene alguna de las siguientes enfermedades y el año en que se lo mencionó por primera vez:

Enfermedad	Antes del 2000	2000-2007	2008	2009
Diabetes				
Presión Alta				
Colesterol elevado				
Triglicéridos elevados				
Angina de pecho				
Infarto al miocardio				
Úlcera gástrica				
Úlcera duodenal				
Cálculos (piedras en el riñón)				
Insuficiencia renal crónica				
Artritis reumatoide				
Artritis degenerativa				
Osteoporosis				
Fractura de cadera o fémur				
Fractura de muñeca				
Cáncer de mama				
Quistes benignos en mama				
Cáncer de endometrio				
Cáncer en cuello de la matriz				
Cáncer de ovario				
Cáncer de próstata				
Accidente de tránsito con fractura				
Otras				

14. ¿Qué medicamentos toma su hijo(a) actualmente? (Marca sólo los que use regularmente, por ejemplo, 2 ó más veces por semana)

MEDICAMENTO	Sí
Ninguno	

Ácido acetil salicílico (aspirina)	
Acetaminofén (Tempra)	
Antiinflamatorios (Diclofenaco, Naproxeno, Ibuprofeno, Piroxicam)	
Diuréticos como furosemida (Lasix)	
Ansiolíticos (Diazepan Clonazepan)	
Medicamentos para evitar convulsiones (Epamin, Fenidantoin, Fenobarbital, Feniron, Nuctane, Difenilhidantoína, Alepsal, Neurinase)	
Antiácidos (Melox, Alka Gel, Ditopax, Gelan, Mylanta)	
Corticoesteroides (Meticorten, Dilar, Artridol, Alin, Alin Depot, Decadron, Decadronal, Indarzona, Dexabion, Diprosan, Calcort, Celestone, prednisona, dexametasona, parametasona, Dilarmine, Kenacort)	

15. ¿Alguna vez se le ha roto un hueso (fractura) a su hijo(a)?

Sí No No sabe

Si fue afirmativo mencione:

1) A qué edad fue su primera fractura

2) Cuál hueso se fracturó

3) Cómo se lesionó

1 sin golpe o caída

2 caída a nivel del piso

3 accidente de tráfico o caída severa

Edad a la fractura	Hueso con Fractura	Forma de lesión
	Vértebra	
	Cadera (fémur)	
	Antebrazo (muñeca)	
	Costilla	
	Otra	

16. ¿Alguna vez un médico le diagnosticó osteopenia (huesos frágiles o falta de calcio en los huesos)?

Sí No No sabe

Si su respuesta fue afirmativa

1) ¿Qué edad tenía su hijo(a) cuando se lo dijeron? Años

2) ¿Quién le dio este diagnóstico? _____

3) ¿Le realizaron algún estudio para confirmar este diagnóstico? _____

4) ¿Recibió tratamiento para este problema? Sí No

5) ¿Qué tipo de tratamiento recibió? _____

IV. Exposición al sol y tipo de piel

17. ¿Su hijo(a) usa bloqueador solar? No Sí

18. ¿Con qué frecuencia?

-
- Diario
- 1 vez por semana
- Sólo cuando voy a la playa
- Otros _____

19. ¿Qué factor de protección utiliza?: FPS _____

20. En el verano en promedio, ¿Cuántas horas por día pasa su hijo(a) fuera de casa, entre las 10 am y las 4 pm de lunes a viernes y en fines de semana?

Tiempo de exposición	Entre semana	Fines de semana
30 minutos o menos		
31 minutos a 1 hora		
2 horas		
3 horas		
4 horas		
5 horas		
6 horas		

21. ¿Con qué frecuencia...?

Actividad	Nunca	Rara vez	A veces	Con frecuencia	Siempre
Usa camisa con mangas que cubren sus hombros					
Usa sombrero o gorra					
Se queda en la sombra o usa paraguas					
Usa lentes de sol					
Pasa tiempo en el sol para conseguir un bronceado					

22. Tenga en cuenta que ponerse rojo equivale a quemarse o arderse y que broncearse equivale a que la piel se ponga más oscura o morena. Señale con una "X" la opción que más se ajuste a su piel.

Fototipo	Sensibilidad a luz UV	Quemadura y bronceado	Marque una opción
I	Muy sensible	Siempre me pongo rojo (siempre me quemo), nunca se me oscurece la piel (nunca me bronceo)	

II	Muy sensible	Casi siempre me pongo rojo, casi nunca se me oscurece la piel	
III	Sensible	Algunas veces me pongo rojo, casi siempre se me oscurece la piel	
IV	Moderadamente sensible	Casi nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel	
V	Poco sensible	Nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel (raza morena)	
VI	Insensible	Nunca me pongo rojo, siempre se me oscurece la piel intensamente (raza negra)	

V. Alimentación

23. Ponga en el recuadro el número que indica la cantidad y frecuencia en promedio con que su hijo(a) comió cada uno de los siguientes alimentos durante los últimos 12 meses:

Productos Lácteos	Promedio consumido durante los últimos 12 meses									
	Nunca	< 1 vez X mes	1-3 x sem	1 x sem	2-4 x sem	5-6 x sem	1 x día	2-3 x día	4-5 x día	6 o más x día
Un vaso de leche entera										
Un vaso de leche descremada o Light										
Una cucharada de queso crema										
Una rebanada de queso Oaxaca										
Una rebanada de queso fresco										
Un helado de leche con barquillo										
Una taza de yogurt										
Productos lácteos fermentados (yakult, soful)										
Margarina que agregue al pan (una untada)										
Mantequilla que agregue al pan (una untada)										
Otro: _____										

Huevo, Carnes y Embutidos	Promedio consumido durante los últimos 12 meses									
	Nunca	< 1 vez X mes	1-3 x sem	1 x sem	2-4 x sem	5-6 x sem	1 x día	2-3 x día	4-5 x día	6 o más x día
Un huevo										
Una pieza de pollo										
Una rebanada de tocino										
Una rebanada de jamón										
Una rebanada de jamón de pavo										
Un bistec de hígado o hígado de pollo										
Una porción de chorizo o longaniza										
Um platillo com carne de puerco										
Um platillo de cecina de res o de puerco										
Um platillo com atún (em lata)										
Um platillo com sardina (en lata)										
Uma porción de pescado fresco										
Uma porción de pulpos/calamar /camarón										
Um pedazo de chicharrón										
Um platô de barbacoa										
Uma porción de pescado seco (bacalao,										

charales)										
Otro: _____										

Bebidas	Promedio consumido durante los últimos 12 meses									
	Nunca	< 1 vez X mes	1-3 x sem	1 x sem	2-4 x sem	5-6 x sem	1 x día	2-3 x día	4-5 x día	6 o más x día
Un refresco eembotellado de cola										
Un refresco embotellado de sabor										
Un refresco embotellado dietético										
Un vaso de agua de sabor (fruta natural)										
Un vaso de agua de sabor (polvo preparado)										
Un vaso de agua de sabor (dietético)										
Un vaso de jugo industrializado										
Una taza o botella de té										
Una taza de café con leche										
Una taza de café sin leche										
Una taza de atole con leche										
Una taza de atole sin leche										
Una taza de chocolate con leche										
Una taza de chocolate sin leche										
Una copa de vino										
Una cerveza										
Una copa de brandy										
Una copa de whisky										
Una copa de tequila										
Una copa de ron										
Una copa de aguardiente										
Un vaso de pulque										
Otro: _____										

24. ¿Actualmente su hijo(a) utiliza suplementos de fibra en su dieta? _____

25. ¿Su hijo(a) ha tomado multivitaminas? _____

VI. Mujeres

26. ¿A qué edad empezó a reglar (menstruar)? □ □ años

VII. Evaluación clínica

27. Peso kg

28. Talla cm

VIII. Calcular:

29. Edad (años con meses): _____

30. IMC: _____

31. Diagnóstico nutricional:
Eutrófico Percentil(P) $\geq 50 < 85$ _____

Sobrepeso $\geq 85 < 95$ _____

Obesidad ≥ 95 _____

32. Concentración sérica de 25(OH) D _____ ng/ml
33. Concentración sérica de PTH intacta _____ pg/ml
34. Concentración sérica de calcio _____ mg/dl
35. DMO columna _____ gr/cm²
36. Score-Z _____

Anexo 5



Dirección de Investigación

México, D.F., a 20 de febrero del 2012

4000/ 250 /2012

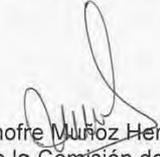
Dra. Patricia Clark Peralta
Unidad de Epidemiología Clínica
Presente

Informo a usted, que las Comisiones de Investigación, Ética y Bioseguridad, revisaron el protocolo **HIM/2012/013** "Niveles de concentración de vitamina D y su asociación con paratohormona y densidad mineral ósea en un grupo de preescolares, escolares y adolescentes de la Ciudad de México". Al respecto me permito informarle que las Comisiones de Investigación, Ética y Bioseguridad han decidido emitir un dictamen favorable al mismo.

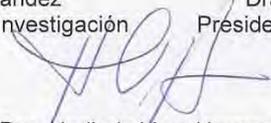
No omito recordarle que la autorización para que este estudio se lleve a cabo será otorgada por la Dirección General de nuestra Institución.

Como investigadora responsable de este protocolo será su obligación asegurarse de que sea llevado a cabo tal y como fue enviado a las Comisiones antes citadas; cualquier modificación al protocolo o a la Carta de Consentimiento Informado requiere ser notificada para ser evaluada por las mismas. Deberá ajustarse a las normas éticas vigentes y deberá enviar cualquier información que le sea solicitada a esta Comisión sobre su desarrollo.

Atentamente


Dr. Onofre Muñoz Hernández
Secretario de la Comisión de Investigación


Dra. Amparo Faure Fontenla
Presidenta de la Comisión de Ética en
Investigación


Dra. Herlinda Vera Hermsillo
Presidenta de la Comisión de
Bioseguridad

Con copia:
Dr. José Alberto García Aranda. Director General
C.P. Elías Hernández Ramírez. Jefe de la Unidad Auxiliar Administrativa de Investigación

OMH/ARC/glro

Anexo 6



Dirección General

México, D.F., a 22 de febrero del 2012

1000/ 217 /2012

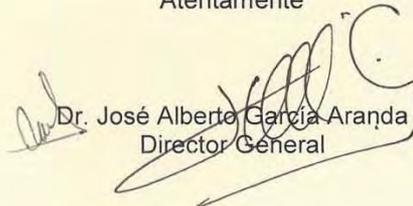
Dra. Patricia Clark Peralta
Unidad de Epidemiología Clínica
Presente

Informo a usted que las Comisiones de Investigación, Ética y Bioseguridad, después de haber revisado su protocolo número **HIM/2012/013** "Niveles de concentración de vitamina D y su asociación con paratohormona y densidad mineral ósea en un grupo de preescolares, escolares y adolescentes de la Ciudad de México", han emitido el dictamen de:

APROBADO

en los términos y condiciones señalados por dichas Comisiones. Por lo anterior, se autoriza su desarrollo.

Atentamente


Dr. José Alberto García Araña
Director General

Con copia:
C.P. Elías Hernández Ramírez. Jefe de la Unidad Auxiliar Administrativa de Proyectos de Investigación.

OMH/ARC/glro

Anexo 7

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA

Niveles de concentración de vitamina D y su asociación con paratohormona y densidad mineral ósea en un grupo de pre-escolares, escolares y adolescentes de la Ciudad de México

Investigador principal: Dra. Patricia Clark

Le estamos invitando a su hijo(a) al igual que a otros 490 niños más a participar en este estudio de investigación médica que se lleva a cabo en el Hospital Infantil de México Federico-Gómez.

El estudio tiene como propósito conocer los valores en sangre de vitamina D, así como la densidad mineral ósea en niños sanos de la Ciudad de México. Así conoceremos cuántos niños tienen valores inadecuados de vitamina D y cómo se refleja en la salud de sus huesos. Una vez que conozcamos estos valores, en un futuro se podrá usar esta vitamina para evitar complicaciones en hueso y otras enfermedades.

Su hijo(a) es candidato a participar en este estudio, su participación es completamente voluntaria y debe ser autorizada por los padres o tutores. Se le pide por favor lea la información que le proporcionamos. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad de hacer las preguntas que desee sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

I. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta que su hijo(a) participe, ocurrirá lo siguiente.

Se le pedirá que asista a una visita con su hijo(a) en donde se le realizará:

- Evaluación clínica: En esta evaluación se tomará el peso y la estatura.
- Cuestionario: Se realizarán algunas preguntas sobre datos generales de su hijo(a), así como también de características de sus actividades de la vida diaria.
- Toma de muestra de sangre: Se le tomará una muestra de sangre venosa de uno de sus brazos por una sola ocasión (6 ml aproximadamente, una cucharadita) y se le solicitará venir en ayuno de 8 horas para realizarle el estudio del valor de la vitamina D, hormona paratiroidea y calcio.
- Densidad mineral ósea: Se le tomará al niño una imagen de sus huesos a través de un densitómetro, donde el niño tendrá que permanecer acostado en el aparato mientras se realiza la medición.

En estos procedimientos nos tardaremos aproximadamente 40 a 60 minutos.

Los datos obtenidos tanto en el cuestionario como los del estudio que se le practicarán, serán utilizados únicamente con fines de investigación.

II. RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO

Las molestias o los riesgos asociados con la evaluación clínica (medición de peso y estatura), son estudios de rutina que no son invasivos y que no le causarán dolor o riesgo alguno, así como el cuestionario.

La muestra de sangre que se le tomará no representa ningún riesgo para su salud. En algunas ocasiones el procedimiento para tomar la muestra de sangre puede causar un poco de dolor y es posible que se le pueda formar un moretón.

La densitometría ósea que se le realizará, emite radiación mínima que no representa algún riesgo para la salud.

III. BENEFICIOS DEL ESTUDIO

No recibirá ningún beneficio directo al participar en este estudio. No recibirá un pago por su participación en este estudio, ni este estudio implica gasto alguno para usted. En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo al investigador responsable. Los resultados del presente estudio permitirán conocer el valor en sangre de la vitamina D en niños sanos de la Ciudad de México, lo cual nos brindará información importante y de gran utilidad para en un futuro usar vitamina D como prevención de alteraciones en el hueso. Si su hijo(a) presenta valores en sangre bajos de vitamina D, se le ofrecerá información nutricional específica.

IV. PARTICIPACIÓN O RETIRO

La participación en este estudio de su hijo(a) es completamente voluntaria y debe ser autorizada por los padres y/o tutores. Si decide que no participe, su decisión no afectará su relación con este hospital y su derecho a obtener los servicios de salud u otros servicios que pudiera recibir del Hospital Infantil de México Federico-Gómez.

Si en un principio desea que su hijo(a) participe y posteriormente cambia de opinión, puede abandonar el estudio en cualquier momento. El abandonar el estudio en el momento que quiera no modificará de ninguna manera los beneficios que su hijo(a) pudiera tener en este hospital. Para fines de esta investigación sólo utilizaremos la información que usted y su hijo(a) nos han brindado desde el momento en que aceptó participar hasta el momento en el cual nos haga saber que ya no desea que su hijo(a) participe.

V. PRIVACIDAD Y CONFIDENCIALIDAD

La información que nos proporcione que pudiera ser utilizada para identificar a su hijo(a) (como su nombre, teléfono y dirección) será guardada de manera confidencial y por separado al igual que sus respuestas a los cuestionarios y los resultados de sus pruebas, para garantizar su privacidad.

Sólo el equipo de investigadores sabrá que el menor está participando en este estudio. Sin embargo, nadie más tendrá acceso a la información que usted y su hijo(a) nos proporcionen durante la participación en este estudio, al menos que usted así lo desee. Sólo proporcionaremos información si fuera necesario para proteger los derechos de su hijo(a) o su bienestar (por ejemplo si llegara a sufrir algún daño físico o si llegara a necesitar cuidados de emergencia, o si lo requiere la ley).

Cuando los resultados de este estudio sean publicados o presentados en conferencias, no se dará información que pudiera revelar su identidad. La identidad de su hijo(a) será protegida y ocultada. Para proteger su identidad le asignaremos un número que utilizaremos para identificar sus datos y usaremos ese número en lugar de su nombre en nuestras bases de datos.

VI. PERSONAL DE CONTACTO PARA DUDAS O ACLARACIONES

Si tiene preguntas o quiere hablar con alguien sobre este estudio de investigación puede comunicarse con:

Lic. en Nutrición Laura Gabriela Chico Barba

Teléfono: 044 55 27 10 21 78 (24 horas)

Dra. Patricia Clark

Unidad de Epidemiología Clínica (Hospital Infantil de México "Federico Gómez")

Teléfono: 1998-1094 o 5228-9917 ext. 2525 (lunes a viernes, de 9:00 a 14:00horas)

En caso de presentarse una emergencia derivada del estudio, puede acudir con su hijo(a) al Hospital Infantil de México Federico-Gómez y/o marcar a los teléfonos mencionados anteriormente, en cualquier momento del día y en cualquier día de la semana.

En caso de que su hijo(a) desarrolle algún efecto adverso secundario no previsto, tiene derecho a una indemnización, siempre que estos efectos sean consecuencia de su participación en el estudio.

Si existieran gastos adicionales, éstos serán absorbidos por el presupuesto del estudio.

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Se me ha explicado con claridad en qué consiste este estudio, además he leído(o alguien me ha leído) el contenido de este formato de consentimiento. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas y todas mis preguntas han sido contestadas a mi satisfacción. Se me ha dado una copia de este formato.

Al firmar este formato estoy de acuerdo en que nuestro hijo(a) participe en la investigación que aquí se describe.

Nombre del padre o tutor

Firma del padre o tutor

Fecha(dd/mm/aa)

Nombre de la madre o tutora

Firma de la madre o tutora

Fecha(dd/mm/aa)

Teléfono

Nombre del encargado de obtener el consentimiento(CI)

Firma del encargado de obtener el CI

Fecha(dd/mm/aa)

Firma de los testigos

Mi firma como testigo certifica que el /la participante firmó este formato de consentimiento informado en mi presencia de manera voluntaria.

Nombre del Testigo 1

Parentesco con participante

Dirección del Testigo 1

Firma del testigo 1

Fecha(dd/mm/aa)

Nombre del Testigo 2

Parentesco con participante

Dirección del Testigo 2

Firma del Testigo 2

Fecha(dd/mm/aa)

**ASENTIMIENTO INFORMADO
PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN MÉDICA**

Niveles de concentración de vitamina D y su asociación con paratohormona y densidad mineral ósea en un grupo de pre-escolares, escolares y adolescentes de la Ciudad de México

Investigador principal: Dra. Patricia Clark

Sede donde se realizará el estudio: Hospital Infantil de México "Federico Gómez"

Nombre del paciente:

Nombre

Apellido Paterno

Apellido Materno

Mi nombre es Laura Gabriela Chico Barba y mi trabajo consiste en investigar si la vitamina D en tu cuerpo es la correcta.

Te voy a dar información e invitarte a formar parte de este estudio de investigación. Puedes elegir si participar o no. Hemos platicado de este estudio con tus papás/tutores y ellos saben que te estamos preguntando a ti también para saber si quieres participar. Si vas a participar en la investigación, tus papás/tutores también tienen que decir que sí. Pero si no deseas formar parte en la investigación no tienes por qué hacerlo, aún cuando tus padres hayan dicho que sí.

Puedes preguntar cualquier punto de este documento con tus papás o amigos o con cualquier otra persona con la que te sientas cómodo(a). Puedes decidir participar o no después de haberlo platicado. No tienes que decidirlo inmediatamente.

Puede que haya algunas palabras que no entiendas o cosas que quieras que te las explique mejor porque estás interesado o preocupado por ellas. Por favor, puedes pedirme que me detenga en cualquier momento y me tomaré tiempo para explicártelo.

Objetivo: ¿Por qué está haciendo esta investigación?

Queremos saber si la vitamina D en tu cuerpo es la correcta en niños sanos como tú. Si lo logramos, podremos hacer nuevos tratamientos para que los niños que tengan deficiencia de vitamina D se les dé un tratamiento para mejorar la salud de sus huesos.

Elección de participantes: ¿Por qué me pide a mí?

Estamos haciendo este proyecto en niños sanos de tu edad.

La participación es voluntaria: ¿Tengo que hacer esto?

No tienes que participar en ésta investigación si no lo deseas. Es tu decisión si quieres participar o no en la investigación, está bien y no cambiará nada. Si decides no participar, todo seguirá igual que antes. Incluso si dices que "sí" ahora, puedes cambiar de idea más tarde y estará bien todavía.

Procedimientos ¿Qué me va a suceder?

El estudio consiste en tomar una muestra de sangre, medir tu peso en una báscula y medir tu estatura en un aparato que se llama estadímetro. Tomaremos una imagen de tus huesos en un aparato llamado densitómetro, donde tendrás que permanecer acostado durante unos minutos para que la medición sea tomada.

Riesgos: ¿Es esto malo o peligroso para mí?

No existe ningún riesgo en todo lo que vamos a hacer.

Beneficios: ¿Hay algo bueno que vaya a ocurrirme?

Si logramos detectar a los niños que tienen bajos niveles de vitamina D en su cuerpo, podemos desarrollar un tratamiento para dar esta vitamina, aumentar sus niveles y también mejorar la salud de los huesos de esos niños.

He preguntado al niño/a y entiende que su participación es voluntaria, así como los procedimientos, riesgos, molestias y beneficios _____ (inicial)

Confidencialidad: ¿Van a saber todos acerca de esto?

No diremos a otras personas que estás en ésta investigación y no compartiremos información sobre ti a nadie que no trabaje en el estudio de investigación. La información recogida por la investigación será retirada y nadie sino los investigadores podrán verla. Cualquier información tuya tendrá un número en vez de tu nombre. Solo los investigadores sabrán cuál es tu número y guardarán la información con llave. No será compartida a nadie solo a la Doctora Patricia Clark y la Nutrióloga Laura Gabriela Chico Barba.

Derecho a negarse o a retirarse de la investigación. ¿Puedo elegir no participar en la investigación? ¿Puedo cambiar de idea?

No es obligatorio que participes en esta investigación. Nadie se enojará o molestará contigo si decides que no quieres participar. Eres libre de tomar la decisión. Puedes pensar en ello y responder más tarde si quieres. Puedes decir “sí” ahora y cambiar de idea más tarde y también estará bien.

A Quién Contactar: ¿Con quién puedo hablar para hacer preguntas?

Puedes hacerme preguntas ahora o más tarde. Tengo un número y dirección donde puedes localizarme o, si estás cerca, puedes venir y vernos. Si quieres hablar con alguien más que conoces como tu profesor o médico o un familiar, puedes hacerlo también.

Si elegiste ser parte de esta investigación, también te daré una copia de esta información para ti. Puedes pedir a tus papás que lo lean si quieres.

PARTE 2: Formulario de Asentimiento

Entiendo que la investigación consiste en conocer cómo está la vitamina D en mi cuerpo.

“Sé que puedo elegir participar en la investigación o no hacerlo. Sé que puedo retirarme cuando quiera. He leído esta información (o se me ha leído la información) y la entiendo. Me han respondido las preguntas y sé que puedo hacer preguntas más tarde si las tengo. Entiendo que cualquier cambio se discutirá conmigo.

Acepto participar en la investigación”.

O

“Yo no deseo participar en la investigación” _____ (iniciales del niño/menor

Solo si el niño/a asiente:

Nombre del niño/a

Firma del niño/a: _____

Fecha: México D.F. a _____ de _____ de 20_____

Si no sabe leer:

“He sido testigo de la lectura exacta del documento de asentimiento al participante potencial y el individuo ha tenido la oportunidad de hacer preguntas. Confirmando de que ha dado su asentimiento libremente”.

Nombre del testigo (diferente de los padres) _____

Huella dactilar del niño/menor

Firma del testigo _____

Parentesco _____

Fecha México D.F. a _____ de _____ de 20_____

Copia dada al participante _____ (iniciales del investigador/asistente)

**El Padre/madre/apoderado ha firmado un consentimiento informado ___Si ___No
(iniciales del investigador/asistente) _____**