



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

LA DEFICIENCIA DE VITAMINA D Y SU RELACIÓN CON
EL PACIENTE ODONTOPEDIÁTRICO.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

DINA ITZEL PAREDES SÁNCHEZ

TUTOR: Mtro. HÉCTOR ORTEGA HERRERA



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.

A Dios.

A mi hermosa familia por todo el amor y el apoyo incondicional que me brindaron durante esta etapa. No hay palabras que puedan expresar mi gratitud hacia ustedes. Solo me resta decirles que todos mis éxitos son por y para ustedes.

A mis amigas de la carrera con quienes viví momentos increíbles. Gracias por las risas compartidas que hicieron de esta etapa, la mejor de todas.

A mi tutor el Mtro. Héctor Ortega Herrera. Gracias, profesor por su paciencia y su guía en esta última etapa, por transmitirme su pasión por el conocimiento más allá de lo evidente.

Por último, gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme sus puertas y brindarme una educación de excelencia a través de sus profesores. Estoy muy orgullosa de pertenecer a esta *máxima casa de estudios*.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
1 VITAMINAS	7
1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES	7
1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS VITAMINAS	8
1.2.1 LIPOSOLUBLES	8
1.2.2 HIDROSOLUBLES.....	10
2 VITAMINA D	14
2.1 ANTECEDENTES	14
2.2 METABOLISMO DE LA VITAMINA D	16
2.2.1 REGULACIÓN DE LA SÍNTESIS DE VITAMINA D	18
2.3 MECANISMO DE ACCIÓN DE LA VITAMINA D	20
2.3.1 ACCIONES CLÁSICAS DE LA VITAMINA D.....	21
2.3.2 ACCIONES NO CLÁSICAS DE LA VITAMINA D	22
2.3.2.1 DIABETES	22
2.3.2.2 SISTEMA CARDIOVASCULAR	23
2.3.2.3 CÁNCER.....	24
2.3.2.4 SISTEMA INMUNE	24
2.3.2.5 ENFERMEDADES AUTOINMUNES	25
2.4 FUENTES DE LA VITAMINA D	26
2.5 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	27
3 HIPOVITAMINOSIS D	30
3.1 PREVALENCIA DE LA HIPOVITAMINOSIS D	31

3.2 GRUPOS DE RIESGO	32
3.2.1 RECIÉN NACIDOS PRETÉRMINO	32
3.2.2 ALIMENTACIÓN EXCLUSIVA DE SENO MATERNO	33
3.2.3 TRATAMIENTOS FARMACÓLOGICOS	33
3.2.4 ENFERMEDADES ASOCIADAS CON HIPOVITAMINOSIS D .	34
3.2.4.1 OBESIDAD	34
3.2.4.2 INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA.....	34
3.2.4.3 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON MALABSORCIÓN DE GRASAS	35
3.2.4.4 ASMA.....	35
3.2.4.5 ENFERMEDADES CONGÉNITAS.....	35
4 MANIFESTACIONES CLÍNICAS	38
4.1 MANIFESTACIONES EN CAVIDAD ORAL	41
5 CONSIDERACIONES ODONTOLÓGICAS	44
CONCLUSIONES	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48



INTRODUCCIÓN

La vitamina D ha pasado de ser solo una vitamina a ser una importante prohormona con múltiples efectos en diferentes tipos de tejidos y en diversos procesos fisiológicos. Es por esta razón que en los últimos años ha incrementado un interés en estudiar a esta vitamina, ya que se considera que la deficiencia de vitamina D puede estar relacionada con múltiples patologías.

El objetivo de esta revisión bibliográfica es describir la posible relación entre la deficiencia de vitamina D y el paciente odontopediátrico. Para ello, será necesario iniciar describiendo las principales características de las vitaminas en general, así como su clasificación, funciones y las principales fuentes de obtención.

Posteriormente, se hablará exclusivamente de la vitamina D iniciando por los antecedentes reportados en la literatura. Es necesario conocer el metabolismo de la vitamina D, así como su regulación para poder comprender cuál es el mecanismo de acción de la vitamina D en el cuerpo humano y, de esta manera, definir si la deficiencia de vitamina D es un factor predisponente para padecer alguna patología.

Es importante conocer si la deficiencia de vitamina D representa una alta incidencia en la población pediátrica y, de ser así, es necesario identificar a los principales grupos en riesgo a presentar dicha deficiencia, así como las consecuencias en la salud que este estado representa para el paciente pediátrico.

Por último, se deberá reconocer las manifestaciones clínicas a nivel sistémico y en cavidad oral que la deficiencia de vitamina D puede causar y,



de este modo, el odontólogo deberá saber cómo actuar en su prevención y atención oportuna si es que existe una relación entre dicha deficiencia y el paciente odontopediátrico.



1 VITAMINAS

En este apartado se describirán algunos antecedentes y una breve definición de las vitaminas. Se desarrollará la clasificación de las vitaminas y se describirán las funciones, así como las principales fuentes de obtención de vitaminas hidrosolubles y liposolubles.

1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Desde varios siglos atrás, se reconoció la importancia de las vitaminas debido a los efectos de ausencia que estas causaban. Se observó que muchas enfermedades eran curadas por medio de un cambio de alimentación en la dieta, pero fue hasta el siglo XX que se formalizó el estudio de las vitaminas y fueron aisladas por científicos dentro de los laboratorios. ^{1, 2}

El término Vitamina, fue ideado por el científico Casimir Funk en el año de 1912, consideró que existían ciertas sustancias en los alimentos que eran fundamentales para la vida (aminas vitales), esta teoría fue desacreditada ya que no se trataba de aminoácidos, pero el término ya era demasiado popular para modificarlo. Se reconoció la existencia de muchas vitaminas antes de identificar su naturaleza química, por lo que se les designó letras de acuerdo con su aparición. ^{1, 3}

Las vitaminas son sustancias orgánicas que el cuerpo necesita en pequeñas cantidades para un metabolismo, crecimiento y mantenimiento normales; se derivan de materia viva y principalmente contienen carbono. ²

Las vitaminas actúan como reguladores o ajustadores de procesos metabólicos y como coenzimas (sustancias que activan a las enzimas) en



sistemas enzimáticos. Es por esto, por lo que cada vitamina tiene una función específica y no puede llevar a cabo la función de otra. A continuación, se presenta la clasificación de las vitaminas de acuerdo con sus propiedades físicas.²

1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS VITAMINAS

Una principal característica de las vitaminas es su solubilidad, puede ser en agua o en grasas. Esta propiedad física ayuda a clasificarlas y es una propiedad importante para poder comprender el correcto procesamiento y almacenamiento de los alimentos que contienen vitaminas, así como la utilización de estas dentro del cuerpo. Es posible que un alimento contenga mayor o menor cantidad de vitaminas de acuerdo con su procesamiento y almacenaje.^{2,3}

1.2.1 LIPOSOLUBLES

Las vitaminas liposolubles son más estables y resistentes a los efectos de oxidación, calor, luz, acidez y alcalinidad a diferencia de las vitaminas hidrosolubles.³

Las vitaminas liposolubles son absorbidas por el intestino al igual que las grasas y, así como las grasas son almacenadas en el organismo, las vitaminas liposolubles tienen el potencial de ser almacenadas y causar toxicidad.^{2,3}

Vitamina A: la fuente de obtención puede ser preformada como retinol, la podemos encontrar en alimentos de la dieta diaria como hígado de res, yema de huevo y leche fortificada. Otra forma es como provitamina ya sea carotenos o betacarotenos presentes en verduras y frutas; como



zanahorias, camote, calabaza, melón, espinacas, brócoli, col. Un aspecto importante de las provitaminas es que requieren de una conversión compleja dentro del cuerpo para poder aprovecharla de manera completa.

La vitamina A tiene diversas funciones corporales relacionadas con la visión, el crecimiento óseo y el mantenimiento del tejido epitelial; la provitamina A tiene un papel importante como antioxidante. Se ha demostrado que, la deficiencia de esta vitamina puede ocasionar ceguera nocturna y xeroftalmía.

Vitamina D: Desde hace algunos años, se ha reconocido que la vitamina D es esencial para el metabolismo óseo. Hallazgos recientes han demostrado que tiene un papel importante para la prevención de enfermedades crónicas, debido a los receptores en las diferentes partes del organismo que no están relacionados con el metabolismo del calcio.

La principal fuente de obtención de la vitamina D es por medio de los rayos ultravioleta, pero podemos encontrarla, en menor cantidad en alimentos de origen animal como salmón, sardina, aceite de hígado de bacalao y leche fortificada.

Vitamina E: Es la encargada de proteger la integridad de las membranas celulares actuando como antioxidante captando el oxígeno en lugar de permitir que otras moléculas se desestabilice como la vitamina A, ácidos grasos insaturados y poliinsaturados en las membranas celulares de los eritrocitos. La vitamina E, que se encuentra en las membranas de la célula del pulmón, proporcionan una barrera importante en contra de la contaminación del aire.^{2, 3}



Vitamina K: Tiene un papel importante en la coagulación sanguínea. Actualmente se ha identificado que la vitamina K junto con la vitamina D ayuda a sintetizar una proteína ósea encargada de regular las concentraciones séricas de calcio. Además, se han encontrado proteínas dependientes de vitamina K en cerebro, corazón, riñones, hígado, pulmones y bazo.

Dentro de las fuentes de obtención de vitamina K podemos encontrar que el cuerpo es capaz de sintetizarlo a nivel intestinal, pero debe ser completado con una fuente alimenticia como lo son: hortalizas de hoja verde y verduras de la familia de las coles.^{2, 3}

1.2.2 HIDROSOLUBLES

Las vitaminas solubles en agua son la vitamina C, complejo B conformado por tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, folato, cobalamina, ácido pantoténico, biotina y colina.³

Vitamina C: Contribuye a la curación de heridas, quemaduras y fracturas, también funciona como antioxidante, potencia la absorción del hierro y asiste en la síntesis de hormonas y neurotransmisores como son la noradrenalina y la serotonina.

El cuerpo humano no es capaz de sintetizar por sí mismo la vitamina C, por esto debe ser ingerida por medio de los alimentos como fruta y jugos cítricos, melón, fresas, kiwi, papaya, o algunas verduras como brócoli, col, pimientos verdes y rojos.^{2, 3}

Vitamina B₁: También conocida como tiamina, es una coenzima en el metabolismo de carbohidratos y aminoácidos. La principal fuente de



obtención es en la carne de cerdo, frijol, germen de trigo y algunos cereales fortificados.

Vitamina B₂: La riboflavina es una coenzima para el metabolismo de proteínas y algunas vitaminas. La principal fuente de obtención de riboflavina se encuentran productos lácteos, huevos, carne como el hígado de res, y cereales fortificados.

La deficiencia de riboflavina por lo general ocurre en conjunto con deficiencia de tiamina y niacina. Este padecimiento es conocido como arriboflavinosis y los signos de esta deficiencia pueden aparecer cuatro meses después de una ingesta inadecuada e incluyen lesiones en boca y labios, dermatitis seborreica y anemia normocrómica normocítica.

Vitamina B₃: La niacina, es una coenzima que se requiere para el metabolismo de la energía, también participa en la síntesis de hormonas esteroides y ácidos grasos. Podemos obtener esta vitamina por medio de alimentos como pollo, hígado de res, atún, entre otras carnes, granos enteros enriquecidos o fortificados, café y té. Los adultos pueden obtener hasta un 65% de niacina a partir de una alimentación adecuada.

La enfermedad ocasionada por deficiencia de niacina es conocida como pelagra, actualmente se presenta con mayor frecuencia en personas con alcoholismo, con problemas de malabsorción y en pacientes con anorexia nerviosa.

Vitamina B₆: También conocida como piridoxina, es una coenzima en el metabolismo de aminoácidos y la podemos encontrar en alimentos de origen animal pescados y pollo, en granos enteros y cereales fortificados, en frutas como naranja y plátano, y en diversas nueces.^{2,3}



Es poco probable que se presente una deficiencia de vitamina B6 debido a las grandes cantidades que existe en los alimentos, pero los factores como interacciones medicamentosas o el procesamiento inadecuado de los alimentos, podrían ocasionar una deficiencia de piridoxina.

Vitamina B₉: También conocida como folato. La forma oxidada y más estable para la fortificación de alimentos y suplementos es el ácido fólico. El folato es esencial en la síntesis de proteínas, así como el ADN, ARN y la hemoglobina. Es necesario para las células de rápido crecimiento como las del tracto intestinal, sangre y tejido fetal.

La principal fuente de obtención se encuentra en las verduras de hoja verde, alimentos de origen animal como el hígado de res, chicharos frijoles lentejas, germen de trigo, cacahuates y productos de grano fortificados.

Vitamina B₁₂: También conocida como cobalamina, es una coenzima en la síntesis de ADN y ARN, y en el metabolismo de aminoácidos y ácidos grasos. Es esencial para la síntesis y mantenimiento de mielina que permite la veloz transmisión de impulsos a través de los nervios.

Existen alimentos ricos en vitamina B₁₂ como la carne, el pescado, aves, leche, queso y huevo; algunos alimentos vegetales, leguminosas y productos fortificados como leche de soya o tofu.

Ácido pantoténico: Funciona como coenzima en el metabolismo de ácidos grasos. Se ha reportado que las personas con alcoholismo o diabetes mellitus pueden tener un aumento en sus necesidades de ácido pantoténico. Las fuentes alimenticias ricas en esta vitamina incluyen carnes, huevo, papa y brócoli.^{2,3}



Biotina: Es una coenzima en la síntesis de grasas, glucógeno y aminoácidos las fuentes alimentarias incluyen el hígado, soya, yema de huevo, leguminosas, diversas nueces y cereales.

Se han presentado deficiencias de biotina a causa de la nutrición parenteral, personas con alcoholismo o enfermedades gastrointestinales, personas bajo terapia anticonvulsiva a largo plazos. Los principales síntomas incluyen una erupción cutánea roja escamosa, alopecia, parestesia de extremidades, depresión y alucinaciones.

Colina: Es un precursor para el neurotransmisor acetilcolina y para los fosfolípidos que son componentes estructurales de todas las membranas celulares en el cuerpo humano. Su deficiencia puede ocasionar hígado graso y daño hepático celular. La colina está ampliamente distribuida en alimentos y las mejores fuentes son leche, huevo, hígado y cacahuates.^{2, 3}

Como se puede apreciar, las vitaminas son esenciales para el correcto funcionamiento del organismo y una dieta balanceada puede cubrir la ingesta adecuada diaria. Ahora se describirá algunas características de la vitamina D.²



2 VITAMINA D

Las vitaminas D está clasificada dentro de las vitaminas liposolubles y es esencial para el correcto funcionamiento del organismo como se describió en el apartado anterior. A continuación, se mencionan algunas características generales de la vitamina D, se desarrollará más a fondo la importancia de esta vitamina en el cuerpo humano y las implicaciones que podrían ocasionar su deficiencia. ^{2, 3}

2.1 ANTECEDENTES

Las primeras descripciones acerca de las consecuencias de la deficiencia de vitamina D, son atribuidas a Sorano de Éfeso, un médico de origen griego del siglo II d. C. quien describió enfermedades óseas parecidas al raquitismo. Afirmó que “el aprendizaje de caminar no debe empezarse demasiado pronto, pues los huesos del niño pueden torcerse.” Se piensa que esto, hace referencia a enfermedades óseas parecidas al raquitismo. ^{4, 5}

Aun cuando no se conocía una relación entre el raquitismo y la deficiencia de vitamina D, hubo grandes aportaciones durante el siglo XIX sobre el consumo del aceite de hígado de bacalao y la exposición a la luz solar para la prevención de enfermedades óseas como la osteomalacia y el raquitismo. ⁵

Hubo un creciente interés por el aceite de hígado de bacalao y sus efectos positivos en el cuerpo humano que, en 1913, Elmer McCollum y Davis describieron un factor esencial para el crecimiento que formaba parte de dicho aceite, en ese momento, el factor fue denominado vitamina A. Fue entonces, cuando Edward Mellanby, en 1919, corrobora las propiedades del aceite de hígado de bacalao al experimentar con perros, induciéndolos al



raquitismo mediante una manipulación dietética. Posteriormente, les administró el aceite y los expuso a los rayos del sol y observó cómo eran curados de dicha enfermedad. ^{4, 5}

Fue hasta 1922, cuando McCollum observó que, aun después de someter al aceite de hígado de bacalao a un proceso de oxidación y aireación, perdía parte de su valor nutritivo, pero no eliminaba su actividad preventiva contra el raquitismo, por lo que dedujo que se trataba de otro factor más estable al que denominó vitamina D. ^{1, 4, 6, 7}

Simultáneamente, el médico Kurt Huldschinsky, un pediatra alemán, realizó un estudio clínico en donde expuso a un grupo de niños a los rayos solares y a la luz ultravioleta, así demostró que esta exposición podía prevenir y curar el raquitismo. ⁵

En 1923, el bioquímico Harry Steenbock, demostró que al irradiar ciertos alimentos con rayos ultravioleta podía inducir actividad antirraquítica en estos productos. Esta aportación fue de gran utilidad, descubrió que se podía suplementar fácilmente los alimentos que, a su vez, podían curar y prevenir el raquitismo. ^{5, 6}

Como se puede observar, al inicio del descubrimiento de la vitamina D, solo fue considerado un nutriente esencial en la dieta, se pensó que la acción más importante estaba relacionada con el metabolismo de minerales óseos como calcio y fósforo, en donde la deficiencia de dicho nutriente era el causante de raquitismo en niños y osteomalacia en adultos. ^{1, 7}

En los últimos años, se ha reportado un interés creciente en el metabolismo y fisiología de la vitamina D, considerándola como un sistema hormonal esteroideo complejo, que participa en procesos autocrinos,



paracrinos y endocrinos, también se ha estudiado la importancia de la vitamina D como un potente regulador epigenético, relacionado con más de 2500 genes involucrados en la expresión de diversas enfermedades como: cáncer, esclerosis múltiple, diabetes mellitus tipo 2, enfermedad inflamatoria intestinal, enfermedades autoinmunes, enfermedades cardiovasculares como la hipertensión arterial, todas ellas relacionadas con niveles bajo de vitamina D. ^{1, 7, 8}

2.2 METABOLISMO DE LA VITAMINA D

Para poder comprender el funcionamiento de la vitamina D en el organismo, es necesario saber que existen dos tipos de vitamina D conocidos como vitamina D₂ (ergocalciferol) y vitamina D₃ (colecalfiferol). El estado nutricional de la vitamina D deriva de la síntesis epidérmica, producto de la exposición solar, y de su ingesta alimentaria a partir de fuentes vegetales (vitamina D₂) o animales (vitamina D₃). ^{5, 7, 9, 10, 11, 12}

La vitamina D que es ingerida en la dieta, es limitada dado que existen pocos alimentos ricos en vitamina D y aportan solo un 10% de dicha vitamina. Al ser una vitamina liposoluble, es absorbida con otras grasas en el intestino delgado por los enterocitos. Para ello, es necesario la presencia de ácidos biliares para formar las micelas. Una vez absorbida la vitamina D por la mucosa intestinal, se une a los quilomicrones para ser llevada por vía linfática al hígado, donde es liberada. ^{5, 7, 11, 12}

Por otra parte, se considera que el ser humano es capaz de obtener hasta un 90% de vitamina D por medio de una síntesis endógena a partir de un metabolito del colesterol que es 7-dehidrocolesterol, precursor de la vitamina D₃. Se requiere de una reacción fotoquímica mediante una exposición a la luz solar o a la radiación ultravioleta. ^{7, 10, 11, 12}



Esta reacción se produce en la epidermis, específicamente en la capa basal y mucosa de la piel, y consiste en la fotoconversión de 7-dehidrocolesterol en previtamina D₃ o precalciferol. Posteriormente, la previtamina D₃ puede sufrir una isomerización química inducida por el calor, obteniendo así, la vitamina D₃.^{5, 11, 12}

Tanto la vitamina D proveniente de la dieta como la obtenida a partir de su síntesis en la piel, es biológicamente inactiva y requiere que se produzca su conversión a metabolitos activos. Para ello, debe ser transportada al hígado, con ayuda de una proteína de unión a la vitamina D conocida por sus siglas en inglés como DBP (D-binding protein). La DBP se trata de una α -globulina encargada de transportar y almacenar a la vitamina D y sus metabolitos a través de la sangre. Se debe mencionar que no es el único medio de transporte para la vitamina D, pero sí el más común.^{5, 11, 12}

Una vez que la vitamina D se encuentra en el hígado, tiene que pasar por un proceso llamado hidroxilación, es el primer paso para la metabolización de la vitamina D. Este proceso se da en los hepatocitos y ocurre cuando la enzima 25-hidroxilasa convierte a la vitamina D en 25-hidroxivitamina D₃ [25(OH)-D₃], también conocido como calcidiol. Este metabolito es mucho más confiable y se encuentra en mayor concentración en la circulación sanguínea, es por esta característica que se ha considerado el mejor indicador de niveles de vitamina D en el organismo, pero sigue siendo un metabolito inactivo en concentraciones fisiológicas.^{5, 7, 9, 11, 13}

Para obtener un metabolito activo, se requiere de una segunda hidroxilación, por lo que es necesario que la molécula 25-hidroxivitamina D₃, salga al torrente sanguíneo y viaje hasta el riñón unida a la DBP. Una vez que la molécula se encuentre en los túbulos renales, sufre una hidroxilación



por acción de la enzima 1α -hidroxilasa (CYP27B1), formándose la 1,25-dihidroxitamina D_3 [$1,25(OH)_2D_3$] también conocido como calcitriol, metabolito biológicamente activo.^{5, 7, 8, 9, 11, 13}

Dentro de lo túbulos renales, también existe otra enzima llamada 24-hidroxilasa (CYP24), capaz de hidroxilar a la vitamina D en 24-25-dihidroxitamina D_3 que es un metabolito inactivo. Otra función de esta enzima es limitar la cantidad de 1, 25-dihidroxitamina D_3 en los tejidos blancos, acelerando su catabolismo hacia 1, 24, 25-trihidroxitamina D_3 y, posteriormente, al ácido calcitroico, otro metabolito inactivo que es excretado a través de la orina y la bilis. Estos procesos hacen que disminuya la cantidad de 25-hidroxitamina D_3 disponible para 1α -hidroxilasa. Este proceso nos ayuda para la regulación de la vitamina D como se describirá en el próximo apartado.^{5, 7, 11, 12, 14}

2.2.1 REGULACIÓN DE LA SÍNTESIS DE VITAMINA D

Todo proceso metabólico en el organismo necesita ser regulado, así también, la síntesis de vitamina D, se encuentra estrechamente regulada mediante su activación y desactivación, este proceso se lleva a cabo por medio de una retroalimentación positiva y negativa entre las enzimas que actúan en 1, 25-dihidroxitamina D_3 . En este proceso influyen diversos factores como son los niveles de hormona paratiroidea en sangre, la concentración de calcio y fósforo en el plasma, y el balance de la actividad de las enzimas 1α -hidroxilasa y 24-hidroxilasa, así como el factor de crecimiento fibroblástico-23 (FCF-23).^{5, 11}

En las células paratiroideas, están presentes receptores sensibles al calcio (CaSR) encargadas de detectar cuando el organismo se encuentra en un estado de hipocalcemia lo que hace que aumente la expresión de la



hormona paratiroidea (PTH), y esta a su vez, induce la transcripción de la enzima 1α -hidroxilasa para poder obtener un aumento en la producción de 1, 25-dihidroxitamina D_3 . Además de la hormona paratiroidea, existen otras hormonas encargadas de la regulación endócrina sobre la actividad de 1α -hidroxilasa, entre ellas se encuentran los estrógenos, la calcitonina, la prolactina, la hormona de crecimiento y la insulina. ¹¹

Una vez que ha aumentado el nivel de concentración de 1, 25-dihidroxitamina D_3 , su principal función biológica será mantener las concentraciones intra y extracelulares de calcio en un margen fisiológicamente aceptable. Esto se logra mediante su unión con un receptor de vitamina D de alta afinidad (VDR), con lo que genera dos principales acciones, la primera es aumentar la absorción intestinal del calcio y fósforo, la segunda es la liberación de calcio y fosfato de la matriz mineral ósea. ^{11, 14}

Al estabilizarse la concentración sérica de calcio, la 1, 25-dihidroxitamina D_3 puede disminuir su propia síntesis por medio de una retroalimentación negativa, disminuyendo la síntesis y secreción de la hormona paratiroidea por parte de las glándulas paratiroides. También es la encargada de aumentar la expresión de la enzima 24-hidroxilasa para catabolizarse de 1, 25-dihidroxitamina D_3 a ácido calcitroico y así, ser expulsado por medio de la bilis. ^{11, 14}

Por otra parte, la 1, 25-dihidroxitamina D_3 induce la expresión del factor de crecimiento fibroblástico-23, una de sus funciones es la de suprimir la expresión de 1α -hidroxilasa e induce a la 24-hidroxilasa, inhibiendo así la síntesis y promoviendo el catabolismo de la 1, 25-dihidroxitamina D_3 . De esta manera, se disminuye los niveles de vitamina D, lo cual hace que se disminuyan los niveles de factor de crecimiento fibroblástico-23, formando un ciclo de retroalimentación negativa. ^{5, 11, 14}



De esta manera, es regulada la síntesis de vitamina D para poder obtener una homeostasis de los niveles de calcio y fósforo en el organismo, así como niveles séricos adecuados de 1, 25-dihidroxiavitamina D₃. En el próximo apartado, se detallarán los múltiples mecanismos de acción que tiene la vitamina D, así como el impacto que tiene en diferentes sistemas del organismo.^{5, 11}

2.3 MECANISMO DE ACCIÓN DE LA VITAMINA D

Una vez descrito el metabolismo y regulación de la vitamina D, es importante conocer su mecanismo de acción en el organismo. Para ello, se debe saber que la vitamina D actúa como un mensajero químico uniéndose a receptores de vitamina D, estos receptores pueden ser específicos como el receptor nuclear de vitamina D (VDR) que puede inducir respuestas a nivel genómico, regulando la transcripción de genes. Por otra parte, existen receptores de membrana, los cuales se han encontrado en más de treinta tejidos, encargados de generar respuestas rápidas, también conocidas como acciones no genómicas de la vitamina D.^{5, 7, 11}

Dentro de las acciones genómicas, cuando el VDR está unido a 1, 25-dihidroxiavitamina D₃, genera todas las condiciones óptimas para la transcripción en sitios específicos del genoma, influyendo en la producción de RNA capaces de codificar proteínas de gran importancia. Estas acciones son realizadas en el núcleo de células epiteliales intestinales, renales, osteoblastos y osteoclastos. De esta manera, la vitamina D, como metabolito activo, juega un papel importante en el metabolismo mineral óseo en donde los principales genes blanco incluyen transportadores de calcio y fosfato, bombas iónicas en el intestino y riñón.^{5, 11}



Las acciones no genómicas de la vitamina D no es completamente conocido a diferencia de las acciones genómicas que ha sido estudiado más ampliamente. Dentro de las múltiples respuestas rápidas, podemos encontrar diferentes efectos fisiológicos, como es la absorción intestinal rápida de calcio, la secreción de insulina por las células β -pancreáticas, la apertura de canales de calcio y cloro en los osteoblastos, y la migración rápida de células endoteliales entre muchos otros efectos que se describirán más adelante.^{5, 7, 11, 14}

2.3.1 ACCIONES CLÁSICAS DE LA VITAMINA D

Como ya se mencionó anteriormente, la vitamina D juega un papel importante en las interacciones entre los riñones, el sistema óseo, la glándula paratiroides y el intestino, su principal función es mantener los niveles de calcio dentro de los límites séricos aceptables y de esta manera, mantener la integridad del sistema óseo.^{7, 11}

La vitamina D se encargar de aumentar la absorción y captación del calcio y fosforo en el intestino, aumenta la expresión de canales epiteliales y estimula a proteínas transportadoras de calcio. La vitamina D se encarga de cambiar la composición de la membrana plasmática del enterocito e incrementa la fluidez de captación de calcio y fósforo.^{5, 11}

En el riñón, el calcio y el fosfato son filtrados y reabsorbidos dependiendo de las condiciones del organismo. La vitamina D afecta al transporte de dichos minerales a través de la membrana, aumentando la reabsorción tubular de calcio y la expresión de calbindina que acelera el transporte de calcio en el túbulo distal del riñón inducido por la hormona paratiroidea.^{5, 11}



La vitamina D tiene efectos directos sobre el hueso. Cuando los niveles séricos de calcio y fosfato se encuentran en óptimas condiciones, la vitamina D mantiene la mineralización de la matriz ósea. Por otra parte, cuando el organismo se encuentra en una hipocalcemia, la vitamina D induce una diferenciación de células precursoras a osteoclastos para ayudar a regular la calcemia.^{5, 11}

La vitamina D actúa como modulador sobre la función de las glándulas paratiroides, esto sucede cuando los niveles de vitamina D se encuentran disminuidos, la glándula paratiroides es estimulada y aumenta la síntesis y excreción de hormona paratiroidea. Por el contrario, cuando existe un aumento de los niveles de vitamina D o una suplementación, los niveles de hormona paratiroidea disminuyen.¹¹

2.3.2 ACCIONES NO CLÁSICAS DE LA VITAMINA D

La vitamina D tiene múltiples acciones no calciotrópicas que podrían explicar la relación de su deficiencia con varias enfermedades. En breve se describirán algunas de las acciones no clásicas de la vitamina D y la relación que existe entre esta vitamina con múltiples patologías crónicas.^{5, 11, 14}

2.3.2.1 DIABETES

Se ha demostrado que la vitamina D y la diabetes, están relacionados debido a los receptores VDR y las proteínas de unión a vitamina D que están presentes en las células β pancreáticas. Cuando estos receptores son estimulados por la vitamina D, generan mayor síntesis y secreción de insulina, aumentando la sensibilidad a esta enzima en los tejidos blanco, lo que favorece a una disminución de la resistencia a la insulina.^{5, 7, 11, 14, 15}



En relación con la diabetes mellitus tipo 1 (DM1), se ha encontrado que los niños y adolescentes que presentan esta enfermedad, tiene menores niveles de vitamina D séricos al momento del diagnóstico inicial en comparación con sus controles normales. La alta prevalencia de esta enfermedad ha sido relacionada con el aumento de latitud, debido a una menor captación de radiación UVB. ^{5, 11, 14}

Se realizó un estudio que demostró que el incremento en la ingesta de esta vitamina a temprana edad disminuye los riesgos de presentar dicha enfermedad. Se observó a un grupo de niños desde el nacimiento hasta la edad adulta. Como resultados se encontró que, aquellos que habían recibido una suplementación de vitamina D de 2000 UI/día, tuvieron menor riesgo a desarrollar la enfermedad comparado con el grupo de niños que tuvieron una ingesta en menor cantidad. ¹¹

2.3.2.2 SISTEMA CARDIOVASCULAR

Se ha demostrado que los niveles de vitamina D podrían estar relacionados con los niveles de presión arterial y el riesgo cardiovascular. Este pensamiento parte del hecho que se encuentra expresión de receptores VDR y de 1 α -hidroxilasa en los cardiomiocitos y otras células del sistema cardiovascular. ^{5, 7, 11, 15}

Hasta el momento se ha demostrado que la vitamina D reduce la inflamación asociada con aterosclerosis, controla varias metaloproteínas involucradas en la calcificación vascular, mejora la función endotelial y disminuye la hipertrofia de los cardiomiocitos estimulada por endotelina. De manera complementaria, la vitamina D ejerce un efecto de la regulación endógena del sistema renina-angiotensina-aldosterona, reduciendo la



expresión del gen de la renina, esta a su vez reduce la activación de la angiotensina I y subsecuentemente de la angiotensina II. ^{5, 7, 11}

2.3.2.3 CÁNCER

Se ha observado que las células cancerígenas expresan receptores VDR y, al ser expuestas a altas dosis de 1, 25- Dihidroxitamina D₃, se reduce su actividad proliferativa y son diferenciadas a macrófagos de apariencia normal. ¹¹

Actualmente se sabe que, a mayores niveles séricos de 1, 25- Dihidroxitamina D₃, existe menor incidencia y tasa de mortalidad por cáncer debido a que esta vitamina frena el ciclo celular de células malignas, induce la diferenciación celular formando células más maduras y menos malignas, induce la apoptosis en células tumorales e inhibe la angiogénesis regulando la expresión de moléculas relacionadas como la metástasis. ^{7, 11, 14}

2.3.2.4 SISTEMA INMUNE

La vitamina D tiene diversas funciones en el sistema inmunológico, una de ellas consiste en potenciar al sistema inmunitario innato, esto es posible ya que induce la expresión de catelicidina, un péptido antimicrobiano presente en bronquios, queratinocitos y células epiteliales como las gastrointestinales y las del tracto genitourinario. La expresión de dicho péptido funciona como una barrera química, formando parte de la primera línea de defensa en contra de bacterias, virus y hongos. ^{5, 7, 11, 16}

Las células presentes en el sistema inmune como los monocitos, macrófagos, células presentadoras de antígeno, células dendríticas y linfocitos han demostrado que expresan la enzima 1 α -Hidroxilasa y son



capaces de sintetizar 1, 25-Dihidroxitamina D₃, aunado a esto, también presentan receptores VDR lo cual hace que sean células autocrinas. ^{11, 16}

Por otra parte, la vitamina D inhibe a las células dendríticas para suprimir su capacidad de presentar antígenos e induce a los linfocitos T reguladores, encargados de generar una tolerancia a autoantígenos. Por esta razón, la vitamina D puede ser un elemento clave para combatir el rechazo de trasplantes y combatir enfermedades autoinmunes como se describirá en el próximo apartado. ^{5, 11, 15, 16}

2.3.2.5 ENFERMEDADES AUTOINMUNES

Como se mencionó en el apartado anterior, la vitamina D tiene participación en el crecimiento y diferenciación de células inmunomoduladores como macrófagos, células dendríticas, células T, entre otras. Lo que puede explicar que los niveles inadecuados de vitamina D confieren un alto riesgo a desarrollar enfermedades autoinmunes como la esclerosis múltiple, enfermedad inflamatoria intestinal, artritis reumatoide, lupus, tiroiditis y diabetes mellitus tipo 1. ^{5, 11, 16}

Se ha demostrado una relación entre los niveles bajos de vitamina D y la presencia de enfermedades autoinmunes, sugiriendo que una suplementación de vitamina D, podría disminuir la gravedad o la incidencia de las enfermedades autoinmunes, pero hace falta recolectar mayor evidencia de efectos que podría causar la suplementación y saber si podría ser una estrategia de prevención y tratamiento. ^{5, 11}

De esta manera se puede concluir que las funciones de la vitamina D, fuera de sus efectos clásicos como la regulación de los minerales óseos, son mucho más amplios de los que se puede imaginar. Incluso se menciona en la



literatura que podría tener una repercusión en un 3% del genoma humano y eso se debe a los receptores VDR expresados en diferentes partes del organismo. ¹⁶

2.4 FUENTES DE LA VITAMINA D

Después de describir las múltiples acciones de la vitamina D y la importancia de los niveles séricos de este metabolito activo, es necesario conocer sus principales fuentes de obtención. En este apartado se describirá algunos de los factores que podrían influir en la síntesis de vitamina D endógena, así como las fuentes alimenticias.

Se considera que la vitamina D se encuentra principalmente en alimentos de origen animal, en mayor cantidad está en el pescado y aceites provenientes de este como el hígado de bacalao. En menor cantidad, se puede encontrar en huevo, carne bovina, mantequilla y algunos aceites vegetales, mientras que en plantas y frutas se encuentra muy escasa. ^{2, 3, 5, 11}

Existen alimentos que son fortificados con vitamina D como la leche, el pan, la margarina y algunos cereales, esto con el fin de asegurar una ingesta adecuada, dicha fortificación dependerá de las necesidades de cada población dependiendo de factores que podrían afectar los niveles de vitamina D en el organismo. ^{2, 3, 5}

La mejor estrategia para obtener niveles adecuado de vitamina D es por medio de la exposición al sol. Existe controversia en el tiempo necesario de exposición solar, algunos recomiendan que sea de 15 a 30 minutos dos veces por semana, otros recomiendan que sea de 10 a 15 minutos diarios, coincidiendo que se exponga principalmente brazos y piernas, y el horario recomendado es entre las 10 am y las 3 pm. ^{5, 9, 11}



Los principales factores que influyen negativamente en la síntesis de vitamina D es la ingesta elevada de calcio y fosforo, edad, pigmentación de piel, uso excesivo de pantallas solares, contaminación atmosférica, ciudades con edificios altos o que se encuentran en latitudes mayores dificultando la radiación solar, así como las estaciones de año, se ha demostrado que todo esto podrían influir en una deficiencia de vitamina D. Por esta razón será necesario conocer cuál es la ingesta requerida para el paciente pediátrico dependiendo de la edad y las necesidades que presente. ^{5, 10, 11}

2.5 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Las cantidades promedio de vitamina D que las personas deben ingerir dependerá de la edad, debido a las múltiples funciones en el organismo y sus necesidades. Para mejor comprensión de los requerimientos nutricionales y sus mediciones, se debe tomar en cuenta que toda suplementación de vitamina D es medida en unidades internacionales (UI), donde 1 UI/día será equivalente a 2.5 ng/día. ^{10, 11}

Se ha demostrado que las mujeres durante y después del embarazo, son más propensas a presentar deficiencia o insuficiencia de vitamina D aún después de llevar una alimentación adecuada y suplementación de 600 UI/día de vitamina D. Por esta razón se recomienda que las mujeres lleven una suplementación entre 1000 a 2000 UI/día para obtener niveles adecuados de vitamina D. ^{11, 17, 18}

En la vida intrauterina, el feto dependerá de los niveles de vitamina D de la madre, una vez que nazca, pasarán 8 semanas donde el bebé podrá obtener niveles adecuados por medio de la síntesis endógena y la alimentación por seno materno. Se sabe que la leche materna tiene en



promedio de 15 a 50 UI/L, lo que sería insuficiente para obtener la ingesta requerida según la Academia Americana de Pediatría que recomienda una suplementación de 100 a 400 UI/día en bebés de 0 a 12 para disminuir el riesgo a raquitismo. ^{11, 18}

En el caso de niños de 1 a 8 años, usualmente podrían recibir la mayor parte de vitamina D a través de la exposición solar, de no ser así, lo recomendable sería aportarle a la dieta una suplementación de 600 UI/día, esta misma cantidad es recomendable también en personas de 9 a 18 años, a pesar de ser una etapa en donde aumenta el metabolismo de vitamina D debido al crecimiento acelerado. ¹¹

Todas estas cantidades de suplementación podrían variar dependiendo de las instituciones de salud que rijan en cada país y las necesidades que presente la población. En México, la ingesta diaria sugerida de vitamina D se encuentra en la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFL/SSA1-2010, “Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados- Información comercial y sanitaria”. La última actualización realizada a esta norma fue el 27 de marzo del 2020, en donde sugiere que la ingesta diaria de vitamina D sea de 1000 ng/día, equivalente a 400 UI/día. ^{10, 19}

La sugerencia de ingesta de vitamina D es mucho menor a lo establecido en otros países como Estados Unidos, esto se debe a las recomendaciones del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán que emitió un oficio mencionando que en México no había necesidad de fortificar alimentos ya que, en la población mexicana, solo existían casos aislados de raquitismo por lo que no es considerado un problema de salud. ¹⁰



Actualmente, no existe estudios formales que documenten la ingesta promedio de vitamina D en niños mexicanos, aun cuando existe una alta probabilidad que la deficiencia e insuficiencia de vitamina D representan un riesgo para la población mexicana al estar relacionado con enfermedades crónicas de mayor incidencia en el país. Por esta razón, en el siguiente apartado se describirán algunos aspectos de los niveles inadecuados de vitamina D, así como la prevalencia y los grupos de riesgo. ¹⁰



3 HIPOVITAMINOSIS D

Para poder describir algunas afecciones de hipovitaminosis, es necesario que se establezcan los parámetros de deficiencia, insuficiencia, niveles óptimos y toxicidad de la vitamina D. Existen diversos parámetros que se han utilizado para medir las concentraciones séricas de 25-Hidroxivitamina D₃, es importante señalar que este es el metabolito más estable en sangre por lo que es el más indicado para poder medir los niveles de vitamina D. ^{9, 11}

La mayoría de los autores coinciden que los niveles de 25-Hidroxivitamina D₃ por debajo de los 20 ng/mL corresponden a deficiencia, los niveles entre 20-30 ng/mL se consideran insuficiencia y los niveles óptimos son considerados arriba de los 30 ng/mL hasta los límites de intoxicación que sería niveles por encima de los 150 ng/mL. Es importante saber que la deficiencia de vitamina D no implica que la persona padezca una enfermedad, pero si implica un riesgo mayor de padecer a largo plazo alguna de las enfermedades relacionadas con la insuficiencia o deficiencia de vitamina D. ^{11, 15, 16}

La deficiencia de vitamina D en niños, está relacionada con el raquitismo, esta enfermedad está caracterizada por la falta de calcio en los huesos que afecta el crecimiento de los niños, causando deformidades principalmente de huesos largos. En el caso de los lactantes, retrasa el cierre de las fontanelas, produciendo debilidad muscular y, en algunos casos, hipocalcemia con crisis convulsivas y falla cardíaca. Por estas razones es importante mantener los niveles de vitamina D en condiciones óptimas durante cada etapa de desarrollo. ^{5, 10}

Existe interés científico por la relación entre la deficiencia de vitamina D y las enfermedades crónicas no esqueléticas, sin embargo, no ha podido



establecerse una relación causal. Algunos estudios sugieren que los suplementos de vitamina D que se consumen durante la infancia, podrían reducir la incidencia de estas enfermedades, utilizando dicha suplementación como un elemento de prevención de enfermedades. A continuación, se mencionará la frecuencia de la disminución de los niveles de vitamina D. ¹⁰

3.1 PREVALENCIA DE LA HIPOVITAMINOSIS D

López, Méndez y colaboradores, mencionaron en el 2015 que la prevalencia de raquitismo había disminuido de manera considerable debido a la suplementación en los alimentos. Actualmente se reconoce que esta enfermedad ha resurgido en algunos países debido a la falta de exposición solar, a mujeres con bajos niveles séricos de vitamina D durante el embarazo y la lactancia, y en bebés que han sido alimentados exclusivamente con seno materno. ¹⁰

Cuando se habla exclusivamente de deficiencia e insuficiencia de vitamina D, se considera que la prevalencia a nivel mundial es muy elevada. Martínez, Sánchez y Suarez, mencionan que podría considerarse una pandemia, se considera que aproximadamente el 30% de la población podría presentar hipovitaminosis. ⁵

En México, se han realizado pocas investigaciones sobre la prevalencia de deficiencia de vitamina D. En el año 2006, el Instituto Nacional de Salud Pública, evaluó las concentraciones séricas de vitamina D en 1025 niños entre los 2 y los 12 años, obtuvo una media de 27.28 ± 13.56 ng/mL en dónde, el 16% presentaba deficiencia y el 23% insuficiencia. Años más tarde, se realizaron estudios similares en poblaciones del mismo rango de edad, obteniendo un alto índice de prevalencia de deficiencia e insuficiencia de vitamina D. ¹⁰



Al analizar los resultados de los estudios realizados en México, se puede concluir que la incidencia de hipovitaminosis D es alta en la población infantil mexicana. Por esta razón que se analizarán los grupos de riesgo más frecuentes de presentar un déficit de vitamina D en el próximo apartado.^{5, 10}

3.2 GRUPOS DE RIESGO

Como se puede apreciar, existe una alta prevalencia de hipovitaminosis D a nivel mundial, lo que ha llevado a investigar los grupos de riesgo que podrían presentar niveles bajos de vitamina D en la edad pediátrica. Algunos de los factores asociados a esta deficiencia están relacionados con el embarazo y la alimentación en los primeros días del bebé, así como algunas enfermedades y tratamientos farmacológicos que serán descritos en este apartado.¹⁰

3.2.1 RECIÉN NACIDOS PRETÉRMINO

En el último trimestre del embarazo, es cuando el producto recibe mayor aporte de minerales al sistema óseo. Debido a esto, los recién nacidos pretérmino, antes de la semana 37 de gestación, cuentan con bajos niveles de reservas minerales y aunado a un bajo peso, incrementan el riesgo a presentar alteraciones óseas afectando el desarrollo y crecimiento del recién nacido.^{10, 18, 20}

Se considera que los niveles séricos de vitamina D en la madre, están asociados con la masa ósea del recién nacido, por lo tanto, el déficit de esta vitamina en la madre está relacionado con un contenido mineral óseo disminuido en el recién nacido ocasionando un alto riesgo de no alcanzar un desarrollo adecuado.^{10, 14, 18}



Actualmente no existen estudios sobre la prevalencia de raquitismo en recién nacidos pretérmino, pero se ha considerado que del 10 al 20% de los recién nacidos hospitalizados por un bajo peso al nacer, han presentado signos radiográficos de raquitismo. Es por esto, por lo que se ha recomendado la ingesta de 800 a 1000 UI/día, para los recién nacidos con estas características, para mejorar las concentraciones séricas y plasmáticas de la vitamina D, así como aumentar la absorción de calcio. ^{10, 17}

3.2.2 ALIMENTACIÓN EXCLUSIVA DE SENO MATERNO

Se ha reportado que los bebés que son alimentados exclusivamente de seno materno y no reciben suplementación de vitamina D ni una adecuada exposición solar, se encuentran en riesgo de desarrollar una deficiencia de vitamina D o en casos más severos, raquitismo. ^{10, 17}

Algunos estudios sugieren que, suplementando a la madre con dosis altas de vitamina D, se podría obtener concentraciones séricas adecuadas en el bebé. Otros sugieren que los lactantes deben ser suplementados con 400 UI/día de vitamina D desde los primeros días de vida para evitar futuras complicaciones. ^{10, 18, 17}

3.2.3 TRATAMIENTOS FARMACÓLOGICOS

Existe evidencia que el uso constante de ciertos fármacos como tratamiento de algunas enfermedades, puede ocasionar deficiencias de vitamina D. Entre los tratamientos más frecuentes está el consumo de anticonvulsivos como fenobarbital, fenitoína y carbamazepina; también debe considerarse el frecuente consumo y dosis altas de glucocorticoides en pacientes pediátricos. ^{8, 10, 14, 15}



Por otra parte, los niños sometidos a una estancia prolongada en terapia intensiva tienen una alta prevalencia a presentar concentraciones bajas de vitamina D debido a los medicamentos que son administrados, las carencias nutricionales y la deficiente exposición solar. ^{10, 14}

3.2.4 ENFERMEDADES ASOCIADAS CON HIPOVITAMINOSIS D

Existen enfermedades que pueden estar relacionadas a niveles deficientes de vitamina D, esto se puede presentar debido a una alteración en el metabolismo de esta vitamina. En breve se describirán algunos padecimientos más frecuentes en niños que es importante considerar debido que representan un número elevado en la consulta dental. ^{9, 10}

3.2.4.1 OBESIDAD

Se ha reportado que los niños que padecen obesidad presentan menores concentraciones de vitamina D, se piensa que esto es debido al exceso de grasa subcutánea que genera la retención de esta vitamina que es sintetizada en la piel. Algunos estudios realizados en México reportan que, de 198 personas analizadas, el 61.2% presentaron insuficiencia y el 20.2% deficiencia de vitamina D. Al evaluar el índice de masa corporal en este estudio, se dieron cuenta que las concentraciones de vitamina D eran menores en los pacientes obesos en comparación a los no obesos. ^{9, 10, 14, 15}

3.2.4.2 INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA

En los pacientes que padecen de insuficiencia renal crónica, existe una disminución en la expresión de la enzima 1- α -hidroxilasa, sumado a las carencias nutricionales y las restricciones dietéticas, generan una cantidad



inadecuada de sustratos para sintetizar vitamina D como metabolito activo. Existe una alta prevalencia de deficiencia de vitamina D en pacientes que cursan por esta enfermedad, es por esta razón que se ha recomendado una suplementación de vitamina D para ayudar en el tratamiento de la insuficiencia renal crónica. ^{9, 10, 14, 15}

3.2.4.3 ENFERMEDADES RELACIONADAS CON MALABSORCIÓN DE GRASAS

La vitamina D entra en el grupo de las vitaminas liposolubles, esto quiere decir que requieren de grasas presentes en la dieta, para ser absorbidos por el intestino. Por esta razón, los pacientes que presenten enfermedades asociadas a la mala absorción de grasas están relacionadas a deficiencia de vitamina D. Las más destacadas son la enfermedad de Crohn, fibrosis quística, enfermedad celiaca, la resección quirúrgica gástrica parcial o intestinal, y la enfermedad inflamatoria intestinal. ^{10, 15}

3.2.4.4 ASMA

Los niños que padecen asma comúnmente presentan insuficiencia y deficiencia de vitamina D. Hay estudios que han reportado una prevalencia del 35% de hipovitaminosis D en 1024 pacientes asmáticos y se asoció con un mayor riesgo de requerir hospitalizaciones o acudir a servicios de emergencia con mayor frecuencia. Se ha demostrado un efecto benéfico al suplementar pacientes asmáticos con vitamina D. ¹⁰

3.2.4.5 ENFERMEDADES CONGÉNITAS

Existen enfermedades hereditarias que suelen afectar a los pacientes pediátricos causando alteraciones en el metabolismo de la vitamina D y de esta manera, generan una deficiencia vitamínica. Una de ellas es el



raquitismo tipo I dependiente de vitamina D, está asociado a una alteración en la enzima 1α -hidroxilasa, que evita la hidroxilación del metabolito 25-hidroxitamina D_3 , disminuyendo la producción de 1, 25-dihidroxiavitamina D_3 .^{5, 21, 22}

Otra enfermedad es el raquitismo tipo II dependiente de vitamina D, se presenta con menor frecuencia y se debe a una alteración en los receptores de vitamina D. En esta enfermedad, los niveles de vitamina D activa, se encuentran en condiciones óptimas, pero no es reconocida por los múltiples receptores presentes en las diferentes partes del cuerpo, ocasionando alteraciones en el metabolismo de minerales óseos.^{5, 21, 22}

Dentro de esta clasificación, podemos encontrar al raquitismo resistente a vitamina D o también conocido como hipofosfatemia familiar. Es una enfermedad hereditaria, caracterizada por un aumento en la expresión del factor de crecimiento fibroblástico, este a su vez, inhibe la síntesis de vitamina D y favorece la excreción de fosfato produciendo de esta manera, niveles deficientes de vitamina D y fosfato.^{5, 21, 22, 23, 24}

Por último, se puede presentar el hipoparatiroidismo, ya sea por la extirpación quirúrgica de las glándulas paratiroideas o como una enfermedad concomitante. Al disminuir la síntesis de la hormona paratiroidea, se produce una deficiencia de vitamina D y disminuye la absorción de calcio. Algunos síntomas que presenta esta alteración son convulsiones y espasmos tratados mediante una terapia anticonvulsiva que, como se describió en el apartado anterior, aumenta la degradación metabólica de la vitamina D agravando los signos y síntomas de la deficiencia de dicha vitamina.⁵

Todas estas enfermedades suelen afectar la fase de crecimiento y desarrollo en la infancia y pubertad presentando signos clínicos



característicos del raquitismo, por esta razón, en el siguiente apartado se describirán las manifestaciones clínicas de la deficiencia de vitamina D y algunas manifestaciones en cavidad oral que están presentes en dicha alteración que el odontólogo debe reconocer.^{5, 24}



4 MANIFESTACIONES CLÍNICAS

Como se puede observar, la población pediátrica tiene una mayor incidencia a presentar una deficiencia de vitamina D, sobre todo en aquellos pacientes considerados de alto riesgo. Cabe señalar que la hipovitaminosis D no implica que el paciente padezca una enfermedad, pero al presentar niveles bajos de esta vitamina durante un tiempo prolongado, existe mayor riesgo a desarrollar alguna enfermedad asociada con el metabolismo óseo como el raquitismo y, por ende, presentar manifestaciones clínicas.^{10, 11}

Los signos clínicos provocados por una deficiencia de vitamina D dependen de la severidad y el tiempo en que se presente la deficiencia vitamínica. En una etapa temprana, solo se presentan algunos cambios radiográficos como la osteopenia, que se produce cuando el cuerpo no fabrica nuevo tejido óseo con la misma rapidez que reabsorbe el antiguo tejido óseo.^{11, 25}

Cuando el cuerpo humano se expone a una hipovitaminosis D por un tiempo prolongado y a una temprana edad, se presenta signos clínicos de raquitismo y al ser una alteración en la mineralización de los huesos en crecimiento, su principal manifestación se dará en la estructura ósea presentando alteraciones en cráneo, tórax y huesos largos.¹¹

En el caso del cráneo, los niños que padecen raquitismo presentan clínicamente un abultamiento frontal dando un aspecto de frente prominente, también se caracteriza por un ablandamiento en los huesos del cráneo conocido como craneotabes y en el caso de los bebés, se puede presentar un retraso en el cierre de las fontanelas.^{11, 25, 26}

Por otra parte, también se presentan deformaciones torácicas como el tórax de pájaro o en quilla, clínicamente se observa al esternón protruido y una ligera depresión a lo largo de los lados del tórax, dando una apariencia de arqueamiento similar al pecho de una paloma. Otra afección del tórax son las notables prominencias de las uniones osteocondrales conocido como rosario raquíptico o costal. Así mismo, se puede presentar una depresión en la parte inferior del tórax denominado surco de Harrison, resultado de la tracción muscular del diafragma en las costillas inferiores.^{24, 25, 26} Figura 1



Figura 1. Deformaciones torácicas.²⁵

En el raquitismo, los huesos largos también se ven afectados. Radiográficamente se puede observar un adelgazamiento en la cortical y un desgaste metafisario de estos huesos. Clínicamente se pueden observar deformaciones como el genu valgo, es la desalineación de fémur y tibia

que provoca que una rodilla se desvíe hacia dentro y se junte con la otra de esta manera, las piernas toman un aspecto en forma de “X”. Por el contrario, en el genu varo las rodillas se separan entre sí, observando el arqueamiento de las piernas. Igualmente se observa un ensanchamiento en las rodillas, tobillos y principalmente, muñecas. ^{11,}

^{24, 25, 26} Figura 2



Figura 2. Deformaciones en huesos largos. ²⁵

Todos los aspectos mencionados anteriormente, pueden detonar en un retraso en el crecimiento del paciente pediátrico, así como un deficiente desarrollo psicomotriz. De igual manera, los pacientes pueden referir dolores óseos, presentar debilidad muscular y ser propensos a las fracturas. ^{11, 25}



Es importante mencionar que todas alteraciones y la severidad con que se presenten en el paciente pediátrico dependen de diversos factores tales como la edad, la duración de la deficiencia vitamínica, el ritmo de crecimiento del sujeto, los esfuerzos y las tensiones que experimentan los huesos. El raquitismo además presenta alteraciones en la cavidad oral que serán descritas en el apartado siguiente. ²⁶

4.1 MANIFESTACIONES EN CAVIDAD ORAL

De la misma manera que el raquitismo presenta manifestaciones clínicas en el cuerpo humano debido a la alteración en el metabolismo de minerales óseos, también presentar afectaciones en la cavidad oral que deben ser de interés para el odontólogo. Por esa razón, en este apartado se describirán las principales afecciones en cavidad oral asociadas con el raquitismo. ²⁶

Todas las alteraciones que se presenten en la cavidad oral están relacionadas con la edad del paciente cuando se desarrolle la enfermedad. Si el raquitismo se presenta antes de los tres años, la formación de los dientes se verá afectada. En el caso del esmalte, se puede presentar lesiones en la estructura dental y dar lugar a una hipoplasia. De la misma manera, se puede desarrollar alteraciones en la calidad del esmalte generando una hipomineralización. ^{21, 26, 27}

Al igual que el esmalte, la dentina presenta defectos en su estructura ya que se encuentra hipomineralizada y displásica, caracterizada por una matriz no mineralizada denominada dentina globular. También presenta defectos tubulares que se extienden desde la unión amelodentinaria hasta la pulpa. ^{21, 24, 26}

La pulpa, es otro tejido que se ve afectado debido a la invasión de microorganismos por medio de los defectos estructurales presentes en esmalte y dentina. De esta manera se producen infecciones periodontales y se desarrollan fístulas gingivales de origen dentario en pacientes con dientes libres de caries y sin traumatismos. ^{21, 24, 26, 27} Figura 3



Figura 3. Presencia de fístulas en dientes aparentemente sanos. ²⁴

Al realizar un examen radiográfico, se observan ciertos signos relacionados con el raquitismo como cámaras pulpares agrandadas, raíces cortas, cemento anormal debido a un desarrollo deficiente del mismo y la lámina dura que rodea a los dientes, puede estar ausente o poco definida al igual que la densidad ósea. ^{21, 27} Figura 4

Por otra parte, es muy frecuente que los pacientes que presenten deficiencia de vitamina D, muestren un retraso en la erupción de la dentición decidua y permanente, en esta última, los dientes pueden presentar una coloración amarillo marrón y, debido al desarrollo inadecuado del maxilar y la mandíbula, se puede manifestar una malposición dentaria. ^{11, 21, 27}

Como se puede observar, el raquitismo asociado a niveles deficientes de vitamina D, es capaz de presentar múltiples alteraciones en el cuerpo humano y en cavidad oral. Un mejor conocimiento de esta enfermedad permite al odontólogo reconocer los signos y síntomas característicos de esta patología, de esta manera remite al paciente pediátrico con el médico familiar y así se evita un retraso en el diagnóstico y se otorga un tratamiento oportuno para el paciente.²⁵

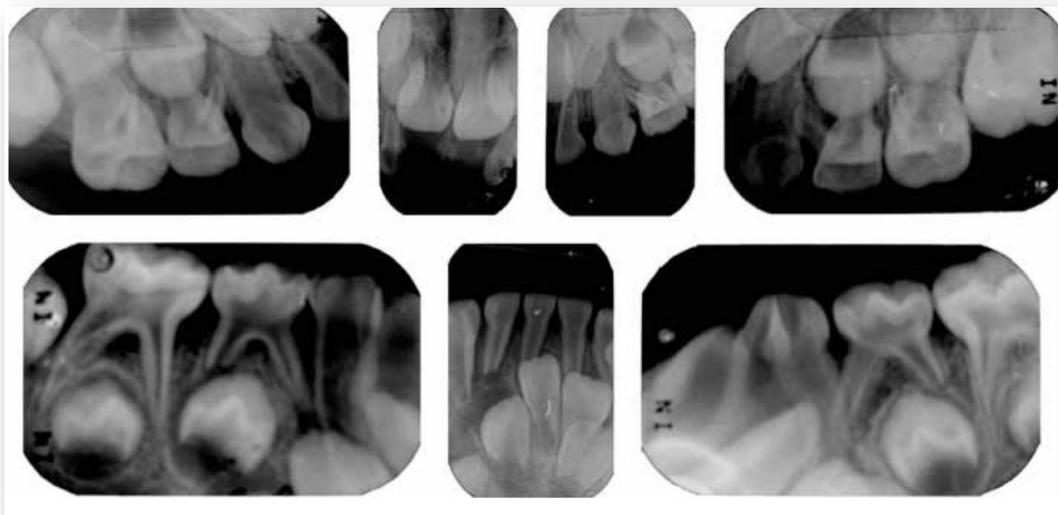


Figura 4. Características radiográficas del paciente con raquitismo.²⁴



5 CONSIDERACIONES ODONTOLÓGICAS

La deficiencia de vitamina D es una situación más frecuente de lo que se piensa y, por ende, debe prevenirse y ser intervenida de manera oportuna con el fin de evitar las complicaciones que se le asocian. Es por esta razón que el odontólogo, al pertenecer a un equipo de salud, tiene la responsabilidad de dar una atención integral a los pacientes. Para ello, debe mantenerse informado y actualizado ante los avances científicos a cerca de este tema. ^{10, 11, 28}

Cuando el odontólogo brinda los cuidados de salud bucal, realizando un diagnóstico y tratamiento oportuno para las manifestaciones bucales de las enfermedades relacionadas con la deficiencia de vitamina D, aunado a una atención integral enfocado en la prevención de enfermedades sistémicas en aquellos pacientes predispuestos a presentar hipovitaminosis D, puede mejorar la calidad de vida en estos pacientes. ²⁸

El odontólogo, como promotor de la salud, tiene la oportunidad de otorgarle a los pacientes la información necesaria para la prevención de enfermedades asociadas a la deficiencia de vitamina D contribuyendo a su detección precoz, mediante la interpretación temprana de los indicadores de riesgo y de los grupos vulnerables, reconociendo que los primeros años de vida fungen como una ventana de prevención de enfermedades que el paciente pueda padecer en futuro como diabetes, hipertensión o cáncer, que representan una alta incidencia en México. ^{10, 28}

De la misma manera, la Academia Americana de Pediatría recomienda que se realice la medición de niveles de 25-hidroxivitamina D y se mantengan en observación aquellos niños que manifiesten retraso en el crecimiento o en el desarrollo motriz, irritabilidad inusual, niños de piel oscura



que viven en latitudes mayores, niños en tratamiento con anticonvulsivantes o glucocorticoides y niños con enfermedades crónicas asociadas a mala absorción, tales como fibrosis quística y enfermedad inflamatoria intestinal. ¹¹

Considerando lo mencionado anteriormente, será necesario que el odontólogo trabaje en conjunto con otras ramas de la medicina como los médicos pediatras o familiares y, de esta manera, otorgarles a los pacientes una atención multidisciplinaria e integral para un mejor desarrollo físico y mental. ²⁸



CONCLUSIONES

Las vitaminas tienen un papel fundamental en la función del cuerpo humano ya que son sustancias orgánicas que el cuerpo necesita en pequeñas cantidades y una alimentación adecuada, puede cubrir los requerimientos nutricionales para un metabolismo y crecimiento normales. Las vitaminas se clasifican en liposolubles e hidrosolubles, dentro de las vitaminas liposolubles, se puede encontrar a la vitamina D.

La vitamina D tiene múltiples funciones en el cuerpo humano debido a sus receptores expresados en diferentes órganos y tejidos. Cuando existe una alteración en el metabolismo de la vitamina D, se puede presentar una deficiencia y, de este modo, desarrollar patologías relacionadas con niveles bajos de vitamina D como diabetes, enfermedades cardiovasculares, enfermedades autoinmunes, cáncer, entre otras.

La deficiencia de vitamina D es una situación más frecuente en la población pediátrica de lo que se piensa, es por esta razón que se debe buscar, prevenir e intervenir de manera oportuna y prioritaria con el fin de evitar posibles complicaciones. Para ello, es necesario reconocer los grupos con mayor riesgo a presentar deficiencia de vitamina D.

El estado prolongado de la deficiencia de vitamina D en el paciente pediátrico, puede ocasionar raquitismo, la cual presenta manifestaciones clínicas, tanto sistémicas como bucales que el odontólogo deberá reconocer para que pueda remitir al paciente con su médico tratante y así recibir un tratamiento oportuno para que, de esta manera, se pueda prevenir posibles complicaciones.



Es importante mencionar que la situación por la que está pasando el mundo ante la pandemia, ha modificado el estilo de vida de las personas, limitando su exposición solar, lo que puede ocasionar que la prevalencia de deficiencia de vitamina D aumente. Es por esta razón, que será necesario hacer un mayor énfasis en la importancia de la vitamina D para el buen funcionamiento del cuerpo humano.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Iglesias, A. Restrepo, J. Toro, C. Historia de la vitamina D. Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia. 2008. 1-65.
2. Lutz CA, Rutherford Przytulski K. Nutrición y dietoterapia. 5a. ed. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana; 2011. 90-112.
3. Roth RA. Nutrición y dietoterapia. 9a. ed. Distrito Federal: McGraw-Hill Interamericana; 2009. 111-131.
4. Serra Sansone. María del Pilar. Deficiencias de vitamina D. Rev. Méd. Urug. 2016 Jun;32(2):77-79. Disponible en: <https://cutt.ly/TvwJtWI>
5. Gil H, Fontana G, Sánchez M. Tratado de nutrición: Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición. 3° Ed. España. Editorial Panamericana. 2017. 419-435.
6. Barquín C, Méndez C. Historia gráfica de la medicina. 5ª Ed. México. Méndez Editores; 2019. 339-341.
7. Bioti Y, Navarro D, Acosta A. Vitamina D, más allá de la homeostasis cálcica. Rev. Cubana Endocrinol. 2020 Ago;31(2):1-19. Disponible en: <https://cutt.ly/TvwJYSo>
8. Uzcategui L. Vitamina D: Más allá de sus efectos esqueléticos. Rev. Venez. Endocrinol. Metab. 2012 Feb;10(1):1-4. Disponible en: <https://cutt.ly/vvwJJAX>
9. Miranda D, Leiva L, León J, de la Maza M. Diagnóstico y tratamiento de la deficiencia de vitamina D. Rev. chil. nutr. 2009 Sep; 36(3): 269-277. Disponible en: <https://cutt.ly/nvwJ1nX>
10. López D, Méndez L, Guagnelli M, Clark P. Deficiencia de vitamina D en la edad pediátrica. Una oportunidad de prevención. Bol. Med. Hosp. Infant. Mex. 2015 Ago; 72(4):225-234. Disponible en: <https://cutt.ly/uvwJ7yq>
11. Zuluaga E, Alfaro V, Balthazar G, et al. Vitamina D: nuevos paradigmas. Medicina & Laboratorio. 2011;17(05-06):211-246.
12. Querales MI, Rojas S, Cruces M, Sánchez L. Deficiencia de vitamina D:



- ¿Factor de riesgo de síndrome metabólico? Rev. Méd. Chile. 2010 Oct; 138(10):1312–1318. Disponible en: <https://cutt.ly/hvwKtQi>
13. Alonso López, C., Ureta Velasco, N., Pallás Alonso, CR., Grupo PrevInfad. Vitamina D profiláctica. Pediatría Atención Primaria. 2010; XII(47):495-510. Disponible en: <https://cutt.ly/qvwKaP3>
 14. De Oliveira V, Muller G, Dutra E, Daniele B, Zirbes G. Influencia de la vitamina D en la salud humana. Acta Bioquim Clin Latinoam. 2014;48(3):329–37.
 15. Pascual A, Torrejón M. La vitamina D y sus efectos “no clásicos.” Rev Esp Salud Publica. 2012;86(5):453–9.
 16. Amado C, García M, Fariñas M, Amado J. Antibióticos humanos modulados por calcitriol: Nuevos aspectos fisiopatológicos de la hipovitaminosis D. Endocrinol y Nutr. 2016;63(2):87–94.
 17. Vargas D, Rodríguez D. Efectividad en la suplementación con omega 3 (Pescado) y vitamina D durante el periodo gestacional para la prevención de diversas alergias en el lactante de 0-1 año de edad. Enfermería actual en Costa Rica. 2017;(34).
 18. Rodríguez A, Galán I, Fernández A, Navarrete E, Espada M, Vioque J, et al. Prevalencia de deficiencia e insuficiencia de vitamina D y factores asociados en mujeres embarazadas del norte de España. Nutr Hosp. 2015;31(4):1633–40.
 19. Norma oficial Mexicana 051. Nom-051-Scfi/Ssa1-2010. Statew Agric L Use Baseline 2015. 2020;1:37. Disponible en: <https://cutt.ly/zvwKzqq>
 20. Serrano N, Gamboa E, Domínguez C, Vesga A, Serrano S, Quintero D. Vitamina D y riesgo de pre-eclampsia: Revisión sistemática y meta-análisis. Biomedica. 2018;38:1–37.
 21. González J, Sánchez B, Tarilonte M, Castellanos L, Llamas J, López F, et al. Anomalías y displasias dentarias de origen genético-hereditario. Av Odontoestomatol. 2012;28(6):287–301.
 22. Halty D, Caggiani M. Raquitismo vitamina D dependiente tipo I.



- 2006;77(2):159–66.
23. Velásquez L, Medeiros M. Raquitismos hipofosfatémicos hereditarios. Bol Med Hosp Infant Mex. 2013;70(6):421–31. Disponible en: <https://cutt.ly/svwLes2>
 24. Godina G, Belmont F. Características dentales del raquitismo hipofosfatémico: Reporte de un caso. Rev odontológica Mex. 2013;17(2):103–10. Disponible en: <https://cutt.ly/mvwLjDB>
 25. Rocha R. A. Diagnóstico diferencial del raquitismo hipocalcémico. Caso clínico. Rev Chil Pediatr. 2013;84(6):672–80.
 26. Cortázar A. Manifestaciones bucales de enfermedades endocrinas y metabólicas. Tesis Licenciatura Univ Guayaquil Fac Pilot Odontol. 2016;1–86.
 27. Luis J, Mendoza R. Las vitaminas y su uso en estomatología Vitamins and their use in stomatology. Arch Médico. Camagüey, Cuba. 1997;1. Disponible en: <https://cutt.ly/hvwLGGU>
 28. Bordoni N, Escobar A, Castillo R. Odontología Pediátrica: La salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual. 1ª ed. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana, 2011. 733-770.