

Vitamin d and its impact on the immune system

Vitamina d y su impacto en el sistema inmunológico

Autores:

Merchán-Villafuerte, Karina Maricela
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
PhD, Docente titular carrera Laboratorio Clínico
Facultad Ciencias de la salud
Jipijapa – Ecuador



karina.merchan@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-8059-7518>

Valdiviezo-Pinargote, Joselyn Anahí
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Estudiante
Jipijapa – Ecuador



valdiviezo-joselyn3823@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0001-5670-9559>

Vera-López, Marco Miguel
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Estudiante
Jipijapa – Ecuador



vera-marco3021@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0001-9698-9188>

Fechas de recepción: 01-mes-2024 aceptación: 15-mes-2024 publicación: 15-mes-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>

Resumen

La vitamina D (Vit-D), hormona secoesteroide que es de vital importancia en la regulación del sistema endocrino. Regula principalmente la homeostasis del calcio y el metabolismo del fosfato y, junto con la hormona paratiroidea (PTH), contribuye a la mineralización del hueso esquelético. La versión fisiológicamente activada de la vitamina D también promueve una condición inmunológica tolerogénica además de modular las respuestas de las células inmunes innata y adquirida. Según varios estudios recientes, este importante micronutriente desempeña un papel complejo en numerosas vías bioquímicas del sistema inmunológico y en los trastornos asociados a ellas. Se realizó un estudio de revisión sistemática que utilizó bases de datos confiables tales como, ScieELO, PudMed, Medigraphic, Redalyc, Dialnet, Elsevier y buscadores como Google académico con artículos actuales de los últimos 5 años en idiomas español, e inglés y portugués, utilizando operadores booleanos como AND y OR, considerando criterios de inclusión y exclusión. La vitamina D a través de los hallazgos más relevantes determina una relación positiva de mantener los niveles apropiados y la salud ósea e inmune, demostrando que un déficit presenta riesgos mayores de padecer infecciones inmunitarias, debido a los mecanismos que tienen efectos en la regulación de la respuesta inmune.

Palabras clave: estrategia; gestión; heurística vitamina d; sistema inmunológico; salud; metabolismo; impacto

Abstract

Vitamin D (Vit-D), a secosteroid hormone that is of vital importance in the regulation of the endocrine system. It mainly regulates calcium homeostasis and phosphate metabolism and, together with parathyroid hormone (PTH), contributes to skeletal bone mineralization. The physiologically activated version of vitamin D also promotes a tolerogenic immune condition in addition to modulating innate and acquired immune cell responses. According to several recent studies, this important micronutrient plays a complex role in numerous biochemical pathways of the immune system and the disorders associated with them. A systematic review study was carried out that used reliable databases such as ScieELO, PudMed, Medigraphic, Redalyc, Dialnet, Elsevier and search engines such as Google academic with current articles from the last 5 years in Spanish, English and Portuguese, using Boolean operators such as AND and OR, considering inclusion and exclusion criteria. Vitamin D, through the most relevant findings, determines a positive relationship between maintaining appropriate levels and bone and immune health, demonstrating that a deficiency presents greater risks of suffering from immune infections, due to the mechanisms that have effects on the regulation of vitamin D. immune response.

Keywords: vitamin d; immune system; health; metabolism; impact

Introducción

Los niveles insuficientes de vitamina D representan un problema extendido a nivel global, causado por diversos factores, entre los que destaca la limitada exposición a los rayos solares (1).

Numerosos países en el mundo experimentan una alta incidencia de carencia de esta vitamina. Se considera que este déficit generalizado podría atribuirse a factores ambientales, como la exposición solar, la dieta y el sobrepeso, así como a influencias genéticas y la interacción entre factores ambientales y genéticos. De hecho, el padecimiento de obesidad se vincula con bajos niveles de vitamina D (2).

La principal vía de obtención de esta vitamina es mediante la exposición directa a la luz natural del sol. Por tanto, la mayor prevalencia de insuficiencia de vitamina D en adolescentes con obesidad podría relacionarse con un estilo de vida más sedentario, con menor movilidad y participación en actividades al aire libre, lo que conlleva una falta de exposición solar adecuada (3).

Según Rivero y col. La vitamina D no sólo interviene en la regulación del metabolismo del calcio y el fósforo, sino que también actúa como una hormona que regula el sistema inmunológico. Aproximadamente el 80% de su producción ocurre internamente, iniciando en la piel mediante la exposición a los rayos ultravioleta, los cuales convierten el 7-dehidrocolesterol en vitamina D. El 20% restante proviene de fuentes externas, como la dieta y los suplementos (4).

El sistema inmunitario (SI), conformado por el sistema inmune innato (SII) y el sistema inmune adaptativo (SIA), tiene como función principal proteger al organismo frente a agresiones externas provocadas por microorganismos, alérgenos y agentes tóxicos. El SII constituye la primera línea de defensa del cuerpo y actúa a través de mecanismos preexistentes que se activan de manera rápida (en las primeras horas) y poco específica, haciendo que el organismo responda de igual forma ante diferentes estímulos agresores, sin distinguir sutilezas entre ellos. Por otro lado, el SIA es específico para distintas moléculas (antígenos) y se diferencia del SII en que mejora su capacidad defensiva frente a exposiciones sucesivas (5).

Diversos estudios revelan que el mantenimiento de cantidades óptimas de diferentes nutrientes es esencial para garantizar la síntesis de distintos factores y mediadores de este sistema. Entre los nutrientes y compuestos bioactivos de mayor interés destacan las vitaminas A, B6, B12, C, D, E, ácido fólico (B9) y biotina (B7) (6).

Numerosas revisiones resaltan la relevancia de la vitamina D (VD) en la reducción del riesgo de infecciones causadas por diversos microorganismos. También se ha documentado que la deficiencia de este micronutriente afecta negativamente la respuesta inmune frente a patógenos (7).

Entre las enfermedades infecciosas, cabe destacar que el resfriado común es la infección más frecuente en la población general, mientras que una de las más peligrosas y que se ha visto influenciada por la acción de la vitamina D es la tuberculosis. La vitamina D regula la respuesta de los monocitos ante infecciones bacterianas, especialmente de bacilos, a través



de la expresión de catelicidinas, que promueven la autofagia. Asimismo, los monocitos liberan interleucina 1, que actúa sobre los linfocitos B y T. Por ello, se ha sugerido que la vitamina D tiene acción no solo antimicrobiana contra la tuberculosis, sino también contra infecciones causadas por la lepra (8).

La Vitamina D desempeña un papel trascendental en el metabolismo óseo y mineral mediante la regulación de la absorción intestinal, la excreción renal de calcio y fósforo, y la resorción ósea. Participa en procesos antiinflamatorios e inmunomoduladores. El receptor de la Vitamina D se expresa en células del sistema inmunológico como monocitos, macrófagos, linfocitos B y T, y células dendríticas. Se ha descrito su participación en procesos como la inhibición de la proliferación celular cancerosa, efectos sobre la secreción hormonal, supresión de la proliferación de células T y la modulación de ciertas citocinas. Por tanto, es crucial para la inmunidad innata y adquirida, revistiendo importancia en procesos patológicos como enfermedades infecciosas e inmunológicas (9).

Al unirse a un Receptor Nuclear, la Vitamina D ejerce efectos expresados en varias células inmunitarias, con altos niveles en células dendríticas (presentadoras de antígenos), macrófagos y linfocitos T (CD4+ y CD8+) y B. Como hormona esteroide, puede atravesar las membranas lipídicas e interactuar directamente con su receptor nuclear. Los mecanismos propuestos mediante los cuales la Vitamina D ejerce su efecto en el sistema inmunitario incluyen la activación de péptidos antimicrobianos y la inducción de la autofagia por parte de las células del huésped, además de su capacidad para regular la respuesta inmune (10).

En su forma activa la vitamina D, inhibe el INF- γ , y la IL-2. Además, debido a su capacidad de disminuir la estimulación de linfocitos Th1, reduce la producción de otras citocinas proinflamatorias como: IL-6, IL-8, IL-17 e IL-12. Un aspecto importante es que casi la totalidad de las células del sistema inmune presentan el receptor de la VitD (RVD). Con relación a la Vit-D en la inmunidad adaptativa se realiza por supresión de las respuestas mediadas por células T helper tipo 1 (Th1), reduciendo la producción de las citoquinas proinflamatorias como interleucina-2 (IL-2) e INF gama-18. Asimismo, promueve la producción de citoquinas antiinflamatorias por las células Th2, colaborando con la inhibición de Th1, y la inducción de células regulatorias T (10).

Descrito lo anterior se planteó las siguientes interrogantes.

¿Existe una correlación entre los niveles de vitamina D y la eficacia del sistema inmunológico en individuos saludables, evaluada a través de la medición de marcadores específicos de la función inmune? ¿Qué relación guarda la vitamina D con la susceptibilidad a infecciones? ¿Cuáles son los mecanismos moleculares que explican cómo la vitamina D afecta a las células clave del sistema inmunitario?

La investigación fue viable debido a la disponibilidad de talento humano, recursos materiales, tecnológicos y científicos necesarios para desarrollar y ejecutar el estudio propuesto.

Material y métodos

Tipo de estudio

La presente investigación se clasifica como un estudio documental de tipo descriptivo.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

Se incluyeron investigaciones disponibles en texto completo de forma gratuita, ya sean estudios de revisión, originales, metaanálisis o casos clínicos, publicados en idiomas español, inglés y portugués.

Criterios de exclusión

Fueron excluidos aquellos artículos que no contaban con una versión completa y gratuita, tesis, monografías, cartas al editor, blogs, guías clínicas, resúmenes o actas de simposios, congresos, así como artículos de investigación con más de cinco años desde su publicación.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda exhaustiva de información empleando diversos filtros, como fechas de publicación, idiomas y tipos de artículos. Se utilizaron operadores booleanos "and" "or" en buscadores científicos de datos confiables tales como ScieELO, PubMed, Medigraphic, Redalyc, Dialnet, Elsevier y Google Académico. Para la búsqueda se implementaron los términos clave: Vitamina D, sistema inmunológico, impacto, factores de riesgo y susceptibilidad.

Consideración ética de los investigadores

En la redacción del contenido se siguieron las normas de citación Vancouver, tomando en cuenta las guías de citación y parafraseo de la teoría consultada. Se ingresaron correctamente las fuentes referenciales con todos los datos indicados en los artículos, respetando la categoría de información encontrada en las bases de datos científicas.

Resultados

O.E. 1. Relación entre los niveles de vitamina D y la función inmunológica.

Autor (es)	Año	País	Relación
Bishop, E y col. (1)	2020	Reino Unido	la actividad de los macrófagos, las células T y las células B
Martens, P y col. (2)	2020	Bélgica	modulador del sistema inmunológico
Bui, L y col. (3)	2021	Estados Unidos	activación y diferenciación de las células B y T
Sirbe, C y col. (4)	2022	Rumania	producción de catelicidinas que se adhieren a las membranas microbianas para eliminar bacterias y hongos
Bychinin, M y col. (5)	2022	Rusia	la actividad de los macrófagos, las células T y las células B
Dong, H y col. (6)	2022	Reino Unido	modulador del sistema inmunológico
Tanislaus, A y col. (7)	2022	Reino Unido	activación y diferenciación de las células B
Soltani, M y col. (8)	2022	Irán	Porcentaje de T CD4 + y T CD8 + aumentado
Daryabor, G y col. (9)	2023	Irán	Diferenciación, maduración, metabolismo y respuesta de las células inmunitarias a citocinas y quimiocinas
Gallo, D y col. (10)	2023	Italia	inhibe la activación y diferenciación de las células B en células plasmáticas e induce la apoptosis de las células B activadas y la síntesis de inmunoglobulinas

Análisis de tabla: La vitamina D es conocida principalmente por su papel en la salud ósea, pero también desempeña un papel crucial en el sistema inmunológico, de acuerdo con los estudios analizados la vitamina D es conocida principalmente por su papel en la salud ósea, pero también desempeña un papel crucial en el sistema inmunológico, al mismo tiempo participa en la actividad de los macrófagos, las células T y las células B, inhibe la activación y diferenciación de las células B en células plasmáticas e induce la apoptosis de las células B activadas y la síntesis de inmunoglobulinas y en la producción de catelicidinas que se adhieren a las membranas microbianas para eliminar bacterias y hongos

O.E.2. Relación entre la vitamina D y la susceptibilidad a infecciones.

Autor (es)	Año	País	Relación	Susceptibilidad
García y col. (11)	2019	México	Desempeña un papel importante en la patogénesis de diversas enfermedades inflamatorias de la piel. La suplementación con vitamina D en madres embarazadas reduce el riesgo de sibilancias y asma en el feto, y en niños con asma mejora el curso de la enfermedad.	Infección dérmica
Abara Selim (12)	2019	Chile	La vitamina D aumenta la resistencia a las infecciones virales y ayuda a prevenir los síntomas de las infecciones más graves.	Infecciones respiratorias asmáticas
López y col. (13)	2020	Colombia	Bajos niveles de vitamina D se han asociado a un mayor riesgo de morir a causa de la COVID-19.	Infección respiratoria COVID-19
Morales y Álvarez (14)	2020	Cuba	La vitamina D juega un papel protector en la salud intestinal.	Infección respiratoria COVID-19
Guijoza y Campos (15)	2020	México	La vitamina D reduce la producción de citoquinas inflamatorias como IL-2 e interferón gamma.	Enfermedad inflamatoria intestinal
Mansur y col. (16)	2020	Argentina	La vitamina D es un elemento clave en la regulación de las respuestas inmunes.	Infección respiratoria COVID-19
Pedreñez y col. (17)	2021	Ecuador	La vitamina D juega un papel importante en el sostenimiento de la integridad epitelial de la mucosa nasal	Infecciones respiratorias alérgicas

Las enfermedades

Horta y col. (19)	2021	Chile	inflammatorias intestinales se asocian con malabsorción intestinal y niveles insuficientes de vitamina D. La deficiencia de vitamina D confiere susceptibilidad a	Enfermedad inflamatoria intestinal
Ruiz y col. (20)	2023	Chile	contraer infección tuberculosa al alterar la respuesta inmune innata.	Infección por Mycobacterium tuberculosis

Análisis de tabla: De acuerdo a las investigaciones obtenidas, se logró determinar que las infecciones que se pueden contraer a causa de la deficiencia de vitamina D son: Las infecciones dérmicas, las cuales se relacionan porque toman importancia en la patogénesis de enfermedades inflamatorias de la piel. Las infecciones intestinales, estas se relacionan con la vitamina D ya que sirven como protector en la salud intestinal. Por último, las infecciones respiratorias a causa de asma, tuberculosis, alergias y COVID-19 que fueron las más relevantes se relacionan con la vitamina D porque es un elemento clave en la regulación de las respuestas inmunes.

O.E.3. Mecanismos mediante los cuales la vitamina D modula la respuesta inmune.

Autor (es)	Año	País	Mecanismos
Bin, E y col. (21)	2021	Corea del Sur	regulación positiva de las citocinas proinflamatorias
Wang, S y col. (22)	2021	China	Regulación negativa de la expresión de la unión al receptor de vitamina D
Ao, T y col. (23)	2021	Japón	Regulación negativa de la expresión de la unión al receptor de vitamina D
Ricci, A y col. (24)	2021	Italia	Respuestas inflamatorias comprometidas y una mayor afectación pulmonar en pacientes afectados por COVID-19. Afectación de los marcadores inflamatorios
Bin, E y col. (21)	2021	Corea del Sur	regulación positiva de las citocinas proinflamatorias
Khashim, F y col. (25)	2021	Arabia Saudita	Alteración de las vías moleculares que regulan la inmunidad y provocar trastornos autoinmunes y un mayor riesgo de infecciones y/o su progresión.

Sanlier, N y col. (26)	2022	Turquía	El número y la actividad de Treg disminuyen y la incidencia de enfermedades autoinmunes aumenta
Aygun, H. (27)	2022	Turquía	Función deteriorada de las células T y citocinas
Konuksever, D y col. (28)	2022	Turquía	Afectación de los marcadores inflamatorios.
Sirbe, C y col. (29)	2022	Rumania	Alteración de las vías moleculares que regulan la inmunidad y provocar trastornos autoinmunes
Ghaseminejad, A y col. (30)	2023	Irán	Alteración de las vías moleculares que regulan la inmunidad

Análisis de tabla: Se evidencio que la vitamina D afecta a las células clave del sistema inmunológico, como los linfocitos T y las células dendríticas, a través de mecanismos moleculares específicos, como lo son: Alteración de las vías moleculares que regulan la inmunidad, afectación de los marcadores inflamatorios, regulación negativa de expresión de la unión al receptor de vitamina D y respuestas inmunes comprometidas, en conjunto, estos mecanismos moleculares específicos ilustran cómo la vitamina D influye en las células inmunológicas y, en última instancia, en la función del sistema inmunológico. Su comprensión es fundamental para apreciar el papel crucial que desempeña la vitamina D en la regulación de la inmunidad.

Discusión

La vitamina D es un nutriente esencial que desempeña un papel crucial en el mantenimiento de la homeostasis del calcio, el fósforo y la salud ósea. Además, actúa como un inmunomodulador, influyendo tanto en el sistema inmunitario innato como en el adaptativo para combatir agentes patógenos. Los ensayos clínicos han resaltado la importancia de mantener los niveles de vitamina D dentro del rango normal, ya que niveles séricos bajos de 25(OH) D se correlacionan con diversos trastornos relacionados con el sistema inmunológico, incluyendo enfermedades autoinmunes (41).

En relación con el primer objetivo "relación entre los niveles de vitamina D y la función inmunológica", Martens y col., en su estudio del año 2020 sobre "El efecto de la vitamina D sobre la función inmune" concluyeron que existe una relación innegable entre la vitamina D y el sistema inmunitario. En cuanto a los estudios in vitro, existe abundante evidencia de un papel fisiológico del sistema de la vitamina D en la regulación inmunológica, y se puede observar una modulación inmune al exponer las células inmunitarias a dosis farmacológicas de metabolitos de la vitamina D (42). Sanlier y Guney en el año 2021, en un estudio de revisión "La vitamina D, el sistema inmunológico y su relación con las enfermedades",

manifiestan, de acuerdo con los resultados de su búsqueda, que la vitamina D resulta eficaz para la regulación de la secreción hormonal, las funciones inmunológicas y la proliferación y diferenciación celular. Su papel como modulador inmunológico se fundamenta en la presencia de receptores en numerosas células inmunitarias y la síntesis de su metabolito activo a partir de estas células. La vitamina D, un modulador del sistema inmunitario, inhibe la proliferación celular y estimula la diferenciación celular. Un número considerable de enfermedades del sistema inmunológico, que abarcan trastornos autoinmunes y enfermedades infecciosas, pueden ocurrir debido a niveles bajos de vitamina D en suero (43).

En lo que respecta al segundo objetivo “Relación entre vitamina D y la susceptibilidad a infecciones”, Taha y col., en el año 2021, en su investigación sobre “La relación entre la vitamina D y las infecciones, incluido el COVID-19: ¿alguna esperanza?” proponen, de acuerdo con lo investigado, que la vitamina D podría tener un papel potencial en la patogenicidad, la presentación clínica, el pronóstico, las complicaciones y el tratamiento de varias enfermedades. Además de su conocido papel en el metabolismo del calcio, la vitamina D regula tanto la inmunidad innata como la adaptativa y, posteriormente, modula las respuestas inmunitarias inflamatorias antivirales y antibacterianas (44). Tamoka Ao y col., en el año 2021, en un estudio de revisión bibliográfica sobre “Los efectos de la vitamina D sobre el sistema inmunológico y las enfermedades inflamatorias”, indican que la vitamina D actúa directamente sobre las células inmunitarias, las cuales desempeñan un rol clave en las enfermedades autoinmunes. Los estudios clínicos han demostrado que la deficiencia de vitamina D está relacionada con la morbilidad en enfermedades infecciosas y la aparición o progresión de enfermedades autoinmunes, como artritis reumatoide, lupus eritematoso sistémico y esclerosis múltiple. La suplementación con vitamina D se ha utilizado para proteger o tratar algunas enfermedades inflamatorias; sin embargo, su eficacia aún no está claramente establecida (45). Bui Linda y col., en el año 2021 en una investigación sobre “Regulación de la vitamina D del sistema inmunológico y sus implicaciones para COVID-19: una mini revisión, afirman que la vitamina D ha demostrado propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias. Mientras que el SARS-CoV-2 promueve la liberación de citocinas proinflamatorias, la vitamina D atenúa la liberación de al menos algunas de estas mismas moléculas (46). Para B. Gibbons y col., en el año 2022, en su investigación sobre “Asociación entre la suplementación con vitamina D y la infección y mortalidad por COVID-19”, demostraron que los reabastecimientos de vitamina D2 y D3 se asociaron con reducciones en la infección por COVID-19 del 28% y el 20%, respectivamente. La mortalidad dentro de los 30 días posteriores a la infección por COVID-19 fue igualmente un 33% menor con vitamina D3 y un 25% menor con D2. Varios estudios han evidenciado que la deficiencia de vitamina D se asocia con un mayor riesgo de infección por COVID-19. Sin embargo, se desconoce si el tratamiento con vitamina D puede reducir el riesgo asociado de infección por COVID-19 (48).

Y como tercer objetivo “Mecanismo mediante los cuales la vitamina D modula la respuesta inmune”, Khashim y col., en el año 2021 en su estudio sobre “Mecanismos moleculares de

inmunomodulación mediada por vitamina D”, presentan las acciones inmunes de la vitamina D con antecedentes sobre el metabolismo óseo y el equilibrio calcio-fósforo, teniendo la señalización VDR en el centro. Destacan el potencial inmunosupresor de la vitamina D a través de su participación en varios niveles del sistema inmunológico, restaurando el equilibrio inmunológico en condiciones asociadas con la desregulación inmune. La expresión de VDR en linfocitos activados y la acción posterior del metabolito bioactivo calcitriol en respuesta a antígenos específicos es indicativa del potencial inmunomodulador de la vitamina D. La expresión de VDR en células inmunes como los linfocitos B y T y su síntesis de vitamina D activa también permiten la regulación local de la respuesta inmune (47). Daryabor y col., en el año 2023, en un estudio bibliográfico sobre “Una revisión del papel fundamental del eje de la vitamina D en el sistema inmunológico”, manifiestan que el receptor de la vitamina D (VDR) se expresa en células inmunitarias como células dendríticas, monocitos/macrófagos, neutrófilos, células B y células T. Además, estas células inmunitarias son capaces de metabolizar la forma activa de la vitamina D, lo que significa que pueden modular el sistema inmunitario de forma tanto paracrina como autocrina. La proteína transportadora de vitamina D (DBP), que regula los niveles y la homeostasis de la vitamina D, es otra molécula clave capaz de modular el sistema inmunológico (49). Mientras Chaseminejad y col., en el año 2023 en un estudio bibliográfico sobre “Acciones inmunomoduladoras de la vitamina D en diversos trastornos relacionados con el sistema inmunológico: una revisión exhaustiva” expresan que las investigaciones han puesto en evidencia una sólida vinculación entre la vitamina D y los sistemas inmunitarios innato y adaptativo, lo que sugiere que niveles deficientes de vitamina D podrían contribuir a la desregulación de la respuesta inmunológica. No obstante, en los últimos años, la función precisa de las vías alternativas de la vitamina D y su receptor aún no ha sido dilucidada de manera suficiente (50).

De acuerdo a los objetivos planteados en este estudio se analizaron variables fundamentales acerca de “Vitamina D y su impacto en el sistema inmunológico” como la relación entre los niveles de vitamina D, función inmunológica y susceptibilidad a infecciones, y los mecanismo mediante los cuales la vitamina D modula la respuesta inmune.

Conclusiones

La vitamina D desempeña un papel crucial en la regulación del metabolismo del calcio y el fósforo, además de intervenir en el sistema inmunológico, muscular y cardiovascular. Los niveles deficientes de esta vitamina incrementan el riesgo de padecer osteoporosis, enfermedades autoinmunes y ciertos tipos de cáncer, entre otras afecciones.

El organismo humano requiere de ciertas vitaminas para fortalecer su sistema inmunitario. En este sentido, la vitamina D actúa sobre el sistema inmune innato, aumentando la capacidad antimicrobiana de monocitos y macrófagos. Asimismo, en el sistema inmune adaptativo,

exhibe respuestas a través de las células T reguladoras, encargadas de "controlar" y disminuir el riesgo de progresión a trastornos inmunológicos.

Las vitaminas y minerales son nutrientes indispensables para el adecuado funcionamiento del organismo humano. Los resultados obtenidos revelan que las personas con carencia de vitamina D presentan un mayor riesgo de contraer infecciones cutáneas, respiratorias, intestinales, trastornos autoinmunes, ciertos tipos de cáncer e incluso endocrinopatías.

La vitamina D exhibe un interés inmunológico en las células clave del sistema, a través de mecanismos moleculares. Su insuficiencia permite la aparición de infecciones relevantes debido a alteraciones en las vías moleculares, afectación de marcadores inflamatorios, comprometimiento de las respuestas inmunes, entre otros mecanismos influyentes en el sistema inmunológico.

En conclusión, la vitamina D reviste una importancia esencial para las funciones corporales, desde el ámbito óseo hasta el sistema inmunitario. Presentar deficiencia de este nutriente puede acarrear graves consecuencias para la salud. Es necesario mantener niveles adecuados mediante la exposición a la luz solar, una dieta balanceada y, posiblemente, el uso de suplementos con fines preventivos.

Referencias bibliográficas

1. Nobrega J, Messina A. Trabajo a turnos y vitamina D. Archivos de Prevención de Riesgos Laborales. 2024 enero; 26(4).
2. de Luis D, Izaola O, Primo D, al e. Asociación entre la variante genética en la vía de la vitamina D (rs2282679), los niveles circulantes de 25-hidroxivitamina D, la resistencia a la insulina y los criterios del síndrome metabólico. Nutrición Hospitalaria. 2024 4 de marzo; 40(6).
3. Dura T, Gallinas F. Deficiencia de vitamina D en adolescentes con obesidad: ¿metabolismo alterado o factores ambientales? Nutrición Hospitalaria. 2023 septiembre; 40(5).
4. Rivero D, Lopez A, al e. Vitamina D y alergia respiratoria: estado del arte. Revista alergia México. 2022 marzo; 69(1).
5. Bermejo Lopez L, Loria Kohen V. Importancia de la nutrición en la defensa inmunitaria. Papel de la leche y sus componentes naturales. Nutrición Hospitalaria. 2021 noviembre; 38(2).
6. Lopez Sobaler A, al e. Importancia de la nutrición en la defensa inmunitaria. Papel de la leche y sus componentes naturales. Nutrición Hospitalaria. 2021; 38.

7. Armando D, Plazas M, Poveda E. Vitamina D, sus posibles efectos en la función inmune y la respuesta ante la COVID-19: una revisión sistemática exploratoria. *Revista de nutricion clinica y metabolismo*. 2021 marzo.
8. Gomez Piña J. Función de la vitamina D en la prevención de enfermedades. *Med Int Mex*. 2020 febrero; 36(1).
9. Yanez Chicaiza E, Galarza Galarza C. Vitamina D: Una terapia coadyuvante en el manejo de covid-19. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de la Salud. SALUD Y VIDA*. 2024 enero; 8(15).
10. Aygun H. Vitamin D may protect against multiple organ damage caused by COVID-19. *Bratisl Med J*. 2020; 121(12).
11. Daryabor G. A review of the critical role of vitamin D axis on the immune system. *Experimental and Molecular Pathology*. 2023.
12. Gallo D, Baci D, Kustrimovic N, Lanzo N. How Does Vitamin D Affect Immune Cells Crosstalk in Autoimmune Diseases? *Int. J. Mol. Sc*. 2023.
13. Sîrbe , Rednic , Grama , Lucian. An Update on the Effects of Vitamin D on the Immune System and Autoimmune Diseases. *Int. J. Mol. Sci*. 2022; 23(17).
14. Bychinin , Klypa , Mandel , Yusubalieva , Kolyshkina. Effect of vitamin D3 supplementation on cellular immunity and inflammatory markers in COVID-19 patients admitted to the ICU. *Scientific Reports*. 2022.
15. Dong H, Asmolovaite , Farnaud , Renshaw. Influence of vitamin D supplementation on immune function of healthy aging people: A pilot randomized controlled trial. *Front. Nutr*. 2022 November; 9.
16. Tanislaus , Santhanakrishnan K. Vitamin D supplementation and immune-related markers: an update from nutrigenetic and nutrigenomic studies. *British Journal of Nutrition*. 2022.
17. Soltani , Mahmoodpoor , Dolati , Shamekh , Valizadeh S. Serum levels of vitamin D and immune system function in patients with COVID-19 admitted to intensive care unit. *Gene Reports*. 2022 26.
18. Bellon A. Vitamin D regulation of the immune system. 2021 May.
19. Bishop , Ismailova A, Dimeloe , Hewison , White. Vitamin D and Immune Regulation: Antibacterial, Antiviral, Anti-Inflammatory. *JBMR Plus*. 2020: p. e10405.



20. Martens PJ, Gysemans , Verstuyf A, Mathieu*. Vitamin D's Effect on Immune Function. *Nutrients*. 2020; 12(5).
21. García Galaviz RA, Díaz González JM, Cano Aguilar LE, Domínguez Cherit J. Uso actual de la vitamina D en dermatología. *Medicina Cutánea Ibero-Latino-Americana*. 2019 Septiembre; XLVII(3).
22. López DF, Ríos Borrás V, Rivera DA, Hernández LR, Ortíz MA. Vitamina D: una estrategia profiláctica en tiempos del SARS-CoV-2. *Vitamina D, SARS-CoV-2 y odontología. Acta Odontológica Colombiana*. 2020 Octubre; X(1).
23. Ruiz Tagle C, Romero F, Naves R, Balcells ME. Niveles de vitamina D y catelicidina y susceptibilidad a la infección por *Mycobacterium tuberculosis*. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 2023 Octubre; XLI(8).
24. Pedreñeiz Santana AB, Muñoz Castelo NE, Tene Salcan DM, Robalino Congacha JG. Análisis del papel de la vitamina D en la defensa inmunitaria contra la COVID-19 en los adultos mayores. *Revista Virtual de la Sociedad Paraguaya de Medicina Interna*. 2021 Septiembre; VIII(2).
25. Morales Peralta E, Álvarez Fornaris MA. COVID-19: aspectos relacionados a la susceptibilidad genética y defectos congénitos. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*. 2020 Septiembre; XIX(5).
26. Abara S. Vitamina D y asma. *Neumología Pediátrica*. 2019 Diciembre; XIV(4).
27. Guijoza Guzmán GA, Campos Arroyo AG. Deficiencia de vitamina D ¿un factor de riesgo para la enfermedad inflamatoria intestinal? *Milenaria, Ciencia y arte*. 2020 Junio; IX(5).
28. Mansur JL, Tajer C, Mariani J, Inserra F, Ferder L, Manucha W. El suplemento con altas dosis de vitamina D podría representar una alternativa promisoriosa para prevenir o tratar la infección por COVID-19. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*. 2020 Diciembre; XXXII(6).
29. Rivero Yeverino D, López García AI, Caballero López CG, Ríos López JJ, Papaqui Tapia JS, Jordá Rodríguez EO, et al. Vitamina D y alergia respiratoria: estado del arte. *Revista alergia*. 2021 Noviembre; LXIX (1).
30. Horta G, Soto S, Labarca G. Hipovitaminosis D en población portadora de enfermedad inflamatoria intestinal del Sur de Chile. *Revista médica de Chile*. 2021 Marzo; CXLIX (3).

31. Ghaseminejad. Immunomodulatory actions of vitamin D in various immune-related disorders: a comprehensive review. *Front Immunol.* 2023; 14(950465).
32. Sanlier , Guney. Vitamin D, the immune system, and its relationship with diseases. *Egyptian Pediatric Association Gazette.* 2022; 70(39).
33. Aygun. Vitamin D can reduce severity in COVID-19 through regulation of PD-L1. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology.* 2022; 395: p. 487–494.
34. Konuksever D, Püren S, Bölük , Koçak. The association of vitamin D deficiency with hemogram-derived inflammatory biomarkers in children. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases.* 2022; 32(10).
35. Sîrbe C, Rednic S, Grama. An Update on the Effects of Vitamin D on the Immune System and Autoimmune Diseases. *Int. J. Mol. Sci.* 2022; 23(17).
36. Khashim , Imran , Nawaz H. Molecular Mechanisms of Vitamin D-Mediated Immunomodulation. *Galen Med J.* 2021.
37. Cho , Hwa , Kwon , Kim. Effects of Vitamin D and Dexamethasone on Lymphocyte Proportions and Their Associations With Serum Concentrations of 25-Hydroxyvitamin D3 In Vitro in Patients With Multiple Sclerosis or Neuromyelitis Optica Spectrum Disorder. *Front. Immunol.* 2021 Jul; 12.
38. Wang , Shen T, Xi B, Shen Z. Vitamin D affects the neutrophil-to-lymphocyte ratio in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Diabetes Investig.* 2021; 12(12).
39. Ao T, Kikuta J, Ishii M. Los efectos de la vitamina D sobre el sistema inmunológico y las enfermedades inflamatorias. *Biomoléculas.* 2021.
40. Ricci , Pagliuca , D’Ascanio M, Innammorato M, De Vitis. Circulating Vitamin D levels status and clinical prognostic indices in COVID-19 patients. *Respiratory Research.* 2021; 22(76).
41. Sirbe C, Rednic S, al e. Una actualización sobre los efectos de la vitamina D en el sistema inmunológico y las enfermedades autoinmunes. *MDPI.* 2022; 23(17).
42. Martens P, Gysemans C. Vitamin D’s Effect on Immune Function. *Nutrients.* 2020; 12(5).
43. Coskun M. La vitamina D, el sistema inmunológico y su relación con las enfermedades. *Gaceta de la Asociación Pediátrica Egipcia.* 2022 17 de octubre; 70(39).

44. Taha R, Abureesh S, al e. La relación entre la vitamina D y las infecciones, incluido el COVID-19: ¿alguna esperanza? *Int J Gen Med.* 2021; 14.
45. Tomoka A, Junichi K. Los efectos de la vitamina D sobre el sistema inmunológico y las enfermedades inflamatorias. *MDPI.* ; 11(11).
46. Bui L, Cortez A. Regulación de la vitamina D del sistema inmunológico y sus implicaciones para COVID-19: una mini revisión. *SABIO Med Abierto.* 2021 18 de mayo; 9.
47. Ali S, al e. Mecanismos moleculares de inmunomodulación mediada por vitamina D. *Galeno Med J.* 2021; 10.
48. Gibbons J, Norton E, al e. Asociación entre la suplementación con vitamina D y la infección y mortalidad por COVID-19. *scientific reports.* 2022 12 de noviembre; 12.
49. Daryabor G, Gholijani N. Una revisión del papel fundamental del eje de la vitamina D en el sistema inmunológico. *Elsevier.* 2023 agosto; 132-133.
50. Sharafi A, Ghaderi A, Ghaseminejad A, al e. Acciones inmunomoduladoras de la vitamina D en diversos trastornos relacionados con el sistema inmunológico: una revisión exhaustiva. *Inmunol frontal.* 2023; 14.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

