



ARTICULO REVISIÓN

Impacto de la vitamina D en la sensibilidad a la insulina y la homeostasis glucémica en pacientes con diabetes tipo 2

Impact of vitamin D on insulin sensitivity and glycemic homeostasis in patients with type 2 diabetes

Impacto da vitamina D na sensibilidade à insulina e na homeostase glicêmica em pacientes com diabetes tipo 2

Andrea Gabriela Moreno-Caballeros¹  , **Diego Ribaldo Torres-Santillán¹**  ,
Paulina Jazmín Escobar-Martínez¹ 

¹Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Ambato, Ecuador.

Recibido: 17 de diciembre de 2025

Aceptado: 18 de diciembre de 2025

Publicado: 19 de diciembre de 2025

Citar como: Moreno-Caballeros AG, Torres-Santillán DR, Escobar-Martínez PJ. Impacto de la vitamina D en la sensibilidad a la insulina y la homeostasis glucémica en pacientes con diabetes tipo 2. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2025 [citado: fecha de acceso]; 29(S1): e6999. Disponible en: <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/6999>

RESUMEN

Introducción: la diabetes tipo 2 constituye un problema de salud pública creciente, en el cual la vitamina D ha emergido como un posible modulador del metabolismo glucémico y de la sensibilidad a la insulina.

Objetivo: describir el papel de la vitamina D en la homeostasis glucémica y la resistencia a la insulina en pacientes con diabetes tipo 2.

Métodos: se desarrolló una revisión bibliográfica mediante la búsqueda de fuentes provenientes de diferentes bases de datos. Se desarrolló una identificación y selección de aquellas que cumpliesen los criterios de selección, procediéndose al análisis de aquellas que permitían un abordaje exhaustivo y adecuado del tema.

Desarrollo: los estudios analizados muestran que niveles bajos de 25-hidroxivitamina D se asocian con mayor resistencia a la insulina, peor control glucémico y mayor riesgo de progresión de prediabetes a diabetes tipo 2. Las células beta pancreáticas expresan receptores de vitamina D, lo que sugiere un efecto directo sobre la secreción de insulina. Además, la vitamina D presenta propiedades antiinflamatorias que podrían mitigar la inflamación crónica vinculada a obesidad y síndrome metabólico. Sin embargo, los resultados sobre suplementación son heterogéneos, influenciados por diferencias metodológicas, dosis utilizadas y técnicas analíticas empleadas para la medición de vitamina D.

Conclusiones: la vitamina D podría desempeñar un papel protector en la diabetes tipo 2 al mejorar la sensibilidad a la insulina y la función pancreática. No obstante, la evidencia actual es inconclusa, lo que justifica la necesidad de estudios estandarizados que permitan establecer recomendaciones clínicas claras.

Palabras clave: Diabetes Mellitus Tipo 2; Homeostasis; Resistencia a la Insulina; Vitamina D.

ABSTRACT

Introduction: type 2 diabetes represents a growing public health problem, in which vitamin D has emerged as a potential modulator of glucose metabolism and insulin sensitivity.

Objective: to describe the role of vitamin D in glycemic homeostasis and insulin resistance in patients with type 2 diabetes.

Methods: a literature review was conducted through the search of sources from different databases. Studies meeting the selection criteria were identified and selected, followed by an analysis of those that allowed for a comprehensive and adequate approach to the topic.

Development: the analyzed studies show that low levels of 25-hydroxyvitamin D are associated with greater insulin resistance, poorer glycemic control, and an increased risk of progression from prediabetes to type 2 diabetes. Pancreatic beta cells express vitamin D receptors, suggesting a direct effect on insulin secretion. In addition, vitamin D exhibits anti-inflammatory properties that could mitigate the chronic inflammation linked to obesity and metabolic syndrome. However, results regarding supplementation are heterogeneous and influenced by methodological differences, doses used, and analytical techniques employed to measure vitamin D levels.

Conclusions: vitamin D may play a protective role in type 2 diabetes by improving insulin sensitivity and pancreatic function. Nevertheless, the current evidence remains inconclusive, justifying the need for standardized studies that allow the establishment of clear clinical recommendations.

Keywords: Diabetes Mellitus, Type 2; Homeostasis; Insulin Resistance; Vitamin D.

RESUMO

Introdução: o diabetes tipo 2 constitui um problema crescente de saúde pública, no qual a vitamina D tem emergido como um possível modulador do metabolismo glicêmico e da sensibilidade à insulina.

Objetivo: descrever o papel da vitamina D na homeostase glicêmica e na resistência à insulina em pacientes com diabetes tipo 2.

Métodos: foi desenvolvida uma revisão bibliográfica mediante busca de fontes provenientes de diferentes bases de dados. Realizou-se a identificação e seleção daquelas que cumpriam os critérios de inclusão, procedendo-se à análise das que permitiam um enfoque exaustivo e adequado do tema.

Desenvolvimento: os estudos analisados mostram que níveis baixos de 25-hidroxivitamina D associam-se a maior resistência à insulina, pior controle glicêmico e maior risco de progressão de pré-diabetes para diabetes tipo 2. As células beta pancreáticas expressam receptores de vitamina D, o que sugere um efeito direto sobre a secreção de insulina. Além disso, a vitamina D apresenta propriedades anti-inflamatórias que poderiam mitigar a inflamação crônica vinculada à obesidade e ao síndrome metabólico. No entanto, os resultados sobre suplementação são heterogêneos, influenciados por diferenças metodológicas, doses utilizadas e técnicas analíticas empregadas para a medição da vitamina D.

Conclusões: a vitamina D poderia desempenhar um papel protetor no diabetes tipo 2 ao melhorar a sensibilidade à insulina e a função pancreática. Contudo, a evidência atual é inconclusiva, o que justifica a necessidade de estudos padronizados que permitam estabelecer recomendações clínicas claras.

Palavras-chave: Diabetes Mellitus Tipo 2; Homeostase; Resistência à Insulina; Vitamina D.

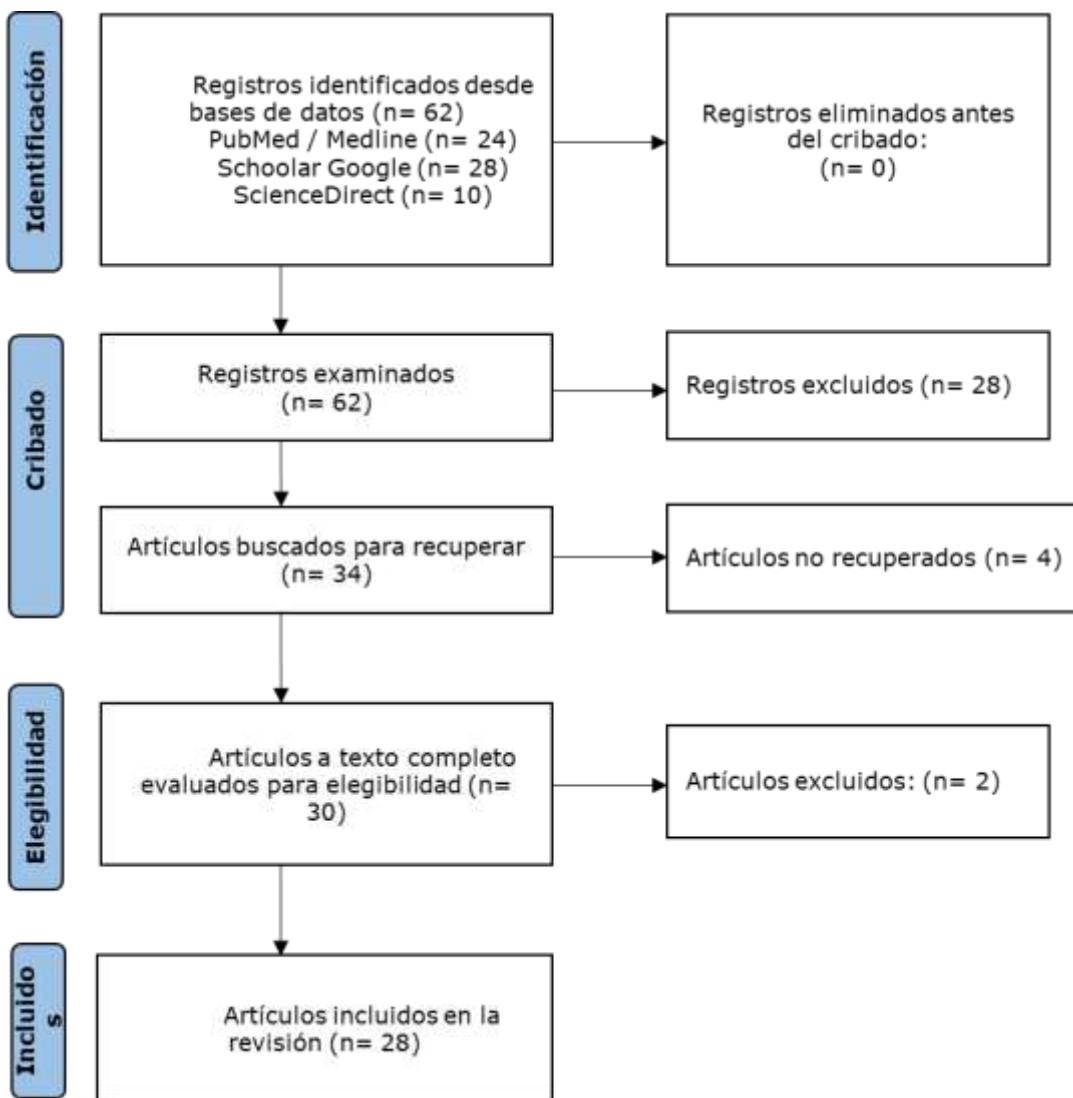
INTRODUCCIÓN

La vitamina D ha cobrado relevancia en el contexto de la diabetes mellitus tipo 2 (DM2), debido a su papel en la regulación del metabolismo de la glucosa y la sensibilidad a la insulina. Estudios recientes sugieren que la deficiencia de vitamina D puede ser un factor de riesgo significativo para el desarrollo de DM2, ya que se ha observado que niveles bajos de esta vitamina están asociados con una mayor resistencia a la insulina y un deterioro en el control glucémico.^(1,2)

Los receptores de vitamina D se encuentran en diversos tejidos, incluyendo las células beta del páncreas, lo que sugiere que la vitamina D puede influir en la secreción de insulina y en la función metabólica general. Además, se ha demostrado que la vitamina D tiene propiedades antiinflamatorias, lo que podría contribuir a mitigar la inflamación crónica asociada con la obesidad y la diabetes.⁽¹⁾

A pesar de la creciente evidencia que apoya la relación entre la vitamina D y la DM2, se requiere más investigación para establecer recomendaciones claras sobre la suplementación y el manejo de los niveles de vitamina D en la población general y en aquellos en riesgo de desarrollar diabetes.⁽³⁾ Se han propuesto varios mecanismos por los cuales la vitamina D podría influir en el desarrollo de esta enfermedad, como mejorar la sensibilidad a la insulina, favorecer la secreción de insulina por las células beta pancreáticas, y tener efectos antiinflamatorios y antioxidantes.⁽⁴⁾

Ante ello, en la actualidad, la comunidad internacional está enfocada en los mecanismos potenciales mediante los cuales la vitamina D influye en el metabolismo de la glucosa, la sensibilidad a la insulina y la función de las células beta pancreáticas. Ello motivó el desarrollo de la presente revisión, la cual tuvo como objetivo describir el papel de la vitamina D en la homeostasis glucémica y la resistencia a la insulina en pacientes con diabetes tipo 2.



DESARROLLO

La vitamina D es una sustancia liposoluble con múltiples funciones en el organismo que pueden ir más allá del metabolismo del calcio,⁽⁴⁾ se obtiene a través de la exposición solar, la dieta o suplementos. Su metabolismo involucra varios pasos clave que transforman la vitamina D en su forma activa, necesaria para diversas funciones biológicas.

La vitamina D se sintetiza en la piel a partir del 7-dehidrocolesterol cuando se expone a la luz ultravioleta B (UVB) del sol. Esta forma inicial es conocida como vitamina D₃ (colecalciferol). También se puede obtener a través de alimentos como pescados grasos, hígado, yema de huevo y alimentos fortificados.⁽⁵⁾ La vitamina D en la dieta puede ser tanto D₂ (ergocalciferol) como D₃. Una vez que la vitamina D es ingerida, se transporta al hígado, donde se convierte en 25-hidroxivitamina D (25(OH)D), la forma principal en la que la vitamina D circula en la sangre. Posteriormente, la 25(OH)D es transportada a los riñones, donde se convierte en 1,25-

dihidroxivitamina D ($1,25(\text{OH})_2\text{D}$), la forma activa de la vitamina D. Este proceso es regulado por varios factores, incluyendo los niveles de calcio y fósforo en el cuerpo.^(4,6)

La vitamina D y sus metabolitos se transportan en la sangre unidas a proteínas, principalmente a la proteína de unión a la vitamina D (DBP). La mayoría de los metabolitos circulantes están unidos a proteínas, lo que limita su acceso a las células objetivo y prolonga su vida media en el cuerpo. La vitamina D desempeña varias funciones biológicas que podrían estar relacionadas con el desarrollo y progresión de la DM2.^(7,8)

Posibles causas del endémico déficit/insuficiencia de vitamina D que estamos presenciando pueden ser un estilo de vida consistente en pasar más horas en espacios cerrados, vivir cada vez más en espacios urbanos en vez de espacios abiertos, el uso beneficioso de cremas de protección solar y la obesidad cada vez más frecuente. Existe una correlación inversa significativamente estadística entre el déficit de vitamina D y el sobrepeso y obesidad aumentando la posibilidad de padecer DM2.⁽⁹⁾

La DM2 es una enfermedad crónica que afecta la forma en que el cuerpo utiliza la glucosa, un tipo de azúcar que es la principal fuente de energía. En la DM2, el cuerpo se vuelve resistente a la insulina o no produce suficiente insulina para mantener niveles de glucosa normales en sangre. Esto puede llevar a hiperglucemia, que, si no se controla adecuadamente, puede resultar en complicaciones graves como enfermedades cardiovasculares, daño renal, neuropatía y problemas de visión. La prevalencia de la DM2 ha ido en aumento a nivel mundial. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el número de personas con diabetes ha pasado de 108 millones en 1980 a 422 millones en 2014, con un crecimiento más rápido en países de ingresos bajos y medianos.⁽¹⁰⁾

En estudios específicos, la prevalencia de DM2 varía según la población y el contexto. En este sentido, estudio realizado en centros residenciales, mostró como la prevalencia de DM2 fue del 21,7 % entre los pacientes estudiados.⁽¹¹⁾ En Ecuador, por su parte, la prevalencia fue del 5,7 %, aumentando progresivamente con la edad y asociado a factores como el índice de masa corporal y antecedentes familiares.⁽¹²⁾

Se reporta en la literatura que la vitamina D puede tener un papel en la prevención de la DM2 en individuos con riesgo elevado.⁽¹³⁾ Se detalla en la misma una asociación entre concentraciones de vitamina D, homeostasis de la glucosa y evolución de la diabetes. Así, pudo comprobarse una relación inversa entre los valores de hemoglobina glucosilada (HbA1c) y las concentraciones de 25OHD en personas entre 35 y 74 años sin historia conocida de diabetes. Por este motivo, algunos autores proponen el cribado de insuficiencia de vitamina D en sujetos con HbA1c elevada y viceversa.⁽¹⁴⁾

Otros estudios han indicado que la vitamina D puede influir en la sensibilidad a la insulina y la función de las células beta pancreáticas, factores críticos en la patogénesis de la DM2. Se ha propuesto que la vitamina D podría ayudar a restaurar la producción normal de insulina y mejorar la respuesta del organismo a la insulina.^(4,15,16)

Varios estudios han mostrado que niveles más altos de 25-hidroxivitamina D (25(OH)D) están inversamente relacionados con la resistencia a la insulina y el riesgo de DM2. Ello se aprecia al confluir diferentes mecanismos:^(3,4,13,17)

- Expresión de receptores: las células beta del páncreas expresan receptores de vitamina D (VDR) y 1-a-hidroxilasa, lo que indica que la vitamina D puede influir directamente en la producción y secreción de insulina. La vitamina D puede ayudar a mantener la función de estas células, lo que es esencial para la regulación de la glucosa.
- Restauración de la producción de insulina: investigaciones en modelos animales han demostrado que la vitamina D puede restaurar la producción normal de insulina en condiciones de deficiencia, lo que sugiere un papel protector en la función de las células beta.
- Reducción de la inflamación: la vitamina D tiene propiedades antiinflamatorias que pueden ser beneficiosas en el contexto de la DM2. La inflamación crónica se ha relacionado con la resistencia a la insulina y el deterioro de la función de las células beta. Al reducir la inflamación, la vitamina D puede ayudar a mejorar la homeostasis de la glucosa.

Prueba de 25-Hidroxivitamina G [prueba de 25(OH)D]

El rango normal de 25-hidroxi vitamina D se mide en (ng/mL). Muchos expertos recomiendan un nivel entre 20 y 40 ng/mL. Otros recomiendan un nivel entre 30 y 50 ng/mL.⁽¹⁸⁾ Para la medición precisa y confiable de la 25-hidroxi vitamina D es necesario tomar en cuenta lo siguiente:

- Tipo de muestra: suero
- Tubo de recolección: tapa roja
- Volumen de la muestra: 0,5 ml
- Instrucciones de recolección: centrifugue y alícuota el suero en un vial de plástico dentro de las 2 horas posteriores a la recolección de la muestra.
- Volumen mínimo de muestra: 0,25ml

Los métodos más comunes de medición incluyen inmunoensayos como ELISA y CLIA, así como técnicas más avanzadas como la cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) y espectrometría de masas en tandem (LC-MS/MS).

Inmunoensayos

- ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay): utiliza anticuerpos específicos para detectar y cuantificar la vitamina D. Es relativamente fácil de automatizar y de bajo costo, pero puede presentar problemas de especificidad y sensibilidad, especialmente en la diferenciación entre metabolitos de vitamina D.^(19,20) La sensibilidad de las pruebas ELISA para medir la vitamina D es generalmente muy alta, alcanzando hasta un 99,4% en algunos estudios. Esto indica que la prueba es capaz de detectar casi todas las personas que realmente tienen deficiencia de vitamina D. La especificidad también es alta, con valores reportados alrededor del 99 %. Esto significa que la prueba tiene una baja tasa de resultados falsos positivos, siendo efectiva para identificar correctamente a aquellos que no tienen deficiencia de vitamina D.⁽²¹⁾
- CLIA (Chemiluminescent Immunoassay): es similar al ELISA, pero utiliza reacciones químicas que producen luz para la detección. Ofrece alta sensibilidad y especificidad, aunque también puede ser susceptible a variaciones interlote y efectos de matriz.^(22,23) La sensibilidad de los métodos CLIA para medir la vitamina D suele ser alta, reportándose en estudios valores que oscilan entre el 90 % y el 95 %. Esto indica que la prueba es efectiva para detectar la mayoría de los casos de deficiencia de vitamina D. La especificidad de las pruebas CLIA también es elevada, alcanzando aproximadamente el 95 %. Esto significa que la prueba tiene una baja tasa de resultados falsos positivos, siendo capaz de identificar correctamente a aquellos que no presentan deficiencia de vitamina D.

Métodos de Referencia

- HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Eficacia): permite la separación y cuantificación de diferentes formas de vitamina D, pero requiere un equipo especializado y personal capacitado. Es considerado uno de los métodos más precisos, aunque no es tan común en laboratorios clínicos debido a su complejidad.^(19,22) Los métodos HPLC son altamente sensibles, con estudios que indican que pueden alcanzar una sensibilidad superior al 90 %. Esto significa que son efectivos para detectar la mayoría de los casos de deficiencia de vitamina D. La especificidad de las pruebas HPLC también es alta, generalmente reportada en torno al 95 %. Esto indica que el método tiene una baja tasa de resultados falsos positivos, permitiendo identificar correctamente a aquellos que no tienen deficiencia de vitamina D.
- LC-MS/MS (Espectrometría de Masas en Tándem): actualmente, es el método de referencia para la medición de 25(OH) vitamina D. Proporciona resultados muy precisos y permite la cuantificación de diferentes metabolitos de vitamina D, aunque su uso está limitado por la necesidad de infraestructura y personal altamente calificado.^(19,22) La LC-MS/MS tiene una sensibilidad muy alta, que puede superar el 95 %. Esto indica que es capaz de detectar la mayoría de los casos de deficiencia de vitamina D. La especificidad de la LC-MS/MS también es elevada, alcanzando aproximadamente el 95-98 %. Esto significa que el método tiene una baja tasa de resultados falsos positivos, permitiendo identificar correctamente a aquellos que no tienen deficiencia de vitamina D.

La precisión de los métodos varía significativamente. Los métodos como LC-MS/MS han mostrado una disminución en la imprecisión a lo largo de los años, con un coeficiente de variación (CV) de 5-10 % y un sesgo del 5 %, lo que los hace más consistentes en comparación con los inmunoensayos, que pueden tener una variabilidad mayor debido a la falta de estandarización.⁽¹⁹⁾ Se considera además como los resultados de 25(OH)D pueden variar considerablemente entre diferentes métodos. Por ejemplo, un estudio comparativo entre los métodos de Roche y Siemens mostró diferencias significativas en las concentraciones reportadas de 25(OH)D, lo que resalta la importancia de la estandarización en la medición de vitamina D.⁽²²⁾ Se aprecia en la tabla 1, las ventajas y desventajas de cada una de dichas pruebas.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de diferentes pruebas analíticas.

Método	Sensibilidad/ Especificidad [Costo]	Ventajas	Desventajas
ELISA	~90-99%/~95% [Bajo]	Ampliamente utilizado, buena precision	Puede variar según el kit, requiere más tiempo
CLIA	~90-95%/~95% [Medio]	Alta automatización, adecuado para grandes volúmenes	Requiere equipos especializados
HPLC	>90%/~95% [Alto]	Preciso, separa metabolitos D2 y D3	Complejo, necesita infraestructura especializada
LC- MS/MS	>95%/95-98% [Alto]	Estándar de referencia, alta sensibilidad y especificidad	Muy costoso, requiere personal altamente capacitado

Factores que afectan la medición de los niveles de vitamina D

La medición de los niveles de vitamina D, específicamente la 25-hidroxivitamina D (25(OH)D), puede verse afectada por varios factores que deben ser considerados para asegurar la precisión y relevancia de los resultados:^(4,23)

- Variación estacional: los niveles de vitamina D pueden fluctuar según la estación del año debido a la variación en la exposición solar. En los meses de invierno, los niveles tienden a ser más bajos. Un estudio ha encontrado que los niveles de 25-hidroxivitamina D (25(OH)D) son significativamente más bajos en invierno en comparación con el verano, lo que puede influir en los resultados si las muestras se recolectan en diferentes épocas del año.
- Hora del día: la recolección de muestras en diferentes momentos del día puede influir en los niveles de vitamina D. Se recomienda realizar la extracción de sangre en la mañana para minimizar la variabilidad, ya que los niveles pueden fluctuar a lo largo del día.
- Condiciones de almacenamiento de las muestras: la estabilidad de la 25(OH)D puede verse afectada si no son almacenadas a temperaturas adecuadas (generalmente a -20 °C o -80 °C) para evitar la degradación de la vitamina D antes del análisis.

Efectos sobre el control glucémico

Dos metaanálisis publicados en 2020 evaluaron el efecto de la suplementación con vitamina D3 en el control glucémico de pacientes con DM2. Los resultados fueron inconsistentes, con algunos estudios mostrando mejoras en la sensibilidad a la insulina y la función de la célula beta, pero otros sin encontrar beneficios significativos.^(24,25)

La vitamina D ha cobrado relevancia en el contexto de la DM2 debido a su potencial papel en la regulación del metabolismo de la glucosa y la sensibilidad a la insulina. Estudios recientes sugieren que la deficiencia de vitamina D podría ser un factor de riesgo significativo para el desarrollo de DM2, ya que niveles bajos de esta vitamina están asociados con una mayor resistencia a la insulina y un deterioro en el control glucémico. Esto subraya la importancia de investigar cómo optimizar los niveles de vitamina D para mejorar la salud metabólica y prevenir complicaciones asociadas con la diabetes.⁽²⁶⁾

Los receptores de vitamina D (VDR) se encuentran en diversos tejidos, incluyendo las células beta del páncreas, lo que sugiere que la vitamina D puede influir en la secreción de insulina y en la función metabólica general. Además, la vitamina D tiene propiedades antiinflamatorias que podrían mitigar la inflamación crónica asociada con la obesidad y la diabetes. Entender cómo estos mecanismos funcionan puede proporcionar nuevas estrategias para el manejo de la diabetes y mejorar la calidad de vida de los pacientes. Sin embargo, a pesar de la creciente evidencia que apoya esta relación, se requiere más investigación para establecer recomendaciones claras sobre la suplementación y el manejo de los niveles de vitamina D en la población general y en aquellos en riesgo de desarrollar diabetes. Esto podría llevar a la implementación de medidas preventivas y terapéuticas más efectivas en la práctica clínica.^(27,28)

CONCLUSIONES

La relación entre la vitamina D y la DM2 es prometedora, ya que estudios sugieren que niveles adecuados de vitamina D pueden mejorar la sensibilidad a la insulina y el control glucémico debido a su influencia en las células beta pancreáticas y sus propiedades antiinflamatorias. Sin embargo, la evidencia actual es inconclusa respecto a la eficacia de la suplementación con vitamina D en la prevención o tratamiento de la DM2, debido a resultados inconsistentes en los estudios. Factores como la variabilidad en el diseño de los estudios y las técnicas de medición pueden influir en los resultados, destacando la necesidad de estandarización y más investigaciones para establecer recomendaciones claras sobre la suplementación con vitamina D en poblaciones en riesgo de desarrollar DM2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Díaz D. ¿Qué relación tienen la vitamina D y la diabetes? [Internet]. Soluciones para la Diabetes; 2022 [citado 29/07/2024]. Disponible en: <https://www.solucionesparaladiabetes.com/magazine-diabetes/que-relacion-tienen-la-vitamina-d-y-la-diabetes/>
2. Renke G, Starling-Soares B, Baesso T, Petronio R, Aguiar D, Paes R. Effects of Vitamin D on Cardiovascular Risk and Oxidative Stress. Nutrients [Internet]. 2023 Feb 2 [citado 29/07/2024]; 15(3):769. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/15/3/769>
3. de las Heras Montero J, Rajakumar K, Arslanian S. Vitamina D y diabetes mellitus de tipo 2, ¿realmente existe una relación? An Pediatr (Barc) [Internet]. 2015 [citado 29/07/2024]; 82(2): 118-9. Disponible en: <https://www.analesdepediatria.org/es-vitamina-d-diabetes-mellitus-tipo-articulo-S1695403314001817>
4. Merchán-Villafuerte KM, Suárez-Chiquito GJ, Suárez-Ávila LL. Vitamina D y su relación con la diabetes mellitus tipo 2. MQRInvestigar [Internet]. 2024 [citado 29/07/2024]; 8(1): 3412-31. Disponible en: <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/1063>
5. Max F, Gažová A, Smaha J, Jankovský M, Tesař T, Jackuliak P, et al. High Doses of Vitamin D and Specific Metabolic Parameters in Type 2 Diabetes Patients: Systematic Review. Nutrients [Internet]. 2024 Nov 15 [citado 29/07/2024]; 16(22): 3903. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39599690/>
6. Aguilar Shea AL, Muñoz Moreno-Arrones O, Palacios Martínez D, Vaño-Galván S. Vitamina D para la práctica diaria. Semergen [Internet]. 2020 [citado 29/07/2024]; 46(6): 406-10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.semrg.2020.02.008>
7. Zuluaga-Espinosa NA, Alfaro-Velásquez JM, Balthazar-González V, Jiménez-Blanco KE, Campuzano-Maya G. Vitamina D: nuevos paradigmas. Med Lab [Internet]. 2011 [citado 29/07/2024]; 17(5-6): 211-246. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2011/myl115-6b.pdf>
8. Fuentes-Barría H, Aguilera-Eguía R, Flores-Fernández C, Angarita-Davila L, Rojas-Gómez D, Alarcón-Rivera M, et al. Vitamin D and Type 2 Diabetes Mellitus: Molecular Mechanisms and Clinical Implications-A Narrative Review. Int J Mol Sci [Internet]. 2025 Feb 27 [citado 29/07/2024]; 26(5):2153. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1422-0067/26/5/2153>

9. Lorenzo J, Boente R, Sas Fojón M. Déficit de vitamina D y obesidad. *Endocrinol Nutr* [Internet]. 2012 [citado 29/07/2024]; 59(6): 401-402. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-deficit-vitamina-d-obesidad-S1575092211003949>
10. Argano C, Mirarchi L, Amodeo S, Orlando V, Torres A, Corrao S. The Role of Vitamin D and Its Molecular Bases in Insulin Resistance, Diabetes, Metabolic Syndrome, and Cardiovascular Disease: State of the Art. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2023 Oct 23 [citado 29/07/2024]; 24(20): 15485. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37895163/>
11. Beobide-Tellería I, Martínez-Arrechea S, Ferro-Uriguen A, Alaba-Trueba J. Prevalencia de diabetes mellitus tipo 2 y su tratamiento farmacológico en personas institucionalizadas en centros residenciales. *Farm Hosp* [Internet]. 2020 [citado 29/07/2024]; 44(3): 92-5. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1130-63432020000300004&script=sci_arttext&tlang=es
12. Toala-León YA, León-Baque MJ, Pin-Pin Ángel L. Prevalencia de diabetes mellitus tipo 2 y sus factores de riesgo en adultos de Latinoamérica. *MQRInvestigar* [Internet]. 22 de enero de 2023 [citado 29/07/2024]; 7(1): 742-63. Disponible en: <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/190>
13. Xia J, Yu J, Xu H, Zhou Y, Li H, Yin S, et al. Comparative effects of vitamin and mineral supplements in the management of type 2 diabetes in primary care: A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Pharmacol Res* [Internet]. 2023 Feb [citado 29/07/2024]; 188:106647. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36638933/>
14. Jódar-Gimeno E, Muñoz-Torres M. Sistema hormonal D y diabetes mellitus: lecciones de los activadores selectivos del receptor de vitamina D. *Endocrinol Nutr* [Internet]. 2013 [citado 29/07/2024]; 60(2): 87-95. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.endonu.2012.04.005>
15. Pittas AG, Kawahara T, Jorde R, Dawson-Hughes B, Vickery EM, Angellotti E, et al. Vitamin D and Risk for Type 2 Diabetes in People With Prediabetes : A Systematic Review and Meta-analysis of Individual Participant Data From 3 Randomized Clinical Trials. *Ann Intern Med* [Internet]. 2023 Mar [citado 29/07/2024]; 176(3):355-363. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36745886/>
16. Stieben LAR, Brance ML, Dobry R, Anca L, González A, López MI, et al. NIVELES DE 25(OH)-VITAMINA D EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2 CON Y SIN SÍNDROME METABÓLICO en diabetes y síndrome metabólicoActual. *Osteol* [Internet]. 2017 [citado 29/07/2024]; 13(3): 214-22. Disponible en: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/178841/CONICET_Digital_Nro.1c163eb8-e4c3-4942-b5ba-8d784299061c_B.pdf?isAllowed=y&sequence=2
17. Rosas-Peralta M, Holick MF, Borrayo-Sánchez G, Madrid-Miller A, Ramírez-Árias E, Arizmendi-Uribe E. Efectos inmunometabólicos disfuncionales de la deficiencia de vitamina D y aumento de riesgo cardiometabólico. ¿Potencial alerta epidemiológica en América? *Endocrinol Diabetes Nutr* [Internet]. 2017 [citado 29/07/2024]; 64(3):162-73. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.endinu.2016.11.009>
18. Medlineplus. Examen de 25-hidroxi vitamina D [Internet]. Medlineplus; 2024 [citado 29/07/2024]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003569.htm>

19. Serrano Díaz N, Desarrollo e Innovación HIC-FCV, Guío Mahecha E, González A, Plata Paredes L, Quintero Lesmes DC, et al. CUANTIFICACIÓN DE VITAMINA D: DE LA INVESTIGACIÓN A LA PRÁCTICA CLÍNICA. Biosalud [Internet]. 2017 [citado 29/07/2024]; 16(1): 67–79. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v16n1/v16n1a08.pdf>
20. Bordallo CF, Saavedra MS. Controversias en la medición de 25 (OH) Vitamina D: comparación de dos metodologías. Rev Argent Endocrinol Metab [Internet]. 2011 [citado 29/07/2024]; 48(2): 69–77. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1851-30342011000200001&script=sci_arttext
21. Kabla. Prueba para Vitamina D en Cassette - CERTUM [Internet]. Kabla; 2023 [citado 29/07/2024]. Disponible en: <https://kabla.mx/pruebas-rapidas/salud-general/vitamina-d-certum/>
22. Valero Chávez FJ, Luengo Pérez LM, González SA, Bravo Santos R, Cubero Juánez J. Estudio comparativo de la determinación de vitamina D por dos inmunoensayos. Acta Bioquim Clin Latinoam [Internet]. 2017 [citado 29/07/2024]; 51(4): 593–601. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0325-29572017000400004&script=sci_arttext
23. Górriz Pintado S, Estela Burriel PL. Influencia del inmunoensayo empleado en la determinación de vitamina D sérica. Endocrinol Nutr [Internet]. 2014 [citado 29/07/2024]; 61(3):123–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.endonu.2013.04.015>
24. Wallace HJ, Holmes L, Ennis CN, Cardwell CR, Woodside JV, Young IS, et al. Effect of vitamin D3 supplementation on insulin resistance and β-cell function in prediabetes: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. Am J Clin Nutr [Internet]. 2019 Nov 1 [citado 29/07/2024]; 110(5): 1138–1147. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31559433/>
25. Sollid ST, Hutchinson MY, Fuskevåg OM, Figenschau Y, Joakimsen RM, Schirmer H, et al. No effect of high-dose vitamin D supplementation on glycemic status or cardiovascular risk factors in subjects with prediabetes. Diabetes Care [Internet]. 2014 Aug [citado 29/07/2024]; 37(8): 2123–31. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24947792/>
26. Melake A, Nakachew E. Association between vitamin D receptor FokI gene polymorphism and risk of type 2 diabetes mellitus in the Ethiopian population. Sci Rep [Internet]. 2025 Jul 26 [citado 29/07/2024]; 15(1): 27248. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40715354/>
27. Dominguez LJ, Veronese N, Marrone E, Di Palermo C, Iommi C, Ruggirello R, et al. Vitamin D and Risk of Incident Type 2 Diabetes in Older Adults: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients [Internet]. 2024 May 22 [citado 29/07/2024]; 16(11): 1561. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38892495/>
28. Mitri J, Muraru MD, Pittas AG. Vitamin D and type 2 diabetes: a systematic review. Eur J Clin Nutr [Internet]. 2011 Sep [citado 29/07/2024]; 65(9): 1005–15. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21731035/>