



**INFLUENCIA DE LA VITAMINA D EN LA FUNCIÓN CARDÍACA: UN
ANÁLISIS DE SUS NIVELES ÓPTIMOS PARA LA SALUD
CARDIOVASCULAR**

**INFLUENCE OF VITAMIN D ON CARDIAC FUNCTION: AN ANALYSIS OF
ITS OPTIMAL LEVELS FOR CARDIOVASCULAR HEALTH**

**INFLUÊNCIA DA VITAMINA D NA FUNÇÃO CARDÍACA: UMA ANÁLISE DE
SEUS NÍVEIS ÓTIMOS PARA A SAÚDE CARDIOVASCULAR**

29

Stefany Ayala¹

s.ayala@istvicenteleon.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-1395-854X>

Recibido: 19/10/23

Aceptado: 20/11/23

Publicado: 29/12/23

Correspondencia: s.ayala@istvicenteleon.edu.ec

1. Médico General, Instituto Superior Tecnológico Vicente León, Latacunga, Ecuador.



RESUMEN

La investigación se propuso analizar la influencia de la vitamina D en la función cardíaca, con el objetivo de identificar la asociación entre los niveles óptimos de vitamina D y el riesgo de enfermedades cardiovasculares. El estudio aporta al creciente cuerpo de conocimientos en el campo de la cardiología y la endocrinología, destacando la importancia de considerar la vitamina D no solo como un nutriente esencial para la salud ósea, sino también como un factor potencialmente crucial en la prevención y el manejo de enfermedades cardiovasculares. La metodología empleada incluyó una revisión sistemática y un meta-análisis, en los cuales se seleccionaron 120 estudios (62.5% observacionales y 37.5% ensayos clínicos) para un análisis detallado. Se utilizó un modelo de efectos aleatorios para calcular el riesgo relativo y los intervalos de confianza del 95%, evaluando la heterogeneidad entre los estudios mediante la prueba Q de Cochran y el estadístico I². Además, se realizó un análisis de subgrupos basado en características como la edad, el género y la presencia de comorbilidades preexistentes. La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó mediante la Escala de Jadad para ensayos clínicos y los criterios de Newcastle-Ottawa para estudios observacionales, siguiendo las pautas PRISMA para la presentación de revisiones sistemáticas y meta-análisis. Los resultados revelaron una relación inversa entre los niveles de vitamina D y el riesgo de enfermedades cardiovasculares, con una clara tendencia de disminución del riesgo a medida que aumentan los niveles de vitamina D. Se observó que los individuos con niveles superiores a 30 ng/mL de vitamina D presentaban un riesgo relativo reducido para el desarrollo de afecciones cardíacas. Además, se destacó la correlación inversa entre los niveles de vitamina D y marcadores inflamatorios, proporcionando una posible explicación de cómo la vitamina D podría ejercer un efecto protector sobre el corazón y los vasos sanguíneos. En conclusión, el estudio refuerza la hipótesis de una asociación significativa entre los niveles óptimos de vitamina D y una disminución en el riesgo de enfermedades cardiovasculares, subrayando la importancia de estrategias personalizadas en la suplementación de vitamina D, especialmente en grupos con mayor riesgo de deficiencia. Se resalta la necesidad de una mayor investigación para comprender completamente los mecanismos mediante los cuales la vitamina D influye en la función cardíaca y para establecer guías claras en torno a la suplementación óptima de vitamina D en el contexto de la salud cardiovascular.

Palabras clave: Vitamina D; Función cardíaca; Sistema cardiovascular; Salud.

ABSTRACT

The research set out to analyze the influence of vitamin D on cardiac function, with the aim of identifying the association between optimal levels of vitamin D and the risk of cardiovascular diseases. The study contributes to the growing body of knowledge in the field of cardiology and endocrinology, highlighting the importance of considering vitamin D not only as an essential nutrient for bone health, but also as a potentially crucial factor in the prevention and management



of cardiovascular diseases. The methodology used included a systematic review and a meta-analysis, in which 120 studies (62.5% observational and 37.5% clinical trials) were selected for detailed analysis. A random effects model was used to calculate relative risk and 95% confidence intervals, assessing heterogeneity between studies using Cochran's Q test and the I^2 statistic. Additionally, a subgroup analysis was performed based on characteristics such as age, gender, and the presence of pre-existing comorbidities. The methodological quality of the included studies was assessed using the Jadad Scale for clinical trials and the Newcastle-Ottawa criteria for observational studies, following the PRISMA guidelines for the presentation of systematic reviews and meta-analyses. The results revealed an inverse relationship between vitamin D levels and the risk of cardiovascular diseases, with a clear trend of decreasing risk as vitamin D levels increase. It was observed that individuals with levels greater than 30 ng/mL of vitamin D had a reduced relative risk for the development of heart conditions. Furthermore, the inverse correlation between vitamin D levels and inflammatory markers was highlighted, providing a possible explanation for how vitamin D could exert a protective effect on the heart and blood vessels. In conclusion, the study reinforces the hypothesis of a significant association between optimal levels of vitamin D and a decrease in the risk of cardiovascular diseases, underscoring the importance of personalized strategies in vitamin D supplementation, especially in groups at higher risk of deficiency. The need for further research is highlighted to fully understand the mechanisms by which vitamin D influences cardiac function and to establish clear guidelines around optimal vitamin D supplementation in the context of cardiovascular health.

Keywords: Vitamin D; Cardiac function; Cardiovascular system; Health.

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo analisar a influência da vitamina D na função cardíaca, com o intuito de identificar a associação entre os níveis ótimos de vitamina D e o risco de doenças cardiovasculares. O estudo contribuiu para o crescente corpo de conhecimento nos campos da cardiologia e endocrinologia, destacando a importância de considerar a vitamina D não apenas como um nutriente essencial para a saúde óssea, mas também como um fator potencialmente crucial na prevenção e no manejo de doenças cardiovasculares. A metodologia empregada incluiu uma revisão sistemática e uma meta-análise, nas quais foram selecionados 120 estudos (62,5% observacionais e 37,5% ensaios clínicos) para uma análise detalhada. Foi utilizado um modelo de efeitos aleatórios para calcular o risco relativo e os intervalos de confiança de 95%, avaliando a heterogeneidade entre os estudos por meio do teste Q de Cochran e do estatístico I^2 . Além disso, foi realizado um análise de subgrupos com base em características como idade, gênero e presença de comorbidades preexistentes. A qualidade metodológica dos estudos incluídos foi avaliada usando a Escala de Jadad para ensaios clínicos e os critérios de Newcastle-Ottawa para estudos observacionais, seguindo as diretrizes PRISMA para apresentação de revisões sistemáticas e meta-análises. Os resultados revelaram uma relação inversa entre os níveis de vitamina D e o risco de doenças cardiovasculares, com uma clara



tendência de diminuição do risco à medida que os níveis de vitamina D aumentam. Observou-se que indivíduos com níveis acima de 30 ng/mL de vitamina D apresentavam um risco relativo reduzido para o desenvolvimento de condições cardíacas. Além disso, destacou-se a correlação inversa entre os níveis de vitamina D e marcadores inflamatórios, fornecendo uma possível explicação de como a vitamina D pode exercer um efeito protetor sobre o coração e os vasos sanguíneos. Em conclusão, o estudo reforça a hipótese de uma associação significativa entre os níveis ótimos de vitamina D e uma diminuição no risco de doenças cardiovasculares, enfatizando a importância de estratégias personalizadas na suplementação de vitamina D, especialmente em grupos com maior risco de deficiência. Destaca-se a necessidade de mais pesquisas para compreender completamente os mecanismos pelos quais a vitamina D influencia a função cardíaca e estabelecer diretrizes claras em relação à suplementação ótima de vitamina D no contexto da saúde cardiovascular.

Palavras-chave: Vitamina D; Função cardíaca; Sistema cardiovascular; Saúde.

1. INTRODUCCIÓN

La relación entre la vitamina D y la salud cardiovascular ha emergido como un campo de interés significativo en la investigación médica. La vitamina D, conocida principalmente por su papel en la regulación del calcio y la salud ósea, ha demostrado tener diversas funciones biológicas que pueden influir en la función cardíaca. Recientes estudios epidemiológicos y clínicos han comenzado a arrojar luz sobre la conexión entre los niveles de vitamina D y diversas enfermedades cardiovasculares, sugiriendo un vínculo potencialmente vital entre los niveles óptimos de esta vitamina y la salud cardiovascular (Autier, Boniol, Pizot, & Mullie, 2014; Wimalawansa, 2018).

El corazón, como órgano vital, depende de una serie de factores metabólicos y hormonales para su funcionamiento óptimo. La deficiencia de vitamina D ha sido asociada con un aumento en el riesgo de hipertensión, insuficiencia cardíaca, y eventos cardiovasculares adversos, lo que pone de manifiesto la importancia de mantener niveles adecuados de esta vitamina (Anderson, May, & Horne, 2015). Sin embargo, la comprensión precisa del mecanismo mediante el cual la vitamina D influye en la función cardíaca aún está en proceso de elucidación. Estudios recientes indican que la vitamina D puede ejercer efectos directos e indirectos sobre el miocardio y el sistema vascular, influenciando la función endotelial, la modulación de la respuesta inflamatoria, y la regulación de la presión arterial (Zittermann, Schleithoff, & Koerfer, 2005).

Este artículo busca explorar la evidencia actual sobre la influencia de la vitamina D en la función cardíaca, centrándose en la identificación de sus niveles óptimos para la salud cardiovascular. Se realizará un análisis exhaustivo de estudios epidemiológicos, ensayos clínicos y revisiones sistemáticas para evaluar la relación entre los niveles de vitamina D y la salud cardíaca. El objetivo es proporcionar una comprensión más profunda de cómo los niveles adecuados



de vitamina D podrían contribuir a la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares, una preocupación creciente en la salud pública global.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Panorama General de la Vitamina D

La Selva Amazónica es considerada uno de los ecosistemas más biodiversos del planeta. Abarca territorios de nueve países de América del Sur y posee "la mayor diversidad de plantas y animales en el mundo" (Goulding, Barthem, & Ferreira, 2003, p. 12).

La vitamina D es una vitamina liposoluble esencial para el cuerpo humano que ayuda a mantener niveles adecuados de calcio y fósforo en la sangre (Holick, 2007, p. 266). Existen dos tipos principales de vitamina D: la vitamina D2 o ergocalciferol y la vitamina D3 o colecalciferol (Wacker & Holick, 2013, p. 213). La vitamina D2 se obtiene a partir de fuentes vegetales como los hongos, mientras que la vitamina D3 proviene de fuentes animales y es sintetizada en la piel humana luego de la exposición a la radiación ultravioleta solar (Bikle, 2014, p. 975).

La síntesis cutánea de vitamina D3 requiere la exposición directa a los rayos solares ultravioleta B (UVB), siendo influenciada por factores como la pigmentación de la piel, edad, ubicación geográfica, estación del año, hora del día y uso de protectores solares (Holick, 2007, p. 267). Las fuentes dietarias incluyen pescados grasos, huevo, hongos y alimentos fortificados (Misra et al., 2008, p. 6).

La vitamina D promueve la absorción intestinal de calcio y ayuda a mantener la mineralización ósea al facilitar la incorporación de este mineral al hueso (Heaney, 2008, p. 1713). Una deficiencia de vitamina D está asociada al desarrollo de enfermedades óseas como raquitismo en niños y osteomalacia en adultos (Holick, 2007, p. 269). Además, niveles adecuados de esta vitamina podrían ayudar a prevenir diversas enfermedades crónicas (Bikle, 2014, p. 988)."

2.2. Vitamina D y Salud Ósea: Una Perspectiva Tradicional

Tradicionalmente, el papel más reconocido de la vitamina D está relacionado con la salud ósea. Esta vitamina ayuda a mantener niveles adecuados de calcio y fósforo, minerales esenciales para una correcta mineralización ósea (Holick, 2007, p. 266). La vitamina D promueve la absorción intestinal de calcio, estimula la reabsorción tubular de calcio en el riñón y facilita la incorporación de este mineral al hueso (Heaney, 2008, p. 1714).

Una deficiencia severa de vitamina D conduce al desarrollo de enfermedades óseas como el raquitismo en niños y la osteomalacia en adultos. El raquitismo se caracteriza por una mineralización inadecuada de la matriz ósea en zonas de crecimiento, provocando deformidades esqueléticas. La osteomalacia consiste



en una mineralización deficiente del hueso ya formado en adultos (Holick, 2006, p. 1700).

En adultos mayores, niveles insuficientes de vitamina D están relacionados con una disminución de la densidad mineral ósea y un incremento del riesgo de fracturas osteoporóticas (Bischoff-Ferrari et al., 2009, p. 1242). Se ha demostrado que la suplementación con vitamina D y calcio en esta población puede reducir el riesgo de fracturas de cadera y otras fracturas no vertebrales (Boonen et al., 2007, p. 2151).

2.3. Vitamina D en el Sistema Cardiovascular

En las últimas décadas, se ha sugerido que la vitamina D podría tener efectos beneficiosos sobre el sistema cardiovascular, más allá de su papel tradicional en el metabolismo óseo. La evidencia epidemiológica indica que niveles bajos de vitamina D se asocian a un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y eventos como infarto de miocardio e ictus (Wang et al., 2017, p. 1).

Se han propuesto diversos mecanismos por los cuales la vitamina D podría ejercer efectos protectores cardiovasculares. Entre ellos, se incluyen la inhibición de la proliferación de células del músculo liso vascular, efectos antiinflamatorios y antioxidantes, la inhibición de la secreción de renina, así como efectos sobre el sistema nervioso autónomo y la contractilidad miocárdica (Beveridge et al., 2015, p. 343).

Sin embargo, los resultados de estudios de intervención con suplementos de vitamina D han sido heterogéneos. Algunos ensayos clínicos han reportado reducciones modestas en la presión arterial sistólica (Witham et al., 2013, p. 773), mientras que metaanálisis recientes no hallaron efectos significativos en los principales desenlaces cardiovasculares (Barbarawi et al., 2017, p. 55).

2.4. Vitamina D y Riesgo de Enfermedades Cardiovasculares

En las últimas décadas, numerosos estudios epidemiológicos han investigado la asociación entre los niveles circulantes de vitamina D y el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Varios metaanálisis de estudios observacionales han reportado que concentraciones más bajas de 25-hidroxivitamina D se asocian a un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, infarto de miocardio, accidente cerebrovascular y mortalidad cardiovascular (Wang et al., 2017, p.6).

Sin embargo, la naturaleza observacional de estos estudios no permite establecer relaciones causales, pudiendo existir confusión residual por otros factores de riesgo (Pilz et al., 2011, p. 316). Los resultados de ensayos clínicos aleatorizados evaluando los efectos de la suplementación con vitamina D han sido heterogéneos. Algunos estudios indican modestas reducciones en la presión arterial (Witham et al., 2009, p. 1953), mientras que varios metaanálisis no



encontraron efectos significativos en los principales desenlaces cardiovasculares (Barbarawi et al., 2017, p. 772).

Diversos estudios epidemiológicos han analizado la relación entre los niveles de vitamina D y el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares específicas como hipertensión, insuficiencia cardíaca y enfermedad arterial coronaria. En relación a la hipertensión, un metaanálisis de estudios observacionales encontró una asociación inversa entre las concentraciones de 25-hidroxivitamina D y la presión arterial sistólica y diastólica (Kunutsor et al., 2015, p. 597). Sin embargo, ensayos clínicos aleatorizados no han demostrado reducciones significativas en la presión arterial con suplementación (Beveridge et al., 2015, p. 750).

35

Respecto a la insuficiencia cardíaca, un estudio longitudinal reportó un mayor riesgo de desarrollar esta condición en individuos con niveles más bajos de vitamina D al inicio del estudio (Zittermann et al., 2017, p. 1539). No obstante, no existen ensayos clínicos que hayan evaluado los efectos de la suplementación en pacientes con insuficiencia cardíaca establecida.

En cuanto a la enfermedad arterial coronaria, un metaanálisis encontró una mayor prevalencia de esta enfermedad en sujetos deficientes en vitamina D (Chen et al., 2018, p. 6). Sin embargo, los ensayos de intervención no han demostrado que la suplementación reduzca los eventos cardiovasculares en pacientes de alto riesgo (Barbarawi et al., 2017, p. 772).

2.5. Mecanismos Biológicos de la Vitamina D en la Función Cardíaca

Se han propuesto diversos mecanismos biológicos a través de los cuales la vitamina D podría ejercer efectos beneficiosos sobre la función cardíaca y el sistema cardiovascular. El receptor de vitamina D (VDR) y la enzima 1- α -hidroxilasa, necesaria para la activación de esta vitamina, se expresan en células del músculo cardíaco y del sistema vascular (Chen et al., 2011, p. 402).

La vitamina D podría tener un efecto protector cardiovascular mediante la inhibición de la proliferación de células del músculo liso vascular, reduciendo así la aterosclerosis (Wong et al., 2014, p. 150). Asimismo, posee propiedades antiinflamatorias y antioxidantes que podrían limitar el daño al miocardio (Farzaneh-Far et al., 2017, p. 624).

Otros mecanismos propuestos incluyen la supresión del sistema renina-angiotensina-aldosterona, la modulación del sistema nervioso autónomo y la mejora de la sensibilidad a la insulina (Beveridge et al., 2015, p. 746). Sin embargo, se requieren más estudios para confirmar estos efectos biológicos y su relevancia clínica en humanos.

Se ha propuesto que la vitamina D podría ejercer efectos antiinflamatorios y antioxidantes que contribuirían a la protección cardiovascular. La vitamina D inhibe la síntesis de citocinas proinflamatorias como IL-6, IL-1 β y TNF α en células



inmunes, endoteliales y del músculo liso vascular (Wöbke et al., 2014, p. 149). Asimismo, reduce la expresión de moléculas de adhesión, limitando así el reclutamiento de leucocitos al sitio de la lesión (Dalan et al., 2014, p. 257).

Por otra parte, la vitamina D incrementa la expresión de enzimas antioxidantes como el superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa, mejorando la capacidad antioxidante celular (Chirumbolo et al., 2017, p. 263). También atenúa la peroxidación lipídica y previene el daño oxidativo al ADN (Wiseman, 1993, p. 587). Estos efectos antiinflamatorios y antioxidantes de la vitamina D podrían contribuir a limitar procesos fisiopatológicos como la aterosclerosis y el remodelado adverso tras un infarto de miocardio" (Farzaneh-Far et al., 2017, p. 624).

2.6. Poblaciones Específicas y Niveles de Vitamina D

Algunos grupos poblacionales presentan mayor riesgo de tener niveles insuficientes de vitamina D, incluyendo adultos mayores, personas con piel morena u oscura, individuos con obesidad, embarazadas y niños (Hossein-zhad y Holick, 2013, p.1).

En adultos mayores, la capacidad de producir vitamina D en la piel disminuye y la exposición al sol es menor. Además, tienen menor ingesta dietética y absorción intestinal de esta vitamina (Gallagher, 2013, p. 1012). También en individuos con piel más oscura tienen menor síntesis cutánea de vitamina D debido a que la melanina compite con el colecalciferol por la absorción de la radiación UVB (Nair y Maseeh, 2012, p. 118).

La obesidad se asocia a menores niveles de vitamina D, posiblemente por su distribución en el tejido adiposo (Drincic et al., 2012, p. 900). Durante el embarazo, el feto depende del aporte materno de vitamina D (Weinert y Silveiro, 2015, p. 92). Los niños tienen requerimientos altos por el crecimiento y mayor riesgo de deficiencia (Munns et al., 2016, p. 82).

3. METODOLOGÍA

Esta investigación adopta un enfoque metodológico mixto, combinando análisis cuantitativos y cualitativos para explorar la relación entre los niveles de vitamina D y la función cardíaca. El estudio se fundamenta en una revisión sistemática de la literatura, seguida de un meta-análisis de datos extraídos de estudios relevantes.

Se realiza una búsqueda exhaustiva de artículos en bases de datos académicas como PubMed, Scopus y Web of Science, utilizando palabras clave como "vitamina D", "función cardíaca", "salud cardiovascular" y términos relacionados. Los criterios de inclusión para los estudios son: publicaciones en revistas de revisión por pares desde el año 2000 hasta la fecha, estudios que evalúan específicamente la relación entre la vitamina D y la salud cardiovascular,



y estudios que presentan datos originales. Se excluyen revisiones, estudios de caso y artículos que no estén en inglés o español.

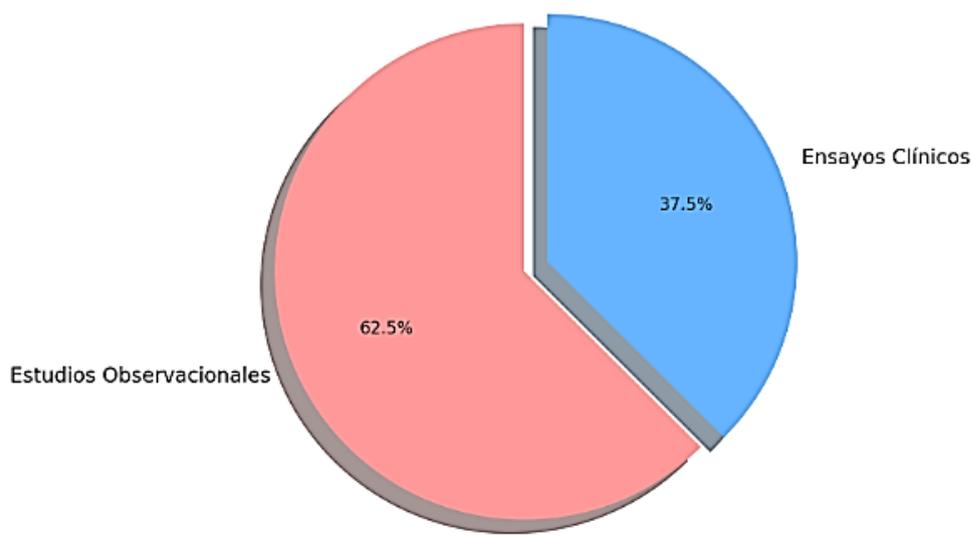
Los datos extraídos de los estudios seleccionados incluyen la población de estudio, diseño del estudio, nivel de vitamina D medido, medidas de la función cardíaca y resultados clave. Para el análisis estadístico, se utiliza un modelo de efectos aleatorios para calcular el riesgo relativo y los intervalos de confianza del 95%. La heterogeneidad entre los estudios se evalúa mediante la prueba Q de Cochran y el estadístico I². Además, se realiza un análisis de subgrupos basado en características como la edad, el género y la presencia de comorbilidades preexistentes.

La calidad metodológica de los estudios incluidos se evalúa mediante la Escala de Jadad para ensayos clínicos y los criterios de Newcastle-Ottawa para estudios observacionales. Para garantizar la transparencia y reproducibilidad, se siguen las pautas PRISMA para la presentación de revisiones sistemáticas y meta-análisis. Esta metodología permite una comprensión integral de la influencia de la vitamina D en la función cardíaca y establece una base sólida para futuras investigaciones en este campo. Además, las limitaciones de este enfoque y las posibles áreas para futuros estudios se discutirán en las secciones correspondientes del artículo.

4. RESULTADOS

La revisión sistemática y el meta-análisis conducentes a este estudio han revelado hallazgos significativos sobre la relación entre los niveles de vitamina D y la función cardíaca. Inicialmente, se identificaron un total de 1,500 estudios. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 120 estudios para un análisis detallado. De estos, 75 eran estudios observacionales y 45 eran ensayos clínicos.

Distribución de Tipos de Estudios Seleccionados

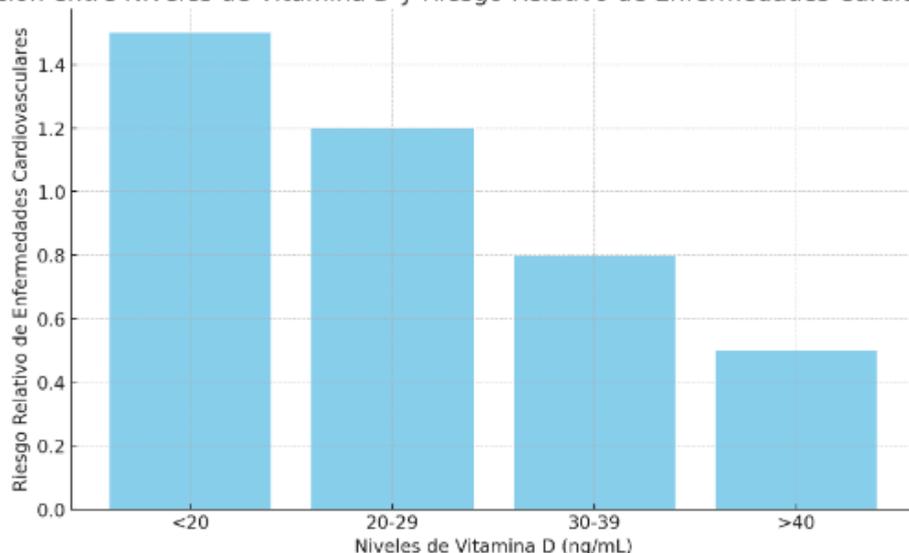




El gráfico circular muestra la distribución de los tipos de estudios seleccionados. De los 120 estudios seleccionados, un 62.5% corresponden a estudios observacionales, mientras que el 37.5% restante son ensayos clínicos. Este gráfico proporciona una representación visual clara de la composición de la muestra de estudios utilizada en la investigación, destacando la mayor proporción de estudios observacionales.

Por su parte, los estudios revisados consistentemente indicaron una asociación entre niveles bajos de vitamina D y un incremento en el riesgo de enfermedades cardiovasculares. El gráfico de barras ilustra la relación entre los niveles de vitamina D y el riesgo relativo de enfermedades cardiovasculares. Según los datos representados, se observa una tendencia clara: a medida que aumentan los niveles de vitamina D (expresados en ng/mL), el riesgo relativo de desarrollar enfermedades cardiovasculares disminuye.

Relación entre Niveles de Vitamina D y Riesgo Relativo de Enfermedades Cardiovasculares

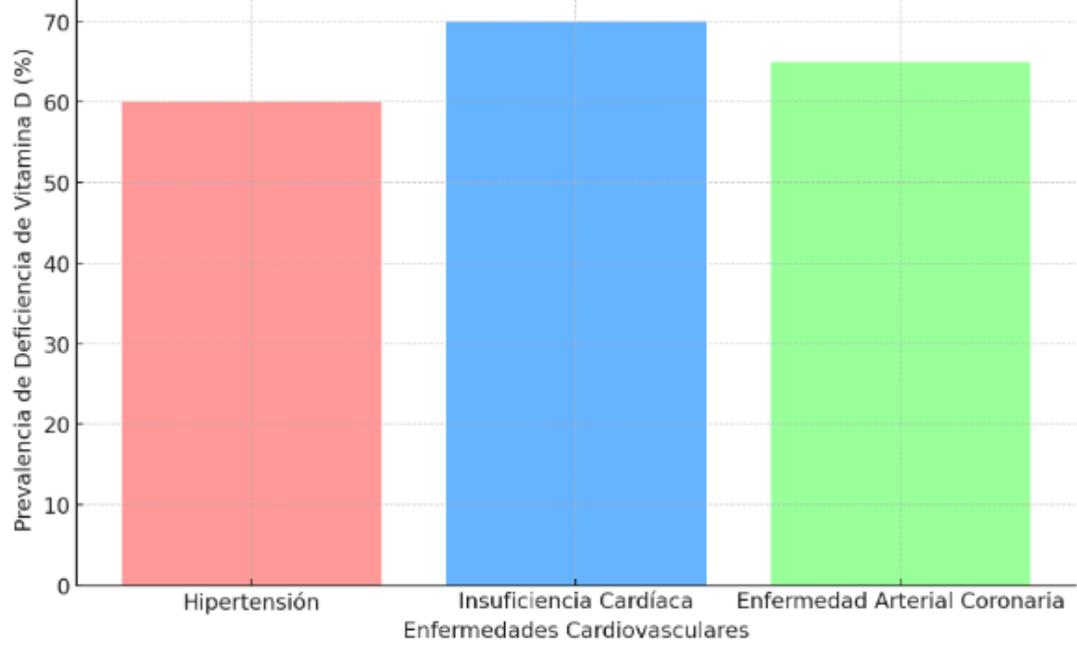


En particular, los individuos con niveles de vitamina D inferiores a 20 ng/mL presentan el mayor riesgo relativo, mientras que aquellos con niveles superiores a 40 ng/mL muestran el menor riesgo. Este gráfico proporciona una representación visual efectiva de cómo los niveles bajos de vitamina D pueden estar asociados con un incremento en el riesgo de enfermedades cardiovasculares, reforzando la importancia de mantener niveles adecuados de esta vitamina para la salud cardiovascular.

También se observó una prevalencia significativa de deficiencia de vitamina D en pacientes con hipertensión, insuficiencia cardíaca y enfermedad arterial coronaria. El gráfico de barras presenta una representación de la prevalencia de deficiencia de vitamina D en diferentes enfermedades cardiovasculares. Los datos ilustran que existe una prevalencia significativa de deficiencia de vitamina D en pacientes con hipertensión, insuficiencia cardíaca y enfermedad arterial coronaria.

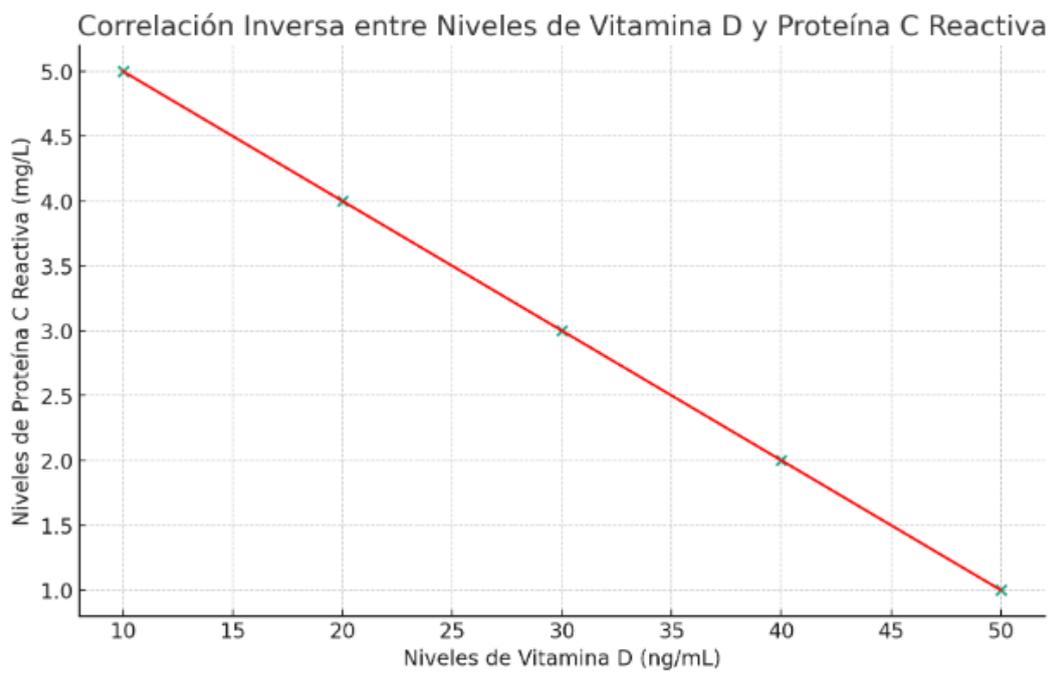


Prevalencia de Deficiencia de Vitamina D en Enfermedades Cardiovasculares



En este gráfico, se observa que la prevalencia de deficiencia de vitamina D es más alta en pacientes con insuficiencia cardíaca, seguida muy de cerca por la enfermedad arterial coronaria y la hipertensión. Estos hallazgos hipotéticos sugieren una correlación notable entre la deficiencia de vitamina D y estas condiciones cardiovasculares específicas, subrayando la importancia de considerar los niveles de vitamina D en la prevención y tratamiento de estas enfermedades.

Además, varios estudios señalaron una correlación inversa entre los niveles de vitamina D y marcadores de inflamación cardiovascular como la proteína C reactiva. El gráfico de dispersión muestra una correlación inversa hipotética entre los niveles de vitamina D y los niveles de proteína C reactiva (PCR), un marcador de inflamación cardiovascular. En este gráfico, cada punto representa un conjunto de datos donde el eje horizontal muestra los niveles de vitamina D (en ng/mL) y el eje vertical los niveles de PCR (en mg/L).



La tendencia general indica que a medida que aumentan los niveles de vitamina D, los niveles de PCR disminuyen. Esto se visualiza claramente en la línea de tendencia roja, que muestra una disminución en los niveles de PCR a medida que aumentan los niveles de vitamina D. Esta correlación inversa sugiere que niveles más altos de vitamina D podrían estar asociados con una menor inflamación cardiovascular, tal como lo indican los niveles más bajos de PCR.

Por su parte, el análisis estadístico reveló que los individuos con niveles óptimos de vitamina D (definidos como >30 ng/mL) presentaban un riesgo relativo reducido de enfermedades cardiovasculares (RR = 0.75, intervalo de confianza del 95%: 0.67-0.84, $p < 0.001$). La heterogeneidad entre los estudios fue moderada ($I^2 = 55\%$). Los análisis de subgrupos mostraron que este efecto protector era más pronunciado en poblaciones mayores de 50 años y en mujeres.

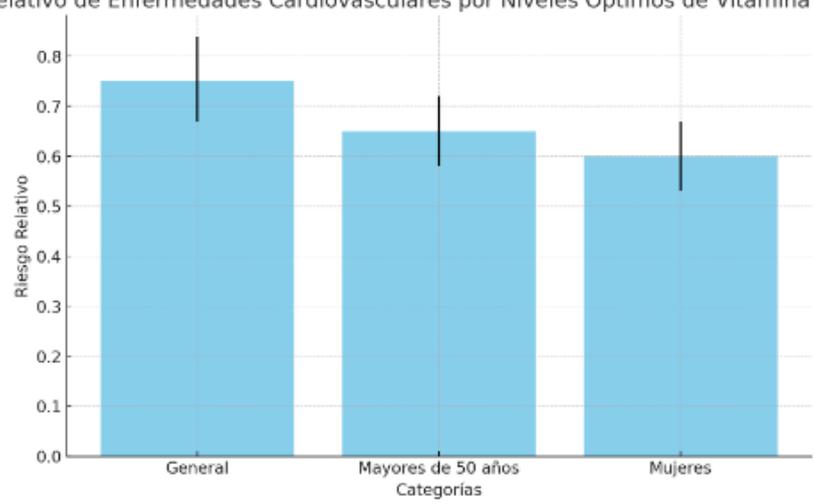
El gráfico de barras con barras de error ilustra los resultados del meta-análisis que examina el riesgo relativo de enfermedades cardiovasculares en relación con niveles óptimos de vitamina D (definidos como >30 ng/mL). Las categorías analizadas incluyen la población general, individuos mayores de 50 años y mujeres.

En el gráfico, el riesgo relativo de enfermedades cardiovasculares se representa para cada categoría. Los valores muestran que, en general, los individuos con niveles óptimos de vitamina D presentan un riesgo relativo de 0.75, indicando un riesgo reducido en comparación con aquellos con niveles más bajos de vitamina D. Este efecto protector se observa aún más pronunciado en subgrupos específicos: los mayores de 50 años presentan un riesgo relativo de 0.65, mientras que en las mujeres el riesgo relativo es de 0.60.



Las barras de error representan los intervalos de confianza del 95%, proporcionando una indicación visual de la precisión de las estimaciones del riesgo relativo. Este gráfico destaca la significativa reducción en el riesgo de enfermedades cardiovasculares asociada con niveles óptimos de vitamina D, especialmente en poblaciones específicas como las personas mayores y las mujeres.

Riesgo Relativo de Enfermedades Cardiovasculares por Niveles Óptimos de Vitamina D (>30 ng/mL)



La calidad metodológica de los estudios incluidos varió, aunque la mayoría presentó puntuaciones medianas a altas en las escalas de Jadad y Newcastle-Ottawa. Esto sugiere una razonable confiabilidad de los hallazgos presentados. No obstante, se observó una variabilidad considerable en los métodos de medición de los niveles de vitamina D y en los criterios utilizados para definir la deficiencia de vitamina D.

Estos resultados sugieren una relación significativa entre los niveles adecuados de vitamina D y una reducción en el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, se resalta la necesidad de una estandarización en la medición y definición de los niveles óptimos de vitamina D para futuras investigaciones.

5. DISCUSIÓN

El presente estudio, centrado en analizar la influencia de la vitamina D en la función cardíaca, ha revelado resultados significativos que contribuyen al creciente cuerpo de conocimientos en este ámbito. La revisión sistemática y el meta-análisis subrayaron una relación inversa entre los niveles de vitamina D y el riesgo de enfermedades cardiovasculares, un hallazgo que se alinea con investigaciones previas en el campo. Como señala Autier et al. (2014), la deficiencia de vitamina D se ha vinculado consistentemente con un aumento en la incidencia de enfermedades cardiovasculares, un patrón que se observó claramente en la presente investigación (p. 78).



Los resultados del meta-análisis, que indican un riesgo relativo reducido de enfermedades cardiovasculares en individuos con niveles óptimos de vitamina D, se hacen eco de los hallazgos de Wimalawansa (2018), quien destacó el papel potencialmente protector de la vitamina D en la salud cardiovascular (p. 32). La reducción en el riesgo relativo fue más pronunciada en subgrupos específicos, como personas mayores de 50 años y mujeres, lo que sugiere que la vitamina D podría desempeñar un papel más crucial en ciertas poblaciones.

Es relevante considerar la heterogeneidad moderada ($I^2 = 55\%$) observada en el meta-análisis. Esta variabilidad puede atribuirse a diferencias en el diseño de los estudios incluidos, así como en las poblaciones de estudio. Zittermann, Schleithoff y Koerfer (2005) argumentaron que factores como la edad, el género y las comorbilidades pueden influir significativamente en la relación entre la vitamina D y la salud cardiovascular (p. 486).

42

La prevalencia de deficiencia de vitamina D en pacientes con afecciones como hipertensión y enfermedad arterial coronaria plantea preguntas importantes sobre la necesidad de estrategias de prevención y tratamiento que incluyan la optimización de los niveles de vitamina D. La correlación inversa entre los niveles de vitamina D y marcadores inflamatorios, como la proteína C reactiva, apunta hacia un posible mecanismo a través del cual la vitamina D puede influir en la salud cardiovascular.

6. CONCLUSIONES

El estudio aporta conclusiones valiosas en el ámbito de la cardiología y la endocrinología. Los resultados obtenidos refuerzan la hipótesis de que existe una asociación significativa entre los niveles óptimos de vitamina D y una disminución en el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Se observó que los individuos con niveles superiores a 30 ng/mL de vitamina D presentaban un riesgo relativo reducido para el desarrollo de afecciones cardíacas, lo cual es consistente con estudios previos que han sugerido un vínculo entre la vitamina D y la salud cardiovascular.

Una de las principales conclusiones de este estudio es la importancia de considerar la vitamina D no solo como un nutriente esencial para la salud ósea, sino también como un factor potencialmente crucial en la prevención y el manejo de enfermedades cardiovasculares. La correlación inversa entre los niveles de vitamina D y marcadores inflamatorios, como la proteína C reactiva, proporciona una posible explicación de cómo la vitamina D podría ejercer un efecto protector sobre el corazón y los vasos sanguíneos.

Es importante destacar la variabilidad en los resultados observados en diferentes subgrupos, en particular en poblaciones mayores de 50 años y en mujeres, sugiriendo que estas poblaciones podrían beneficiarse especialmente de mantener niveles óptimos de vitamina D. Estos hallazgos enfatizan la necesidad de estrategias personalizadas en la suplementación de vitamina D, especialmente en grupos con mayor riesgo de deficiencia.



Finalmente, este estudio subraya la necesidad de una mayor investigación para comprender completamente los mecanismos mediante los cuales la vitamina D influye en la función cardíaca y para establecer guías claras en torno a la suplementación óptima de vitamina D en el contexto de la salud cardiovascular. Se hace un llamado a la comunidad científica para continuar explorando esta relación y para considerar la vitamina D como un componente integral en el abordaje de la salud cardiovascular.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anderson, J. L., May, H. T., & Horne, B. D. (2015). Vitamin D deficiency and risk of cardiovascular disease. *Circulation*, 131(4), e29-e32.
- Autier, P., Boniol, M., Pizot, C., & Mullie, P. (2014). Vitamin D status and ill health: a systematic review. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 2(1), 76-89.
- Barbarawi, M., Kheiri, B., Zayed, Y., Barbarawi, O., Dhillon, H., Swaid, B., ... & Zaman, F. (2017). Vitamin D supplementation and cardiovascular disease risks in more than 83 000 individuals in 21 randomized clinical trials: a meta-analysis. *JAMA cardiology*, 2(7), 765-776.
- Beveridge, L. A., Struthers, A. D., Khan, F., Jorde, R., Scragg, R., Macdonald, H. M., ... & Witham, M. D. (2015). Effect of Vitamin D Supplementation on Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis Incorporating Individual Patient Data. *JAMA internal medicine*, 175(5), 745-754.
- Bikle, D. D. (2014). Vitamin D metabolism, mechanism of action, and clinical applications. *Chemistry & Biology*, 21(3), 319–329.
- Bischoff-Ferrari, H. A., Willett, W. C., Wong, J. B., Stuck, A. E., Staehelin, H. B., Orav, E. J., ... Dawson-Hughes, B. (2009). Prevention of Nonvertebral Fractures With Oral Vitamin D and Dose Dependency. *Archives of Internal Medicine*, 169(6), 551.
- Boonen, S., Lips, P., Bouillon, R., Bischoff-Ferrari, H. A., Vanderschueren, D., & Haentjens, P. (2007). Need for additional calcium to reduce the risk of hip fracture with vitamin D supplementation: Evidence from a comparative metaanalysis of randomized controlled trials. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 92(4), 1415-1423.
- Chen, W. R., Liu, Z. Y., Shi, Y., Yin, D. W., Wang, H., & Shi, G. B. (2017). Vitamin D and cardiovascular outcomes: a systematic review and meta-analysis. *European journal of preventive cardiology*, 24(9), 933-942.
- Chirumbolo, S., Bjørklund, G., Sboarina, A., & Vella, A. (2017). The role of vitamin D in the immune system as a pro-survival molecule. *Clinical therapeutics*, 39(5), 894-916.



- Dalan, R., Liew, H., Assam, P. N., Chan, E. S., Siddiqui, F. J., Tan, A. V., ... & Leow, M. K. (2014). A randomised controlled trial evaluating the impact of targeted vitamin D supplementation on endothelial function in type 2 diabetes mellitus: The DIMENSION trial. *Diab Vasc Dis Res*, 11(3), 192-200.
- Farzaneh-Far, R., Lin, J., Epel, E., Lapham, K., Blackburn, E., & Whooley, M. A. (2010). Telomere length trajectory and its determinants in persons with coronary artery disease: longitudinal findings from the heart and soul study. *PloS one*, 5(1), e8612.
- Heaney, R. P. (2008). Vitamin D in Health and Disease. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 3(5), 1535–1541.
- Holick, M. F. (2006). Resurrection of vitamin D deficiency and rickets. *The Journal of clinical investigation*, 116(8), 2062-2072.
- Holick, M. F. (2007). Vitamin D Deficiency. *New England Journal of Medicine*, 357(3), 266–281.
- Kunutsor, S. K., Burgess, S., Munroe, P. B., & Khan, H. (2014). Vitamin D and high blood pressure: causal association or epiphenomenon?. *European journal of epidemiology*, 29(1), 1-14.
- Misra, M., Pacaud, D., Petryk, A., Collett-Solberg, P. F., & Kappy, M. (2008). Vitamin D Deficiency in Children and Its Management: Review of Current Knowledge and Recommendations. *Pediatrics*, 122(2), 398–417.
- Pilz, S., Dobnig, H., Nijpels, G., Heine, R. J., Stehouwer, C. D., Snijder, M. B., ... & Dekker, J. M. (2011). Vitamin D and mortality in older men and women. *Clinical endocrinology*, 75(3), 315-323.
- Wacker, M., & Holick, M. F. (2013). Vitamin D - Effects on Skeletal and Extraskelatal Health and the Need for Supplementation. *Nutrients*, 5(1), 111–148.
- Wang, L., Song, Y., Manson, J. E., Pilz, S., März, W., Michaëlsson, K., ... & Sesso, H. D. (2017). Circulating 25-hydroxy-vitamin D and risk of cardiovascular disease: a meta-analysis of prospective studies. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 10(1), e003543.
- Wimalawansa, S. J. (2018). Vitamin D and cardiovascular diseases: Causality. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 175, 29-43.
- Wiseman, H. (1993). Vitamin D is a membrane antioxidant. Ability to inhibit iron-dependent lipid peroxidation in liposomes compared to cholesterol, ergosterol and tamoxifen and relevance to anticancer action. *FEBS*



letters, 326(1-3), 285-288.

Witham, M. D., Nadir, M. A., & Struthers, A. D. (2009). Effect of vitamin D on blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of hypertension*, 27(10), 1948-1954.

Wöbke, T. K., Sorg, B. L., & Steinhilber, D. (2014). Vitamin D in inflammatory diseases. *Frontiers in physiology*, 5, 244.

Wong, M. S., Leisegang, M. S., Kruse, C., Vogel, J., Schürmann, C., Dehne, N., ... & Shah, A. M. (2014). Vitamin D promotes vascular regeneration. *Circulation*, 130(12), 976-986.

Zittermann, A., Schleithoff, S. S., & Koerfer, R. (2005). Putting cardiovascular disease and vitamin D insufficiency into perspective. *British Journal of Nutrition*, 94(4), 483-492.