



Asociación entre niveles séricos de homocisteína, vitamina D y vitamina B12 con la presión arterial en adultos mexicanos

Association between serum levels of homocysteine, vitamin D, and vitamin B12 and blood pressure in Mexican adults

Editado por:

Melanie Joceline Cervantes Sandoval
Instituto de Nutrigenética y Nutrigenómica
Traslacional, Departamento de Biología
Molecular, Universidad de Guadalajara,
México.

*Correspondencia

Carlos Domínguez-Vargas

Correo:

carlos.dominguez2546@alumnos.udg.mx

Recibido: 25 de octubre, 2025.

Aceptado: 05 de noviembre, 2025.

Publicado: 25 de mayo, 2026.

Cómo citar este artículo:

Domínguez-Vargas C, Ramírez-Flores SJ, Pérez-Castellón MC, Aguilera-Manuel K, Camarena-Sánchez A, Parra-Carrillo JZ. Asociación entre niveles séricos de homocisteína, vitamina D y vitamina B12 con la presión arterial en adultos mexicanos: Estudio observacional. Universidad de Guadalajara, México. Ósmosis Revista Médica Estudiantil. 2026; (5): páginas 16-21.

Carlos Domínguez-Vargas¹, Samantha Jonnue Ramírez-Flores¹, Miranda Citlali Pérez-Castellón¹, Karel Aguilera-Manuel², Andrea Camarena-Sánchez¹, José Zacarías Parra-Carrillo³.

Licenciatura en Médico Cirujano y Partero, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara. ¹

Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez", Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. ²

Instituto de Investigación Cardiovascular, Universidad de Guadalajara, Hospital Civil de Guadalajara "Dr. Juan I. Menchaca". ³

Resumen

Los biomarcadores metabólicos, como la homocisteína, la vitamina D y la vitamina B12, han sido relacionados con la función endotelial y la regulación de la presión arterial; sin embargo, su asociación en población mexicana permanece poco estudiada. Este trabajo evaluó la relación entre los niveles séricos de estos biomarcadores y la presión arterial en adultos mexicanos utilizando datos de la ENSANUT 2022. Se realizó un estudio observacional transversal analítico basado en el dataset público Hipertensión Arterial México, disponible en Kaggle, incluyendo 4363 registros completos. La asociación entre variables se evaluó mediante coeficientes de correlación de Pearson. Los resultados mostraron correlaciones débiles y negativas entre la presión arterial y homocisteína ($r=-0.083$), vitamina D ($r=-0.058$) y vitamina B12 ($r=-0.027$). Entre las limitaciones destacan el diseño transversal, la ausencia de información sobre consumo dietético y la falta de control de variabilidad regional. En conclusión, estos biomarcadores no mostraron asociaciones significativas con la presión arterial tras ajustar por factores de confusión.

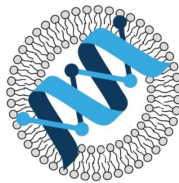
Palabras clave: Hipertensión; Homocisteína; Vitamina D; Vitamina B12; Factores de riesgo;

Introducción

La hipertensión arterial (HTA) constituye uno de los principales factores de riesgo modificables de enfermedad cardiovascular, responsable de más de 10 millones de muertes anuales a nivel global según la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1]. En México, su prevalencia estimada en adultos mayores de 20 años supera el 30 %, con una proporción considerable de casos no diagnosticados o mal controlados [2].

Diversos estudios han explorado el papel de biomarcadores metabólicos en la regulación de la presión arterial. Entre ellos, la homocisteína, un aminoácido sulfurado derivado del metabolismo de la metionina, ha sido asociada con daño endotelial, estrés oxidativo y rigidez arterial [3]. La hiperhomocisteinemia puede inducir disfunción endotelial al reducir la biodisponibilidad de óxido nítrico (NO) y aumentar la producción de especies reactivas de oxígeno, promoviendo vasoconstricción y remodelado vascular [4,5].

Por otro lado, la vitamina D ejerce funciones pleiotrópicas que trascienden la homeostasis del calcio y fósforo. Su forma activa, el calcitriol, inhibe la transcripción del gen de renina, modulando el sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA) y contribuyendo así al control de la presión arterial [6]. Estudios observacionales han mostrado que la



Departamento de
Biología Molecular y
Genómica CUCS|UdeG



Abstract

Metabolic biomarkers such as homocysteine, vitamin D, and vitamin B12 have been associated with endothelial function and blood pressure regulation, although their relationship in the Mexican population remains insufficiently understood. This study aimed to evaluate the association between serum levels of these biomarkers and blood pressure in Mexican adults using data from ENSANUT 2022. A cross-sectional analytical study was conducted using the Hypertension Arterial Mexico dataset available on Kaggle, including 4,363 complete cases. Pearson correlation analysis was performed to assess the relationship between variables. Results showed weak and negative correlations between blood pressure and homocysteine ($r = -0.083$), vitamin D ($r = -0.058$), and vitamin B12 ($r = -0.027$). These findings suggest that the evaluated biomarkers are not strongly associated with blood pressure levels in this population. In conclusion, no significant association was observed between serum homocysteine, vitamin D, or vitamin B12 levels

Palabras clave: Hypertension; Homocysteine; Vitamin D; Vitamin B12; Risk Factors; Mexico.

deficiencia de vitamina D se asocia con un mayor riesgo de hipertensión, aunque los ensayos clínicos han mostrado resultados inconsistentes [7].

La vitamina B12 participa en la remetilación de la homocisteína a metionina; por tanto, su deficiencia puede incrementar los niveles plasmáticos de homocisteína y, de manera indirecta, aumentar el riesgo cardiovascular [8,9]. Esta interacción metabólica entre las vitaminas B12, B6, el folato y la homocisteína ha sido descrita como un eje potencialmente modificable en la prevención de la hipertensión y la enfermedad vascular [10].

Pese a la abundancia de literatura internacional, los estudios que analicen de forma conjunta los niveles séricos de homocisteína, vitamina D y B12 en la población mexicana son escasos. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la asociación entre estos tres biomarcadores y la presión arterial en adultos mexicanos, mediante un análisis transversal de datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2022).

Métodos

Se realizó un estudio observacional, transversal y analítico. Los datos se obtuvieron del conjunto público "Hipertensión Arterial México", elaborado

con información de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua (ENSANUT 2022) [11]. Este dataset integra variables antropométricas, bioquímicas y de tensión arterial. El dataset está disponible de manera abierta en la plataforma Kaggle y fue creado por Axel Frederick Félix Jiménez y colaboradores bajo licencia CC BY 4.0. Se conforma a partir de tres subfuentes originales de ENSANUT:

- ◊ Dependiente: presión arterial sistólica (mmHg).
- ◊ Independientes: homocisteína ($\mu\text{mol/L}$), vitamina D (ng/mL) y vitamina B12 (pg/mL).

Se incluyeron registros correspondientes a adultos mexicanos (≥ 18 años) con datos completos de presión arterial y determinaciones séricas de homocisteína, vitamina D y vitamina B12. Se excluyeron casos con valores faltantes en cualquiera de las variables principales o en las covariables de control.

El tamaño final de la muestra analizada fue de 4,363 individuos, después del proceso de depuración y manejo de valores nulos.

ENSANUT utiliza un muestreo probabilístico,

estratificado y multietápico, representativo a nivel nacional. La presión arterial fue medida por personal capacitado mediante esfigmomanómetro validado, siguiendo protocolos estandarizados del Instituto Nacional de Salud Pública. Para las determinaciones bioquímicas, se obtuvo sangre venosa por punción, se separó el suero in situ y las muestras fueron remitidas al laboratorio central del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ) para su procesamiento y análisis. Las concentraciones séricas de ferritina, vitamina B12 y folatos se determinaron mediante inmunoensayo por quimioluminiscencia en un equipo automatizado UniCel DxI 800 (Beckman Coulter). Las determinaciones de homocisteína total y 25-hidroxivitamina D (25[OH]D) se realizaron utilizando la plataforma Architect i1000 (Abbott), mediante ensayos inmunoquimioluminiscentes según los protocolos del fabricante y del laboratorio central. Los análisis se realizaron siguiendo los procedimientos de control de calidad interno del laboratorio y se reportaron teniendo en cuenta el diseño complejo de ENSANUT.

Análisis estadístico

Se realizó una descripción exploratoria y se calcularon coeficientes de correlación de Pearson. El análisis se ejecutó en Microsoft Excel. Se utilizó un nivel de significancia de $p < 0.05$.

Consideraciones éticas

El estudio utilizó información secundaria de acceso abierto y anonimizada, disponible públicamente en Kaggle y ENSANUT, por lo que no requirió aprobación de un comité de ética. No se realizó contacto directo con participantes ni se recopilaron datos personales identificables.

Resultados

Se analizaron 4,363 registros completos de adultos mexicanos. La edad promedio fue de 49.8 ± 14.2 años, con una proporción ligeramente mayor de mujeres (54.2%). El valor medio de presión arterial sistólica fue de 114.3 ± 12.7 mmHg. Las concentraciones séricas promedio de los biomarcadores se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Características bioquímicas de la población estudiada (n = 4,363)			
Parámetro	Media ± DE	Rango	Valor de referencia
Homocisteína (μmol/L)	10.4 ± 3.2	4.1 – 32.6	≤15
Vitamina D (ng/mL)	26.7 ± 8.5	6.2 – 58.4	≥30
Vitamina B12 (pg/mL)	421.8 ± 163.4	118 – 1820	200–900

Valores expresados como media ± desviación estándar. Los valores de referencia corresponden a rangos clínicos aceptados para población adulta. Deficiencia de vitamina B12 definida como <200 pg/mL; insuficiencia de vitamina D como <30 ng/mL; hiperhomocisteinemia como >15 μmol/L.

Al clasificar los biomarcadores según valores de referencia clínicos, se observó que 38.6% (n=1684) de los participantes presentó insuficiencia de vitamina D, 13.9% (n=606) mostró deficiencia de vitamina B12 y 11.4% (n=497) presentó hiperhomocisteinemia. Estos hallazgos indican una alta prevalencia de alteraciones metabólicas subclínicas en la población estudiada.

La correlación mostró asociaciones negativas débiles entre presión arterial y los biomarcadores analizados, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Correlación entre presión arterial y biomarcadores metabólicos (n = 4,363)			
Variable	Coeficiente de correlación (r)	Valor p	Interpretación
Homocisteína	−0.083	0.072	Asociación negativa no significativa
Vitamina D	−0.058	0.210	Sin asociación estadística
Vitamina B12	−0.027	0.610	Sin asociación estadística

Coeficientes de correlación de Pearson. No se observaron asociaciones estadísticamente significativas entre los biomarcadores y la presión arterial.

Discusión

El presente análisis mostró que los niveles séricos de homocisteína, vitamina D y vitamina B12

presentaron una correlación negativa débil y no significativa con la presión arterial en adultos mexicanos. Los coeficientes de correlación ($r=-0.083$, -0.058 y -0.027 , respectivamente) sugieren una tendencia mínima a la disminución de la presión arterial conforme aumentan los valores de dichos biomarcadores, aunque la magnitud del efecto carece de relevancia estadística y clínica.

Estos hallazgos concuerdan con investigaciones que han documentado efectos inconsistentes o nulos entre los niveles plasmáticos de homocisteína y la presión arterial en población general. Estudios previos en adultos chinos y europeos reportaron correlaciones modestas ($r=0.10-0.15$), las cuales pierden significancia tras ajustar por edad, índice de masa corporal o perfil lipídico [1,2]. En el presente estudio, la ausencia de una correlación significativa podría atribuirse a una variabilidad fisiológica amplia y a factores dietéticos o genéticos no considerados, como la variante MTHFR C677T, conocido por modular los niveles de homocisteína [3].

Respecto a la vitamina D, la correlación negativa leve observada ($r=-0.058$) es coherente con la evidencia que sugiere que la deficiencia de esta vitamina puede asociarse con un aumento del riesgo de hipertensión por activación del SRAA [4]. Sin embargo, estudios de intervención con suplementación de vitamina D no han demostrado reducciones significativas de la presión arterial, indicando que su relación podría ser epifenoménica o dependiente de otros determinantes metabólicos [5].

En cuanto a la vitamina B12, la correlación prácticamente nula ($r=-0.027$) coincide con la literatura que describe su influencia indirecta sobre la presión arterial a través del metabolismo de la homocisteína. Dado que la cobalamina participa en la remetilación de este aminoácido, su efecto hipotético sobre la presión arterial depende más de la homeostasis global del ciclo del folato que de su concentración aislada [6]. Estos resultados sugieren que, en esta muestra de adultos mexicanos, la presión arterial no se asocia significativamente con variaciones en los niveles de homocisteína, vitamina D o vitamina B12, lo que podría reflejar una interacción multifactorial donde los determinantes

tradicionales (edad, obesidad, dislipidemia y sedentarismo) tienen un papel predominante. Además, la ausencia de significancia estadística puede deberse al diseño transversal del estudio y a la heterogeneidad biológica de la población, que limitan la inferencia causal. Aunque las correlaciones entre presión arterial y los biomarcadores metabólicos no alcanzaron significancia estadística, la dirección negativa observada sugiere una posible tendencia fisiológica que podría manifestarse en subgrupos específicos o en estudios longitudinales. La ausencia de asociación significativa refuerza la naturaleza multifactorial de la regulación de la presión arterial y sugiere que las alteraciones bioquímicas observadas podrían preceder a cambios clínicos manifiestos.

Esto refuerza la necesidad de realizar investigaciones longitudinales y con determinaciones bioquímicas estandarizadas que evalúen simultáneamente la dieta, el estado inflamatorio y la función renal, factores que modulan la relación entre micronutrientes y presión arterial en el contexto mexicano. Asimismo, estos hallazgos sugieren que la medición rutinaria de homocisteína, vitamina D o vitamina B12 como estrategia aislada para el control de la presión arterial no parece justificada en población general, aunque podrían tener utilidad en subgrupos específicos con deficiencias documentadas [12].

Conclusión

En la población mexicana analizada, los niveles séricos de homocisteína, vitamina D y vitamina B12 mostraron una correlación negativa muy débil y no significativa con la presión arterial, lo que indica que estos biomarcadores no presentan una relación lineal directa con la variabilidad tensional.

Los resultados sugieren que, aunque la homocisteína y la vitamina D han sido propuestas como moduladores de la función endotelial y del SRAA, su influencia sobre la presión arterial en adultos aparentemente sanos es mínima o dependiente de otros factores metabólicos. En el caso de la vitamina B12, su efecto parece ser indirecto y mediado por el metabolismo de la homocisteína.

Estos hallazgos refuerzan la noción de que la hipertensión arterial es una condición multifactorial, en la que los determinantes tradicionales como la edad, el índice de masa corporal, la dieta y el perfil lipídico, desempeñan un papel predominante frente a los micronutrientes individuales.

Se recomienda realizar estudios longitudinales y de intervención que incluyan un control más estricto de variables dietéticas, genéticas y renales, a fin de establecer con mayor precisión si los biomarcadores metabólicos pueden tener un papel causal o simplemente asociativo en el desarrollo de la hipertensión.

Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. Wendy Yareni Campos Pérez por la invitación al envío de trabajos a la revista Ósmosis. Asimismo, se agradece a los autores de la base de datos Hipertensión Arterial México (Axel Frederick Félix Jiménez y colaboradores) y al Instituto Nacional de Salud Pública por el acceso abierto a los datos de ENSANUT 2022.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Financiamiento

No se recibió financiamiento específico para este trabajo.

Bibliografía

- World Health Organization. Hypertension. Geneva: WHO; 2023. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
- Instituto Nacional de Salud Pública (México). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición Continua 2022 (ENSANUT). Cuernavaca, México: INSP; 2023.
- Skeete J, DiPette DJ. Relationship between homocysteine and hypertension: New data add to the debate. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2017 Nov;19(11):1171-1172. doi: 10.1111/jch.13073. Epub 2017 Sep 24. PMID: 28942602; PMCID: PMC8030797.
- Balint B, Jephumba VK, Guéant JL, Guéant-Rodriguez RM. Mechanisms of homocysteine-induced damage to the endothelial, medial and adventitial layers of the arterial wall. *Biochimie*. 2020 Jun;173:100-106. doi: 10.1016/j.biochi.2020.02.012. Epub 2020 Feb 24. PMID: 32105811.
- Lai WK, Kan MY. Homocysteine-Induced Endothelial Dysfunction. *Ann Nutr Metab*. 2015;67(1):1-12. doi: 10.1159/000437098. Epub 2015 Jul 18. PMID: 26201664.
- Li YC, Kong J, Wei M, Chen ZF, Liu SQ, Cao LP. 1,25-Dihydroxyvitamin D(3) is a negative endocrine regulator of the renin-angiotensin system. *J Clin Invest*. 2002 Jul;110(2):229-38. doi: 10.1172/JCI15219. PMID: 12122115; PMCID: PMC151055.
- Pilz S, Tomaschitz A, Ritz E, Pieber TR. Vitamin D status and arterial hypertension: a systematic review. *Nat Rev Cardiol*. 2009 Oct;6(10):621-30. doi: 10.1038/nrcardio.2009.135. Epub 2009 Aug 18. PMID: 19687790.
- Yuan S, Mason AM, Carter P, Burgess S, Larsson SC. Homocysteine, B vitamins, and cardiovascular disease: a Mendelian randomization study. *BMC Med*. 2021 Apr 23;19(1):97. doi: 10.1186/s12916-021-01977-8. PMID: 33888102; PMCID: PMC8063383.
- Obeid R, Herrmann W. Mechanisms of homocysteine neurotoxicity in neurodegenerative diseases with special reference to dementia. *FEBS Lett*. 2006 May 29;580(13):2994-3005. doi: 10.1016/j.febslet.2006.04.088. Epub 2006 May 6. PMID: 16697371.
- Spence JD. Homocysteine-lowering therapy: a role in stroke prevention? *Lancet Neurol*. 2007 Sep;6(9):830-8. doi: 10.1016/S1474-4422(07)70219-3. PMID: 17706567.
- Félix Jiménez AF, et al. Hipertensión Arterial México Dataset. Kaggle; 2022. Disponible en: <https://www.kaggle.com/datasets/axelfrederickjimenez/hypertension-arterial-mexico>

12. Grant WB, Boucher BJ, Cheng RZ, Pludowski P, Wimalawansa SJ. Vitamin D and Cardiovascular Health: A Narrative Review of Risk Reduction Evidence. *Nutrients*. 2025 Jun 25;17(13):2102. doi: 10.3390/nu17132102. PMID: 40647207; PMCID: PMC12251170.