

ARTICULO DE REVISIÓN / REVIEW ARTICLE

Relación entre el estado nutricional materno, los niveles de aminoácidos plasmáticos del cordón umbilical y el peso al nacer: Artículo de Revisión

Relationship between Maternal Nutritional Status, Umbilical Cord Plasma Amino Acid Levels, and Birth Weight: A Review Article

Guiomar Viveros de Cabello ¹, Julieta Méndez ^{1,2}, Miriam Espínola de Canata ³, Macarena Morínigo-Martínez ³, Ana Laura de la Garza ⁴, Natalia González-Cañete ⁵, Gloria González Vázquez ¹, Gladys Estigarribia-Sanabria ²⁻⁶, Patricia Ríos-Mujica ^{1-2,6}, Beatriz Núñez Martínez ⁷, Deisy Galeano ¹, Rosa Espínola Martínez ¹, Oscar Ramos-López ⁸, Gabriela Sanabria-Báez ^{1,6}

¹Universidad Nacional de Caaguazú, Facultad de Ciencias de la Salud, Coronel Oviedo, Caaguazú, Paraguay.

²Universidad Nacional de Caaguazú, Instituto Regional de Investigación en Salud, Coronel Oviedo, Caaguazú, Paraguay.

³Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, Instituto Nacional de Salud, Asunción, Paraguay.

⁴Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey, México.

⁵Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición, Investigación y Proyectos, Asunción, Paraguay.

⁶Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Médicas, Santa Rosa del Aguaray, San Pedro, Paraguay.

⁷Centro Médico San Cristóbal, Asunción, Paraguay.

⁸Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Medicina y Psicología, Mexicali, México.

Autor correspondiente: Gabriela Sanabria-Báez, gabysanabria@gmail.com, +5959 981 777923.

Editor responsable: Lic. Silvia Araújo Pino , Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Químicas, San Lorenzo, Paraguay.

Cómo citar este artículo: Viveros G, Méndez J, Espínola de Canata M, Morínigo-Martínez M, de la Garza AL, González-Cañete N, et al. Relación entre el estado nutricional materno, los niveles de aminoácidos plasmáticos del cordón umbilical y el peso al nacer: Artículo de Revisión. Rev salud pública Parag, 2025;15(1):43-48.

Recibido: 31/01/2025. **Aceptado:** 25/03/2025.

RESUMEN

Introducción: El estado nutricional materno influye decisivamente en el desarrollo fetal y resultados neonatales. Los aminoácidos son componentes esenciales para el crecimiento fetal, y sus niveles inadecuados en plasma de cordón umbilical se relacionan con complicaciones como bajo peso al nacer y parto prematuro. **Objetivo:** Analizar la evidencia actual sobre la relación entre el estado nutricional materno, los niveles de aminoácidos en plasma de cordón umbilical y el peso al nacer. **Metodología:** Revisión de literatura en PubMed, Scopus, Cochrane y BVS (2015-2023), utilizando términos como "estado nutricional materno", "aminoácidos", "plasma de cordón umbilical" y "peso al nacer", como parte del proyecto PINV01-67. Se incluyeron estudios que examinaron la relación entre estas variables sin restricciones de idioma. **Resultados:** De 10 estudios analizados, se identificó asociación positiva entre niveles de metionina en cordón umbilical y macrosomía. La deficiencia de vitamina D materna se asoció con alteraciones en perfiles de aminoácidos. La obesidad materna correlacionó con niveles elevados de aminoácidos de cadena ramificada en plasma materno y cordón umbilical. Los recién nacidos con bajo peso presentaron niveles inferiores de aminoácidos esenciales versus aquellos con peso normal. **Conclusiones:** El estado nutricional materno impacta significativamente en los niveles de aminoácidos plasmáticos del cordón umbilical y peso al nacer, con importantes implicaciones para la atención prenatal. Se requieren más investigaciones para desarrollar estrategias efectivas que optimicen el estado nutricional materno y mejoren los resultados neonatales, especialmente en el contexto paraguayo.

Palabras clave: nutrición materna, aminoácidos, cordón umbilical, peso al nacer.

ABSTRACT

Introduction: Maternal nutritional status decisively influences fetal development and neonatal outcomes. Amino acids are essential components for fetal growth, and inadequate levels in umbilical cord plasma are associated with complications such as low birth weight and premature delivery. **Objective:** To analyze current evidence on the relationship between maternal nutritional status, amino acid levels in umbilical cord plasma, and birth weight. **Methodology:** Literature review in PubMed, Scopus, Cochrane, and BVS (2015-2023), using terms such as "maternal nutritional status," "amino acids," "umbilical cord plasma," and "birth weight," as part of the PINV01-67 project. Studies examining the relationship between these variables were included without language restrictions. **Results:** From 10 analyzed studies, a positive association was identified between methionine levels in umbilical cord and macrosomia. Maternal vitamin D deficiency was associated with alterations in amino acid profiles. Maternal obesity correlated with elevated levels of branched-chain amino acids in maternal and umbilical cord plasma. Low birth weight newborns showed lower levels of essential amino acids compared to those with normal weight. **Conclusions:** Maternal nutritional status significantly impacts umbilical cord plasma amino acid levels and birth weight, with important implications for prenatal care. Further research is needed to develop effective strategies that optimize maternal nutritional status and improve neonatal outcomes, especially in the Paraguayan context.

Keywords: maternal nutrition, amino acids, umbilical cord, birth weight.

INTRODUCCIÓN

El estado nutricional materno juega un papel crucial en el desarrollo fetal y en los resultados de salud neonatal. La evidencia sugiere que la ingesta adecuada de nutrientes, incluidos los aminoácidos, es esencial para un embarazo saludable y para el crecimiento óptimo del feto (1,2). Varios estudios han demostrado que deficiencias en la nutrición materna pueden estar asociadas con complicaciones como el bajo peso al nacer y el parto prematuro (3,4). Estos resultados resaltan la importancia de evaluar el estado nutricional de las mujeres embarazadas, especialmente en poblaciones vulnerables(1).

Los aminoácidos son componentes fundamentales de las proteínas y son vitales para el crecimiento y desarrollo del feto (5). Se ha observado que niveles inadecuados de ciertos aminoácidos en el plasma de cordón umbilical están relacionados con resultados adversos en el embarazo, incluyendo la macrosomía y el riesgo de trastornos metabólicos en el recién nacido (6,7). Por lo tanto, entender cómo la nutrición materna impacta los niveles de aminoácidos en el cordón umbilical es esencial para establecer intervenciones efectivas que mejoren la salud materno-infantil (7).

A pesar de la creciente investigación en este campo, existe una falta de consenso sobre las mejores prácticas para la evaluación y mejora del estado nutricional durante el embarazo (8). Las revisiones anteriores han abordado aspectos específicos de la nutrición materna, pero pocas han integrado un análisis exhaustivo de cómo estos factores influyen en los niveles de aminoácidos y en el peso al nacer (9). Esta revisión tiene como objetivo sintetizar la evidencia actual sobre la relación entre el estado nutricional materno, los niveles de aminoácidos en el plasma de cordón umbilical y el peso al nacer.

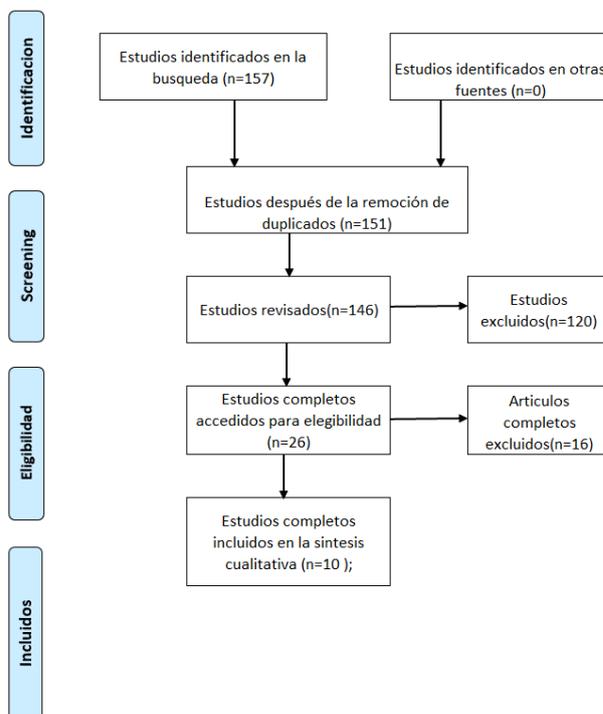
Este estado del arte busca establecer las bases teóricas y empíricas necesarias para comprender cómo el estado nutricional materno impacta los niveles de aminoácidos en el plasma del cordón umbilical y el peso al nacer, en el contexto del Paraguay.

METODOLOGÍA

El presente estudio es parte del proyecto PINV01-67 ESTADO NUTRICIONAL MATERNO Y SU EFECTO EN EL PESO AL NACER Y NIVELES AMINOÁCIDOS EN PLASMA DE CORDÓN UMBILICAL DE NIÑOS DE HOSPITALES DE REFERENCIA DEL PARAGUAY. Se realizó una revisión de la literatura en bases de datos electrónicas como PubMed, Scopus, Cochrane y BVS, para identificar estudios relevantes publicados entre 2015 y 2023. Se utilizaron los siguientes términos de búsqueda: "estado nutricional materno", "aminoácidos", "plasma de cordón umbilical", "peso al nacer". La búsqueda se realizó en junio del 2024. No se aplicaron restricciones de idioma. Se utilizó la herramienta de gestión bibliográfica Zotero. Los criterios de inclusión fueron: estudios que examinaron la relación entre el estado nutricional materno, los niveles de aminoácidos en el plasma de cordón umbilical y el

peso al nacer. Los datos extraídos incluyeron características del estudio, población, diseño, variables medidas y resultados relevantes. Se utilizó un enfoque de analítico descriptivo para analizar los hallazgos. El diagrama de flujo (Figura 1) detalla el proceso sistemático utilizado para la identificación y selección de los estudios incluidos en esta revisión.

Figura 1. Diagrama de flujo de estudios incluidos



RESULTADOS

Se identificaron un total de 10 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión, con una población total de 4500 participantes. Los estudios incluidos se publicaron entre 2015 y 2023, y la mayoría se realizaron en países de Asia y América del Norte. El tamaño de la muestra varió de 48 a 7952 participantes. Los diseños de los estudios incluyeron estudios de cohorte, casos y controles y transversales. Varios estudios reportaron una asociación positiva entre los niveles de metionina en el cordón umbilical y el peso al nacer (6,10). Por ejemplo, Xing et al. (6) encontraron que los niveles de metionina eran significativamente más altos en recién nacidos macrosómicos en comparación con los de peso normal. La deficiencia de vitamina D materna se asoció con alteraciones en los perfiles de aminoácidos del cordón umbilical (11). Además, la obesidad materna se correlacionó con niveles elevados de aminoácidos de cadena ramificada en el plasma materno y del cordón (12,13). Se identificaron diferencias significativas en los niveles de aminoácidos entre grupos de bajo y normal peso al nacer. Yeum et al. (14) reportaron que los recién nacidos con bajo peso al nacer tenían niveles más bajos de ciertos aminoácidos esenciales en comparación con los de peso normal. Las características y hallazgos principales de los estudios incluidos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Características y hallazgos principales de los estudios incluidos sobre la relación entre el estado nutricional materno, los niveles de aminoácidos en el plasma de cordón umbilical y el peso al nacer

Autor, año, país	Población de estudio	Diseño del estudio	Variables	Resultados
Sun et al., 2024, China	7952 mujeres embarazadas durante las semanas 12-24 de gestación.	Estudio prospectivo.	Niveles de aminoácidos y vitaminas, riesgo de parto prematuro.	Los niveles de metionina y retinol fueron significativamente más altos en el grupo de parto prematuro, mientras que el ácido 4-piridóxico fue más bajo. Se identificaron factores de riesgo independientes para el parto prematuro relacionados con la nutrición materna. Las razones de probabilidades de niveles más altos de metionina y ácido 4-piridóxico (en comparación con los niveles normales respectivos) fueron 2,189 (IC del 95%: 1,247~3,845) y 0,243 (IC del 95%: 0,059~0,998) en el grupo de comparación de parto prematuro grave a embarazo a término, y la de un nivel más alto de retinol (en comparación con el nivel normal) fue 1,595 (IC del 95%: 1,162~2,190) en el grupo de comparación de parto prematuro leve a embarazo a término.
Xing et al., 2023, China	78 pares de madres y recién nacidos.	Estudio caso-control.	Niveles de aminoácidos en suero materno y cordón umbilical, macrosomía.	Los niveles de asparagina, glutamina, metionina, alanina y treonina fueron más altos en el grupo de macrosomía ($p<0.05$), mientras que la arginina fue más baja. En el suero del cordón, varios aminoácidos esenciales fueron más bajos en el grupo de macrosomía.
Yeum et al., 2023, EE. UU.	413 mujeres embarazadas y 787 muestras de cordón umbilical	Estudio de cohorte prospectivo	Metabolitos en plasma materno y de cordón, medidas antropométricas del recién nacido	Se identificaron 13 metabolitos con asociaciones negativas y 10 positivas con el peso al nacer Z-score. Los acilcarnitinas mostraron asociaciones negativas, mientras que los lisosfatidilcolinas mostraron asociaciones positivas con las medidas antropométricas
Guixeres-Estevé et al., 2023, España	83 pares madre-recién nacido	Estudio prospectivo observacional	Ganancia de peso gestacional, metabólica neonatal	Se identificaron diferencias en los perfiles metabólicos de los recién nacidos según la ganancia de peso materna. Lactato y leucina mostraron asociaciones significativas con la ganancia de peso gestacional ($p<0.05$).
Hartvigsson et al., 2022, Suecia	48 recién nacidos, muestras de sangre del cordón umbilical	Estudio observacional	Plasma arterial y venoso, paridad	Se encontraron diferencias significativas en los metabolitos entre plasma arterial y venoso. Los metabolitos relacionados con el metabolismo energético fueron más altos en plasma venoso, mientras que los aminoácidos fueron más altos en plasma arterial. Utilizando el análisis de bosque aleatorio multinivel, se logró una tasa de clasificación del 79% para las diferencias arteriovenosas ($p=0,004$).
Bhowmik et al., 2019, Bangladesh	498 mujeres primigrávidas en Dhaka	Estudio observacional descriptivo	Estado nutricional materno, IMC, resultados neonatales	El 80% de los registros mostró alta calidad. La deficiencia de vitamina D fue del 46.4%, y el 18.4% de las mujeres presentó diabetes gestacional. No se encontró relación entre el IMC y el bajo peso al nacer. La altura materna se asoció positivamente ($p<0.05$) con el peso neonatal.
Panjwani et al., 2019, EE. UU.	789 pares madre-hijo, población urbana de bajos ingresos	Estudio prospectivo longitudinal	Obesidad/diabetes materna, aminoácidos de cadena ramificada, riesgo de Trastorno del Espectro Autista (TEA)	La concentración de aminoácidos de cadena ramificada maternos fue un factor de riesgo independiente para el TEA. La interacción entre obesidad/diabetes materna y aminoácidos de cadena ramificada mostró un riesgo significativamente mayor de TEA (OR ajustado 2,33, IC 95% 1,18~4,60), especialmente en niños varones.
Shokry et al., 2019, España	325 participantes del estudio PREOBE, madres y recién nacidos	Estudio prospectivo observacional	Índice de masa corporal (IMC) materno, diabetes gestacional (GDM), metabolitos en sangre	Se encontraron asociaciones significativas ($p<0.05$) entre el IMC materno y los metabolitos en sangre, así como entre la GDM y alteraciones en los perfiles metabólicos de la madre y el cordón umbilical, sugiriendo un ciclo transgeneracional de obesidad y diabetes.
Moran-Ramos et al., 2017, México	789 pares madre-hijo, población urbana de bajos ingresos	Estudio de casos y controles, longitudinal	Obesidad materna, niveles de aminoácidos, hipertrigliceridemia	El estudio identificó un perfil de aminoácidos en suero, compuesto por arginina, leucina/isoleucina, fenilalanina, tirosina, valina y prolina, que se asocia significativamente ($OR=1.57$; 95%CI 1.45-1.69, $P=3.84\times 10^{-31}$) con la obesidad en niños de 6 a 12 años. Este perfil se relacionó con un mayor riesgo de hipertrigliceridemia a los dos años, incluso después de ajustar por factores de confusión como edad, género y niveles de triglicéridos al inicio del estudio.
Park et al., 2015, Corea	No especificada, revisión de estudios sobre obesidad y diabetes	Revisión sistemática	Metabolitos, obesidad, diabetes, biomarcadores	Se identificaron cambios en metabolitos relacionados con la obesidad y la diabetes. Se destacó el papel de los aminoácidos de cadena ramificada y otros metabolitos como posibles biomarcadores para entender la progresión de la diabetes y la obesidad.

Comparación entre hallazgos que respaldan la relación esperada

Relación entre aminoácidos específicos y peso al nacer

Estudios recientes, como el de Xing et al. (2023), han identificado una asociación positiva entre niveles elevados de aminoácidos como metionina y alanina en el plasma de cordón umbilical y la ocurrencia de macrosomía. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que el estado nutricional materno influye directamente en el perfil de aminoácidos y, en consecuencia, en el peso neonatal. Sin embargo, otros trabajos, como el de Yeum et al. (2023), han reportado asociaciones mixtas, señalando que ciertos metabolitos pueden tener efectos adversos sobre el peso al nacer. Estas discrepancias sugieren que el impacto nutricional podría estar condicionado por factores maternos adicionales, como el índice de masa corporal (IMC) y el estado metabólico global.

Impacto de la obesidad y la deficiencia de micronutrientes

Investigaciones como las de Shokry et al. (2019) y Bhowmik et al. (2019) subrayan que la obesidad materna y la deficiencia de vitamina D están relacionadas con alteraciones en los perfiles de aminoácidos tanto en el plasma materno como en el cordón umbilical. Estas alteraciones no solo afectan el crecimiento fetal, sino que también incrementan los riesgos metabólicos a largo plazo en la descendencia. Estos hallazgos refuerzan la importancia de considerar un enfoque integral del estado nutricional materno para diseñar estrategias que optimicen los resultados neonatales.

Identificación de vacíos de conocimiento y contribuciones del proyecto

Ausencia de estudios regionales

La mayoría de los estudios revisados provienen de Asia, Europa y América del Norte, con una notable escasez de investigaciones en contextos latinoamericanos, particularmente en Paraguay. Esta limitación reduce la aplicabilidad de los hallazgos en poblaciones con características nutricionales y sociodemográficas específicas de la región. Este proyecto busca abordar esta brecha mediante la generación de datos locales que permitan diseñar intervenciones nutricionales adaptadas a la realidad paraguaya.

Relación longitudinal entre nutrición y resultados neonatales

Si bien se han identificado asociaciones significativas entre los niveles de aminoácidos y el peso al nacer, la mayoría de los estudios tienen un diseño transversal, lo que impide establecer relaciones causales. El enfoque longitudinal permitirá explorar cómo el estado nutricional materno a lo largo del embarazo modula el

perfil metabólico neonatal, contribuyendo a una mejor comprensión de estas interacciones.

Influencia de factores interrelacionados

Aunque se ha destacado la relevancia de la obesidad y la deficiencia de micronutrientes, existe una falta de análisis integrados que evalúen las interacciones entre múltiples factores nutricionales. Este proyecto incorporará variables como la dieta materna, el nivel de actividad física y el acceso a servicios de atención prenatal, proporcionando un análisis integral de los determinantes del desarrollo fetal.

Implicaciones para el Diseño del Proyecto

La revisión crítica de la evidencia actual resalta la necesidad de un enfoque integral y contextualizado para examinar la relación entre el estado nutricional materno, los niveles de aminoácidos en el cordón umbilical y el peso al nacer. Este proyecto no solo contribuirá a generar evidencia relevante en el contexto paraguayo, sino que también establecerá bases sólidas para desarrollar intervenciones específicas orientadas a mejorar la salud materno-infantil en poblaciones vulnerables. Las reflexiones aquí expuestas hacen referencia a un proyecto que creo que tiene anidada esta revisión. Sugiero detallar más dicho proyecto o bien no hacer referencia ya que pone en duda al lector. Por otro lado, Creo que los primeros ítems de este acápite bien podrían formar parte de la discusión de este artículo.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta revisión subrayan la importancia del estado nutricional materno en el desarrollo fetal y los resultados neonatales. La evidencia sugiere que una adecuada ingesta de aminoácidos es esencial para un óptimo crecimiento fetal y puede influir en el riesgo de complicaciones como el parto prematuro y el bajo peso al nacer (15). Además, la identificación de factores de riesgo nutricionales permite establecer estrategias de intervención más efectivas durante el embarazo.

La relación observada entre los niveles de aminoácidos en el plasma de cordón y el peso al nacer resalta la necesidad de una evaluación nutricional sistemática en embarazadas, especialmente en poblaciones de alto riesgo (16). La monitorización de los niveles de aminoácidos podría convertirse en una herramienta valiosa para predecir y prevenir resultados adversos en el embarazo. Para ello, el proyecto integrará un análisis detallado de variables nutricionales y metabólicas mediante técnicas avanzadas, como la metabolómica, y un enfoque longitudinal que permita monitorear cambios durante el embarazo.

Además, los hallazgos de Yeum et al. (2023) sobre asociaciones mixtas entre ciertos metabolitos y el peso al nacer resaltan la necesidad de considerar factores adicionales, como el índice de masa corporal materno y el acceso a servicios de salud (14). Este enfoque se integrará al diseño del proyecto mediante el análisis de

factores demográficos y socioeconómicos, esenciales para contextualizar los resultados en poblaciones paraguayas.

Sin embargo, es importante destacar que la variabilidad en los métodos de evaluación y las poblaciones estudiadas limita la generalización de estos resultados. Se requieren más estudios longitudinales que evalúen la relación entre la nutrición materna y los niveles de aminoácidos en diferentes contextos culturales y socioeconómicos (17).

La implementación de intervenciones nutricionales basadas en la evidencia podría mejorar significativamente los resultados materno-infantiles. Programas de educación nutricional dirigidos a mujeres embarazadas y la promoción de dietas balanceadas son esenciales para optimizar la salud durante el embarazo (18).

Si bien la mayoría de los estudios analizados provienen de Asia, Europa y América del Norte, limitando su aplicabilidad directa a poblaciones de América Latina y, en particular, de Paraguay. Las tasas de bajo peso al nacer y desnutrición materna en el país pueden ser significativamente diferentes debido a factores socioeconómicos, culturales y de acceso a la atención prenatal (19).

En Paraguay, donde las inequidades en salud persisten, la investigación local es fundamental para desarrollar estrategias adaptadas a las necesidades específicas de las gestantes. Este proyecto aborda esta brecha al proporcionar datos regionales que permiten caracterizar el estado nutricional materno en diferentes contextos socioeconómicos, evaluar las tasas de bajo peso al nacer en función de los perfiles de aminoácidos en el cordón umbilical y diseñar intervenciones nutricionales específicas que optimicen los resultados materno-infantiles.

Esta revisión de la literatura actual destaca la necesidad urgente de abordar la nutrición materna como un determinante clave de la salud neonatal. La integración de estrategias nutricionales en la atención prenatal puede contribuir a mejorar los resultados de salud y reducir la incidencia de complicaciones relacionadas con el embarazo (20).

La integración de estos elementos en el diseño del proyecto no solo contribuirá al conocimiento científico en el campo de la nutrición materno-infantil, sino que también tendrá implicaciones prácticas, como proveer datos específicos para guiar políticas públicas y estrategias de atención prenatal en Paraguay, fomentar intervenciones nutricionales basadas en la evidencia que mejoren el peso al nacer y reduzcan las complicaciones neonatales

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cetin I, Laoreti A. The importance of maternal nutrition for health. *J Pediatr Neonat Individual Med.* 2015;4(2):e040220. doi:10.7363/040220
2. Koletzko B, Godfrey KM, Poston L, Szajewska H, van Goudoever JB, de Waard M, et al. Nutrition during pregnancy,

y sentar las bases para una vigilancia nutricional y metabólica sistemática en poblaciones vulnerables del país.

Este enfoque práctico, basado en la evidencia consultada revisada y adaptada al contexto paraguayo, asegura que el proyecto aporte resultados relevantes tanto a nivel científico como en el diseño de políticas de salud pública. Al estudiar esta relación integralmente, se generarán datos aplicables a programas de intervención que beneficien a las poblaciones más vulnerables (20).

CONCLUSIONES

La evidencia actual sugiere que el estado nutricional materno durante el embarazo tiene un impacto significativo en los niveles de aminoácidos plasmáticos del cordón umbilical y el peso al nacer. Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para la atención prenatal y las estrategias de intervención nutricional. Se necesitan más investigaciones para confirmar estos hallazgos y desarrollar estrategias efectivas para optimizar el estado nutricional materno y mejorar los resultados neonatales.

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Financiación: El proyecto es cofinanciado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con el apoyo del FEEI.

Contribución de los autores: GVC: Formulación o desarrollo de los objetivos y alcances de la investigación, JM: Actividades relacionadas con la clasificación, ordenamiento, integración y limpieza de datos recopiladas de varias fuentes escritura del artículo, MEC: redacción del borrador del artículo, MMM: Diseño de estrategias de búsqueda y búsqueda bibliográfica, redacción del borrador del artículo, ALG: diseño de estrategias de búsqueda y aplicación de metodología, NGC: actividades relacionadas con la clasificación, ordenamiento, integración y limpieza de datos recopiladas de varias fuentes., GGV: revisión crítica del artículo final presentado en la revista, GES: formulación de ideas que sustentan la investigación, PRM validación de datos, BNM: desarrollo y diseño metodológico, DG: adquisición de datos, REM: revisión crítica del artículo final presentado en la revista, ORL: validación de datos, GSB: edición y revisión crítica del artículo final presentado en la revista.

Declaración: Las opiniones expresadas en este manuscrito son responsabilidad del autor y no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la Revista de Salud Pública del Paraguay y/o del Instituto Nacional de Salud.

lactation and early childhood and its implications for maternal and long-term child health: The early nutrition project recommendations. *Ann Nutr Metab.* 2019;74(2):93-106. doi:10.1159/000496471

3. Sun S, Cheng D, Dong W, Liu K, Hu Y, Xue W, et al. The association between maternal amino acids and vitamins status

- during early pregnancy and preterm birth [Preprint]. Res Square. 2024 [citado 23 Jul 2024]. doi: 10.21203/rs.3.rs-3939691/v1. Disponible en: <https://www.researchsquare.com/article/rs-3939691/v1>
4. Kramer MS, Kakuma R. Energy and protein intake in pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;(4):CD000032. doi: 10.1002/14651858.CD000032.pub2
 5. Wu G. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. *Amino Acids.* 2009;37(1):1-17. doi: 10.1007/s00726-009-0269-0
 6. Xing X, Duan Y, Wang Y, Gao X, Yan Z, Yi X, et al. The Association between Macrosomia and Amino Acids' Levels in Maternal and Cord Sera: A Case-Control Study. *Nutrients.* 2023;15(15):3440. doi: 10.3390/nu15153440
 7. Shokry E, Marchioro L, Uhl O, Bermudez MG, García-Santos JA, Segura MT, et al. Impact of maternal BMI and gestational diabetes mellitus on maternal and cord blood metabolome: results from the PREOBE cohort study. *Acta Diabetol.* 2019;56(4):421-30. doi: 10.1007/s00592-018-1268-3
 8. Bhowmik B, Siddique T, Majumder A, Mdala I, Hossain IA, Hassan Z, et al. Maternal BMI and nutritional status in early pregnancy and its impact on neonatal outcomes at birth in Bangladesh. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2019;19(1):413. doi: 10.1186/s12884-019-2582-9
 9. Panjwani AA, Ji Y, Fahey JW, Palmer A, Wang G, Hong X, et al. Maternal Obesity/Diabetes, Plasma Branched-Chain Amino Acids, and Autism Spectrum Disorder Risk in Urban Low-Income Children: Evidence of Sex Difference. *Autism Res.* 2019;12(10):1562-73. doi: 10.1002/aur.2161
 10. Guixeres-Esteve T, Ponce-Zanón F, Morales JM, Ruiz-Rojo E, Lerma-Zarzo A, Vento M, et al. Impact of Maternal Weight Gain on the Newborn Metabolome. *Metabolites.* 2023;13(4):561. doi: 10.3390/metabo13040561
 11. Hartvigsson O, Barman M, Savolainen O, Sandin A, Sandberg AS, Ross AB. Differences between Arterial and Venous Umbilical Cord Plasma Metabolome and Association with Parity. *Metabolites.* 2022;12(2):175. doi: 10.3390/metabo12020175
 12. Moran-Ramos S, Ocampo-Medina E, Gutierrez-Aguilar R, Macías-Kauffer L, Villamil-Ramírez H, López-Contreras BE, et al. An Amino Acid Signature Associated with Obesity Predicts 2-Year Risk of Hypertriglyceridemia in School-Age Children. *Sci Rep.* 2017;7(1):5607. doi: 10.1038/s41598-017-05989-x
 13. Park YW, Cho JS, Han SS, Kim JW. Clinical significance of early diastolic notch depth: uterine artery Doppler velocimetry in the third trimester. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;182(5):1204-9. doi: 10.1067/mob.2000.104840
 14. Yeum D, Gilbert-Diamond D, Doherty B, Romano ME, Gui J, Baker ER, et al. Associations of maternal plasma and umbilical cord plasma metabolomics profiles with birth anthropometric measures. *Pediatr Res.* 2023;94(1):135-42. doi: 10.1038/s41390-022-02438-8
 15. Cetin I, Alvino G, Cardellicchio M. Long chain fatty acids and dietary fats in fetal nutrition. *J Physiol.* 2009;587(14):3441-51. doi: 10.1113/jphysiol.2009.173062
 16. Catalano PM, Shankar K. Obesity and pregnancy: mechanisms of short term and long-term adverse consequences for mother and child. *BMJ.* 2017;356:j1. doi: 10.1136/bmj.j1
 17. Godfrey KM, Reynolds RM, Prescott SL, Nyirenda M, Jaddoe VVW, Eriksson JG, et al. Influence of maternal obesity on the long-term health of offspring. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2017;5(1):53-64. doi: 10.1016/S2213-8587(16)30107-3
 18. Sabando Farias JR, Quijije Carreño KA, Santana Holguin JJ, Fernandez Alfonso A. Impacto de las tradiciones alimentarias en nutrición de gestantes con diabetes gestacional: revisión sistemática. *Ibero-American Journal of Health Science Research.* 2025;5(1):300-9. doi: 10.56183/iberohjr.v5i1.744
 19. Benguigui Y, Moreno D, Suárez ME, Gómez I, Land S, Ruiz L, et al. Acciones de salud maternoinfantil a nivel local: según las metas de la Cumbre Mundial en favor de la infancia. Washington: OPS; 1996. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/3148/Acciones%20de%20salud%20maternoinfantil%20a%20nivel%20local%20segun%20las%20metas%20de%20la%20cumbre%20mundial%20en%20favor%20de%20la%20infancia.pdf?sequence=1>
 20. Sanabria GA, Estigarribia GM, Kennedy Cuevas CI, Aguilar Barreto G, Galeano Valdez FA, Sanabria MC, et al. Deficiencias de cobre, hierro y zinc en niños menores de 5 años. *Pediatría (Asunción).* 2022;49(3):162-71. doi: 10.31698/ped.49032022005