

## Editorial

# PROGRAMACIÓN METABÓLICA FETAL Y PROGRAMACIÓN METABÓLICA TEMPRANA: UN PILAR PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CRÓNICAS

## FETAL METABOLIC PROGRAMMING AND EARLY METABOLIC PROGRAMMING: A PILLAR FOR CHRONIC DISEASE PREVENTION

Ronny Richard Mera Flores<sup>1</sup> Irina Patricia Mera Flores<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Internacional del Ecuador.

<sup>2</sup>Escuela de Medicina, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

### Estimador Editor,


La programación metabólica fetal y la programación metabólica temprana son conceptos fundamentales que explican cómo las influencias nutricionales y ambientales durante el periodo crítico del desarrollo temprano afectan de manera duradera la salud y el riesgo de enfermedad a lo largo de la vida. Este enfoque integra conocimientos de la biología del desarrollo, la nutrición y la epidemiología, proporcionando un marco teórico para entender cómo

las decisiones tomadas durante el embarazo y los primeros años de vida pueden influir en el curso de la salud poblacional.

Desde que David Barker propuso la hipótesis de los orígenes fetales de la enfermedad, se ha acumulado una cantidad sustancial de evidencia que respalda la relación entre las condiciones en el útero y el desarrollo posterior de enfermedades como obesidad, diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares (1). Este editorial aborda la importancia de la

**Autor corresponsal:** Ronny Richard Mera Flores. **Correo de autor de correspondencia:** [romerafl@uide.edu.ec](mailto:romerafl@uide.edu.ec)

**Recibido:** 30 de septiembre de 2024. **Artículo aprobado:** 05 de diciembre de 2024.

 Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de [Licencia de Atribución Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), que permite uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que se acredite el origen y la fuente originales.

programación metabólica en sus etapas fetal y temprana, los mecanismos subyacentes, y las oportunidades para su implementación en políticas y prácticas de salud pública.

#### Nutrición Materna y Programación Metabólica Fetal

El entorno intrauterino es el primer determinante del desarrollo metabólico de un individuo. Durante el embarazo, la nutrición materna desempeña un papel crucial en la programación metabólica del feto a través de múltiples mecanismos, incluidos cambios epigenéticos, la regulación de la expresión génica y el desarrollo de sistemas hormonales y metabólicos.

La desnutrición materna, ya sea por deficiencia o por exceso, tiene consecuencias significativas. Por ejemplo, un aporte calórico insuficiente puede llevar a un crecimiento intrauterino retardado (CIR), aumentando el riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas en la edad adulta (2). Por otro lado, la obesidad y el sobrepeso materno están asociados con un mayor riesgo de macrosomía fetal y, en última instancia, de

obesidad infantil y resistencia a la insulina (3).

El papel de los micronutrientes en este contexto no puede subestimarse. Por ejemplo, la suplementación con ácido fólico es crucial para prevenir defectos del tubo neural y puede tener efectos epigenéticos beneficiosos. Asimismo, deficiencias en hierro, zinc y vitamina D durante el embarazo están vinculadas con alteraciones en el desarrollo neurológico y metabólico del feto (4). La lactancia materna representa el siguiente paso en la programación metabólica después del nacimiento. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda la lactancia materna exclusiva durante los primeros seis meses de vida, ya que proporciona todos los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo del lactante. Además, la leche materna contiene factores bioactivos, como hormonas, inmunoglobulinas y microARN, que influyen en la maduración del sistema inmunológico y metabólico del niño (5).

Numerosos estudios han demostrado que los niños alimentados con leche materna

tienen menor riesgo de desarrollar obesidad, diabetes tipo 2 y síndrome metabólico en la edad adulta. Estos beneficios se atribuyen a múltiples factores, como una regulación más eficiente del apetito y el metabolismo energético, así como una composición óptima de la microbiota intestinal (6).

La introducción de alimentos complementarios representa un periodo crítico en la programación metabólica temprana. Este proceso debe iniciarse a partir de los seis meses de vida, cuando las necesidades nutricionales del niño superan lo que puede proporcionar la leche materna. Sin embargo, la calidad y cantidad de los alimentos introducidos son determinantes para evitar tanto deficiencias nutricionales como excesos que puedan tener efectos negativos en la programación metabólica.

Un patrón alimentario desequilibrado, caracterizado por el consumo excesivo de azúcares y grasas saturadas, puede predisponer al niño a un metabolismo alterado, resistencia a la insulina y acumulación de tejido adiposo. Por el contrario, una dieta rica en frutas, verduras, proteínas de

alta calidad y grasas saludables fomenta un desarrollo metabólico óptimo y previene enfermedades crónicas en etapas posteriores de la vida (7).

La programación metabólica está mediada en gran parte por cambios epigenéticos, es decir, modificaciones en la expresión génica que no alteran la secuencia de ADN pero que son heredables y reversibles. Estas modificaciones incluyen la metilación del ADN, las modificaciones de histonas y la regulación por ARN no codificante.

Durante el desarrollo fetal, estos mecanismos son particularmente sensibles a las influencias nutricionales y ambientales. Por ejemplo, una ingesta insuficiente de proteínas durante el embarazo puede alterar la metilación de genes asociados con la regulación del metabolismo energético, predisponiendo al individuo a un mayor almacenamiento de grasa y a una menor sensibilidad a la insulina (8).

La plasticidad, o la capacidad del organismo en desarrollo para adaptarse a su entorno, es otro componente clave. Si bien esta capacidad permite al feto optimizar

su desarrollo en función del ambiente materno, también puede resultar en un desajuste si las condiciones postnatales no coinciden con las predichas durante el periodo fetal. Este fenómeno, conocido como "hipótesis del desajuste", explica por qué individuos expuestos a la desnutrición intrauterina pueden tener mayor riesgo de obesidad y enfermedades metabólicas en contextos de abundancia nutricional (9).

La implementación de estrategias basadas en la programación metabólica enfrenta varios desafíos, entre ellos la falta de conocimiento y concienciación entre los profesionales de la salud, así como la necesidad de políticas públicas que aborden de manera integral la nutrición materno-infantil.

No obstante, este enfoque también presenta oportunidades significativas. Las intervenciones tempranas, como la suplementación materna, la promoción de la lactancia materna y la educación en alimentación complementaria, tienen el potencial de generar beneficios a largo plazo, no solo para los individuos, sino también para los

sistemas de salud, al reducir la carga de enfermedades crónicas no transmisibles.

Con lo mencionado concluimos que la programación metabólica fetal y temprana es un área de investigación y práctica con un enorme potencial para transformar la salud pública. Al optimizar la nutrición durante el embarazo y los primeros años de vida, podemos prevenir enfermedades crónicas y mejorar la calidad de vida de las generaciones futuras.

A medida que avanzamos en nuestra comprensión de los mecanismos subyacentes, es crucial traducir este conocimiento en políticas efectivas y prácticas clínicas. Solo a través de un enfoque multidisciplinario que integre la investigación, la educación y la política, podremos aprovechar plenamente las oportunidades que ofrece la programación metabólica para mejorar la salud global.

#### **FINANCIAMIENTO**

Autofinanciado.

#### **CONFLICTO DE INTERÉS**

No se declaran conflicto de intereses.

## REFERENCIAS

### BIBLIOGRÁFICAS

1. Barker DJP. Fetal origins of coronary heart disease. *BMJ*. 1995;311(6998):171–4.
2. Gluckman PD, Hanson MA, Cooper C, Thornburg KL. Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease. *N Engl J Med*. 2008;359(1):61–73.
3. 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.
4. Fleming TP, Watkins AJ, Velazquez MA, Mathers JC, Prentice AM, Stephenson J, et al. Origins of lifetime health around the time of conception: causes and consequences. *Lancet*. 2018;391(10132):1842–52.
5. Victora CG, Bahl R, Barros AJD, França GVA, Horton S, Krasevec J, et al. Breastfeeding in the 21st century: epidemiology, mechanisms, and lifelong effect. *Lancet*. 2016;387(10017):475–90.
6. Horta BL, Loret de Mola C, Victora CG. Breastfeeding and intelligence: systematic review and meta-analysis. *Acta Paediatr*. 2015;104(467):14–9.
7. Koletzko B, Godfrey KM, Poston L, Szajewska H, van Goudoever JB, de Waard M, et al. Nutrition during pregnancy, 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.
8. Waterland RA, Michels KB. Epigenetic epidemiology of the developmental origins hypothesis. *Annu Rev Nutr*. 2007;27:363–88.
9. Gluckman PD, Buklijas T, Hanson MA. The developmental origins of health and disease (DOHaD) concept: past, present, and future. In: Rosenfeld CS, editor. *The*

Epigenome and  
Developmental Origins of  
Health and Disease.  
Academic Press; 2016. p.  
1–15.