

Editorial

El método Delphi para la elaboración de consensos y guías clínicas

Santiago Campos-Miño

ARTÍCULOS ORIGINALES

- Pág. 7-18** **Fuerza laboral y capacidad sanitaria en Ecuador: Desafíos en la absorción profesional e infraestructura**
Rafael Valdivieso-Espinoza, Julio Plaza-Díaz, Luz María Moyano, Doris Sarmiento-Altamirano
- Pág. 19-27** **Evaluación de indicadores antropométricos de adiposidad asociados al riesgo cardiometabólico en atención primaria**
César Pérez Martínez, María Belén Castillo Álava, Cecilia Arteaga-Pazmiño
- Pág. 28-35** **Factores clínicos y perinatales asociados al requerimiento de ventilación mecánica invasiva en recién nacidos hospitalizados en una unidad de cuidados intensivos neonatales de Ecuador: Estudio retrospectivo**
Cristina Alejandra Paredes Gualtor, María Alejandra Mafla Garzón, Jaen Carlos Cagua Ordóñez

REVISIONES SISTEMÁTICAS

- Pág. 36-47** **Efectividad de intervenciones educativas para reducir el uso de dispositivos en niños y adolescentes: Revisión sistemática**
María Belén Alba Zapata, Mercedes Mickaela Coronel Salazar, Lizbeth Nayelli Ocaña Paute, Ruth Nayely Paguay Mullo, Pamela Alexandra Morales Ibadango, Mishell Carolina Santillan Borja

REVISIONES NARRATIVAS

- Pág. 48-59** **Retinoblastoma pediátrico y quimioterapia intraarterial: promesa, resultados y límites de la preservación ocular**
Gissela Sánchez Fernández, Héctor Hugo Bardellini Campoverde, Mónica Vargas, Andrea Molinari, Patricio Flor, Germán Abdo, Carlos Eduardo Ordoñez Sánchez
- Pág. 60-78** **Agallas de plantas: Potencial bioactivo en enfermedades crónicas no transmisibles, una revisión narrativa**
Erika Sánchez, Francis Mosquera, Marcela Vaca, Estefanía Narváez, Manuel E. Baldeón

REPORTE DE CASO

- Pág. 79-86** **Resección y reconstrucción mandibular con injerto de cresta iliaca en ameloblastoma: Reporte de caso**
Eduardo Ramos Carcelén, Eduardo Ramos Rivadeneira
- Pág. 87-94** **Lesión esofágica grave asociada a exposición prolongada y repetida a prótesis metálicas en un paciente pediátrico: Reporte de caso clínico**
Lenin Chachapoya-Rivas, Juliors Francisco Gonzalez-Navarro, Daniel Benigno Acosta-Farina



CONSEJO EDITORIAL

Santiago Campos Miño, MD, MSc

Editor en Jefe, Metro Ciencia
Director de Investigación Clínica
Hospital Metropolitano

Daniela Briceño Almeida

Asistente Editorial
Hospital Metropolitano

Maria Gabriela Calero

Jefa del Departamento de Enseñanza Médica
Hospital Metropolitano

Manuel E. Baldeón, MD, PhD

Unidad de Investigación Clínica
Hospital Metropolitano

COMITÉ EDITORIAL

Joanna Acebo Arcentales

Infectóloga Pediatra.
Hospital SOLCA núcleo de Quito, Hospital Metropolitano de Quito,
Hospital de los Valles
Quito, Ecuador

Vinicio Andrade

Doctor en Medicina, Especialista en Pediatría
Jefe de Cátedra de la Escuela de Medicina de la Universidad
Internacional del Ecuador
Quito, Ecuador

Gloria Arbeláez Rodríguez, PhD

MBA, MPH, MGH, Posdoctorado en Investigación
Coordinadora Académica del IUNIR de Argentina

Maria del Pilar Arias López

Médica pediatra especialista en cuidados intensivos.
Hospital de Niños Ricardo Gutiérrez
Buenos Aires, Argentina
Directora del Capítulo Pediátrico y Asesora del Comité de Gestión
Calidad y Datos
Sociedad Argentina de Terapia Intensiva

Christian Augusto Armijos Villacis

Médico Radiólogo. Magister en Gerencia en Salud
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Adriana Arnao

Infectóloga Pediatra
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Carolina Benítez Kellendonk

Dermatóloga
Consultorios Pichincha
Quito, Ecuador

Maria Sol Calero Revelo

Médico Especialista en Cardiología con Subespecialidad en
coronariopatías
Hospital Carlos Andrade Marín
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Yesenia del Rocio Castro Guillén

Pediatra Neonatóloga
Hospital Gineco-Obstétrico Pediátrico de Nueva Aurora "Luz Elena
Arisemendi"
Quito, Ecuador

José Darquea Molina

Médico Ginecólogo Obstetra
Hospital Santa Bárbara Centro Histórico
Quito, Ecuador

Edith Dueñas Pazmiño, PhD

Doctora en Psicología Clínica, Especialista en Terapia psicológica
conductual de niños y adolescentes
Especialista en Psico-oncología pediátrica
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Alicia Estrella Santos, PhD

Especialista en Endocrinología y Nutrición
Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz
Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, España

Jorge Fabres Biggs

Médico Cirujano, Especialista en Pediatría y Neonatología
Magister en Salud Pública en Investigación Clínica
Pontificia Universidad Católica de Chile
Santiago, Chile

Maria Luisa Félix

Pediatra Neonatóloga
Universidad UTE
Quito, Ecuador

Marco Fornasini, PhD

Médico
PhD en Epidemiología y Salud Pública
Universidad Internacional del Ecuador e Investigador Independiente
Tarragona, España

Raquel E. Guillén G.

PhD en Ciencias Odontológicas
Docente Pregrado y Posgrado de Endodoncia en la
Universidad Central del Ecuador
Quito, Ecuador

Paul Herrera G.

Médico Especialista en Medicina Interna
Hospital Metropolitano
Hospital de Especialidades Eugenio Espejo
Quito, Ecuador

Miguel Eduardo Jarrín Estupiñán

Neumólogo, Médico Internista
Hospital Vozandes
Hospital SOLCA
Quito, Ecuador

José Eduardo León Rojas, MD, MSc, PhD, EdD

Escuela de Medicina, Universidad de las Américas
(UDLA)
Quito, Ecuador
NeurALL Research Group
Queen Square Institute of Neurology, University
College London (UCL)
Londres, United Kingdom

Alejandro Merino Vaca

Ginecólogo Obstetra
Hospital Santa Bárbara Centro Histórico
Quito, Ecuador

Luis Merlo Chaves

Médico, Magister en Docencia Universitaria
MSc en Neurociencias y Psicología de la Salud Mental
Universidad de Las Américas
Quito, Ecuador

Nelson Montalvo Flores

Médico Especialista en Anatomía Patológica
Servicio de Patología
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Miguel Ángel Moyón Constante

Doctor en Medicina y Cirugía - UCE
Especialista en Cirugía General - PUJ
Hospital General San Francisco / IESS - Pontificia
Universidad Católica del Ecuador
Quito, Ecuador

Belén Nieto

Medicina Fetal
Quito, Ecuador

Adriana Oñate Coronel

Doctora en Psicología
Jefe de Servicio de Psicología
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Xavier Páez Pesantes, MD, MSc

Pediatra - Intensivista
Jefe de la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos
Hospital de Niños Roberto Gilbert
Guayaquil, Ecuador

Edgar Fabián Paredes Pardo

Médico Anestesiólogo
Docente del Posgrado de Anestesia, Pontificia
Universidad Católica del Ecuador y Universidad San
Francisco de Quito
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Raúl Puente Vallejo

Médico Radioncólogo
Master en Docencia Universitaria
Universidad Indoamérica
Quito, Ecuador

Esteban Reyes Rodríguez

Médico Especialista en Anestesiología
Especialista en Manejo del Dolor y Cuidados
Paliativos
Jefe, Unidad de Manejo del Dolor
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Alfonso Rivera Altamirano

Médico Pediatra
Presidente, Sociedad Ecuatoriana de Pediatría
Quito, Ecuador

Vanessa Isabel Romero Aguilar, PhD

Médica, PhD Genética Humana
Universidad San Francisco de Quito
Quito, Ecuador

Evelyn Sánchez

Médico Especialista en Infectología
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Fernando José Sandoval Portilla

Cirujano Oral y Maxilofacial
Director del postgrado de cirugía maxilofacial
Universidad San Francisco de Quito
Cirujano Maxilofacial Clínica Odontológica
Fernando Sandoval
Cirujano Maxilofacial Hospital de los Valles
Cirujano Maxilofacial y Subjefe del Servicio de
Maxilofacial
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Christian Alexander Sarzosa Travez

Licenciado en Enfermería
MBA en Gestión Sanitaria
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Enrique Terán, MD, PhD

Doctor en Medicina (MD) y Doctor en
Farmacología (PhD)
Colegio de Ciencias de la Salud, Universidad San
Francisco de Quito
Quito, Ecuador

Alec R. Torres, MD, FAAP

Professor of Pediatrics and Neurology
Boston University Chobanian & Avedisian School
of Medicine
Boston, USA

Christian X. Vaca

Médico especialista en Psiquiatría
Médico Psiquiatra en Mind Health Institute
Médico Activo, Servicio de Psiquiatría
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Christian Valencia Padilla

Neurocirujano
Hospital Metropolitano
Hospital Vozandes
Hospital SOLCA
Quito, Ecuador

Juan Carlos Vallejo G.

Doctor en Medicina y Cirugía
Especialista en Otorrinolaringología
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Jorge Luis Vélez Páez, PhD

Médico Especialista en Medicina Crítica
Inmunólogo Clínico
Magister en Investigación Clínica y Epidemiología
PhD en Medicina
Jefe del Servicio de Terapia Intensiva, Hospital
Pablo Arturo Suárez
Profesor Titular de la Facultad de Ciencias Médicas
de la Universidad Central del Ecuador
Académico Correspondiente de la Academia
Ecuatoriana de Medicina
Quito, Ecuador

Sofía Zárate

Médico Cirujana General
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Jeannete Zurita

Médica Microbióloga
Unidad de Investigaciones en Biomedicina
Zurita & Zurita Laboratories
Quito, Ecuador

SECRETARÍA

Sra. Leonor Jiménez

Departamento de Enseñanza, Investigación y
Publicaciones
Hospital Metropolitano
Quito, Ecuador

Contenido

Vol. 34 (3) 2026 - Julio - Septiembre

EDITORIAL

El método Delphi para la elaboración de consensos y guías clínicas

Santiago Campos-Miño

ARTÍCULOS ORIGINALES

Fuerza laboral y capacidad sanitaria en Ecuador:

Desafíos en la absorción profesional e infraestructura

Rafael Valdivieso-Espinoza, Julio Plaza-Díaz, Luz María Moyano, Doris Sarmiento-Altamirano

Evaluación de indicadores antropométricos de adiposidad

asociados al riesgo cardiometabólico en atención primaria

César Pérez Martínez, María Belén Castillo Álava, Cecilia Arteaga-Pazmiño

Factores clínicos y perinatales asociados al requerimiento de ventilación mecánica invasiva en recién nacidos

hospitalizados en una unidad de cuidados intensivos neonatales de Ecuador: Estudio retrospectivo

Cristina Alejandra Paredes Gualtor, María Alejandra Mafía Garzón, Jaen Carlos Cagua Ordóñez

REVISIONES SISTEMÁTICAS

Efectividad de intervenciones educativas para reducir el uso de

dispositivos en niños y adolescentes: Revisión sistemática

María Belén Alba Zapata, Mercedes Mickaela Coronel Salazar, Lizbeth Nayelli Ocaña Paute, Ruth Nayely Paguay Mullo, Pamela Alexandra Morales Ibadango, Mishell Carolina Santillan Borja

REVISIONES NARRATIVAS

Retinoblastoma pediátrico y quimioterapia intraarterial: promesa,

resultados y límites de la preservación ocular

Gissela Sánchez Fernández, Héctor Hugo Bardellini Campoverde, Mónica Vargas, Andrea Molinari, Patricio Flor5, Germán Abdo, Carlos Eduardo Ordoñez Sánchez

Agallas de plantas: Potencial bioactivo en enfermedades crónicas no transmisibles, una revisión narrativa

Erika Sánchez, Francis Mosquera, Marcela Vaca, Estefanía Narváez, Manuel E. Baldeón

REPORTE DE CASO

Resección y reconstrucción mandibular con injerto de cresta iliaca en ameloblastoma: Reporte de caso

Eduardo Ramos Carcelén, Eduardo Ramos Rivadeneira

Lesión esofágica grave asociada a exposición prolongada y repetida a prótesis metálicas en un paciente pediátrico:

Reporte de caso clínico

Lenin Chachapoya-Rivas, Juliors Francisco Gonzalez-Navarro, Daniel Benigno Acosta-Farina

El método Delphi para la elaboración de consensos y guías clínicas

The Delphi method for developing consensus statements and clinical guidelines

Santiago Campos-Miño

Resumen

La metodología Delphi es un proceso estructurado e iterativo de consenso entre expertos que emplea cuestionarios anónimos, retroalimentación controlada y resúmenes estadísticos a lo largo de rondas sucesivas para abordar cuestiones complejas o inciertas. Existe un amplio consenso en la literatura de que el método Delphi es adecuado para alcanzar acuerdos sobre guías clínicas, especialmente cuando la evidencia directa de alta calidad es incompleta o contradictoria.

Palabras clave: método Delphi, consensos, guías clínicas, expertos.

Abstract

The Delphi method is a structured, iterative expert consensus process that employs anonymous questionnaires, controlled feedback, and statistical summaries across successive rounds to address complex or uncertain issues. There is broad consensus in the literature that the Delphi method is suitable for reaching agreement on clinical guidelines, particularly when high-quality direct evidence is incomplete or contradictory.

Keywords: Delphi method, consensus, clinical guidelines, experts.

Introducción

La metodología Delphi es un proceso estructurado e iterativo de consenso entre expertos que emplea cuestionarios anónimos, retroalimentación controlada y resúmenes estadísticos a lo largo de rondas sucesivas para abordar cuestiones complejas o inciertas¹⁻³. Desarrollada originalmente durante la década de 1950 con fines de previsión, actualmente se utiliza ampliamente para alcanzar consensos, priorizar acciones, elaborar indicadores y redactar normas, directrices o guías clínicas en situaciones donde la evidencia de mayor nivel es limitada o resulta poco práctica^{1,2}.

Pasos fundamentales

Un estudio Delphi típico comienza definiendo explícitamente el ámbito del problema; para ello, a menudo se recurre a una revisión bibliográfica, a debates en un grupo rector o a una ronda exploratoria abierta con el fin de generar los elementos o enunciados iniciales²⁻⁴. A continuación, los investigadores seleccionan intencionadamente a un panel de expertos —en lugar de optar por una muestra aleatoria representativa—, dado que el método busca obtener juicios fundamentados de participantes con cono-



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Publicado: 10-09-2026

DOI: 10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/3-6

***Correspondencia autor:** drsantiagocampos@gmail.com

cimientos especializados^{4,5}. En la mayoría de los estudios, los expertos participantes completan cuestionarios a lo largo de dos o tres rondas, siendo poco frecuente superar ese número^{5,6}. Tras cada ronda, las respuestas se recopilan y se presentan de forma anónima; esto permite a los panelistas comparar sus opiniones con las de los otros expertos del grupo y, en la siguiente ronda, revisar o defender sus valoraciones^{5,7}.

Opciones de diseño

Por lo general, el cuestionario se estandariza a partir de la segunda ronda, combinando a menudo valoraciones en escala Likert con comentarios o justificaciones de respuesta abierta⁷⁻⁹. Las respuestas del grupo suelen resumirse mediante estadística descriptiva con medidas de tendencia central, dispersión o porcentaje de acuerdo, aunque

algunos estudios también emplean indicadores inferenciales o complementarios^{4,6,8}. Los criterios de consenso constituyen una decisión de diseño obligatoria; sin embargo, la evidencia revela una inconsistencia considerable en la forma en que se definen y comunican el consenso y las reglas de finalización⁶. Así mismo, la calidad de la información reportada en la metodología suele ser deficiente, especialmente en lo relativo a la selección de expertos, los procedimientos de retroalimentación, las tasas de respuesta en las distintas rondas, el análisis de datos cualitativos (respuestas abiertas) y los motivos para optar por variantes modificadas^{5,8}.

En la tabla 1 se presentan las variantes de la metodología Delphi y sus principales aplicaciones.

Tabla 1. Principales variantes del método Delphi y sus objetivos metodológicos

Variante	Diferencia metodológica	Objetivo
Delphi tradicional o clásico	Rondas anónimas y separadas con retroalimentación posterior	Desarrollo de consensos
Delphi modificado	Comienza con elementos predeterminados o incluye encuentros presenciales	Desarrollo más rápido de consensos o selección de indicadores
Delphi argumentativo	Recopila justificaciones cualitativas junto con las calificaciones.	Comprender un razonamiento
Delphi en tiempo real	Retroalimentación continua en línea sin rondas diferenciadas	Rapidez y eficiencia

Tabla: elaborada por el autor.

Por tanto, la metodología Delphi se entiende mejor como un marco flexible que como un protocolo único y fijo: sus elementos fundamentales son el anonimato, la iteración, la retroalimentación controlada y el juicio grupal agregado, mientras que la composición del panel, la estructura de las rondas, los umbrales de consenso y la elección de variantes dependen de los investigadores y de la pregunta de investigación^{1,5}. Lo que define un método Delphi riguroso no es una receta universal, sino una justificación clara y una presentación transparente de dichas decisiones metodológicas^{1,2}.

Principales limitaciones²⁻⁸

- La definición de consenso no es uniforme y los umbrales varían considerablemente entre los distintos estudios.
- El método Delphi genera evidencia basada en la opinión de expertos; por tanto, debe complementar —y no sustituir— a la revisión sistemática de la evidencia cuando existan datos más sólidos.
- La calidad de la comunicación de los resultados suele ser subóptima, presentando falta de claridad en aspectos como la selección de expertos, los métodos de análisis y la justificación de diseños modificados.

- La validez del método depende de una ejecución estructurada que incluya paneles diversos, reglas predefinidas y mecanismos viables de garantía de calidad.

Conclusión

Existe un amplio consenso en la literatura de que el método Delphi es adecuado para alcanzar acuerdos sobre guías clínicas, especialmente cuando la evidencia directa de alta calidad es incompleta o contradictoria. Dicho respaldo está sujeto a condiciones: el método Delphi resulta más fiable cuando la selección del panel, los umbrales de consenso, las reglas de finalización y los procedimientos de comunicación de resultados están predefinidos y son transparentes. Resulta especialmente apropiado cuando el conocimiento es incompleto, la evidencia es contradictoria o no se dispone de una respuesta empírica definitiva, situaciones habituales en la elaboración de guías clínicas.

Bibliografía

1. **Hasson F, Keeney S, McKenna H.** Revisiting the Delphi technique - Research thinking and practice: A discussion paper. *Int J Nurs Stud.* 2025 Aug;168:105119. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2025.105119. Epub 2025 May 12.
2. **Nasa P, Jain R, Juneja D.** Delphi methodology in healthcare research: How to decide its appropriateness. *World J Methodol.* 2021 Jul 20;11(4):116-129. doi: 10.5662/wjm.v11.i4.116.
3. **Fathullah, Muhammad & Subbarao, Ts.Dr. Anusuyah & Muthaiyah, Saravanan. (2023).** Methodological Investigation: Traditional and Systematic Reviews as Preliminary Findings for Delphi Technique. *International Journal of Qualitative Methods.* 22. 10.1177/16094069231190747.
4. **Shang Z.** Use of Delphi in health sciences research: A narrative review. *Medicine (Baltimore).* 2023 Feb 17;102(7):e32829. doi: 10.1097/MD.00000000000032829.
5. **Niederberger M, Spranger J.** Delphi Technique in Health Sciences: A Map. *Front Public Health.* 2020 Sep 22;8:457. doi: 10.3389/fpubh.2020.00457.
6. **Trevelyan EG, Robinson N.** Delphi methodology in health research: how to do it? *Eur J Integrative Med* 2015; 7 (4): 423-428. doi: 10.1016/j.eujim.2015.07.002.
7. **Beiderbeck D, Frevel N, von der Gracht HA, Schmidt SL, Schweitzer VM.** Preparing, conducting, and analyzing Delphi surveys: Cross-disciplinary practices, new directions, and advancements. *MethodsX.* 2021 May 28;8:101401. doi: 10.1016/j.mex.2021.101401.
8. **Schifano J, Niederberger M.** How Delphi studies in the health sciences find consensus: a scoping review. *Syst Rev.* 2025 Jan 14;14(1):14. doi: 10.1186/s13643-024-02738-3.
9. **Drumm S, Bradley C, Moriarty F.** 'More of an art than a science'? The development, design and mechanics of the Delphi Technique. *Res Social Adm Pharm.* 2022 Jan;18(1):2230-2236. doi: 10.1016/j.sapharm.2021.06.027.

Santiago Campos-Miño

Unidad de Investigación Clínica y Departamento de Pediatría

Hospital Metropolitano

Editor en Jefe, Metro Ciencia

 <https://orcid.org/0000-0003-4686-7358>

Cómo citar: Campos-Miño S. El método Delphi para la elaboración de consensos y guías clínicas. *Metro-Ciencia* [Internet]. 10 de septiembre de 2026;34(3):3-6. Disponible en: <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/3-6>

Fuerza laboral y capacidad sanitaria en Ecuador: Desafíos en la absorción profesional e infraestructura

Health workforce and sanitary capacity in Ecuador: Challenges in professional absorption and infrastructure

Rafael Valdivieso-Espinoza¹, Julio Plaza-Díaz², Luz María Moyano³, Doris Sarmiento-Altamirano⁴

Resumen

Objetivo: Analizar el desequilibrio estructural entre la fuerza laboral de salud y la infraestructura física en Ecuador a través de las tendencias de graduación y capacidad física (2015–2024) y la densidad de personal activo (2015–2021). **Métodos:** Estudio ecológico basado en datos administrativos provinciales. Se calcularon los Índices de Suficiencia Profesional (ISP) y de Absorción Profesional (IAP). Se emplearon modelos de regresión de efectos fijos y la Razón de Tasas de Incidencia (IRR) para evaluar la asociación entre la densidad de profesionales (médicos y enfermeros) y la capacidad instalada (camas y establecimientos de salud). **Resultados:** Para el personal activo (2015–2021), la densidad de médicos aumentó de 18 a 23 por cada 10,000 habitantes, identificando valores superiores al umbral de alineación estructural (ISP: 1.14–1.35). Los enfermeros mostraron un incremento progresivo en su índice de suficiencia, escalando de un ISP de 0.63 a 0.92 ($\beta = 0.28$, $p = 0.001$). El IAP evidenció una tendencia decreciente en la absorción laboral; la integración de médicos cayó del 23.55% al 10.22%, y en los enfermeros del 21.70% al 15.82%. El análisis multivariado confirmó una relación negativa entre la densidad de personal y la disponibilidad de establecimientos (IRR 2021: 0.93; $p < 0.001$). No se halló asociación estadística significativa con la expansión de camas hospitalarias ($p > 0.05$). **Conclusiones:** El sistema sanitario ecuatoriano experimenta un desajuste estructural por el desacoplamiento entre la formación académica y la capacidad física de absorción. El aumento absoluto de profesionales no se asocia con una expansión de la red de servicios sino con una mayor presión sobre la infraestructura preexistente. La expansión estratégica del capital físico debe planificarse en función de las tasas de densidad poblacional provinciales, priorizando la descentralización para corregir las disparidades territoriales y el déficit de profesionales en las zonas rurales periféricas y de la Amazonía.

Palabras clave: Capacidad de atención sanitaria, fuerza laboral de salud, médicos, enfermeras, mercado laboral de salud.

1. Máster Universitario en Metodología de la Investigación en Ciencias de la Salud. Hospital José Carrasco Arteaga, Cuenca, Ecuador.  <https://orcid.org/0009-0005-0302-2912>
2. PhD en Bioquímica y Biología Molecular. Universidad Internacional de La Rioja, Logroño, España.  <https://orcid.org/0000-0002-5171-9408>
3. PhD en Biociencias del Medio Ambiente y de la Salud, Mención Salud Pública, Medio Ambiente y Sociedad Facultad de Medicina Humana, Facultad de Ciencias de la Salud Universidad Nacional de Tumbes, Tumbes, Perú. Centro de Salud Global, Tumbes, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú.  <https://orcid.org/0000-0002-5878-5782>
4. Magíster en Investigación de la Salud. Facultad de Medicina, Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador. Facultad de Salud Pública y Administración, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, Perú.  <https://orcid.org/0000-0003-2829-0188>



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Recibido: 14-03-2026

Aceptado: 06-08-2026

Publicado: 10-09-2026

DOI: 10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/7-18

***Correspondencia autor:** rafhaelvaldivieso@gmail.com

Abstract

Objective: To analyze the structural imbalance between the healthcare workforce and physical infrastructure in Ecuador through graduation trends and physical capacity (2015–2024) and active personnel density (2015–2021). **Methods:** An ecological study based on provincial administrative data. The Professional Sufficiency Index (PSI) and the Professional Absorption Index (PAI) were calculated. Fixed-effects regression models and Incidence Rate Ratios (IRR) were employed to evaluate the association between professional density (physicians and professional nurses) and installed capacity (beds and healthcare facilities). **Results:** Regarding active personnel (2015–2021), physician density increased from 18 to 23 per 10,000 inhabitants, identifying values above the structural alignment threshold (PSI: 1.14–1.35). Professional nurses showed a progressive increase in their sufficiency index, escalating from a PSI of 0.63 to 0.92 ($\beta = 0.28$, $p = 0.001$). The PAI evidenced a downward trend in labor absorption; the integration of physicians fell from 23.55% to 10.22%, and for professional nurses from 21.70% to 15.82%. Multivariate analysis confirmed a negative relationship between personnel density and the availability of healthcare facilities (2021 IRR: 0.93; $p < 0.001$). No statistically significant association was found with the expansion of hospital beds ($p > 0.05$). **Conclusions:** The Ecuadorian healthcare system experiences a structural mismatch due to the decoupling between academic training and physical absorption capacity. The absolute increase in professionals is not associated with an expansion of the service network but rather with greater pressure on pre-existing infrastructure. The strategic expansion of physical capital must be planned based on provincial population density rates, prioritizing decentralization to correct territorial disparities and the shortage of professionals in peripheral rural areas and the Amazon region.

Keywords: Healthcare Capacity, Health Workforce, Physicians, Nurses, Health Labor Market.

Introducción

El artículo 32 de la Constitución ecuatoriana reconoce la salud como un derecho garantizado por el Estado, lo que implica el mandato de desarrollar políticas educativas, sociales y sanitarias adecuadas para asegurar que la infraestructura pueda responder a estas tendencias demográficas. Sin embargo, el sistema de salud ecuatoriano enfrenta retos estructurales históricos, agravados por la pandemia de COVID-19. Esta emergencia sanitaria puso de manifiesto la sobrecarga del personal sanitario, la limitada disponibilidad de suministros y las marcadas tensiones operativas sobre la fuerza laboral^{1,2}.

A pesar de la creciente demanda de atención, existe un estancamiento en la incorporación de nuevos profesionales de la salud al mercado laboral. Ante la falta de oportunidades, un alto porcentaje de graduados emigra en busca de mejores condiciones. Esta situación refleja una brecha entre la oferta educativa y las necesidades reales del sistema de salud³. Actualmente, el Consejo para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES) registra 23 programas de medicina y 33 de enfermería, regulados por la Ley Orgánica de

Educación Superior (LOES). Sin embargo, la expansión de estos programas no siempre se traduce en una adecuación funcional homogénea ni en la generación de suficientes puestos de trabajo⁴.

Este fenómeno puede comprenderse a través de los marcos de planificación de la fuerza laboral, como los modelos de oferta y demanda y de necesidades propuestos por Birch y Tomblin Murphy, los cuales enfatizan que la densidad profesional debe equilibrarse con la capacidad funcional del sistema. Según el marco de planificación de la fuerza laboral de la OMS⁵, los sistemas de salud sostenibles requieren una sincronización entre la producción de recursos humanos y la infraestructura física disponible para absorberlos. Sin esta alineación, el aumento de la densidad profesional no se traduce necesariamente en mejores resultados de salud, sino más bien en desajustes de eficiencia y subutilización de recursos.

Si bien la OMS recomienda una densidad de 17.2 médicos por cada 10,000 habitantes, países como Suiza, Francia y Canadá superan los 30, y Andorra supera los 50. En América Latina, Chile reporta 33.3 médicos

y Colombia 25.4, en comparación con los 23 médicos por cada 10,000 habitantes de Ecuador, lo que ilustra importantes disparidades regionales. La situación de la enfermería es aún más crítica; Ecuador no alcanza el umbral mínimo mundial de 36.9 por cada 10,000 habitantes. Aunque las Américas mantienen un promedio de 83.4 profesionales de enfermería, el déficit nacional genera una tensión laboral considerable, fatiga y vulnerabilidad en la consistencia de la calidad de la atención al paciente⁶.

El informe "Panorama de la Salud: LAC 2023" (OCDE) e informes recientes sobre entornos con recursos limitados, destacan que la crisis pospandémica se caracteriza por un desajuste estructural⁷⁻⁹. En este entorno, las limitaciones presupuestarias y los factores de riesgo han afectado a casi el 30% del personal sanitario y al 50% de los suministros médicos. Para superar esta brecha, organizaciones internacionales recomiendan aumentar la tasa de graduación de los profesionales de la salud, mejorar las condiciones laborales y fortalecer la formación continua. Se estima que una inversión anual sostenida de 10 USD per cápita reduciría la sobrecarga laboral, aumentaría la retención de talento y mejoraría las competencias en liderazgo, investigación y gestión^{10,11}.

En Ecuador, el personal sanitario nacional se concentra principalmente en el sector público (75%), seguido del sector privado con fines de lucro (17%) y las instituciones sin fines de lucro (8%), con una alta concentración en las zonas urbanas y escasa cobertura en las zonas rurales¹². El sector académico desempeña un papel fundamental en la eficiencia del sistema de salud; sin embargo, la heterogeneidad curricular, la limitada infraestructura hospitalaria y la escasa oferta de programas de especialización dificultan la preparación profesional^{3,13,14}.

Por lo tanto, el presente estudio busca analizar la asociación entre el crecimiento de la densidad de profesionales de la salud y la

capacidad instalada (establecimientos de salud y camas hospitalarias) dentro del sistema de salud ecuatoriano. Examinamos las tendencias de la fuerza laboral del período 2015–2024 y evaluamos las correlaciones de la densidad de personal activo en la infraestructura entre 2015 y 2021, en base a los registros oficiales disponibles, introduciendo el Índice de Suficiencia Profesional (ISP) y el Índice de Absorción Profesional (IAP) como herramientas metodológicas originales y reproducibles para la planificación sanitaria.

Métodos

Diseño del estudio y fuentes de datos: Se realizó un estudio ecológico correlacional y de tendencia temporal. Las unidades de análisis fueron las 24 provincias de Ecuador. Las variables analizadas incluyeron la población total por año y provincia (2015–2024). La oferta de la fuerza laboral se categorizó en dos componentes: por un lado, el personal activo (2015–2021), cuyo límite temporal responde a la disponibilidad de registros administrativos oficiales desagregados y, por otro lado, el flujo anual de nuevos registros del personal médico y del personal de enfermería (2015–2024). Otras variables, incluida la capacidad instalada, medida por camas de hospital y establecimientos de salud, se analizaron para todo el período 2015–2024. Los datos se recuperaron de fuentes oficiales: Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), actualmente bajo el Viceministerio de Educación Superior y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Conceptualización, validación y umbrales de interpretación del ISP y el IAP

Para operacionalizar y cuantificar la correspondencia entre la disponibilidad de talento humano y la capacidad de absorción física del sistema sanitario, se proponen dos indicadores originales. Estos índices buscan superar las limitaciones de los análisis estáticos convencionales al capturar dinámicas temporales y provinciales:

Índice de Suficiencia Profesional (ISP):

Este indicador dinámico evalúa la correspondencia entre el volumen de talento humano activo y el recurso físico disponible (camas hospitalarias) requerido para el ejercicio de la práctica clínica institucionalizada. Se calcula anualmente y por cada provincia de la siguiente manera:

$$\text{ISP} = \frac{\text{Tasa de profesionales activos por 10,000 habitantes}}{\text{Tasa de camas por 10,000 habitantes}}$$

Para la interpretación práctica y la planificación sanitaria, se definen tres umbrales del ISP:

$\text{ISP} > 1.10$ (Saturación de la capacidad instalada): Indica que el ritmo de crecimiento de la fuerza laboral en activo ha superado la expansión de la infraestructura física hospitalaria provincial, sugiriendo una posible subutilización operativa del talento humano por limitaciones de espacio.

$0.90 \leq \text{ISP} \leq 1.10$ (Alineación estructural): Representa una distribución equilibrada y proporcional entre la densidad de profesionales activos y la capacidad física de hospitalización por habitante.

$\text{ISP} < 0.90$ (Margen de infraestructura / Déficit relativo de personal): Indica que la base física cuenta con capacidad marginal para albergar un mayor volumen de personal, sugiriendo una baja densidad de profesionales activos en relación con el tamaño de la infraestructura disponible.

Índice de Absorción Profesional (IAP):

Estima la capacidad del sistema de salud para integrar formalmente el flujo anual de graduados. Se calcula como la relación porcentual entre el incremento neto de profesionales activos de un año a otro (corregido por el crecimiento poblacional) y el volumen de nuevos títulos registrados (graduados) en el mismo periodo. Su formulación matemática es:

$$\text{IAP (\%)} = \frac{\text{Personal activo (t)} - \text{Personal Activo (t-1)}}{\text{Nuevos títulos registrados (t)}} \times 100$$

Los umbrales de interpretación definidos para el IAP son:

$\text{IAP} \geq 20\%$ (Capacidad de absorción adecuada): El sistema de salud asimila laboralmente una proporción sostenible y balanceada del flujo de nuevos profesionales que egresan de las universidades.

$10\% \leq \text{IAP} < 20\%$ (Tensión de absorción moderada): Evidencia dificultades u obstáculos en el mercado de contratación para integrar el flujo de graduados, acumulando un excedente que podría conducir al subempleo o a la migración profesional.

$\text{IAP} < 10\%$ (Tensión de absorción severa): Señala un marcado desacoplamiento entre el sistema formador y la capacidad financiera o institucional de contratación, donde menos de uno de cada diez egresados logra ingresar al sistema de salud activo formal.

Análisis Estadístico: Se realizó un análisis descriptivo de la fuerza laboral según la variable sexo para identificar tendencias de participación en médicos y enfermeros. Se calcularon frecuencias, porcentajes y tasas anuales por cada 10,000 habitantes para describir las tendencias de oferta e infraestructura (2015–2024). Para corregir la heterogeneidad entre provincias se implementó un modelo de regresión de efectos fijos (Fixed Effects). Este enfoque de panel de datos permite capturar cómo los cambios en la infraestructura impactan la densidad profesional dentro de cada jurisdicción a lo largo del tiempo, controlando por las variables no observadas que permanecen constantes en el tiempo dentro de cada provincia.

Debido a la extrema multicolinealidad entre la densidad de médicos y enfermeros ($\text{VIF} > 10$), se utilizó la variable agregada "Personal de Salud Total" en el modelo multivariado para asegurar la estabilidad de las

estimaciones. Los análisis se realizaron en Stata 19, utilizando errores estándar robustos agrupados por provincia (clúster) para garantizar la fiabilidad de los resultados en las 24 unidades territoriales.

Aspectos éticos: La investigación se clasificó como un estudio sin riesgo, ya que se basó en el análisis secundario de datos abiertos y agregados a nivel provincial. Al utilizar registros públicos anonimizados, no se tuvo acceso a información identificable de profesionales de la salud. Debido a que los datos son de libre acceso y no implican intervención directa con seres humanos, no se requirió la aprobación de un Comité de Ética, ni el uso de consentimiento informado.

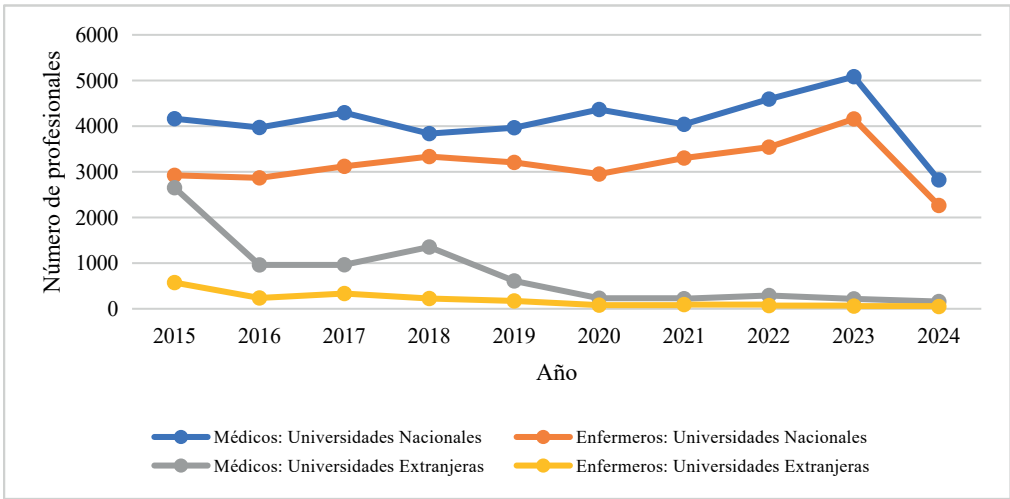
Resultados

Características demográficas del personal de salud

Médicos: Entre 2015 y 2024, se registraron un total de 48,796 nuevos médicos. De estos, 41,137 (84.3%) egresaron de universidades nacionales. Se observó una mayor proporción de mujeres, quienes representaron el 58.3%. El año 2023 marcó el pico histórico de nuevos títulos médicos registrados en el país.

Enfermeros: La oferta durante el mismo periodo alcanzó los 33,558 nuevos registros. La gran mayoría (94.4%) se formó en instituciones nacionales. La representación de mujeres fue mayoritaria, alcanzando el 81% de este grupo. Al igual que en la fuerza laboral médica, 2023 fue el año con el mayor volumen de graduados de los programas de enfermería de universidades nacionales (Figura 1).

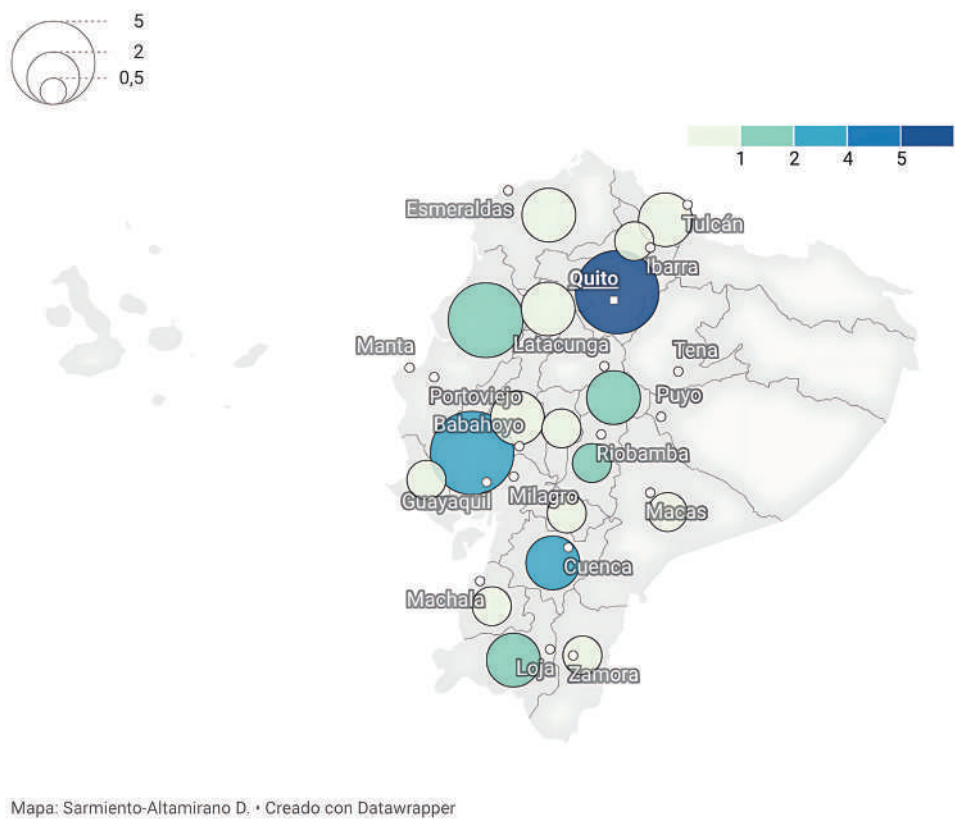
Figura 1. Nuevos registros de médicos y enfermeros por año y origen universitario (nacional o extranjero), Ecuador 2015–2024.



Programas Formativos de Medicina y Enfermería: Diez de las 24 provincias de Ecuador cuentan con programas universitarios de medicina. Pichincha lidera con seis sedes, seguida de Guayas y Azuay con tres cada una. Ninguna provincia de la Amazonía cuenta con oferta académica de medicina. En cuanto a enfermería, 18 provincias cuentan con dichos programas; Pichincha

y Guayas tienen cinco cada una, y Manabí, cuatro. La proporción de médicos recién graduados por enfermeros fue de 1.45:1. Durante el periodo de 10 años, el número de programas de enfermería fluctuó de 28 en 2015 a 33 en 2024, mientras que actualmente hay 23 facultades de medicina, con varias de reciente apertura y otras en funcionamiento en sedes regionales (Figura 2).

Figura 2. Distribución espacial de las facultades de medicina y enfermería por provincia en Ecuador (2024).



El tamaño del círculo representa el número total de escuelas de enfermería por provincia, mientras que el gradiente de color refleja la densidad de las escuelas de medicina.

Capacidad Instalada

Establecimientos de Salud: La disponibilidad de establecimientos de salud en Ecuador, que abarca servicios tanto de hospitalización como ambulatorios, ha experimentado un declive relativo en comparación con el crecimiento poblacional. La tasa de establecimientos por cada 10,000 habitantes siguió una tendencia a la baja desde 2016 (2.54) hasta 2021 (2.33), con una recuperación temporal en 2022 (2.44) antes de estabilizarse cerca de 2.35 para el año 2024 (Figura 3). Aunque el número absoluto de establecimientos aumentó en 152 durante el periodo 2015–2024, este crecimiento fue impulsado primordialmente por centros ambulatorios privados, lo cual no se tradujo en una expansión de la capacidad nacional de hospitalización.

Camas Hospitalarias: El análisis de la densidad de camas hospitalarias por cada 10,000 habitantes revela desigualdades territoriales a lo largo del periodo de diez años (Figura 4), las provincias de Galápagos, Sucumbíos, Manabí y Zamora Chinchipe registraron los incrementos más sustanciales en la capacidad de camas. En contraste, Esmeraldas y Napo sufrieron contracciones en su tasa, perdiendo aproximadamente 8 y 4 camas por cada 10,000 habitantes, respectivamente. Mientras que los principales centros urbanos como Pichincha y Guayas mantuvieron las densidades absolutas más altas, sus tasas de crecimiento marginal mostraron rezagos para alinearse al ritmo de la expansión demográfica.

Figura 3. Establecimientos de salud por 10,000 habitantes, Ecuador (2015–2024)

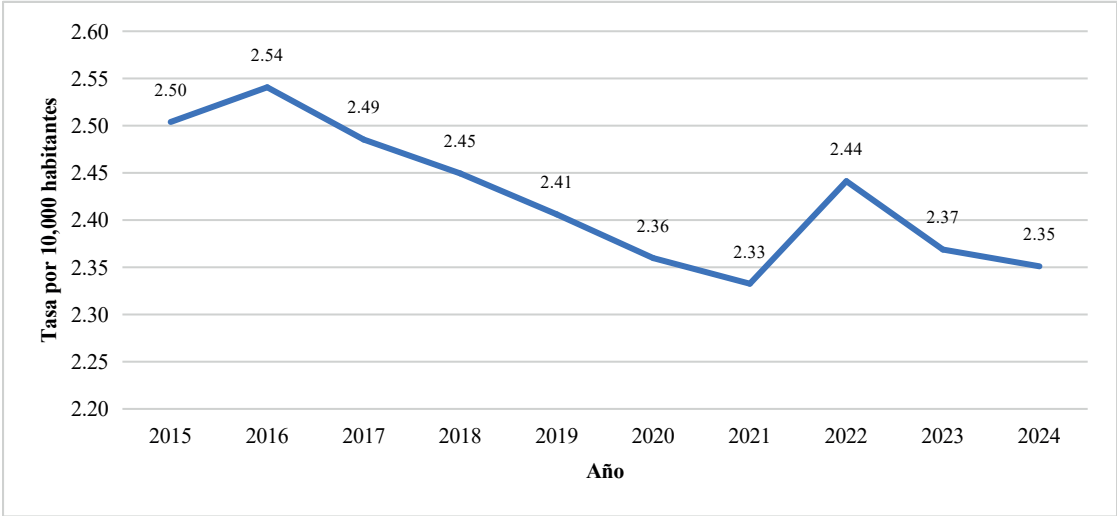
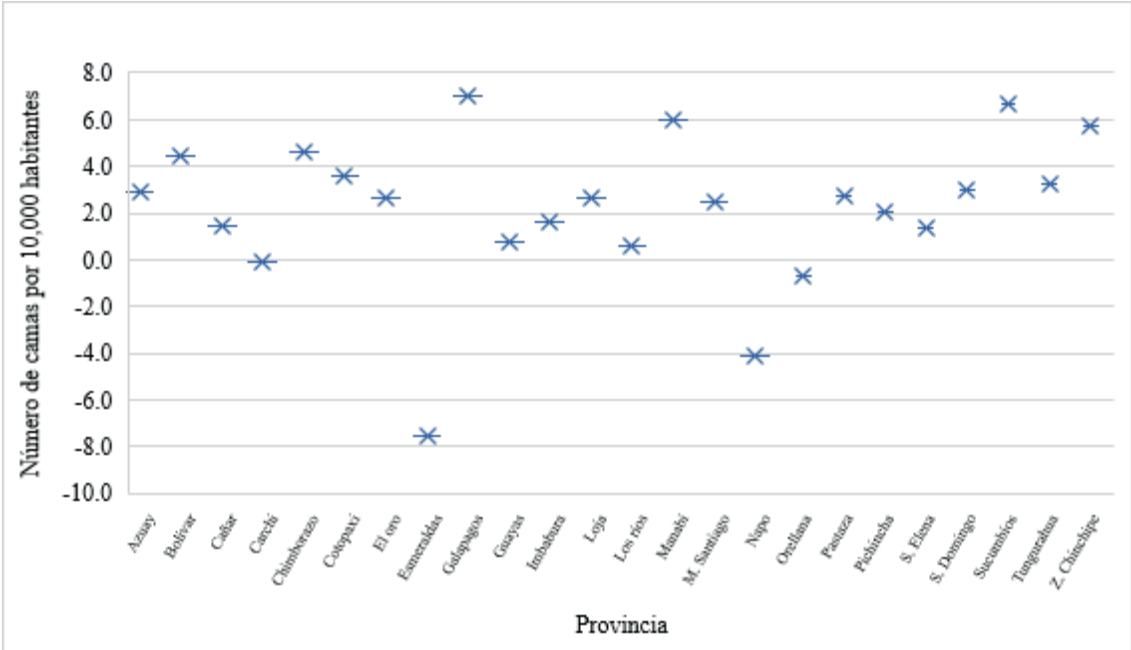


Figura 4. Variación neta en la densidad de camas hospitalarias por cada 10,000 habitantes por provincia, 2015–2024.



Relación entre Profesionales y el Sistema de Salud

Profesionales en Activo y Suficiencia Institucional: La densidad de profesionales de la salud por cada 10,000 habitantes en Ecuador ha mostrado un aumento durante la última década. La densidad de médicos aumentó de 18 en 2015 a 23 en 2018, manteniéndose en 2021, mientras que la densidad de personal de enfermería aumentó de 10 a 16 en el mismo período. A pesar

de este crecimiento, la densidad de enfermería experimentó una fluctuación temporal en 2020, disminuyendo de 15 a 14 antes de recuperarse.

Médicos: Presentaron una tendencia sostenida hacia valores de saturación durante todo el periodo analizado, con un ISP dinámico que osciló entre 1.14 y 1.38. El modelo de efectos fijos confirmó que los incrementos más significativos en la presión sobre la infraestructura ocurrieron en 2016 ($\beta =$

0.19, $p = 0.011$) y 2017 ($\beta = 0.22$, $p = 0.031$), manteniéndose estables en rangos superiores a la unidad hacia el final del periodo.

Enfermería: Mostró un proceso de ajuste e incremento progresivo en el índice de suficiencia. En 2015, el sector presentaba valores de suficiencia institucional dentro del margen de infraestructura (ISP 0.63), pero

para 2021 el índice escaló a 0.92, aproximándose al umbral de saturación. La regresión reveló una tendencia de incremento sistemático y altamente significativa en todos los años ($p < 0.05$), destacando los coeficientes de 2020 ($\beta = 0.23$, $p < 0.001$) y 2021 ($\beta = 0.28$, $p = 0.001$) como los hitos de mayor ajuste estructural frente a la disponibilidad física de camas (Tabla 1).

Tabla 1. Evolución de la densidad profesional y análisis de saturación institucional (ISP) en Ecuador, 2015–2021.

Año	Tasa Médicos (por 10k hab.)	Tasa Enfermeros (por 10k hab.)	ISP Médicos	Médicos (Coef. β)	ISP Enfermeros	Enfermeros (Coef. β)
2015	18	10	1.14	Referencia	0.63	Referencia
2016	21	12	1.36	0.19* ($p=0.011$)	0.76	0.15* ($p=0.001$)
2017	22	13	1.37	0.22* ($p=0.031$)	0.80	0.20* ($p=0.005$)
2018	23	15	1.38	0.13 ($p=0.233$)	0.86	0.15* ($p=0.037$)
2019	23	15	1.38	0.10 ($p=0.284$)	0.89	0.21* ($p=0.004$)
2020	23	14	1.36	0.11 ($p=0.183$)	0.82	0.23* ($p < 0.001$)
2021	23	16	1.35	0.17 ($p=0.087$)	0.92	0.28* ($p=0.001$)

Los coeficientes Beta y los niveles de significancia (valor p) se derivan de un modelo de regresión lineal de efectos fijos (Fixed Effects), el cual controla la heterogeneidad invariante en el tiempo de las 24 provincias ecuatorianas mediante errores estándar robustos ajustados por clúster provincial.

Capacidad de Absorción Sistémica

Médicos: El IAP descendió desde un 23.55% en 2015 hasta su punto más bajo del 10.22% en 2021. Esta tendencia indica que, para el final del periodo, el sistema registró una incorporación formal proporcional a uno de cada diez nuevos médicos graduados en el país.

Enfermería: La capacidad de absorción cayó del 21.70% en 2015 al 12.19% en 2020. Aunque se observó una ligera recuperación técnica en 2021 alcanzando el 15.82%, la cifra se mantiene por debajo de los niveles registrados al inicio de la década (Tabla 2).

Tabla 2. Tasa de absorción del sistema de salud con nuevos profesionales 2015–2021.

Año	Médicos trabajando	Médicos graduados	IAP Médicos (%)	Enfermeros trabajando	Enfermeros graduados	IAP Enfermeros (%)
2015	29,370	6815	23.55	16,346	3497	21.70
2016	33,990	4932	14.26	19,118	3105	15.96
2017	37,263	5259	13.90	21,627	3454	15.73
2018	39,908	5190	12.81	24,752	3559	14.17
2019	40,229	4576	11.21	25,898	3378	12.86
2020	40,588	4596	11.18	24,556	3031	12.19
2021	40,547	4261	10.22	27,526	3394	15.82

Capacidad Instalada y Profesionales en Activo

Establecimientos de Salud: En 2015 se observó una asociación inversa significativa entre el personal activo y la disponibilidad de establecimientos de salud (IRR: 0.88; IC 95%: 0.84–0.93; $p < 0.001$), lo que indica que por cada incremento de una unidad en la densidad de personal de salud total por provincia, la tasa de establecimientos disminuyó en un 12%. Esta tendencia se mantuvo constante hasta 2021 (IRR: 0.93; IC

95%: 0.92–0.94; $p < 0.001$), con una desviación marginal en 2020 (IRR: 1.00; $p = 0.034$) coincidente con la pandemia de COVID-19.

Camas Hospitalarias: Por el contrario, la densidad del personal de salud total no mostró una asociación estadísticamente significativa con la disponibilidad de camas hospitalarias ($p > 0.05$ en la mayoría de los años). Los IRR para las camas se mantuvieron estables cerca de la unidad, oscilando entre 0.98 y 1.01 (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis multivariado entre capacidad instalada y personal de salud total (enfermeros y médicos activos) 2015–2021.

Año	Variable	IRR	IC 95%	p-valor
2015	Camas Hospitalarias	0.98	0.91–1.06	0.740
	Establecimientos de Salud	0.88	0.84–0.93	<0.001
2016	Camas Hospitalarias	0.99	0.93–1.05	0.814
	Establecimientos de Salud	0.90	0.87–0.94	<0.001
2017	Camas Hospitalarias	0.98	0.93–1.05	0.713
	Establecimientos de Salud	0.90	0.87–0.94	<0.001
2018	Camas Hospitalarias	0.98	0.93–1.04	0.556
	Establecimientos de Salud	0.92	0.89–0.95	<0.001
2019	Camas Hospitalarias	0.98	0.93–1.03	0.554
	Establecimientos de Salud	0.92	0.89–0.95	<0.001
2020	Camas Hospitalarias	1.00	0.99–1.00	0.228
	Establecimientos de Salud	1.00	1.00–1.01	0.034
2021	Camas Hospitalarias	1.01	0.99–1.03	0.114
	Establecimientos de Salud	0.93	0.92–0.94	<0.001

Discusión

Entre 2015 y 2024, Ecuador registró 48,800 nuevos médicos y 33,600 enfermeros, con un pico en 2023. Sin embargo, esta robusta oferta se enfrenta a una marcada complejidad institucional para una absorción laboral estable; el IAP para médicos disminuyó del 23.55% en 2015 al 10.22% en 2021, mientras que el IAP de enfermeros descendió al 15.82% en el mismo periodo. Esta tendencia confirma la presencia de un desajuste estructural que trasciende la simple dinámica de oferta y demanda.

El debate sobre la fuerza laboral en salud no debe limitarse únicamente a aspectos

cuantitativos; la calidad de la formación académica y la idoneidad de los perfiles constituyen un eje determinante. En Ecuador, la rápida expansión de programas de grado (23 facultades de medicina y 33 de enfermería en 2024) regulados bajo la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) ha generado una preocupante heterogeneidad en los perfiles de egreso. Aunque el Consejo para el Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES) implementa exámenes de habilitación profesional, la variabilidad en el acceso a campos clínicos de alta complejidad y la escasez de cupos para postgrados/especializaciones limitan

la consolidación de competencias avanzadas.

Tal como señalan Cruz-Aguayo et al. (2019)¹⁵ en el informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), los sectores sociales en América Latina requieren no solo un incremento cuantitativo de la fuerza laboral, sino una transformación cualitativa centrada en habilidades clínicas avanzadas, liderazgo e interacción tecnológica para afrontar el envejecimiento acelerado de la población y la carga de enfermedades crónicas. En Ecuador, la formación universitaria actual sobreproduce médicos generales que no logran incorporarse al mercado laboral formal ni acceder a especializaciones clínicas, perpetuando un déficit estructural de especialistas en las provincias periféricas. Una formación de calidad requiere no solo de la acreditación de mallas curriculares, sino de una articulación efectiva entre las universidades y la red pública de salud para garantizar internados rotativos y residencias de posgrado adecuadamente tutorizadas.

Este fenómeno, que guarda similitud con hallazgos en sistemas fragmentados de la región como Argentina y Brasil, sugiere que la restricción principal no es la formación académica, sino la creación de plazas laborales estables y la capacidad institucional para optimizar la infraestructura física disponible¹⁶. En particular, estudios en entornos latinoamericanos similares coinciden en que la falta de articulación entre los ministerios de educación y de salud pública genera distorsiones en el mercado laboral, donde el incremento de la oferta formativa no se acompaña de un presupuesto equivalente para la creación de partidas presupuestarias estables^{3,13,17}. Esta desarticulación también se alinea con lo observado en Argentina, donde las limitaciones presupuestarias del sector público derivan en pluriempleo e inestabilidad laboral para los profesionales de salud¹⁷.

La densidad de médicos en Ecuador se sitúa por encima del rango recomendado por

la OMS; no obstante, la densidad de enfermeros permanece por debajo de los estándares internacionales. Esta brecha evidencia un desequilibrio estructural que debe abordarse mediante políticas públicas de reclutamiento estratégico. Al comparar esta desproporción con otros sistemas sanitarios de la región, Cassiani et al. (2018)¹⁸ demostraron que más del 30% de los países de las Américas presentan una razón enfermero/médico críticamente distorsionada ($<1:1$), un patrón regional que Ecuador reproduce con una tasa de graduación de 1.45 médicos por cada enfermero. Dicho desbalance se profundiza al analizar el ISP dinámico, el cual revela que el personal médico excede la capacidad física real del sistema en un 35% (ISP 1.35 en 2021) respecto a la infraestructura observada por provincia, mientras que el personal de enfermería se aproxima a su límite de alineación estructural con un ISP de 0.92. El análisis de efectos fijos mostró que la presión sobre la infraestructura es sistemática, con incrementos anuales altamente significativos en enfermería ($p = 0.001$).

La capacidad sanitaria instalada no ha logrado seguir el ritmo de la expansión poblacional. El indicador de camas hospitalarias sufrió una disminución en su densidad por habitante. Entre 2015 y 2024, el número de centros de salud aumentó solo en 152, concentrados principalmente en servicios ambulatorios del sector privado. Si bien se observó un ligero repunte en 2022 debido al aumento de estos centros, este crecimiento no ha fortalecido la atención hospitalaria. Según Molina (2019), algunos centros de salud pueden presentar alta presión por la demanda, mientras que otros presentan una capacidad instalada subutilizada¹⁹.

El impacto de los profesionales en activo en la tasa de camas por habitante reveló una tensión progresiva. Los resultados sugieren que la adición de personal se ha vuelto menos efectiva para expandir la cobertura sin una expansión de la base física, y que el aumento de personal no ha derivado en la

creación de nuevos centros, sino en la concentración dentro de la infraestructura existente.

Un estudio realizado en México por Olivera-Martínez y García-Andrés analizó la infraestructura hospitalaria y los recursos humanos durante la crisis sanitaria COVID-19, identificando asimetrías persistentes en la infraestructura de los servicios médicos. El país se mantiene por debajo de los parámetros sugeridos por la OMS, lo que revela amplias disparidades entre estados²⁰, un patrón metodológicamente análogo al comportamiento provincial ecuatoriano donde los recursos físicos no se alinean con las necesidades demográficas.

La complejidad de la planificación del personal sanitario es un desafío regional, especialmente en sistemas fragmentados. Un estudio realizado en Buenos Aires, Argentina (2020), analizó el mercado laboral de médicos y enfermeros, revelando una brecha significativa entre el número de profesionales colegiados y aquellos efectivamente integrados a la fuerza laboral¹⁷, lo cual refuerza nuestra tesis de que la mera titulación universitaria de talento humano no garantiza la cobertura efectiva si persisten cuellos de botella en la contratación pública. Asimismo, la experiencia operativa tras la pandemia descrita por Saltos-Llerena et al. (2022) y Espinosa-Henao et al. (2024) confirma que la sobrecarga del personal ecuatoriano se agrava cuando el incremento de la fuerza laboral no se acompaña de insumos e infraestructura física adecuada^{11,12}.

El desafío de Ecuador radica en transformar un sistema de salud que actualmente se caracteriza por brechas distributivas, la centralización y la disponibilidad limitada de infraestructura crítica, especialmente en zonas rurales y marginadas. Esta investigación pone de manifiesto la brecha entre la dinámica operativa prevalente definida por la centralización hospitalaria, la sobreprevisión sobre la infraestructura disponible, la

limitada absorción de graduados y el déficit estructural de enfermería y las reformas prioritarias que demanda el sistema de salud. Estas últimas exigen regular los cupos de ingreso universitario bajo criterios de equidad territorial, priorizar la Atención Primaria de Salud en regiones desatendidas como la Amazonía y articular mecanismos de contratación estable con incentivos geográficos. De este modo, se demuestra que el sistema enfrenta un desacoplamiento estructural sustancial, fruto de un crecimiento de la fuerza laboral desconectado de la capacidad física institucional.

Las limitaciones de este estudio se centran en su diseño ecológico, el cual utiliza datos agregados a nivel provincial que impiden extrapolar los hallazgos a una escala individual, evitando así la falacia ecológica. Además, el análisis presenta un enfoque hospital-céntrico al basarse primordialmente en la densidad de camas, lo que podría subestimar la capacidad clínica en centros de primer nivel y unidades ambulatorias. Finalmente, la falta de registros estandarizados en periodos recientes y la incapacidad del modelo IRR para capturar variables de confusión no medidas a nivel de establecimiento limitan la profundidad del análisis longitudinal y la comprensión de la absorción local de personal.

Como principal fortaleza, este estudio emplea un enfoque de panel con modelos de efectos fijos, lo que permite controlar la heterogeneidad no observada entre las provincias ecuatorianas y ofrece una perspectiva dinámica superior. Además, el uso de indicadores originales como el ISP y el IAP permite evaluar la correspondencia entre la disponibilidad de recursos humanos y la capacidad de absorción del sistema de manera objetiva, aportando evidencia técnica sobre la dinámica del sistema de salud frente a una infraestructura estancada.

Conclusiones

La oferta de servicios de salud en Ecuador enfrenta una tensión estructural caracterizada por un profundo desajuste entre la formación académica y la capacidad de absorción física del sistema. Mientras el personal médico opera en un estado de valores superiores al umbral, el personal de enfermería muestra un acercamiento progresivo a su límite de suficiencia, evidenciado por coeficientes de regresión con una significancia estadística progresiva frente a una infraestructura hospitalaria estancada. Este fenómeno se asocia a un descenso progresivo en la tasa de integración de nuevos graduados, lo que sugiere que el crecimiento de la fuerza laboral ha superado la capacidad financiera e institucional de contratación.

El análisis multivariado ratifica que el incremento en la densidad de profesionales no se ha asociado con una expansión de la red de servicios, como lo demuestra la asociación negativa y significativa entre el personal activo y el número de establecimientos de salud. Al no existir una relación estadística relevante entre el aumento de personal y la disponibilidad de camas, se plantea que el incremento de personal se ha traducido principalmente en una mayor presión sobre la infraestructura preexistente, en lugar de una ampliación de la capacidad instalada.

Esta tendencia de elevada concentración profesional se agrupa principalmente en las provincias y áreas metropolitanas principales (Pichincha, Guayas y Azuay), mientras que en la Amazonía y zonas rurales periféricas persiste un déficit severo tanto de profesionales como de infraestructura. Por lo tanto, el fortalecimiento de la cobertura efectiva depende de una expansión estratégica del capital físico que no debe realizarse de manera uniforme, sino en función de las tasas de densidad poblacional provinciales, priorizando la descentralización para corregir estas marcadas asimetrías territoriales y la modernización de los marcos

normativos para la absorción equilibrada del talento humano.

Bibliografía

1. **Calapaqui-Chicaiza JJ, Campos-Murillo N del C.** Impacto de la sobrecarga laboral en la salud física y psicológica del personal sanitario: una revisión sistemática. *MQRInvestigar*. 19 de marzo de 2025;9(1):1. doi:10.56048/MQR20225.9.1.2025.e331
2. **Ministerio de Salud Pública del Ecuador.** Ecuador Saludable, Voy por ti – Base Legal [Internet]. Quito: MSP; 2022 [citado 28 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec/base-legal/>
3. **Aldaz Segura RB.** Fuga de cerebros en Ecuador: propuesta para retener el talento humano que desea migrar a Argentina [tesis de maestría en Internet]. Quito: Universidad de las Américas; 2023 [citado 27 de mayo de 2025]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/15269>
4. **Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.** Consulta de Títulos Nacionales y Extranjeros [Internet]. Quito: SENESCYT; 2024 [citado 22 de julio de 2025]. Disponible en: <https://sia.senescyt.gob.ec/titulos-nacionales-extranjeros/>
5. **Dreesch N, Dolea C, Dal Poz MR, Goubarev A, Adams O, Aregawi M, et al.** An approach to estimating human resource requirements to achieve the Millennium Development Goals. *Health Policy Plan*. 1 de septiembre de 2005;20(5):267-76. doi:10.1093/heapol/czi036
6. **Organización Mundial de la Salud.** Densidad de médicos (por 10 000 habitantes) [Internet]. Ginebra: OMS; 2024 [citado 19 de abril de 2025]. Disponible en: <http://data.who.int/es/indicators/i/CCCEBB2/217795A>
7. **Barber Pérez P, González López-Valcárcel B.** Experiencias de planificación de recursos humanos para la salud. El caso de los médicos. Datos y modelos. Informe SESPAS 2024. *Gaceta Sanitaria*. 2024;38:102365. doi:10.1016/j.gaceta.2024.102365
8. **Organización Panamericana de la Salud.** La fuerza de trabajo en salud en las Américas: datos e indicadores regionales [Internet]. Washington, D.C.: OPS; 2023 [citado 7 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://iris.paho.org/items/3d2be2be-5df1-47ab-a93d-bbe6b-47b1a89>

9. **Telles JP, Tuon F, Cunha A, Rocha JLL.** The burden of limited resources in Latin America on healthcare quality and management. *Lancet Reg Health Am.* 2025;43:101014. doi:10.1016/j.lana.2025.101014
10. **Organización Panamericana de la Salud.** En medio de la pandemia de COVID-19, un nuevo informe de la OMS hace un llamamiento urgente a invertir en el personal de enfermería [Internet]. Washington, D.C.: OPS/OMS; 2020 [citado 21 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/7-4-2020-medio-pandemia-covid-19-nuevo-informe-oms-hace-llamamiento-urgente-invertir>
11. **Espinosa-Henao OE, Becerril-Montekio V, Osorio-López EA, Espinoza-Suarez JB, Morales-Sucasaire PC, Quevedo-Pinos MA, et al.** Provision and utilization of basic maternal health-care during the pandemic in Ecuador: The health workers' perspective. *J Family Med Prim Care.* 2024;13(11):4985-4993. doi:10.4103/jfmpc.jfmpc_650_24
12. **Salto Llerena I, Paravic Klijn T, Burgos Moreno M.** Visibilización de condiciones de trabajo del personal de salud en Ecuador en tiempos de pandemia. *Revista Eugenio Espejo.* 2022;16(2):153-161. doi:10.37135/ee.04.14.15
13. **Porras-Roque MS, Herrera-Sánchez PJ.** Desafíos en la formación y capacitación de enfermeras en el Sistema de Salud Ecuatoriano. *Revista Científica Zambos.* 2022;1(3):3. doi:10.69484/rcz/v1/n3/33
14. **Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior.** ¿Quiénes Somos? [Internet]. Quito: CACES; 2019 [citado 20 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.caces.gob.ec/quienes-somos/>
15. **Cruz Aguayo Y, Fuertes N, Kang M, Robles M, Schady N, Zuluaga D.** Educación y salud: ¿los sectores del futuro? El futuro del trabajo en América Latina y el Caribe [informe técnico en Internet]. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo; 2019 [citado 7 de agosto de 2026]. Disponible en: https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Educaci%C3%B3n_y_salud_los_sectores_del_futuro_versi%C3%B3n_para_imprimir.pdf
16. **Santos Sharpe AI, Catalano B.** **Estudiar Medicina en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires:** Experiencias, representaciones y movilidad académica de brasileños en la Universidad de Buenos Aires y el Instituto Universitario de Ciencias de la Salud Barceló. *Diálogos Pedagógicos.* 2023;21(42):176-196. doi:10.22529/dp.2023.21(42)10
17. **Martínez CK, Duré JLP, Sardi MCC, Cohen BL, L'hospital C, González V, et al.** Caracterización de profesionales de medicina y enfermería de la provincia de Buenos Aires a partir del cruce de registros administrativos de la fuerza de trabajo. *Revista Argentina de Salud Pública.* 2024;16:89-97.
18. **Cassiani SHDB, Hoyos MC, Barreto MFC, Si-ves K, da Silva FAM.** Distribución de la fuerza de trabajo en enfermería en la Región de las Américas. *Rev Panam Salud Publica.* 2018;42:e72. doi:10.26633/RPSP.2018.72
19. **Molina-Guzmán A.** **Funcionamiento y gobernanza del Sistema Nacional de Salud del Ecuador.** *Íconos Revista de Ciencias Sociales.* 2019;(63):185-205. doi:10.17141/iconos.63.2019.3070
20. **Olivera-Martínez G, García-Andrés A.** Infraestructura hospitalaria y personal médico del Sistema Público de Salud en México ante la pandemia por COVID-19. *Ciencias Administrativas Teoría y Praxis.* 2021;17(2):2. doi:10.46443/cattyp.v17i2.288

Cómo citar: Valdivieso-Espinoza R, Plaza-Díaz J, Moyano LM, Sarmiento-Altamirano D. Fuerza laboral y capacidad sanitaria en Ecuador: Desafíos en la absorción profesional e infraestructura. *MetroCiencia* [Internet]. 10 de septiembre de 2026;34(3):7-18. Disponible en: <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/7-18>

Evaluación de indicadores antropométricos de adiposidad asociados al riesgo cardiometabólico en atención primaria

Assessment of anthropometric adiposity indicators associated with cardiometabolic risk in primary healthcare

César Pérez Martínez¹, María Belén Castillo Álava², Cecilia Arteaga-Pazmiño³

Resumen

Introducción: El exceso de adiposidad, especialmente la adiposidad central, se asocia con mayor riesgo cardiometabólico. El uso combinado de indicadores antropométricos podría mejorar la identificación de perfiles de adiposidad asociados con este riesgo. **Objetivo:** Describir la frecuencia de alteraciones en indicadores antropométricos de adiposidad asociados con mayor riesgo cardiometabólico en adultos atendidos en centros de atención primaria. **Materiales y métodos:** Estudio transversal en 113 adultos de 19 a 60 años atendidos en tres centros de salud de Guayaquil, Ecuador. Se evaluaron índice de masa corporal (IMC), circunferencia de cintura (CC), índice cintura-cadera (ICC), índice cintura-talla (ICT) y circunferencia de cuello (CCu). Las comparaciones por sexo se realizaron mediante t de Student y chi-cuadrado de Pearson; se consideró $p < 0,05$ como estadísticamente significativo. **Resultados:** La edad media fue de $40,8 \pm 12,5$ años y el 57,5% fueron mujeres. El IMC medio fue de $28,43 \pm 5,77$ kg/m² y la prevalencia de obesidad fue del 32,7%. El ICT presentó la mayor frecuencia de alteración (73,5%), seguido de la CCu (60,2%), el ICC (40,7%) y la CC (38,9%), con diferencias globales significativas entre indicadores ($Q=49,95$; $p < 0,001$). Las mujeres presentaron mayor frecuencia de CC (53,8% vs. 18,8%; $p < 0,001$), ICC (52,3% vs. 25,0%; $p = 0,003$) y CCu (76,9% vs. 37,5%; $p < 0,001$), elevadas. El 87,6% presentó al menos un indicador alterado y, entre los participantes sin obesidad por IMC, 65 de 76 (85,5%) presentaron al menos uno. **Conclusiones:** Se observó una alta frecuencia de indicadores antropométricos de adiposidad alterados, incluso en participantes sin obesidad por IMC.

Palabras clave: adiposidad, indicadores antropométricos, obesidad central, riesgo cardiometabólico, atención primaria.

Abstract

Introduction: Excess adiposity, particularly central adiposity, is associated with increased cardiometabolic risk. The combined use of anthropometric indicators may improve the identification of adiposity profiles associated with this risk. **Aim:** To describe the frequency of alterations in anthropometric adiposity indicators associated with increased cardiometabolic risk among adults attending primary healthcare centers. **Materials and Methods:** A cross-sectional study was conducted in 113 adults aged 19–60 years attending three

1. Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador  <https://orcid.org/0000-0003-2472-3820>
2. Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.  <https://orcid.org/0009-0002-8897-8750>
3. Carrera de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.  <https://orcid.org/0009-0000-9208-0885>



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Recibido: 18-05-2026

Aceptado: 05-09-2026

Publicado: 10-09-2026

DOI: 10.47464/MetroCiencia/vol33/3/2025/19-27

***Correspondencia autor:** ceciliaarteagap@gmail.com

primary healthcare centers in Guayaquil, Ecuador. Body mass index (BMI), waist circumference (WC), waist-to-hip ratio (WHR), waist-to-height ratio (WHtR), and neck circumference (NC) were assessed. Sex-based comparisons were performed using Student's t-test and Pearson's chi-square test; A p-value <0.05 was considered statistically significant. **Results:** Mean age was 40.8 ± 12.5 years, and 57.5% were women. Mean BMI was 28.43 ± 5.77 kg/m², and obesity prevalence was 32.7%. WHtR showed the highest frequency of alteration (73.5%), followed by NC (60.2%), WHR (40.7%), and WC (38.9%), with significant overall differences across indicators ($Q=49.95$; $p<0.001$). Women had higher frequencies of elevated WC (53.8% vs. 18.8%; $p<0.001$), WHR (52.3% vs. 25.0%; $p=0.003$), and NC (76.9% vs. 37.5%; $p<0.001$). Overall, 87.6% had at least one altered indicator, and among participants without BMI-defined obesity, 65 of 76 (85.5%) had at least one altered indicator. **Conclusions:** A high frequency of altered anthropometric adiposity indicators was observed, even among participants without BMI-defined obesity.

Keywords: adiposity, anthropometric indicators, central obesity, cardiometabolic risk, primary healthcare.

Introducción

Las enfermedades cardiometabólicas (ECM) constituyen una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial¹. Las enfermedades cardiovasculares, la diabetes mellitus tipo 2, la enfermedad esteatósica hepática asociada a disfunción metabólica, entre otras, son las principales ECM, las cuales se caracterizan por alteraciones metabólicas que se encuentran estrechamente relacionadas con el exceso de adiposidad corporal y con la distribución central de la grasa corporal².

Tradicionalmente, el índice de masa corporal (IMC) ha sido utilizado como indicador principal para clasificar el estado nutricional. Sin embargo, este indicador presenta limitaciones importantes, puesto que no distingue entre masa grasa y masa magra ni permite evaluar la distribución del tejido adiposo³, por lo tanto, su rol como indicador antropométrico asociado a riesgo cardiometabólico podría estar sesgado. En este sentido, se ha demostrado que la adiposidad central se asocia de manera más estrecha con el riesgo cardiometabólico que el exceso de peso corporal total^{4,5}.

Diversos indicadores antropométricos se han propuesto para complementar la evaluación del estado nutricional y aproximarse a la distribución de la adiposidad corporal^{6,7}. Entre ellos se destacan la circunferencia de cintura (CC), el índice cintura-talla (ICT), el índice cintura-cadera (ICC) y la circunferencia de cuello (CCu), los cuales se han aso-

ciado con la acumulación de grasa visceral y alteraciones metabólicas, en comparación con indicadores de adiposidad general como el IMC.

En el primer nivel de atención en salud, el uso de indicadores antropométricos simples y de bajo costo resulta especialmente relevante para el tamizaje inicial de individuos con fenotipos de adiposidad asociados con mayor riesgo cardiometabólico^{4,8}.

En Ecuador, la prevalencia creciente de sobrepeso y obesidad representa un desafío importante para los sistemas de salud^{9,10}. En este contexto, resulta necesario evaluar de manera más integral la adiposidad corporal utilizando diferentes indicadores antropométricos que complementen al IMC y contribuyan a la detección temprana de perfiles antropométricos desfavorables asociados a mayor riesgo cardiometabólico en la población adulta.

Por lo expuesto, el objetivo de este estudio es describir la frecuencia de alteraciones en indicadores antropométricos de adiposidad asociados con mayor riesgo cardiometabólico en adultos en centros de atención primaria de salud.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio no experimental de tipo transversal, observacional, con enfoque cuantitativo.

Contexto

La investigación se realizó en tres centros de salud del primer nivel de atención del sistema de salud pública de la ciudad de Guayaquil, Ecuador durante el mes febrero de 2026.

Población y muestra

La población estuvo constituida por adultos de 19 a 60 años que acudieron a servicios de consulta externa de las unidades de salud. Se excluyeron a sujetos con discapacidad auditiva, mujeres en períodos de gestación o lactancia, personas con limitaciones en las capacidades cognitivas y/o con limitaciones físicas y de movilidad. La muestra se obtuvo a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia a partir del total de usuarios que aceptaron participar voluntariamente en el estudio.

Variables de estudio

Se registraron datos sociodemográficos (edad, sexo, etnia, estado civil, escolaridad), clínicos (pluripatología, polifarmacia) y antropométricos (talla, peso, IMC, CC, CCa, CCu, ICT y sus respectivas interpretaciones) de los participantes en una ficha de recolección de datos estándar.

El peso corporal se registró en kilogramos con el participante en posición de bipedestación, mirando al frente y permaneciendo inmóvil, utilizando una báscula mecánica Seca® modelo 700 con estadímetro telescópico Seca® modelo 200, el cual permitió medir la talla en centímetros. Con estos datos se calculó el IMC, obtenido al dividir el peso entre la estatura expresada en metros cuadrados. Se consideró obesidad un $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ¹¹.

La CC y la circunferencia de cadera (CCa) se determinaron mediante una cinta antropométrica ergonómica, flexible y retráctil Seca® 201, registrando las mediciones en

centímetros. La CC se evaluó con el participante de pie, erguido y con los brazos cruzados sobre los hombros para evitar interferencias durante la medición. El punto anatómico utilizado correspondió al punto medio entre el borde inferior de la última costilla palpable y la parte superior de la cresta ilíaca, realizando la lectura durante la espiración¹². Se consideró CC elevada con valores $\geq 102 \text{ cm}$ en hombres y $\geq 88 \text{ cm}$ en mujeres¹³. Esta clasificación se basó en los puntos de corte sugeridos por la Organización Mundial de la Salud¹⁴, aunque estos umbrales no fueron establecidos específicamente en población latinoamericana, se seleccionaron por corresponder a criterios internacionales estandarizados y ampliamente utilizados para identificar obesidad abdominal y riesgo cardiometabólico, lo que facilita la comparación con otros estudios.

La CCa se midió alrededor de la zona de mayor prominencia glútea, con los glúteos relajados y los pies juntos. A partir de estas mediciones se calculó el ICC, considerando valores elevados $\geq 0,90$ en hombres y $\geq 0,85$ en mujeres¹⁴.

La CCu fue evaluada con el participante de pie y en posición erguida, tomando como referencia anatómica la parte media de las vértebras cervicales en la región posterior y el punto medio entre la escotadura supraesternal y el maxilar inferior¹². Los puntos de corte utilizados para identificar una CCu elevada fueron $\geq 39,0 \text{ cm}$ en hombres y $\geq 32,9 \text{ cm}$ en mujeres, como se reportó previamente en un estudio Latinoamericano¹⁵.

El ICT se calculó dividiendo la circunferencia de cintura en centímetros entre la talla expresada en centímetros. Se consideraron valores elevados $\geq 0,57$ en hombres y $\geq 0,59$ en mujeres¹⁶. Estos puntos de corte proceden de una propuesta derivada del estudio NHA-NES 2011-2018 en sujetos con sobrepeso de distintos grupos étnicos. Por ello, su utilización en una muestra ecuatoriana de atención primaria puede modificar la frecuencia estimada respecto a otros umbrales descri-

tos en la literatura científica y podría ser una limitante para comparar directamente los resultados con otros estudios.

Análisis estadístico

Los datos recolectados fueron registrados en una hoja de cálculo de Excel y analizados mediante SPSS versión 25. La distribución de las variables continuas se evaluó mediante histogramas, gráficos Q-Q y la prueba de Shapiro-Wilk. Las comparaciones por sexo de edad, IMC, CC, ICT, ICC y CCu se realizaron mediante t de Student para muestras independientes, reportándose la diferencia de medias, su intervalo de confianza del 95% y el valor p. Las variables categóricas se compararon mediante chi-cuadrado de Pearson. Los indicadores antropométricos se analizaron como variables binarias (alterado/no alterado) según los puntos de corte previamente establecidos. Asimismo, se determinó la presencia de al menos un indicador alterado y el número acumulado de indicadores alterados (0–4). Para comparar la frecuencia de alteración entre los cuatro indicadores se utilizó la prueba Q de Cochran y, ante un resultado significativo, se realizaron comparaciones pareadas mediante la prueba de McNemar con corrección de Bonferroni. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p<0,05$.

Aspectos éticos

Los participantes que decidieron formar parte del estudio firmaron un consentimiento informado de participación. La información fue anonimizada mediante códigos numéricos para asegurar la confidencialidad de los mismos. Los datos se conservaron en archivos de acceso restringido al equipo del investigador principal del estudio. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación en Seres Humanos de la Universidad de Guayaquil (CEISH-UG) con código CEISH-UG-2025-0146.

Resultados

La muestra estuvo integrada por 113 participantes. La edad media fue de $40,8 \pm 12,5$ años y el 57,5% fueron mujeres. La etnia mestiza fue la más frecuente, representando el 90,3% de la población estudiada. Asimismo, el 45,1% de los participantes informó antecedentes patológicos personales, observándose una mayor proporción en mujeres. La prevalencia de pluripatología y polifarmacia fue reducida, alcanzando el 7,2% y 6,2%, respectivamente. Las características sociodemográficas y clínicas de la población, estratificadas según sexo, se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características sociodemográficas y clínicas de los sujetos de estudio

Variable	Total (n=113)	Femenino (n=65)	Masculino (n=48)
Edad, media $\pm$ DE	40,8 $\pm$ 12,5	41,83 $\pm$ 12,87	39,35 $\pm$ 12,01
Etnia			
Indígena	3 (2,7)	1 (1,5)	2 (4,2)
Afroecuatoriana	5 (4,4)	3 (4,6)	2 (4,2)
Montubia	3 (2,7)	1 (1,5)	2 (4,2)
Mestiza	102 (90,3)	60 (92,3)	42 (87,5)
Escolaridad			
Ninguna	5 (4,4)	0 (0,0)	5 (10,4)
Básica	33 (29,2)	17 (26,2)	16 (33,3)
Bachillerato	46 (40,7)	29 (44,6)	17 (35,4)
Superior	29 (25,7)	19 (29,2)	10 (20,8)

Estado civil			
Soltero	39 (34,5)	23 (35,4)	16 (33,3)
Casado/unión libre	52 (46)	28 (43,1)	24 (50)
Viudo	5 (4,4)	3 (4,6)	2 (4,2)
Divorciado	17 (15)	11 (16,9)	6 (12,5)
Pluripatología (sí)	8 (7,2)	5 (7,7)	3 (6,2)
Polifarmacia (sí)	7 (6,2)	4 (6,2)	3 (6,2)

El IMC promedio de la población fue de $28,43 \pm 5,77 \text{ kg/m}^2$ y 37 participantes (32,7%) presentaron obesidad. El ICT fue el indicador alterado con mayor frecuencia, presente en 83 participantes (73,5%; IC95%: 64,6–80,7), seguido de la CCu en 68 (60,2%; IC95%: 51,0–68,7), el ICC en 46 (40,7%; IC95%: 32,1–49,9) y la CC en 44 (38,9%; IC95%: 30,5–48,2). Las mujeres presentaron mayor frecuencia de CC elevada (53,8% vs. 18,8%; $p < 0,001$), ICC

elevado (52,3% vs. 25,0%; $p = 0,003$) y CCu elevada (76,9% vs. 37,5%; $p < 0,001$) que los hombres. No se observaron diferencias por sexo en obesidad por IMC (38,5% vs. 25,0%; $p = 0,132$) ni ICT elevado (72,3% vs. 75,0%; $p = 0,749$). Entre las variables continuas, únicamente el ICC mostró diferencias significativas por sexo, con valores superiores en los hombres ($0,899 \pm 0,104$ vs. $0,853 \pm 0,120$; $p = 0,035$). Las comparaciones por sexo se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Comparación de los indicadores antropométricos de adiposidad según sexo

Indicador	Mujeres (n=65) Media $\pm$ DE (IC95%)	Hombres (n=48) Media $\pm$ DE (IC95%)	Diferencia de medias (IC95%)	p valor
IMC (kg/m^2)	$28,90 \pm 5,92$ (27,43–30,37)	$27,78 \pm 5,56$ (26,17–29,40)	1,11 (–1,06 a 3,29)	0,310
Obesidad (IMC $\geq 30 \text{ kg/m}^2$, n (%))	25 (38,5)	12 (25,0)	–	0,132
Circunferencia cintura (cm)	$90,65 \pm 14,46$ (87,07–94,24)	$91,65 \pm 12,60$ (87,99–95,31)	–1,00 (–6,17 a 4,17)	0,702
Circunferencia de cintura elevada, n (%)	35 (53,8)	9 (18,8)	–	$< 0,001^*$
Índice cintura-talla	$0,56 \pm 0,11$ (0,53–0,59)	$0,56 \pm 0,08$ (0,54–0,58)	–0,002 (–0,040 a 0,035)	0,897
Índice cintura-talla elevado, n (%)	47 (72,3)	36 (75,0)	–	0,749
Índice cintura-cadera	$0,85 \pm 0,12$ (0,82–0,88)	$0,90 \pm 0,10$ (0,87–0,93)	–0,047 (–0,089 a –0,004)	0,035*
Índice cintura-cadera elevado, n (%)	34 (52,3)	12 (25,0)	–	0,003*
Circunferencia cuello (cm)	$35,52 \pm 3,65$ (34,62–36,42)	$36,89 \pm 4,38$ (35,62–38,16)	–1,36 (–2,86 a 0,14)	0,073
Circunferencia de cuello elevada, n (%)	50 (76,9)	18 (37,5)	–	$< 0,001^*$

Las variables continuas se presentan como media $\pm$ desviación estándar (DE) e intervalo de confianza del 95% (IC95%); las variables categóricas como n (%). La diferencia de medias se calculó como mujeres – hombres y se presenta con su IC95%. Las variables continuas se compararon mediante t de Student para muestras independientes y las categóricas mediante chi-cuadrado de Pearson. * $p < 0,05$. IMC: índice de masa corporal.

Del total de participantes, 99 (87,6%) presentaron al menos uno de los cuatro indicadores antropométricos alterados. Catorce

(12,4%) no presentaron ningún indicador alterado, mientras que 28 (24,8%), 23 (20,4%), 25 (22,1%) y 23 (20,4%) presentaron uno, dos, tres y cuatro indicadores alterados, respectivamente.

La frecuencia de alteración difirió significativamente entre los cuatro indicadores antropométricos (Q de Cochran=49,95; $gl=3$; $p < 0,001$). En las comparaciones pareadas con corrección de Bonferroni, el ICT presentó una frecuencia de alteración significativamente mayor que la CC (73,5% vs. 38,9%; p ajustado $< 0,001$) y el ICC (73,5% vs. 40,7%;

p ajustado<0,001), pero no difirió significativamente de la CCu (73,5% vs. 60,2%; p ajustado=0,214). La CCu presentó mayor frecuencia de alteración que la CC (p ajustado=0,003) y el ICC (p ajustado=0,019), mientras que CC e ICC no difirieron significativamente (p ajustado=1,000).

Al analizar los indicadores antropométricos de adiposidad según las categorías de IMC,

se observó que, en los participantes con sobrepeso, las mayores frecuencias correspondieron al ICT (81,8%) y la CCu (59,1%), mientras que en aquellos con obesidad fueron de 81,1% y 73,0%, respectivamente. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de IMC para la CC (p=0,002) y el ICT (p=0,009), pero no para el ICC (p=0,341) ni la CCu (p=0,086) (Tabla 3).

Tabla 3. Frecuencia de indicadores antropométricos de adiposidad alterados según categorías de IMC.

Indicador	Total (n=113)	Sin exceso de peso (n=32)	Sobrepeso (n=44)	Obesidad (n=37)	p valor
CC elevada, n (%)	44 (38,9)	9 (28,1)	12 (27,3)	23 (62,2)	0,002
ICT elevado, n (%)	83 (73,5)	17 (53,1)	36 (81,8)	30 (81,1)	0,009
ICC elevado, n (%)	46 (40,7)	10 (31,2)	18 (40,9)	18 (48,6)	0,341
CCu elevada, n (%)	68 (60,2)	15 (46,9)	26 (59,1)	27 (73,0)	0,086

CC: circunferencia de cintura; ICT: índice cintura talla; ICC: índice cintura-cadera, CCu: circunferencia de cuello

Al considerar conjuntamente a los participantes sin obesidad por IMC (bajo peso/normopeso y sobrepeso), 65 de 76 (85,5%) presentaron al menos uno de los cuatro indicadores antropométricos de adiposidad alterado.

Discusión

La presente investigación evidenció una elevada frecuencia de alteraciones en indicadores antropométricos de adiposidad en adultos atendidos en atención primaria, particularmente en medidas relacionadas con adiposidad central. Aunque el IMC promedio clasificó a la población dentro de la categoría de sobrepeso, los indicadores antropométricos complementarios mostraron una elevada frecuencia de alteración, especialmente el ICT y la CCu. Estos resultados resaltan que perfiles antropométricos de adiposidad desfavorables pueden es-

tar presentes incluso en individuos que no cumplen criterios de obesidad según IMC.

Uno de los hallazgos clínicamente relevantes fue la presencia de alteraciones en indicadores de adiposidad central en participantes sin obesidad por IMC. Estos hallazgos pueden explicarse debido a que el IMC no distingue masa grasa de masa libre de grasa, así como de la distribución regional del tejido adiposo¹⁷. Este patrón de exceso de adiposidad con peso normal se ha descrito como un fenotipo también asociado a resistencia a la insulina, inflamación crónica de bajo grado y alteraciones cardiometabólicas¹⁸.

La elevada frecuencia de ICT alterado fue un resultado importante en esta cohorte. Varios estudios han mostrado asociaciones consistentes entre el ICT, la adiposidad central y desenlaces cardiometabólicos^{19,20}. En una cohorte de adultos en Colombia, el ICT mostró una asociación relevante con el per-

fil cardiometabólico desfavorable (21). En el presente estudio, el ICT fue el indicador alterado con mayor frecuencia; sin embargo, es impreciso afirmar que este indicador sea el más preciso o superior debido a que no se dispuso de un patrón de referencia metabólico y los puntos de corte utilizados influyen directamente sobre la frecuencia observada.

La CCu mostró una frecuencia importante de alteración, especialmente en mujeres. En los últimos años, este indicador ha cobrado interés debido a su asociación con adiposidad del tren superior, resistencia a la insulina, dislipidemia y síndrome metabólico²². Además de su simplicidad y bajo costo, la CCu puede resultar operativamente útil en contextos clínicos y comunitarios. No obstante, la variabilidad de los puntos de corte según poblaciones requiere de una interpretación que considere el contexto étnico y clínico. En poblaciones con limitaciones socioeconómicas y barreras de acceso a servicios especializados, este indicador podría representar una herramienta útil para el tamizaje inicial del riesgo cardiometabólico, como se ha descrito previamente²³.

Desde una perspectiva clínica y de salud pública, los resultados de este estudio refuerzan la conveniencia de no depender exclusivamente del IMC en la evaluación antropométrica. En atención primaria, integrar el IMC con CC, ICT, ICC o CCu puede ayudar a la identificación de sujetos que ameriten una evaluación cardiometabólica más completa. Esta implementación es especialmente pertinente en escenarios con recursos limitados, donde las mediciones antropométricas pueden funcionar como herramientas iniciales de tamizaje y orientar la priorización de pruebas clínicas y bioquímicas.

Este estudio presenta algunas limitaciones. El diseño transversal impide establecer relaciones causales entre las variables, además, el tamaño muestral y el muestreo no probabilístico limita la extrapolación de los resultados a otras poblaciones. Adicional-

mente, no se incluyeron variables bioquímicas, dietéticas, de composición corporal, ni desenlaces clínicos que permitieran validar directamente el riesgo cardiometabólico; por lo tanto, los puntos de corte utilizados representan marcadores asociados con mayor riesgo y no un diagnóstico confirmado. Los umbrales seleccionados para, CC, ICT y CCu también pueden influir en las prevalencias observadas y limitar la comparabilidad con estudios que emplean puntos de corte diferentes. Finalmente, la comparación de la frecuencia de la alteración entre indicadores no equivale a una comparación de exactitud diagnóstica. Pese a estas limitaciones, los hallazgos aportan evidencia local relevante para el contexto de atención primaria.

Conclusiones

Los resultados evidenciaron una alta frecuencia de alteraciones en indicadores antropométricos de adiposidad central en adultos atendidos en atención primaria. Una proporción relevante de participantes presentó valores alterados aún sin obesidad definida por IMC, lo que resalta las limitaciones de este indicador de forma aislada. El uso integrado de medidas antropométricas simples podría contribuir al tamizaje inicial y a la identificación de sujetos que requieran una evaluación cardiometabólica más completa.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los directivos de las unidades de salud que facilitaron la ejecución del estudio.

Contribución de los autores

C.P.M. and M.B.C.A.: concepción y diseño del trabajo, recolección/obtención de resultados, redacción del manuscrito. C. A-P.: Análisis e interpretación de datos, revisión crítica del manuscrito, aprobación de su ver-

sión final, obtención de financiamiento, asesoría estadística. Todos los autores revisaron críticamente esta versión del documento.

Financiamiento

Este estudio se deriva del proyecto de Fondo Concursable Interno (FCI) de la Universidad de Guayaquil “Asociación entre calidad de la dieta e indicadores antropométricos predictivos de la Enfermedad del hígado graso asociada a disfunción metabólica en pacientes ambulatorios de centros de salud” con código FCI-036-2024.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses en la investigación.

Disponibilidad de datos

Los datos estarán disponibles previa solicitud razonable al autor correspondiente.

Bibliografía

1. **Hacker K.** The Burden of Chronic Disease. *Mayo Clin Proc Innov Qual Outcomes*. 2024;8(1):112–9. doi:10.1016/j.mayocpiqo.2023.08.005
2. **Kang P, Neeland I.** Body Fat Distribution, Diabetes Mellitus, and Cardiovascular Disease: an Update. *Curr Cardiol Rep*. 2023;25(11):1555–64. doi:10.1007/s11886-023-01969-5
3. **Wu Y, Li D, Vermund S.** Advantages and Limitations of the Body Mass Index (BMI) to Assess Adult Obesity. *Int J Environ Res Public Health*. 2024;21(6):757. doi:10.3390/ijerph21060757
4. **Ahmed KY, Aychiluhm SB, Thapa S, Tegegne TK, Ketema DB, Kassa ZY, et al.** Cardiometabolic Outcomes Among Adults With Abdominal Obesity and Normal Body Mass Index. *JAMA Netw Open*. 2025;8(10):e2537942. doi:10.1001/jamanetworkopen.2025.37942
5. **Franek E, Pais P, Basile J, Nicolay C, Raha S, Hickey A, et al.** General versus central adiposity as risk factors for cardiovascular-related outcomes in a high-risk population with type 2 diabetes: a post hoc analysis of the REWIND trial. *Cardiovasc Diabetol*. 2023;22:52. doi:10.1186/s12933-023-01757-z
6. **Xie L, Kim J, Almandoz JP, Clark J, Mathew MS, Cartwright BR, et al.** Anthropometry for Predicting Cardiometabolic Disease Risk Factors in Adolescents. *Obesity (Silver Spring)*. 2024;32(8):1558–67. doi:10.1002/oby.24090
7. **Macek P, Biskup M, Terek-Derszniak M, Krol H, Smok-Kalwat J, Gozdz S, et al.** Optimal cut-off values for anthropometric measures of obesity in screening for cardiometabolic disorders in adults. *Scientific Reports*. 2020;10(1):11253. doi:10.1038/s41598-020-68265-y
8. **Carsley S, Parkin PC, Tu K, Pullenayegum E, Persaud N, Maguire JL, et al.** Reliability of routinely collected anthropometric measurements in primary care. *BMC Med Res Methodol*. 2019;19:84. doi:10.1186/s12874-019-0726-8
9. **Vinueza Veloz A, Tapia Veloz E, Tapia Veloz G, Nicolalde Cifuentes M, Carpio-Arias V.** [Nutritional status in Ecuadorian adults and its distribution according to socio-demographic characteristics. A cross-sectional study]. *Nutr Hosp*. 2023;40(1):102–8. doi:10.20960/nh.04083
10. **Pérez-Galarza J, Baldeón L, Franco O, Muka T, Drexhage H, Voortman T, et al.** Prevalence of overweight and metabolic syndrome, and associated sociodemographic factors among adult Ecuadorian populations: the ENSANUT-ECU study. *J Endocrinol Invest*. 2021 [cited 2026 Mar 16];44(1):63–74. doi: 10.1007/s40618-020-01267-9
11. **World Obesity Federation [Internet].** [cited 2026 Feb 11]. Obesity Classification. Available from: <https://www.worldobesity.org/about/about-obesity/obesity-classification>
12. **Mirr M, Skrypnik D, Bogdański P, Owecki M.** Newly proposed insulin resistance indexes called TyG-NC and TyG-NHtR show efficacy in diagnosing the metabolic syndrome. *Journal of Endocrinological Investigation*. 2021;44(12):2831–43. doi:10.1007/s40618-021-01608-2
13. **Ross R, Neeland IJ, Yamashita S, Shai I, Seidell J, Magni P, et al.** Waist circumference as a vital sign in clinical practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nat Rev Endocrinol*. 2020;16(3):177–89. doi:10.1038/s41574-019-0310-7
14. **World Health Organization.** Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation. *Nutrition and Food Safety (NFS)*. 2011;39.

15. **Liria-Domínguez R, Pérez-Albela M, Vázquez MP, Gómez G, Kovalskys I, Fisberg M, et al.** Correlation between Neck Circumference and Other Anthropometric Measurements in Eight Latin American Countries. Results from ELANS Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(22). doi:10.3390/ijerph182211975
16. **Itani L, El Ghoch M.** Waist-to-Height Ratio Cut-Off Points for Central Obesity in Individuals with Overweight Across Different Ethnic Groups in NHANES 2011–2018. *Nutrients*. 2024;16(22):3838. doi:10.3390/nu16223838
17. **Santorelli G, West J, Yang T, Wright J, Bryant M, Lawlor DA.** Differences in total and regional body fat and their association with BMI in UK-born White and South Asian children: findings from the Born in Bradford birth cohort. *Wellcome Open Res*. 2022;6:65. doi:10.12688/wellcomeopenres.16659.3
18. **Mohammadian Khonsari N, Khashayar P, Shahrestanaki E, Kelishadi R, Mohammadpoor Nami S, Heidari-Beni M, et al.** Normal Weight Obesity and Cardiometabolic Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in endocrinology*. 2022;13:857930. doi:10.3389/fendo.2022.857930
19. **Wu Y, Li D, Vermund SH.** Advantages and Limitations of the Body Mass Index (BMI) to Assess Adult Obesity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2024;21(6):757. doi:10.3390/ijerph21060757
20. **Sweatt K, Garvey WT, Martins C.** Strengths and Limitations of BMI in the Diagnosis of Obesity: What is the Path Forward? *Curr Obes Rep*. 2024;13(3):584–95. doi:10.1007/s13679-024-00580-1
21. **Montoya Castillo M, Martínez Quiroz W, Suarez-Ortegón M, Higueta-Gutiérrez L.** Waist-to-Height Ratio, Waist Circumference, and Body Mass Index in Relation to Full Cardiometabolic Risk in an Adult Population from Medellín, Colombia. *J Clin Med*. 2025;14(7):2411. doi:10.3390/jcm14072411
22. **Strathmann EA, Ratjen I, Willrodt K, Enderle J, Schlesinger S, Fischer B, et al.** Association of Neck Circumference With Cardiometabolic Risk Factors and Diseases in the German National Cohort. *J Endocr Soc*. 2025;9(12):bvaf163. doi:10.1210/jeendo/bvaf163
23. **Ribadeneira AE, Gálvez-Celi J, Arteaga-Pazmiño C, Frias-Toral E.** Salud muscular y cardiometabólica en adultos con diabetes tipo 2 que viven en la comunidad. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. 2025;29(4). doi:10.14306/renhyd.29.4.2457

Cómo citar: Pérez-Martínez C, Castillo-Álava MB, Arteaga-Pazmiño C. Evaluación de indicadores antropométricos de adiposidad asociados al riesgo cardiometabólico en atención primaria. *MetroCiencia* [Internet]. 10 de septiembre de 2026;34(3):19-27. Disponible en: <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/19-27>

Factores clínicos y perinatales asociados al requerimiento de ventilación mecánica invasiva en recién nacidos hospitalizados en una unidad de cuidados intensivos neonatales de Ecuador: Estudio retrospectivo

Clinical and perinatal factors associated with the need for invasive mechanical ventilation in newborns hospitalized in a neonatal intensive care unit in Ecuador: A retrospective study

Cristina Alejandra Paredes Gualtor¹, María Alejandra Mafla Garzón², Jaen Carlos Cagua Ordóñez³

Resumen

Diversos estudios internacionales han identificado los factores de riesgo neonatales asociados a la necesidad de ventilación mecánica invasiva (VMI). En Ecuador, un gran porcentaje de unidades de terapia intensiva neonatal enfrentan limitaciones de infraestructura, disponibilidad de insumos, equipamiento, talento humano especializado y protocolos estandarizados. Por lo que resulta fundamental aportar evidencia local sobre factores asociados al requerimiento de VMI en una unidad neonatal ecuatoriana, identificando a neonatos vulnerables para anticipar de manera oportuna la necesidad de soporte respiratorio. **Objetivo:** Se ha documentado que la prematuridad, el peso bajo al nacimiento, las puntuaciones de Apgar bajas y la sepsis neonatal se han asociado con mayor requerimiento de ventilación mecánica, por lo que se busca analizar de manera específica estos factores con el objetivo de contribuir a la identificación temprana de neonatos con mayor riesgo respiratorio y optimizar el uso de recursos, mejorar la calidad de atención y reducir la morbilidad y mortalidad.

Métodos: Este estudio corresponde a un estudio observacional, analítico y retrospectivo de cohorte unicéntrica, basado en el análisis de una base de datos anonimizada en su totalidad, teniendo como desenlace primario la necesidad de ventilación mecánica invasiva durante la hospitalización neonatal. **Resultados:**

Los resultados evidencian que la enfermedad de membrana hialina (EMH) y la sepsis neonatal constituyen los principales factores clínicos asociados al requerimiento de ventilación mecánica invasiva en recién nacidos hospitalizados. La menor edad gestacional y el Apgar al minuto 1 se comportaron como marcadores tempranos de necesidad de intervención invasiva. **Conclusiones:** Las implicaciones clínicas de este trabajo orientan hacia la implementación de estrategias preventivas como la administración oportuna de corticoides antenatales para maduración pulmonar, vigilancia de sepsis neonatal y optimización del soporte respiratorio precoz, especialmente en pacientes prematuros.

Palabras clave: Recién nacido; ventilación mecánica invasiva; prematuridad; sepsis neonatal; unidad de cuidados intensivos neonatales; Apgar; enfermedad de membrana hialina.

1. Médico pediatra neonatóloga Hospital Metropolitano, Quito - Ecuador  <https://orcid.org/0009-0006-0314-5215>
2. Médico pediatra neonatóloga Hospital IESS Quito Sur. Quito - Ecuador  <https://orcid.org/0009-0008-7130-0859>
3. Médico Docente Investigador; Magister en Epidemiología para la Salud Pública. Investigador Independiente. Quito - Ecuador  <https://orcid.org/0000-0002-1684-5206>



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Recibido: 29-04-2026

Aceptado: 30-08-2026

Publicado: 10-09-2026

DOI: 10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/28-35

***Correspondencia autor:** cris.paredesg27@gmail.com

Abstract

Various international studies have identified neonatal risk factors associated with the need for invasive mechanical ventilation. In Ecuador, a large percentage of neonatal intensive care units face limitations in infrastructure, availability of supplies, equipment, specialized human talent, and standardized protocols. Therefore, it is fundamental to provide local evidence on factors associated with the need for invasive mechanical ventilation (IMV) in an Ecuadorian neonatal unit, identifying vulnerable neonates to anticipate the need for respiratory support in a timely manner. **Objective:** It has been documented that prematurity, low birth weight, low Apgar scores, and neonatal sepsis are associated with a higher requirement for mechanical ventilation. This study aims to specifically analyze these factors to contribute to the early identification of neonates at higher respiratory risk, optimize the use of resources, improve the quality of care, and reduce morbidity and mortality. **Methods:** This study is an observational, analytical, and retrospective single-center cohort study, based on the analysis of a fully anonymized database, with the primary outcome being the need for invasive mechanical ventilation during neonatal hospitalization. **Results:** The results show that hyaline membrane disease and neonatal sepsis are the main clinical factors associated with the requirement for invasive mechanical ventilation in hospitalized newborns. Lower gestational age and the 1-minute Apgar score behaved as early markers of the need for invasive intervention. **Conclusions:** The clinical implications of this work point towards the implementation of preventive strategies such as the timely administration of antenatal corticosteroids for lung maturation, monitoring of neonatal sepsis, and optimization of early respiratory support, especially in premature patients.

Keywords: Newborn; invasive mechanical ventilation; prematurity; neonatal sepsis; neonatal intensive care unit; Apgar; hyaline membrane disease.

Introducción

En países de ingresos medios, incluido Ecuador, los factores neonatales asociados al requerimiento de VMI cobran relevancia debido a los recursos disponibles limitados, la variabilidad en la infraestructura hospitalaria, falta de espacio físico y la heterogeneidad en la capacitación del personal de salud¹. En este contexto, resulta fundamental identificar los factores asociados a la necesidad de soporte respiratorio invasivo, con el fin de orientar estrategias de prevención, mejorar la atención neonatal y optimizar el uso de recursos en las unidades de cuidados intensivos.

Estudios internacionales han evidenciado que la menor edad gestacional, el bajo peso al nacer, la puntuación baja de Apgar en el primer y quinto minuto y la presencia de sepsis neonatal constituyen los principales predictores de la necesidad de VMI^{2,3}. No obstante, a nivel local, existen escasos reportes científicos que empleen modelos multivariados ajustados e identifiquen el efecto combinado de factores clínicos en unidades de cuidados intensivos neonatales (UCIN) locales, lo que limita la implementación de protocolos adaptados al contexto nacional.

El soporte respiratorio invasivo ha demostrado ser una intervención vital para la supervivencia de pacientes con compromiso respiratorio severo, como aquellos que presentan síndrome de dificultad respiratoria (SDR), aspiración de meconio, sepsis o asfixia². Sin embargo, su uso no está exento de complicaciones, pues se asocia con un aumento del riesgo de neumotórax, infecciones intrahospitalarias, barotrauma, atelectasias recurrentes y displasia broncopulmonar en casos de soporte invasivo prolongado⁴. La insuficiencia respiratoria constituye una de las principales causas de ingreso a las UCIN, especialmente en recién nacidos (RN) prematuros y de bajo peso al nacer³. Por tanto, identificar tempranamente a los neonatos con mayor probabilidad de VMI permitiría racionalizar su uso y reducir complicaciones.

El presente estudio tiene como objetivo principal identificar los factores clínicos y perinatales asociados al requerimiento de VMI en recién nacidos hospitalizados en una unidad neonatal ecuatoriana entre septiembre de 2020 y diciembre de 2023.

Metodología

Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional analítico de tipo cohorte retrospectiva unicéntrica, basado en registros clínicos de neonatos hospitalizados en una UCIN. El objetivo principal fue identificar los factores clínicos y perinatales asociados al requerimiento de VMI y, como objetivos secundarios, explorar características diferenciales según edad gestacional, duración del soporte ventilatorio e interrelación entre las patologías.

Población y criterios de inclusión

Se incluyeron todos los recién nacidos hospitalizados en la UCIN de la Clínica Santa Bárbara, durante el periodo comprendido entre septiembre del 2020 y diciembre del 2023, que contaban con registros completos sobre edad gestacional, peso al nacer, puntuaciones de Apgar y desenlace ventilatorio, lo cual asegura la comparabilidad de la cohorte. Se excluyeron los pacientes con malformaciones congénitas mayores, registros incompletos o fallecimiento previo a la decisión terapéutica.

El estudio se centra en el análisis de factores clínicos y perinatales asociados al requerimiento de soporte ventilatorio invasivo, por lo que factores prenatales no registrados en la base secundaria (edad materna, enfermedades metabólicas, inmunológicas o infectocontagiosas, exposición a toxinas o ciertos medicamentos, así como la administración de corticoides para maduración fetal) no fueron incluidos en el modelo principal, lo que se reconoce como una limitación del estudio.

Variables del estudio

La variable dependiente principal fue el requerimiento de VMI, definida como la necesidad de soporte respiratorio mediante intubación orotraqueal y conexión a ventilador mecánico durante la hospitalización⁵. Se precisó la exclusión de intubaciones breves y transitorias realizadas exclusiva-

mente para procedimientos de reanimación o administración rápida de surfactante sin posterior mantenimiento en VMI. Se codificó de forma dicotómica (1 = sí; 0 = no). Para el análisis de sensibilidad, se generó una variable adicional de ventilación por más de 24 horas⁶.

Variables perinatales y neonatales

La edad gestacional (EG) se expresó en semanas completas y se definió como el número de semanas transcurridas desde el primer día del último período menstrual normal hasta la fecha del parto⁷. Constituye un marcador clave de maduración fetal⁷. Esta variable se analizó como continua y, en los modelos estratificados, como categórica (<34 y ≥34 semanas). Se eligió este punto de corte porque la madurez pulmonar adecuada depende del desarrollo anatómico y de la producción de surfactante, la cual suele alcanzarse a partir de las 34 semanas⁸. La maduración fetal antes y después de esta edad gestacional presenta diferencias significativas no solo por la inmadurez pulmonar, sino también en el control de temperatura y desarrollo neurológico^{9,10}.

El peso al nacer, en gramos, se registró al nacimiento y refleja el crecimiento fetal, orientando a la madurez del sistema respiratorio, reserva respiratoria y capacidad funcional del recién nacido⁸.

El sexo biológico se clasificó como masculino o femenino. Se ha descrito mayor vulnerabilidad respiratoria en neonatos masculinos, posiblemente relacionada con una maduración pulmonar más lenta en hombres que en mujeres y efectos hormonales androgénicos que inhiben la síntesis de surfactante^{11,12,13}.

Las puntuaciones de Apgar al minuto 1 y al minuto 5 se consideraron indicadores de vitalidad inicial y respuesta a la reanimación perinatal.

Variables clínicas y respiratorias

El SDR se definió como un cuadro de inicio precoz caracterizado por taquipnea, cianosis, quejido y retracciones. La EMH correspondió al SDR originado por déficit, inactivación o consumo de surfactante pulmonar con confirmación radiológica¹⁴.

La sepsis neonatal se definió como una situación clínica caracterizada por signos sistémicos de infección. Dado que no se recabaron hemocultivos universales, todos los casos se catalogaron como sepsis clínica en función de signos clínicos compatibles, elevación de reactantes de fase aguda y antibioticoterapia prescrita por más de 7 días. Se incluyó por su papel en la disfunción pulmonar a través de mecanismos inflamatorios y hemodinámicos¹⁵.

Variables derivadas y conceptuales

Se consideró la duración del soporte ventilatorio (en días) y los estratos de edad gestacional (<34 y ≥34 semanas). Se incorporaron términos de interacción para explorar la posible modificación de efecto o asociación combinada: edad gestacional × EMH y edad gestacional × sepsis.

Consideraciones éticas

El estudio fue ejecutado previa aprobación del Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos (CEISH) competente. Se utilizó una base de datos secundaria

completamente anonimizada, garantizando la confidencialidad de la información y la protección de datos personales en estricto cumplimiento con la Declaración de Helsinki.

Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó en RStudio versión 4.5.0. Se estimaron proporciones con sus intervalos de confianza al 95 % (IC 95 %). Las comparaciones bivariadas se realizaron mediante t de Student, Mann-Whitney U, X² o prueba exacta de Fisher. Se ajustaron modelos de regresión logística multivariada reportando Odds Ratios ajustados (ORa) e IC 95 %. Se consideraron interacciones significativas cuando la p para interacción fue <0.05.

Resultados

Se incluyeron 399 recién nacidos hospitalizados en la unidad de UCIN de la Clínica Santa Bárbara entre septiembre del 2020 y diciembre del 2023, con una edad gestacional promedio de 31.98 ± 2.19 semanas y un peso al nacer de 1752 ± 498 g. La distribución por sexo fue del 55 % masculino (n = 220) vs. 45 % femenino. Estos valores son compatibles con una cohorte predominantemente prematura asistida en una unidad de alta complejidad. Las puntuaciones promedio de Apgar fueron de 7.37 ± 0.99 al minuto 1 y 8.67 ± 0.70 al minuto 5.

Tabla 1. Características clínicas y perinatales de la cohorte

Variable	Total (N = 399)	Sin VMI (n = 204)	Con VMI (n = 195)	p-valor
Edad gestacional (sem)	31.98 ± 2.19	32.6 ± 2.0	31.3 ± 2.1	<0.001
Peso al nacer (g)	1752 ± 498	1870 ± 474	1628 ± 498	<0.001
Apgar 1 min	7.37 ± 0.99	7.59 ± 0.9	7.14 ± 1.0	<0.001
Apgar 5 min	8.67 ± 0.70	8.76 ± 0.6	8.58 ± 0.7	0.009
Sexo masculino, n (%)	220 (55 %)	110 (54 %)	110 (56 %)	0.09
SDR, n (%)	323 (81 %)	161 (79 %)	162 (83 %)	0.17
EMH, n (%)	271 (68 %)	116 (57 %)	155 (79 %)	<0.001
Sepsis neonatal, n (%)	175 (44 %)	63 (31 %)	112 (57 %)	<0.001
Uso de surfactante, n (%)	187 (47 %)	75 (37 %)	112 (57 %)	0.005

Nota: Datos expresados como media ± desviación estándar o n (%). p-valor obtenido mediante prueba t de Student o chi-cuadrado según tipo de variable.

La EMH se relacionó con déficit/inactivación de surfactante y, en varios casos, con administración de surfactante exógeno. Casi la mitad de los recién nacidos (48.9 %; IC 95 %: 44.0–53.8) requirieron VMI. El 62.5 % de los pacientes que requirieron VMI mantuvo el soporte por más de 24 horas.

Entre las variables clínicas, la EMH ($p < 0.001$), la sepsis neonatal ($p < 0.001$) y el uso de surfactante ($p = 0.005$) mostraron asociaciones significativas con VMI, mientras que el SDR no alcanzó significancia estadística en el análisis bivariado ($p = 0.17$).

Tabla 2. Regresión logística bivariada: factores asociados a VMI

Variable	OR	IC 95 %	p-valor
EMH	2.99	1.93–4.71	<0.001
Sepsis neonatal	3.37	2.24–5.12	<0.001
Uso de surfactante	1.81	1.22–2.70	0.003
SDR	0.68	0.41–1.12	0.136
Apgar 1 min	0.44	0.25–0.64	<0.001
Apgar 5 min	0.18	0.05–0.32	0.009

Tabla 3. Modelo multivariado principal de determinantes clínicos de VMI

Variable	OR ajustado	IC 95 %	p-valor
Edad gestacional (sem)	0.84	0.70–1.00	0.052
Apgar 1 min	0.71	0.53–0.93	0.017
EMH	2.57	1.28–5.20	0.008
Sepsis neonatal	3.42	2.17–5.44	<0.001
SDR	0.89	0.49–1.61	0.697
Sexo masculino	0.71	0.45–1.12	0.145
Uso de surfactante	0.97	0.53–1.79	0.924

En la regresión multivariada, la enfermedad de membrana hialina (ORa = 2.57; IC 95 %: 1.28–5.20; $p = 0.008$) y la sepsis neonatal (ORa = 3.42; IC 95 %: 2.17–5.44; $p < 0.001$), se mantuvieron como factores asociados de forma independiente y clíni-

camente relevantes en el modelo ajustado. La edad gestacional mostró una asociación limítrofe no significativa (ORa = 0.84; IC 95 %: 0.70–1.00; $p = 0.052$), mientras que el Apgar al minuto 1 se asoció inversamente (ORa = 0.71; IC 95 %: 0.53–0.93; $p = 0.017$).

Tabla 4. Análisis estratificado por edad gestacional (<34 vs. ≥34 semanas)

Variable	OR (IC 95 %) <34 sem	p-valor	OR (IC 95 %) ≥34 sem	p-valor
Edad gestacional	0.80 (0.64–1.01)	0.070	2.49 (1.20–5.92)	0.022
EMH	2.49 (1.16–5.36)	0.019	1.33 (0.05–14.50)	0.825
SDR	0.70 (0.34–1.39)	0.310	9.21 (1.40–99.05)	0.036
Sepsis	2.67 (1.61–4.49)	<0.001	14.47 (3.69–69.33)	<0.001
Apgar 1 min	0.68 (0.47–0.95)	0.029	0.99 (0.44–2.12)	0.984

En el estrato ≥ 34 semanas, la asociación directa de la edad gestacional continua (OR = 2.49) podría reflejar un sesgo de selección en neonatos maduros que ingresan a UCIN únicamente ante patología crítica grave.

En el análisis de interacción, la relación EG × EMH fue significativa (OR = 0.76; IC 95 %: 0.60–0.98; $p = 0.035$), compatible con mayor madurez pulmonar a mayor edad gestacional. No se observó evidencia estadística.

ca de interacción entre edad gestacional y sepsis ($p = 0.188$).

Discusión

Con respecto a los datos demográficos de nuestra población, la prematurez, el peso bajo al nacimiento y las puntuaciones bajas de Apgar se asociaron con el requerimiento de VMI e ingreso a la UCIN. Estos datos son similares a los presentados por Wilson et al.¹⁶ a nivel internacional y por Batallas¹⁷ a nivel nacional. En cuanto al sexo, si bien estudios como el de Solano et al.¹⁸ han descrito vulnerabilidad en varones, en nuestro modelo ajustado no alcanzó significancia estadística.

En nuestro estudio, la insuficiencia respiratoria constituyó la principal indicación para el uso de soporte ventilatorio. Esta estuvo determinada fundamentalmente por la EMH, cuya aparición se relaciona con la edad gestacional al nacimiento y la inmadurez pulmonar, así como por la sepsis neonatal. En conjunto, estas dos condiciones clínicas fueron los factores predominantes asociados al requerimiento de soporte ventilatorio, con hallazgos análogos a los reportados por Loo et al.¹⁹.

Como señalan Valero - Ortiz et al.²⁰, aunque la administración de surfactante suele requerir una estrategia ventilatoria posterior, esta no implica necesariamente el uso de soporte ventilatorio invasivo. Este hallazgo es consistente con los resultados de nuestro estudio, en el que el uso de surfactante, considerado como otro posible factor clínico, no mostró una asociación estadísticamente significativa con la necesidad de soporte ventilatorio invasivo en el análisis de regresión multivariada de nuestra población.

Condiciones clínicas como la EMH, la sepsis neonatal y el Apgar bajo al minuto se asociaron con soporte ventilatorio mantenido, probablemente relacionado con compromiso sistémico y respiratorio, aunque el estudio no midió gravedad multiorgánica directamente²¹.

Independientemente de la estratificación por edad gestacional, la sepsis es un factor frecuentemente asociado a VMI. Estos resultados coinciden con los datos reportados por Vega y Cevallos²², en los cuales incluso, en RN a término, la sepsis es un factor de riesgo para el uso de soporte ventilatorio temprano.

En cuanto a la interacción entre las variables analizadas, se observó que a menor edad gestacional existió un mayor requerimiento de administración de surfactante y de soporte ventilatorio. Por el contrario, conforme aumentó la edad gestacional, disminuyó la necesidad de ambas intervenciones. Esta relación puede explicarse por la inmadurez pulmonar propia de los recién nacidos de menor edad gestacional, caracterizada por una producción insuficiente de surfactante endógeno y una menor madurez funcional del sistema respiratorio, hallazgos y recomendaciones acordes a lo presentado por Meritano et al.²³.

La interacción entre la edad gestacional y la sepsis neonatal no fue estadísticamente significativa. Cabe precisar que Morales²⁴ evaluó los factores de riesgo para el desarrollo de sepsis neonatal en prematuros, mientras que nuestro manuscrito analiza la sepsis como un factor asociado a la necesidad de VMI, por lo que corresponden a desenlaces epidemiológicos no equivalentes.

Limitaciones

Este estudio presenta limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, su diseño observacional y retrospectivo no permite establecer inferencias causales directas y depende de la calidad de los registros secundarios. En segundo lugar, al tratarse de un estudio unicéntrico realizado en la Clínica Santa Bárbara, la representatividad de los hallazgos a nivel nacional debe tomarse con cautela. En tercer lugar, no se dispuso de información sobre variables prenatales y maternas relevantes (como administración antenatal de corticoides, corioamnionitis,

vía de parto, diabetes materna o control prenatal), las cuales podrían actuar como factores de confusión. Cuarto, la definición de sepsis neonatal se basó en criterios clínicos y biomarcadores sin confirmación por hemocultivo en la totalidad de la cohorte, lo que introduce un posible sesgo de clasificación. Finalmente, no se evaluó la secuencia temporal estricta entre la instauración de ciertas exposiciones y el momento exacto del inicio del soporte ventilatorio.

Conclusión

Los resultados de este estudio evidencian que la enfermedad de membrana hialina (EMH) y la sepsis neonatal constituyen los principales factores clínicos asociados al requerimiento de ventilación mecánica invasiva (VMI) en neonatos hospitalizados. Ambas condiciones se asociaron con mayores odds de requerimiento de VMI, incluso tras el ajuste multivariado, lo que subraya el papel central de la inmadurez pulmonar y de la respuesta inflamatoria sistémica. Adicionalmente, la menor edad gestacional mostró asociación significativa en el análisis bivariado y patrones diferenciales en el análisis estratificado, mientras que el bajo puntaje de Apgar al minuto 1 se confirmó como marcador temprano.

En conjunto, estos hallazgos aportan evidencia local sobre los mecanismos clínicos que condicionan la necesidad de soporte ventilatorio invasivo en unidades neonatales. Las implicaciones clínicas orientan hacia la implementación de estrategias preventivas de administración de corticoides antenatales, vigilancia estricta de sepsis neonatal y optimización del soporte respiratorio. Se deben considerar las limitaciones del estudio, incluyendo su diseño retrospectivo, unicéntrico y la falta de datos prenatales.

Contribución de autoría

Cristina Alejandra Paredes Gualtor: recopilación y curación de datos, interpretación de resultados, redacción, revisión y edición del manuscrito.

María Alejandra Mafla Garzón: recopilación y curación de datos, interpretación de resultados, redacción y revisión.

Jaen Carlos Cagua Ordóñez: metodología, análisis estadístico, interpretación de resultados, redacción.

Bibliografía

1. **Ministerio de Salud Pública del Ecuador.** Guía de Práctica Clínica para el manejo del recién nacido prematuro. Quito: MSP; 2022.
2. **Ruiz Novoa AG.** Avances en el manejo de la ventilación mecánica neonatal Hospital Provincial General Docente [Tesis de grado]. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2023. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7563>
3. **Yue G, Wang J, Li H, Li B, Ju R.** Risk factors of mechanical ventilation in premature infants during hospitalization. *Ther Clin Risk Manag.* 2021;17:777-787.
4. **Carballo C, Alvarez MEG, Recalde L.** Características de las complicaciones pulmonares asociadas a la ventilación mecánica en recién nacidos. *Pediatr (Asunción).* 2020;37(2):107-111.
5. **Van Kaam AH, De Luca D, Hentschel R, Hutten J, Sindelar R, Thome U, et al.** Modes and strategies for providing conventional mechanical ventilation in neonates. *Pediatr Res.* 2020;88(3):364-377.
6. **Sensitivity analysis [Internet].** EBSCO Information Services; 2024 [citado 18 Nov 2025]. Disponible en: <https://www.ebsco.com/research-starters/science/sensitivity-analysis>
7. **Stavis RL.** Edad gestacional [Internet]. Manual MSD versión para profesionales. Rahway: Merck & Co., Inc.; 2019 [citado 18 Nov 2025]. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es/professional/pediatr%C3%ADa/problemas-perinatales/edad-gestacional>
8. **Jobe AH.** Fetal lung maturation and the respiratory distress syndrome. In: *Respiratory Control Mechanisms in Health and Disease.* Butterworth-Heinemann; 2013. p. 317-351.
9. **Rehman S, Bacha D.** Embryology, pulmonary [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [citado 18 Nov 2025]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544372/>
10. **Organización Mundial de la Salud.** Nacimientos prematuros [Internet]. Ginebra: OMS; 2023 [citado 18 Nov 2025]. Disponible en: <https://>

www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth

11. **Inés V, Armando.** Epigenética, sexo masculino y enfermedades neonatales. *Rev Cubana Pediatr.* 2021;93(4):e1213.
12. **Haase M, Laube M, Thome UH.** Sex-specific effects of sex steroids on alveolar epithelial Na⁺ transport. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol.* 2017;312(4):L405-L414.
13. **Laube M, Riedel D, Ackermann B, Haase MT, Thome UH.** Glucocorticoids equally stimulate epithelial Na⁺ transport in male and female fetal alveolar cells. *Int J Mol Sci.* 2020;21(1):57.
14. **Ministerio de Salud Pública del Ecuador.** Recién nacido con dificultad para respirar. Guía de Práctica Clínica. Quito: MSP; 2015.
15. **Ministerio de Salud Pública del Ecuador.** Sepsis neonatal. Guía de Práctica Clínica. Quito: MSP; 2015.
16. **Wilson A, Gardner MN, Armstrong MA, Folck BF, Escobar GJ.** Neonatal assisted ventilation: predictors, frequency, and duration in a mature managed care organization. *Pediatrics.* 2000;105(4):822-830.
17. **Batallas NV.** Prevalencia y factores asociados a ventilación mecánica en neonatos del Hospital Teófilo Dávila en el período 2018 [Tesis de grado]. Cuenca: Universidad Católica de Cuenca; 2019 [citado 17 Nov 2025].
18. **Barrantes Solano MJ, Núñez Segura NM, Rodríguez Alfaro A.** Respiratory failure due to lung immaturity. *Rev Med Sinergia.* 2023;8(6):e1050.
19. **Loor Zambrano S, Urrutia Garcés M, Huacón Mazon J, Ramírez Carrillo F, Lara Morales C.** Factores asociados al síndrome de dificultad respiratoria neonatal severa. *Rev Ecuat Pediatr.* 2022;23(2):93-100.
20. **Valero-Ortiz AS, Roa-Cubaque MA, Corredor-Gamba SP, Rojas-Laverde MP, Chaparro-Cristancho LP, Ibáñez-Torres LJ, et al.** Estrategias de oxigenoterapia y soporte ventilatorio en cuidado intensivo neonatal post administración de surfactante pulmonar. *Univ Salud.* 2024;26(1):D1-D8.
21. **Sánchez Soto MF.** Factores asociados a la estancia prolongada en los recién nacidos prematuros en la UCI Neonatal del Hospital Hipólito Unanue de Tacna 2022-2023 [Tesis de especialidad]. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; 2024.
22. **Vega-Fernández A, Zevallos-Vargas B.** Sepsis neonatal: diagnóstico y tratamiento. *Rev Cuerpo Med Hosp Nac Almanzor Aguinaga Asenjo.* 2023;16(1):94-101.
23. **Meritano J, Arbio MS, Dik PB, Espelt MI, Rittatore MS, Giudice C, et al.** Recomendaciones para el manejo del síndrome de dificultad respiratoria en recién nacidos pretérmino menores a 32 semanas de edad gestacional. *Arch Argent Pediatr.* 2023;121(2): e20220275.
24. **Morales Gallardo K.** Factores de riesgo asociados al desarrollo de sepsis neonatal temprana en prematuros en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del hospital ISSSTEP en el periodo enero 2021–diciembre 2023 [Tesis de especialidad]. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; 2023 [citado 18 Nov 2025].

Cómo citar: Paredes Gualtor CA, Mafla Garzón MA, Cagua Ordóñez JC. Factores clínicos y perinatales asociados al requerimiento de ventilación mecánica invasiva en recién nacidos hospitalizados en una unidad de cuidados intensivos neonatales de Ecuador: Estudio retrospectivo. *MetroCiencia* [Internet]. 10 de septiembre de 2026;34(3):28-35. Disponible en: <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/28-35>

Efectividad de intervenciones educativas para reducir el uso de dispositivos en niños y adolescentes: Revisión sistemática

Effectiveness of Educational Interventions to Reduce Device Use in Children and Adolescents: A Systematic Review

María Belén Alba Zapata¹, Mercedes Mickaela Coronel Salazar¹, Lizbeth Nayelli Ocaña Paute¹, Ruth Nayely Paguay Mullo¹, Pamela Alexandra Morales Ibadango¹, Mishell Carolina Santillan Borja¹

Resumen

Introducción: El acceso a dispositivos electrónicos con pantalla ha crecido exponencialmente durante la última década, el uso de estos dispositivos una hora antes de acostarse a dormir se considera ahora un factor de riesgo crítico para la salud pública. **Objetivo:** Analizar la eficacia de las intervenciones educativas dirigidas a niños y adolescentes para reducir el uso de dispositivos electrónicos antes de dormir. **Metodología:** Se llevó a cabo un análisis sistemático siguiendo las recomendaciones de la guía PRISMA 2020, donde se buscaron y seleccionaron artículos científicos publicados en los últimos 6 años, indexados en bases de datos bibliográficas como PubMed, Scopus, SciELO y Google Scholar, así como ensayos clínicos y entidades públicas especializadas en el tema. **Resultados:** De un total de 42 artículos, se incluyeron 10 ensayos clínicos aleatorizados para su análisis, se excluyeron 24 artículos por no cumplir con los criterios de elegibilidad, se eliminaron 4 registros duplicados, se analizaron 14 artículos a texto completo para determinar su elegibilidad de los cuales se eliminaron 4 estudios: 2 artículos porque la población de estudio no correspondía a nuestro tema de revisión, 1 artículo diferente a ECAs y 1 artículo por presentar una fecha de publicación fuera del período establecido. **Conclusiones:** Las intervenciones educativas dirigidas a reducir el uso de dispositivos electrónicos antes de dormir en niños y adolescentes disminuyen de manera consistente el tiempo de pantalla nocturno, mejoran la eficiencia del sueño y reducen la latencia del sueño, confirmando un efecto positivo sobre la calidad del descanso nocturno.

Palabras clave: Intervención educativa, tiempo de pantalla, calidad del sueño, dispositivos electrónicos, niño, adolescente..

Abstract

Introduction: Access to electronic devices with screens has grown exponentially over the last decade. The use of these devices one hour before bedtime is now considered a critical risk factor for public health. **Objective:** To analyze the effectiveness of educational interventions aimed at children and adolescents to reduce the use of electronic devices before bedtime. **Methodology:** A systematic review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines. Scientific articles published in the last six years and indexed in bibliographic

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Carrera de Medicina; Riobamba, Ecuador¹

1. María Belén Alba:  <https://orcid.org/0009-0008-6682-8384>
2. Mercedes Coronel:  <https://orcid.org/0009-0003-2599-3803>
3. Lizbeth Ocaña:  <https://orcid.org/0009-0004-4506-5438>
4. Ruth Paguay:  <https://orcid.org/0009-0000-9991-319X>
5. Pamela Morales:  <https://orcid.org/0009-0009-4766-7076>
6. Mishell Santillan:  <https://orcid.org/0000-0002-5775-3535>



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Recibido: 21-07-2026

Aceptado: 07-08-2026

Publicado: 10-09-2026

DOI: 10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/36-47

***Correspondencia autor:** mariab.alba@esPOCH.edu.ec

databases such as PubMed, Scopus, SciELO, and Google Scholar were searched and selected, as well as clinical trials and publications from public entities specializing in the topic. **Results:** Of a total of 42 articles, 10 randomized controlled trials were included in the analysis. Twenty-four articles were excluded for not meeting the eligibility criteria, four duplicate records were removed, and 14 full-text articles were analyzed to determine their eligibility. Of these, four studies were excluded: two because the study population did not correspond to our review topic, one because it was not a randomized controlled trial, and one because its publication date was outside the established period. **Conclusions:** Educational interventions aimed at reducing the use of electronic devices before bedtime in children and adolescents consistently decrease nighttime screen time, improve sleep efficiency, and reduce sleep latency, confirming a positive effect on the quality of nighttime rest.

Keywords: Intervención educativa, tiempo de pantalla, calidad del sueño, dispositivos electrónicos, niño, adolescente.

Introducción

El acceso a dispositivos electrónicos con pantalla ha crecido exponencialmente durante la última década. Estudios recientes indican que hasta el 89% de los jóvenes de los países occidentales tienen al menos un dispositivo en su cama¹. Este incremento ha sido fortalecido por la diversa disponibilidad de teléfonos inteligentes y tabletas, además, del acceso permanente a internet, la expansión de las redes sociales y las plataformas de entretenimiento digital, así como la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación en los entornos educativos. Por otro lado, cabe destacar que por la pandemia por COVID – 19 también se aceleró la digitalización de las actividades académicas, recreativas y sociales, incrementando de esta manera la transición digital de los últimos años, convirtiendo el uso intensivo de la tecnología en un comportamiento normativo que comienza cada vez a edades más tempranas, incluso en la etapa preescolar^{2, 3}.

El uso de estos dispositivos una hora antes de acostarse a dormir (bedtime) se considera ahora un factor de riesgo crítico para la salud pública. La interacción con las pantallas no sólo desplaza el tiempo de descanso, sino que el contenido psicológicamente estimulante y la exposición a la luz azul alteran la fisiología del sueño. Estos mecanismos provocan un retraso en el ritmo circadiano y una disminución de la secreción de melatonina, lo que supone

una mayor latencia del sueño y una somnolencia diurna excesiva, que afecta directamente al rendimiento académico y a la salud mental^{4,5}.

Se han desarrollado diversas intervenciones educativas para disminuir estos efectos. Estas intervenciones educativas incluyen intervenciones educativas parentales que se centran en el establecimiento de límites, intervenciones educativas escolares sobre la higiene del sueño y las intervenciones educativas orientadas al autocontrol. Entre estas intervenciones educativas, la intervención educativa sobre la desintoxicación digital consiste en reducir de manera voluntaria y planificada el uso de dispositivos electrónicos, especialmente durante horas previas al sueño. Entre estas estrategias están, el establecimiento de rutinas nocturnas libres de pantallas en donde se establezcan actividades recreativas, la restricción del uso de dispositivos en el dormitorio, el fortalecimiento de hábitos saludables de sueño, la educación sobre los efectos de la luz azul y la participación de padres y cuidadores en la supervisión del uso de la tecnología. Las intervenciones más efectivas son a corto plazo e involucran activamente a los cuidadores en la transformación del entorno familiar en un espacio sin pantallas^{6, 7}.

El fundamento de esta revisión sistemática es la necesidad de analizar únicamente

te ensayos clínicos aleatorios (ECAs) que ofrezcan el más alto nivel de evidencia. Al evaluar los estudios registrados en plataformas globales de ensayos clínicos, es posible distinguir qué componentes específicos como las reglas parentales o la “desintoxicación digital”, producen cambios significativos y sostenibles, lo que aporta claridad sobre lo que consideran una prioridad en la salud de los jóvenes de hoy en día⁸. El objetivo de este estudio es analizar la eficacia de las intervenciones educativas dirigidas a niños y adolescentes para reducir el uso de dispositivos electrónicos antes de dormir.

Métodos

Este estudio es una revisión sistemática realizada de acuerdo con las directrices de la declaración PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Se elaboró un protocolo interno de investigación previo al desarrollo del estudio; sin embargo, no se llevó a cabo su registro formal en una base de datos pública a nivel internacional. Todas las etapas de la revisión se llevaron a cabo siguiendo rigurosamente las pautas metodológicas establecidas por PRISMA 2020. Se incluyeron ensayos clínicos que evaluaron intervenciones educativas para reducir o modificar el uso de dispositivos electrónicos en niños y adolescentes, publicados en inglés o español durante los últimos seis años. Se excluyeron los estudios realizados en adultos jóvenes, aquellos con poblaciones mixtas o en los que los participantes estuvieran expuestos a otros factores estimulantes, como cafeína o bebidas gaseosas, que pudieran afectar los resultados. La búsqueda bibliográfica se hizo en PubMed, Scopus, SciELO y Google Scholar, y fue actualizada por última vez el 20 de octubre de 2024. La estrategia de búsqueda fue diseñada previamente y adaptada a la sintaxis específica de cada base de datos para poder garantizar una recuperación y reproductividad de la evidencia científica disponible. Se usa-

ron descriptores controlados por Medical Subject Headings (MeSH) y Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS), complementados con palabras clave en español e inglés relacionadas con el uso de dispositivos electrónicos, intervenciones educativas, niños, adolescentes, tiempo de pantalla y calidad de sueño. Los términos de búsqueda se combinaron mediante algunos operadores booleanos como AND y OR, y se aplicaron filtros para seleccionar estudios publicados en los últimos seis años, en idioma inglés o español y con diseño de ensayo clínico. La selección de estudios se llevó a cabo en dos fases. En la primera se revisaron los títulos y resúmenes y, posteriormente, se evaluaron los textos completos. Ambas etapas fueron realizadas de manera independiente por dos revisores. Las discrepancias se resolvieron mediante discusión hasta llegar a un consenso. Cuando no fue posible llegar a un acuerdo, un tercer investigador intervino para establecer la decisión final.

Para la extracción de los datos, se utilizó una matriz que recogió las características principales de los artículos, la población estudiada, el tipo y la duración de la intervención educativa, los métodos de evaluación y los resultados sobre el uso de pantallas. Los resultados principales fueron los cambios en el uso de dispositivos electrónicos antes de dormir y las diferencias en la calidad y duración del sueño.

El riesgo de sesgo se evaluó con la herramienta RoB 2 y la escala de Jadad, y la certeza de la evidencia se valoró con el sistema GRADE. Debido a la heterogeneidad de las intervenciones educativas y de las variables evaluadas, los resultados se sintetizaron de forma narrativa, organizándolos según el tipo de intervención educativa y los principales hallazgos en los resultados. En total, se identificaron 42 estudios mediante la búsqueda bibliográfica; de estos, 14 se revisaron a texto completo y 10 estudios que cumplieron los criterios de inclusión, se incluyeron en la síntesis final.

Resultados

Inicialmente en los registros identificados fue de 42 artículos, de los cuales se eliminaron 4 registros duplicados, quedando así 38 artículos para el proceso de cribado por título y resumen. En la fase de screening se excluyeron 24 artículos por no cumplir con los criterios de inclusión. Posteriormente, se analizaron 14 artículos a texto completo para determinar su elegibilidad de los cuales se eliminaron 4 estudios: 2 artículos porque la población de estudio no correspondía al tema de revisión, 1 artículo diferente a ECAs y 1 artículo por presentar una fecha de publicación fuera del período establecido. Finalizando así con la inclusión de 10 ensayos clínicos aleatorizados para la presente revisión (Figura 1). Entre los estudios descartados se puede mencionar ECAs cuya fecha de publicación excedía el rango temporal establecido, como el estudio con la intervención SWITCH realizado en el 2016 que solo buscó reducir el comportamiento sedentario. Los 10 ECAs utilizados para esta revisión presentan tamaños muestrales variables, incluyendo a niños en edad preescolar, escolar y adolescentes, así como a sus padres o cuidadores, periodos de seguimiento desde intervenciones de corta duración hasta seguimiento de varios meses, lo que permitió una evaluación amplia de los efectos inmediatos como a mediano plazo. Los estudios se desarrollaron en diversos países principalmente en Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Países Bajos, Dinamarca, Italia, Alemania, España, Australia, Japón, China e Israel lo que refuerza la validez de los hallazgos en las distintas poblaciones a nivel mundial. Las principales intervenciones educativas fueron intervenciones educativas presenciales, digitales, parentales y escolares, además de aquellas intervenciones que se basan en la restricción del tiempo de pantalla, promoción de hábitos saludables y estrategias para mejorar la calidad de sueño, mejorar hábitos de sueño y promover conductas saludables,

evaluadas mediante cuestionarios válidos, que fueron comparadas con grupos control que recibieron atención habitual o ninguna intervención. Los resultados encontrados concuerdan entre sí, dado que las intervenciones educativas redujeron el tiempo de pantalla, mejoraron la calidad del sueño e incrementaron la actividad física (Tabla 1).

Para valorar la calidad metodológica de cada ensayo se empleó la escala de JADAD, donde 9 de 10 ECAs obtuvieron una calidad alta, con un puntaje de 3/5, esto se debió a que los artículos no eran doble ciego y por lo tanto no se mencionaba el método de doble ciego, mientras que 1 ECA obtuvo una baja calidad 1/5 puntos, debido a que no fue descrita como doble ciego, no se describieron las pérdidas y retiros, no se mencionaba que el método para la aleatorización era el adecuado y por último no describieron el método de doble ciego.

De igual manera, se empleó la escala de GRADE para evaluar la certeza de la evidencia, de los cuales cinco ECAs representaban una certeza alta, mientras que cinco ECAs muestran una certeza moderada, debido al riesgo de sesgo, al tamaño de muestras limitados y a los amplios intervalos de confianza (Tabla 2). Por último, se utilizó el ROB2 para evaluar el riesgo de sesgo en los ensayos clínicos mediante sus cinco dominios y un juicio global. Por lo tanto, 2 ECAs muestran un bajo riesgo lo que representa una alta validez interna y por ende sus resultados aportan una evidencia confiable a la presente revisión; 3 ECAs muestran algunas preocupaciones, debido principalmente a la imposibilidad de cegamiento de los participantes y del personal, sin embargo, sus resultados se consideran válidos porque existe una aleatorización adecuada y por último 5 ECAs representan un alto riesgo porque presentaron limitaciones metodológicas lo que incrementa el riesgo de sesgo, por ese motivo sus resultados se deben interpretar con precaución (Tabla 3).

Figura 1: Diagrama de flujo.

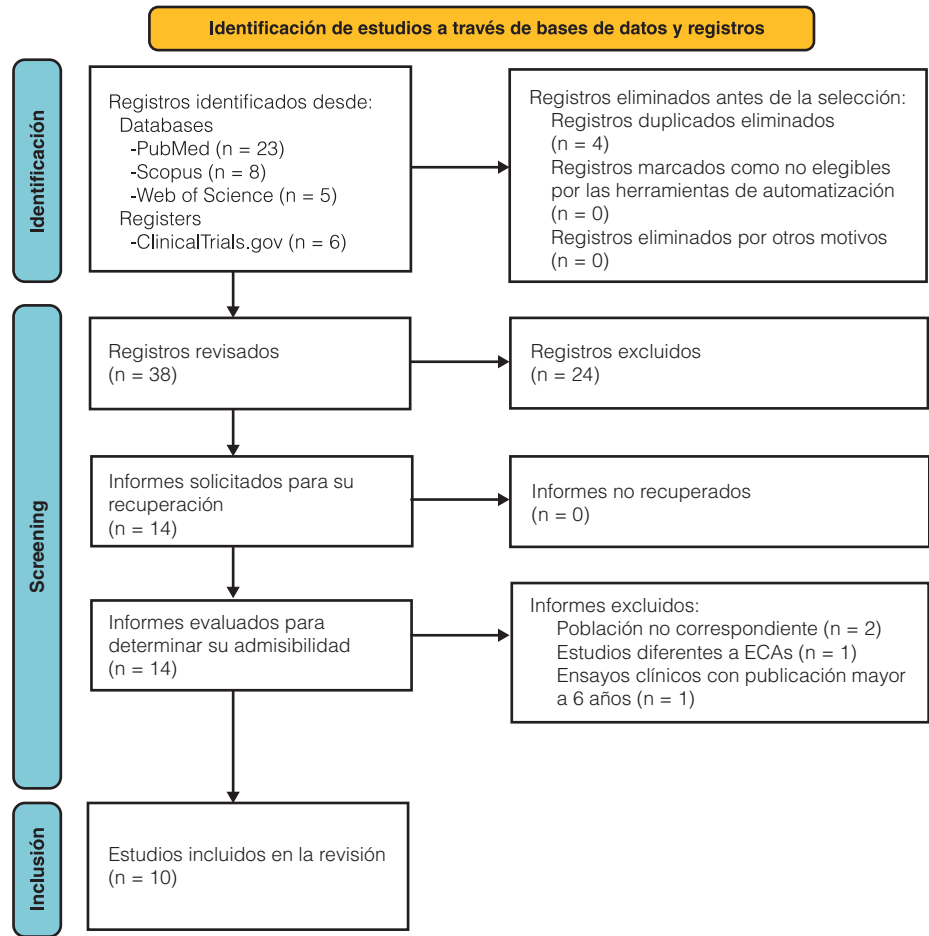


Tabla 1: Resumen de ECAs incluidos en la revisión sistemática

Nombre/Año	Tipo de Estudio	Muestra	Intervención	Variables/Resultados
Título: Eficacia de un programa para reducir el uso de pantallas multimedia no deseadas entre niños de 2 a 5 años: un ensayo controlado aleatorio (9).	Ensayo clínico aleatorizado en grupo paralelo abierto (ECA)	340 familias con niños de 2 a 5 años	Grupo intervención: Intervención educativa digital PLUMS (Program to Lower Unwanted Media Screens) Grupo control: recibió servicios de salud rutinarios sin intervención PLUMS	Tiempo total de pantalla (Screen Time en minutos/día): A los seis meses, se evidenció una reducción significativa del tiempo de pantalla ($\beta = -35,8$; IC 95%: $-70,59$ a $-1,04$; $p = 0,04$). Actividad física (minutos/día): La intervención tuvo un impacto positivo y significativo al finalizar el programa, en comparación con el grupo control ($\beta = 48,4$; IC 95%: $6,6$ a $90,33$; $p = 0,023$), el cual se incrementó durante el seguimiento a seis meses. Problemas del sueño: La intervención no mostró un efecto significativo sobre los problemas de sueño en el periodo inmediatamente posterior a la intervención ($\beta = 0,86$; IC 95%: $-1,84$ a $3,57$; $p = 0,53$).

Año: 2024

Título: Uso de pantallas para niños pequeños antes de dormir y su efecto en el sueño y la atención: un ensayo clínico aleatorizado (10). Año: 2024	Ensayo clínico aleatorizado (Randomized Clinical Trial, RCT)	269 familias: 164 elegibles y 105 familias aleatorizadas.	Grupo intervención: Intervención educativa parental PASTI (Parent-Child Screen-Time Intervention) Grupo control: Rutina habitual sin materiales ni instrucciones sobre pantalla ni actividades.	Tiempo de uso de pantalla en la hora previa al sueño La intervención redujo significativamente el uso de pantallas antes de dormir frente al grupo Control ($d = 0,96$; IC 95%: 0,60 a 1,32), de igual manera se evidenció que la intervención PASTI vs Bedtime Box tuvo un efecto moderado para disminuir el empleo de las pantallas ($d = 0,65$; IC 95%: 0,27 a 1,03). Duración total del sueño nocturno No se registró diferencias significativas, indica ausencia del efecto de la intervención en la duración del sueño, PASTI frente al grupo Control ($d = 0,05$; IC 95%: -0,35 a 0,45) y PASTI vs Bedtime Box ($d = -0,02$; IC 95%: -0,43 a 0,39).
Título: Intervención educativa digital para la salud Stop and Play para reducir el tiempo excesivo frente a pantallas entre niños en edad preescolar de familias de bajo nivel socioeconómico: estudio controlado aleatorio por grupos (11). Año: 2023	Ensayo clínico aleatorizado por conglomerados (Cluster RCT), paralelo de 2 brazos.	360 parejas madre - niño, con niños de 3 - 4 años.	Grupo Intervención: Intervención educativa digital Stop and Play Grupo control: recibió la misma información después de completar el estudio	Tiempo de pantalla diario del niño La intervención Stop and Play redujo significativamente el tiempo diario de pantalla a los tres meses, con una disminución promedio de 202,3 minutos diarios ($\beta = -202,29$; IC 95%: -224,48 a -180,10; $p < 0,001$). Este hallazgo indica que la intervención digital fue altamente efectiva. Conocimiento materno sobre el uso de pantallas Las madres del grupo intervención mostraron un incremento de intervención significativo en el nivel de conocimiento relacionado con el uso adecuado de pantallas en la infancia temprana ($\beta = 6,88$; IC 95%: 6,11 a 7,65; $p < 0,001$).
Título: Efectos de un programa de educación sobre salud del sueño para niños y padres sobre la duración y las dificultades del sueño infantil: Un ensayo clínico aleatorizado por conglomerados de cuña escalonada (12). Año: 2022	Ensayo clínico aleatorizado por conglomerados de cuña escalonada (stepped-wedge)	519 pares de padres e hijos (niños de 3 años al inicio).	Grupo Intervención: Intervención educativa escolar ECSEP (Early Childhood Sleep Education Program) Grupo control: No recibió la intervención durante el periodo control.	Duración del sueño infantil (minutos/noche) Seguimiento 9 meses: Incremento no significativo de 5,6 minutos (IC 95%: -2,3 a 13,6; $p = 0,17$) Dificultades del sueño infantil (Cuestionario de Tayside) Puntaje total: Reducción no significativa a los 12 meses ($\beta = -0,79$; IC 95%: -1,76 a 0,18; $p = 0,11$) Probabilidad de dificultad del sueño: OR = 1,13 (IC 95%: 0,62 a 2,09; $p = 0,69$) Problema de sueño reportado por padres: OR = 0,91 (IC 95%: 0,34 a 2,45; $p = 0,86$).

Título: Evaluación de un programa interactivo de educación del sueño en la escuela: un ensayo controlado aleatorizado por grupos (13). Año: 2020	Ensayo controlado aleatorizado por conglomerados con dos grupos	210 estudiantes con una edad promedio de 14,04 ± 0,32 años	Grupo Intervención: Intervención educativa escolar Programa de vida saludable (SEP) Grupo de control: Recibió un programa de vida saludable (HLP)	Duración de sueño (medido actigraficamente) No se observaron otras diferencias significativas entre los grupos y los puntos temporales para las variables de actigrafía $p > 0,05$ Uso del tiempo El tiempo dedicado al uso de medios disminuyó significativamente desde el inicio hasta el seguimiento ($p < .001$) y desde la post intervención hasta el seguimiento $p = .004$.
Título: Eficacia de una intervención de eHealth basada en padres sobre la actividad física, los comportamientos dietéticos y el sueño en niños en edad preescolar: Ensayo controlado aleatorizado (14). Año: 2025	Ensayo clínico aleatorizado, simple, de 2 brazos	Familias reclutadas: 237 parejas padre-niño.	Grupo Intervención: Intervención educativa parental eHealth (duración 12 semanas). Con contenido interactivo semanal a través de Wechat Grupo control: Recibió pamplinas electrónicas semanales con recomendaciones básicas.	Actividad física ligera La intervención se asoció con una reducción significativa del tiempo dedicado a actividad física ligera en los niños del grupo intervención ($\beta = -151,61$; IC 95%: $-418,18$ a $-96,67$; $p = 0,002$; Cohen $d = 0,28$). Eficiencia del sueño La eficiencia del sueño también mejoró significativamente tras la intervención ($\beta = 4,61$; IC 95%: $4,29$ a $9,72$; $p < 0,001$; Cohen $d = 0,34$). Tiempo frente a pantallas La intervención se asoció con una reducción significativa del tiempo diario frente a pantallas en días laborales ($\beta = -16,42$; IC 95%: $-30,83$ a $-2,01$; $p = 0,01$; Cohen $d = 0,25$). En fines de semana fue más marcado ($\beta = -73,88$; IC 95%: $-98,48$ a $-49,28$; $p < 0,001$; Cohen $d = 0,46$).
Título: Educación parental para limitar el tiempo de pantalla en la primera infancia: Un ensayo controlado aleatorizado (15). Año: 2024	Ensayo clínico aleatorizado abierto	120 niños sanos de 9-10 meses de edad.	Grupo Intervención: Intervención educativa parental presencial de 30 minutos sobre crianza responsiva y reducción de pantallas, apoyada por material impreso y cinco refuerzos telefónicos mensuales Grupo control: Consejería estándar sobre nutrición, inmunización y seguridad, junto con llamadas de registro general.	Tiempo total de pantalla (minutos/día) Reducción significativa a los 6 meses. La mediana del grupo intervención fue de 35 min/día (RIC: 30-49) frente a 75 min/día (RIC: 50-90) del control ($p < 0.001$). Cambios en puntaje conductual (ASQ:SE-2) El grupo intervención mostró una mayor reducción en el puntaje (mejor conducta socioemocional), con una diferencia media de 4.3 puntos ($p = 0.004$)

Título: Efectos de limitar el uso de pantallas con fines recreativos sobre la actividad física y el sueño en familias con niños Un ensayo clínico aleatorizado por grupos (16). Año: 2022	Ensayo clínico aleatorizado por conglomerados	Se incluyeron 89 familias (181 niños y 164 adultos)	Grupo Intervención (45 familias): Intervención educativa Restricción de pantallas recreativas a ≤ 3 h/semana por 14 días. Sustitución de smartphones por teléfonos básicos, límite de 30 min/día de uso necesario en adultos, registro diario y uso de carteles recordatorios. Grupo Control: Continuación de rutina habitual sin restricciones.	Actividad física (minutos/día) La intervención incrementó significativamente la actividad física diaria en $+44.8$ min/día frente a $+1.0$ min/día en el control ($p < 0.001$), con mayor impacto los fines de semana ($+73.4$ min/día). La actividad física moderada-vigorosa (AFMV) aumentó $+8.8$ min/día ($p < 0.01$). Sueño (duración, latencia, WASO) En adultos, el tiempo de sueño aumentó hasta 33.1 min/noche ($p < 0.001$), aunque no se observaron cambios significativos en el sueño infantil.
Título: Efectos de la educación parental sobre el tiempo frente a la pantalla, los trastornos del sueño y la adaptación psicosocial entre niños asiáticos en edad preescolar (17). Año: 2020	Estudio controlado aleatorizado por conglomerados	129 díadas padre-hijo de 14 jardines de infancia privados en Chiayi, Taiwá	Grupo Experimental: Intervención educativa parental sobre Tiempo de Pantalla Grupo Control: Actividades diarias habituales en jardines de infancia. Sin intervención durante estudio.	Tiempo total de pantalla (minutos/día) La intervención educativa parental redujo significativamente el tiempo frente a pantallas en niños: $206,7 \rightarrow 138,8$ min/día ($p < 0,001$), mientras que el grupo control aumentó ($215,2 \rightarrow 225,4$ min/día). La interacción grupo $\times$ tiempo fue significativa ($p < 0,001$). Calidad del sueño (CSHQ) Se observó una mejora en la calidad del sueño en el grupo intervención ($52,1 \rightarrow 50,1$ puntos; $p = 0,02$), mientras que el grupo control empeoró ($51,9 \rightarrow 53,5$ puntos). La interacción grupo $\times$ tiempo fue significativa ($p = 0,003$).
Tema: El impacto de un programa de desintoxicación digital en el tiempo frente a la pantalla y la higiene del sueño en adolescentes (18). Año: 2025	Ensayo controlado aleatorizado	30 adolescentes de escuelas urbanas en China	Grupo Intervención: Intervención educativa de desintoxicación digital Grupo Control: No recibió la intervención	Tiempo total de pantalla (horas/día) El programa de desintoxicación digital disminuyó significativamente el tiempo frente a pantallas de $6,82$ h/día a $4,31$ h/día tras la intervención y $4,07$ h/día en seguimiento a 5 meses. Por esta razón, la interacción tiempo $\times$ grupo fue altamente significativa ($F(2,56) = 55,95$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,67$).

Tabla 2: Evaluación de la calidad metodológica de los artículos (JADAD) y certeza de la evidencia (GRADE)

ESTUDIO	Calidad metodológica (JADAD)	Certeza de la evidencia (GRADE)
Kaur et al., 2024	3 puntos Ensayo de alta calidad	Moderada
Pickard et al., 2024	3 puntos Ensayo de alta calidad	Alta
Raj et al., 2023	3 puntos Ensayo de alta calidad	Alta
Bonuck K et al.,2022	3 puntos Ensayo de alta calidad	Alta
Van Rijn et al., 2020	3 puntos Ensayo de alta calidad	Alta
Peng et al., 2025	3 puntos Ensayo de alta calidad	Alta
Poonia Y et al.,2024	3 puntos Ensayo de alta calidad	Moderada
Pedersen et al., 2022	3 puntos Ensayo de alta calidad	Moderada
Lin YM et al., 2021	3 puntos Ensayo de alta calidad	Moderada
Pan et al., 2023	1 puntos Ensayo de baja calidad	Moderada

Tabla 3: Herramienta de Riesgo de Sesgo 2 (RoB 2)

Estudio	D1	D2	D3	D4	D5	Overall		
Kaur et al., 2024								Low risk
Pickard et al., 2024								Some concerns
Raj et al., 2023								High risk
Bonuck K et al.,2022								
van Rijn et al., 2020							D1	Randomisation process
Peng et al., 2025							D2	Deviations from the intended interventions
Poonia Y et al.,2024							D3	Missing outcome data
Pedersen et al., 2022							D4	Measurement of the outcome
Lin YM et al., 2021							D5	Selection of the reported result
Pan et al., 2023								

Discusión

Los estudios analizados en esta revisión sistemática demuestran que las intervenciones educativas reducen significativamente el tiempo de pantalla diario en niños y adolescentes, destacando disminuciones de hasta 202 minutos diarios¹⁹. Asimismo, se observaron mejoras en la eficiencia del sueño y una reducción en la latencia para conciliarlo, especialmente en intervencio-

nes educativas de desintoxicación digital. Aunque algunos estudios no lograron aumentar la duración total del sueño, sí fortalecieron el conocimiento parental y la autoeficacia materna. Estos hallazgos sugieren un efecto positivo en la higiene del sueño y una mejora en los puntajes de conducta socioemocional.

Cuando comparamos nuestros resultados con lo que se ha publicado a nivel mundial, queda claro que el uso de dispositivos electrónicos está relacionado negativamente con la calidad del sueño²⁰. Esto va en la misma línea de otros estudios²¹ que han mostrado que las intervenciones educativas digitales ayudan a reducir la severidad del insomnio. Las intervenciones educativas digitales personalizadas e interactivas dieron mejores resultados que los materiales tradicionales; sin embargo, todavía no está claro cómo afectan a indicadores físicos como el índice de masa corporal (IMC), por lo que hace falta más investigación.

En el entorno escolar, la efectividad de intervenciones educativas coincide con el estudio realizado por Lai et al.³, donde se reportaron mejoras positivas, aunque bastante moderadas. Por su parte, otros autores han observado que las intervenciones educativas parentales consiguen efectos más estables y que duran más tiempo²². Esto destaca la importancia de incluir a la familia en este tipo de intervenciones educativas.

Sin embargo, otra revisión sistemática advierte que la educación aislada suele ser ineficaz para generar cambios conductuales persistentes en los adolescentes²³. Esto se complementa con otra revisión la cual afirma que fomentar la alfabetización digital es superior a la restricción obligatoria del tiempo²⁴. Es fundamental abordar mecanismos psicológicos subyacentes para asegurar un cambio de hábitos sostenible, por esto las intervenciones educativas deben ser multicomponentes e involucrar activamente a todo el entorno social.

La intervención educativa parental mediante la co-visualización se presenta como una estrategia protectora esencial frente al sedentarismo digital⁷. Por otro lado, un metaanálisis sugiere que el ejercicio aeróbico representa la mejor intervención complementaria para combatir la adicción móvil⁷.

Entre las principales limitaciones de los estudios incluidos se identifican el uso predominante de medidas de autoinforme con sesgos de memoria, así como cortos periodos de seguimiento y la elevada heterogeneidad tanto clínica como metodológica, se explica por la variabilidad en las características de los estudios, el tipo de intervención utilizada, la duración del seguimiento y la variedad de variables de resultado evaluadas. Asimismo, la ausencia de protocolos pre-registrados, lo que limita la transparencia y reproducibilidad de los procesos. Por ello para futuras investigaciones se recomienda priorizar el uso de medidas objetivas, como la actigrafía, así como el desarrollo de intervenciones adaptadas al contexto sociocultural, con especial atención a poblaciones de menor edad, cuya exposición temprana a dispositivos electrónicos continúa siendo escasamente documentada.

Conclusiones

La presente revisión sistemática demuestra que las intervenciones educativas dirigidas a reducir el uso de dispositivos electrónicos antes de dormir en niños y adolescentes disminuyen de manera consistente el tiempo de pantalla nocturno, según los resultados observados en los ensayos clínicos aleatorizados incluidos. Esta reducción fue un hallazgo recurrente y verificable en la mayoría de los estudios analizados.

Asimismo, los resultados evidencian que dichas intervenciones mejoran la eficiencia del sueño y reducen la latencia de inicio del sueño, confirmando un efecto positivo sobre la calidad del descanso nocturno. En contraste, no se identificaron efectos consistentes sobre la duración total del sueño, lo que delimita claramente el alcance real de la intervención.

El análisis de los estudios incluidos confirma que las intervenciones educativas incrementan el conocimiento y la autoeficacia parental, lo cual se asoció con una

mejor regulación del uso de pantallas en el entorno familiar. De igual forma, en varios ensayos se observó un aumento de la actividad física, especialmente como efecto secundario de la reducción del tiempo sedentario.

En conjunto, los resultados del presente trabajo aportan evidencia comprobable de que las intervenciones educativas constituyen una estrategia efectiva para modificar hábitos relacionados con el uso de pantallas antes de dormir y mejorar aspectos específicos de la higiene del sueño, en concordancia directa con el objetivo del estudio y con la información presentada en el resumen.

Conflicto de intereses: Los autores declararon no tener ningún conflicto de interés personal, financiero, intelectual, económico y de interés corporativo con el Hospital Metropolitano y los miembros de la revista MetroCiencia.

Financiación: Este trabajo no recibió financiación externa.

Agradecimientos: Los autores expresan su sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por el apoyo académico e institucional brindado durante el desarrollo de la presente investigación, así como por la formación científica y metodológica que hizo posible la realización de este trabajo.

Contribución de los autores

- Concepción y diseño del trabajo: MBAZ, MMCS.
- Recolección/obtención de resultados: LNOP.
- Análisis e interpretación de datos: No corresponde.
- Redacción del manuscrito: MBAZ, LNOP, RNPM, PAMI, MCSB.
- Revisión crítica del manuscrito: MCSB, MBAZ, MMCS

f. Aprobación de la versión final: MBAZ, MMCS, LNOP, RNPM, PAMI, MCSB.

g. Aporte de pacientes o material de estudio: No corresponde.

h. Obtención de financiamiento: No corresponde.

Bibliografía

- Fiore M, Arena D, Crisafi V, Grieco V, Palella M, Timperanza C, et al.** Digital Devices Use and Sleep in Adolescents: An Umbrella Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2 de octubre de 2025;22(10):1517.
- Díaz Cuesta JF, Concheiro Guisán A.** Exposición prolongada a la televisión en niños y adolescentes: efectos sobre la salud y estrategias de protección. *Rev Esp Salud Pública*. 18 de septiembre de 2024;98:e1-21.
- Lai NM, Lim YS, Chaikunapruk N, Lee SWH, Liabsuetrakul T, Sabbir M, et al.** Review Article: The effectiveness of school-based interventions for reducing screen time – a systematic review and meta-analysis. *Child Adolesc Ment Health*. septiembre de 2025;30(3):223-37.
- Martin KB, Bednarz JM, Aromataris EC.** Interventions to control children's screen use and their effect on sleep: A systematic review and meta-analysis. *J Sleep Res*. 2021;30(3):e13130.
- Al Ali NM, Abu-Libdhah AE.** Adolescent Screen Time and Sleep Quality: Predictive Factors and Their Effect on Academic Achievement Among Adolescents in Jordan. *Adolescents*. 9 de octubre de 2025;5(4):55.
- Corrêa CDC, Silva GNTN, Viana GR, Lira ALE, Macedo GD, Weber SAT.** Sleep Hygiene Intervention Improves Sleep Time and Duration in High School Students. *Sleep Sci*. septiembre de 2024;17(03):e297-303.
- Andrade Domínguez YO.** Estrategias de Intervención Educativa para Promover el Uso Saludable de Tecnologías Digitales en Preescolares: Una Revisión Sistemática Enfocada en Quintana Roo, México. *Cienc Lat Rev Científica Multidiscipl*. 22 de julio de 2025;9(3):8494-524.
- Hale L, Kirschen GW, LeBourgeois MK, Grdisar M, Garrison MM, Montgomery-Downs H, et al.** Youth Screen Media Habits and Sleep. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am*. abril de 2021;27(2):229-45.

9. **Kaur N, Gupta M, Chakrapani V, Khan F, Malhi P, Kiran T, et al.** Effectiveness of a program to lower unwanted media screens among 2–5-year-old children: a randomized controlled trial. *Front Public Health*. 18 de junio de 2024;12:1304861.
10. **Pickard H, Chu P, Essex C, Goddard EJ, Baulcombe K, Carter B, et al.** Toddler Screen Use Before Bed and Its Effect on Sleep and Attention: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Pediatr*. 1 de diciembre de 2024;178(12):1270.
11. **Raj D, Ahmad N, Mohd Zulkefli NA, Lim PY.** Stop and Play Digital Health Education Intervention for Reducing Excessive Screen Time Among Preschoolers From Low Socioeconomic Families: Cluster Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*. 4 de mayo de 2023;25:e40955.
12. **Bonuck K, Collins-Anderson A, Schechter CB, Felt BT, Chervin RD.** Effects of a Sleep Health Education Program for Children and Parents on Child Sleep Duration and Difficulties: A Stepped-Wedge Cluster Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 26 de julio de 2022;5(7):e2223692.
13. **Van Rijn E, Koh SYJ, Ng ASC, Vinogradova K, Chee NIYN, Lee SM, et al.** Evaluation of an interactive school-based sleep education program: a cluster-randomized controlled trial. *Sleep Health*. abril de 2020;6(2):137-44.
14. **Peng Z, Wen LM, Lau PWC.** Effectiveness of a Parent-Based eHealth Intervention on Physical Activity, Dietary Behaviors, and Sleep in Preschoolers: Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*. 2025;27:e70886.
15. **Poonia Y, Khalil S, Meena P, Shah D, Gupta P.** Parental Education for Limiting Screen Time in Early Childhood: A Randomized Controlled Trial. *Indian Pediatr*. enero de 2024;61(1):32-8.
16. **Pedersen J, Rasmussen MGB, Sorensen SO, Mortensen SR, Line Gronholt Olesen, Brond JC, et al.** Effects of Limiting Recreational Screen Media Use on Physical Activity and Sleep in Families With Children: A Cluster Randomized Clinical Trial. *JAMA Pediatr*. 1 de agosto de 2022;176(8):741-9.
17. **Lin YM, Kuo SY, Chang YK, Lin PC, Lin YK, Lee PH, et al.** Effects of Parental Education on Screen Time, Sleep Disturbances, and Psychosocial Adaptation Among Asian Preschoolers: A Randomized Controlled Study. *J Pediatr Nurs*. enero de 2021;56:e27-34.
18. **Pan Y, Zhang W, Iskandar A.** Impact of a Digital Detox Program on Screen Time and Sleep Hygiene in Adolescents. *J Adolesc Youth Psychol Stud*. 2025;6(1):146-55.
19. **Raj D, Ahmad N, Mohd Zulkefli NA, Lim PY.** Stop and Play Digital Health Education Intervention for Reducing Excessive Screen Time Among Preschoolers From Low Socioeconomic Families: Cluster Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*. 4 de mayo de 2023;25:e40955.
20. **Han X, Zhou E, Liu D.** Electronic Media Use and Sleep Quality: Updated Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res*. 23 de abril de 2024;26:e48356.
21. **Salamanca-Sanabria A, Fogel A, Padmapriya N, Meenushree C, Rodriguez A, Eriksson J.** Active components in digital health interventions for sleep among adolescents: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Npj Digit Med*. 4 de diciembre de 2025;8(1):743.
22. **Žmavc M, Horvat J, Židan M, Selak Š.** The effectiveness of school-based interventions to reduce problematic digital technology use and screen time: A systematic review and meta-analysis. *J Behav Addict*. 2 de julio de 2025;14(2):571-89.
23. **Gaskin CJ, Venegas Hargous C, Stephens LD, Nyam G, Brown V, Lander N, et al.** Sleep behavioral outcomes of school-based interventions for promoting sleep health in children and adolescents aged 5 to 18 years: a systematic review. *Sleep Adv*. 1 de enero de 2024;5(1):zpae019.
24. **Theopilus Y, Al Mahmud A, Davis H, Octavia JR.** Preventive Interventions for Internet Addiction in Young Children: Systematic Review. *JMIR Ment Health*. 30 de agosto de 2024;11:e56896.
25. **Adams KM, Lindell KC, Kohlmeier M, Zeisel SH.** Status of nutrition education in medical schools. [cited 2025 Sep 5] Available from: <https://www.hhs.gov/press-room/hhs-education-nutrition-medical-training-reforms.html>.
26. **Krishnan S, Sytsma T, Wischmeyer PE.** Addressing the Urgent Need for Clinical Nutrition Education in PostGraduate Medical Training: New Programs and Credentialing. *Adv Nutr*. 2024 Nov;15(11):100321. doi: 10.1016/j.advnut.2024.100321. Epub 2024 Oct 16. PMID: 39424228; PMCID: PMC11570902.

Cómo citar: María Belén A.Z, Mercedes Mickaela C.S, Lizbeth Nayelli O.P, Ruth Nayely P.M, Pamela Alexandra M.I, Mishell Carolina S.B. Efectividad de intervenciones educativas para reducir el uso de dispositivos en niños - adolescentes: Revisión sistemática. *MetroCiencia* [Internet]. 10 de septiembre de 2026;34(3):36-47. Disponible en: <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/36-47>

Retinoblastoma pediátrico y quimioterapia intraarterial: promesa, resultados y límites de la preservación ocular

Pediatric retinoblastoma and intra-arterial chemotherapy: promise, results, and limits of globe preservation

Gissela Sánchez Fernández¹, Héctor Hugo Bardellini Campoverde², Mónica Vargas³, Andrea Molinari⁴, Patricio Flor⁵, Germán Abdo⁶, Carlos Eduardo Ordoñez Sánchez⁷

Resumen

Introducción: El retinoblastoma es la neoplasia intraocular maligna más frecuente de la infancia. La oportunidad diagnóstica condiciona la supervivencia del niño, la posibilidad de conservar el globo ocular y la probabilidad de mantener visión funcional. En este escenario, la quimioterapia intraarterial se ha incorporado como estrategia de preservación ocular en enfermedad intraocular avanzada tratada en centros con experiencia

Objetivo: Revisar críticamente la evidencia disponible sobre quimioterapia intraarterial en retinoblastoma pediátrico, con énfasis en su fundamento clínico, eficacia, seguridad, comparación con quimioterapia intravenosa y límites interpretativos respecto a supervivencia, salvamento ocular y visión funcional. **Metodología:**

Revisión narrativa de literatura biomédica, consensos, guías clínicas y documentos de práctica verificables. Se incluyeron estudios en población pediátrica, series institucionales, revisiones sistemáticas, metaanálisis, ensayos comparativos y documentos con trazabilidad editorial. **Desarrollo:** La quimioterapia intraarterial ha mostrado utilidad para rescate anatómico del globo ocular en enfermedad intraocular avanzada. La evidencia más reciente permite estratificar mejor sus resultados por grupo de la Clasificación Internacional del Retinoblastoma. Sin embargo, la mayor parte de la literatura comunica principalmente salvamento ocular, no visión funcional uniforme ni curación oncológica como desenlace principal. La comparación con quimioterapia intravenosa podría favorecer a la vía intraarterial en enfermedad avanzada seleccionada, pero estos hallazgos deben interpretarse según estadio, diseño del estudio, selección de pacientes y experiencia institucional.

Conclusiones: La quimioterapia intraarterial constituye una herramienta importante del manejo conservador del retinoblastoma intraocular avanzado cuando se aplica en programas especializados. Su mayor fortaleza demostrada es el salvamento anatómico del globo ocular. Su interpretación exige separar supervivencia del niño, salvamento ocular y visión funcional, evitando extrapolar series institucionales como si representaran resultados poblacionales.

Palabras clave: retinoblastoma; neoplasias de la retina; quimioterapia; administración intraarterial; arteria oftálmica; enucleación.

1. Pediatra Hematóloga-Oncóloga. Subjefa del Departamento de Pediatría y Subjefa del Servicio de Hematología-Oncología Pediátrica, Hospital Metropolitano, Quito, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0001-9660-2775>
2. Pediatra. Jefe del Departamento de Pediatría, Hospital Metropolitano, Quito, Ecuador. <https://orcid.org/0009-0005-9293-5333>
3. Oftalmóloga Pediatra, Hospital Metropolitano, Quito, Ecuador. <https://orcid.org/0009-0004-5766-0947>
4. Oftalmóloga Pediatra, Hospital Metropolitano, Quito, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0001-9514-2092>
5. Oftalmólogo Retinólogo, Hospital Metropolitano, Quito, Ecuador. <https://orcid.org/0009-0004-5419-4776>
6. Especialista intervencionista, Hospital Metropolitano, Quito, Ecuador. <https://orcid.org/0000-0001-5634-4193>
7. Estudiante de Medicina, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador. <https://orcid.org/0009-0005-7494-6354>



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Recibido: 07-06-2026

Aceptado: 31-07-2026

Publicado: 10-09-2026

DOI: 10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/48-59

***Correspondencia autor:** gissesanfer@gmail.com

Abstract

Introduction: Retinoblastoma is the most common malignant intraocular tumor of childhood. Timely diagnosis is critical for survival, ocular preservation, and the likelihood of maintaining functional vision. In this context, intra-arterial chemotherapy (IAC) has emerged as a globe-sparing approach for advanced intraocular disease in specialized centers. **Objective:** To critically evaluate the evidence on IAC in pediatric retinoblastoma, with emphasis on its clinical rationale, efficacy, safety, and interpretive limitations regarding survival, globe salvage, and functional vision. **Methods:** A narrative review of biomedical literature and consensus or practice documents was conducted. Sources included pediatric studies, institutional series, systematic reviews, meta-analyses, and editorially traceable guidelines. **Results:** IAC has demonstrated effectiveness in achieving anatomic globe salvage in advanced intraocular disease. However, most reports focus on ocular survival rather than consistent preservation of functional vision or definitive oncologic cure. Global and regional data further indicate that child survival and globe salvage are strongly influenced by national income level, stage at diagnosis, and continuity of treatment. **Conclusions:** IAC represents a key component of conservative management for advanced intraocular retinoblastoma within specialized programs. Interpretation of outcomes requires careful distinction between oncologic, anatomic, and functional endpoints, and caution against extrapolating institutional series to population-level results.

Keywords: retinoblastoma; retina neoplasms; intra-arterial administration; ophthalmic artery; enucleation.

Introducción

El retinoblastoma es el tumor intraocular maligno más frecuente en la infancia y conserva un lugar singular en oncología pediátrica por su impacto clínico y por su valor histórico en la comprensión de los genes supresores tumorales¹. En la práctica, el problema no se limita a la presencia del tumor: la supervivencia, la necesidad de enucleación y la posibilidad de función visual útil dependen de la oportunidad diagnóstica, de la calidad de la referencia y de la continuidad del tratamiento.

La evidencia internacional demuestra una brecha marcada por nivel de ingreso. El Global Retinoblastoma Outcome Study mostró una supervivencia a 3 años de 99,5% en países de altos ingresos, 91,2% en países de ingresos medio-altos, 80,3% en países de ingresos medio-bajos y 57,3% en países de ingresos bajos². El metaanálisis global de Wong et al. mostró además una mejoría histórica de la supervivencia y del salvamento ocular entre 1980 y 2020, aunque con heterogeneidad importante entre regiones, sistemas de salud y estadios al diagnóstico³. En América, un análisis prospectivo de 491 niños de 23 países informó supervivencia a 3 años de 99,2% en países de altos ingresos y 60,0% en países de bajos ingresos⁴. Estos datos obligan a interpretar cualquier

innovación terapéutica dentro del contexto de acceso, estadio, experiencia institucional y continuidad asistencial.

La jerarquía terapéutica debe mantenerse explícita: primero preservar la vida; luego, cuando es oncológicamente seguro, preservar el globo ocular; y finalmente intentar conservar visión funcional. Esta secuencia es indispensable porque supervivencia del niño, salvamento ocular y visión funcional son desenlaces distintos.

La quimioterapia intraarterial ha modificado el manejo del retinoblastoma intraocular avanzado. Su principio es la administración superselectiva de agentes citotóxicos, habitualmente por la arteria oftálmica, con el objetivo de aumentar la exposición intraocular al fármaco y reducir la toxicidad sistémica relativa. Su promesa clínica es real: aumentar la posibilidad de rescate ocular en ojos que antes eran conducidos con mayor frecuencia a enucleación. Sin embargo, su interpretación debe ser crítica, porque la preservación anatómica del globo ocular no equivale automáticamente a visión útil ni a beneficio en supervivencia global.

Metodología

Se realizó una revisión narrativa orientada a integrar evidencia clínica, documentos de consenso y guías de práctica relacionados con diagnóstico temprano, clasificación intraocular, quimioterapia intraarterial, quimioterapia intravítrea, comparación con quimioterapia intravenosa y resultados internacionales de preservación ocular.

La presente investigación corresponde a una revisión narrativa de la literatura y no a una revisión sistemática ni a un metaanálisis. La selección de las publicaciones se realizó con base en relevancia clínica, actualidad científica, calidad metodológica y trazabilidad editorial.

Se priorizaron fuentes con trazabilidad editorial completa: artículos indexados, revisiones sistemáticas, metaanálisis, documentos de consenso, guías clínicas, documentos de práctica clínica, ensayos clínicos y revisiones comparativas recientes. Se excluyeron fuentes no accesibles, citas incompletas, documentos sin respaldo editorial verificable y resúmenes sin información suficiente para interpretación clínica.

La lectura crítica se organizó en cuatro dominios:

1. Supervivencia del niño.
2. Salvamento del globo ocular.
3. Conservación visual funcional.
4. Comparación entre quimioterapia intraarterial y quimioterapia intravenosa.

Esta separación se mantuvo deliberadamente porque la literatura sobre quimioterapia intraarterial reporta con mayor frecuencia desenlaces anatómicos y no siempre informa función visual ni supervivencia como desenlaces primarios.

Desarrollo

1. Detección temprana y niños en riesgo

La leucocoria y el estrabismo siguen siendo signos clínicos de alarma que justifican referencia oftalmológica urgente. El examen del reflejo rojo pupilar conserva utilidad como evaluación pediátrica inicial y debe realizarse de manera sistemática, porque un hallazgo anormal o dudoso modifica la ruta diagnóstica y puede anticipar la intervención⁵.

En niños con riesgo superior al poblacional, la vigilancia debe ser programada. El consenso sobre tamizaje en niños en riesgo recomienda evaluación oftalmológica dirigida y ajustada al riesgo estimado de mutación RB1, así como asesoramiento y prueba genética cuando corresponda⁶. Esta recomendación es especialmente relevante en familias con antecedente de retinoblastoma hereditario, bilateralidad o enfermedad multifocal.

2. Clasificación intraocular y límites de interpretación

La Clasificación Internacional del Retinoblastoma es útil para ordenar la gravedad intraocular y estimar la probabilidad de éxito del manejo conservador⁷. Su valor principal radica en orientar la factibilidad de rescate ocular. No debe usarse como predictor aislado de supervivencia ni de visión funcional.

El sistema de información oncológica Physician Data Query (PDQ) del Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos (National Cancer Institute, NCI) diferencia la enfermedad intraocular de la extraocular y mantiene la lógica de tratamiento individualizado, con prioridad en la supervivencia y, cuando es seguro, en la preservación ocular y visual⁸. El documento de Práctica Clínica Estándar Europea (European Standard Clinical Practice, ESCP) de la Sociedad Europea de Oncología Pediátrica (European Society for Paediatric Oncology, SIOP Europe o SIOPE), dedicado al retinoblastoma

intraocular avanzado unilateral, refuerza la necesidad de deliberación multidisciplinaria, especialmente cuando se decide entre enucleación y tratamiento conservador⁹. La Guía de Práctica Clínica Diagnóstico y manejo del retinoblastoma, del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), identificada con el código IMSS-270-13 en el Catálogo maestro de guías de práctica clínica, aporta un apoyo en español para el diagnóstico, la clasificación y el seguimiento clínico, aunque no reemplaza la literatura contemporánea sobre quimioterapia intraarterial¹⁰.

3. Quimioterapia intraarterial: fundamento y promesa clínica

Los estudios iniciales de Abramson y Gobin demostraron la factibilidad clínica de la administración superselectiva por arteria oftálmica y abrieron el desarrollo moderno de la técnica^{11,12}. Desde entonces, la quimioterapia intraarterial se ha incorporado como herramienta de preservación ocular en centros especializados.

La revisión sistemática de Yousef et al. informó salvamento ocular global en 502 de 757 ojos, equivalente a 66%, aunque señaló que los desenlaces visuales no se reportaban de forma uniforme¹³. Este punto debe destacarse: la evidencia agregada disponible respalda con mayor claridad el desenlace anatómico que el desenlace funcional.

El metaanálisis de Yu, Zhou y Li incluyó 39 estudios observacionales, 2604 ojos tratados y 3112 pacientes. Informó rangos amplios de preservación ocular, entre 30% y 100%, y rangos de enucleación entre 0% y 43,7%¹⁴. Estos datos respaldan la eficacia potencial de la técnica, pero también confirman heterogeneidad clínica y metodológica. Por tanto, no deben presentarse como cifras universales aplicables a todos los centros ni a todos los pacientes.

4. Salvamento ocular por estadio: nueva evidencia

La evidencia reciente permite estratificar con mayor precisión el salvamento ocular según grupo de la Clasificación Internacional del Retinoblastoma. El metaanálisis de Weinberger et al., publicado en *British Journal of Ophthalmology*, incluyó 43 estudios y 3174 ojos. Informó una tasa global de salvamento ocular de 73%, con menor rendimiento en grupos más avanzados: 66% para grupo D y 49% para grupo E³¹.

Este resultado es importante por dos razones. Primero, actualiza la magnitud esperable del rescate anatómico con quimioterapia intraarterial. Segundo, confirma que la eficacia cae conforme aumenta la carga tumoral y la complejidad intraocular. Por tanto, la evidencia no permite afirmar que la quimioterapia intraarterial “salva el ojo” de manera uniforme; su rendimiento depende del estadio, de la indicación primaria o de rescate, del patrón de semillas, de la anatomía vascular y de la experiencia del equipo.

La serie de Shields et al. aporta una lectura institucional de alto volumen y responde precisamente a la necesidad de estratificar el salvamento ocular según estadio. En 341 ojos tratados con 1292 infusiones de quimioterapia intraarterial, la supervivencia ocular a 5 años fue 74% considerando quimioterapia intraarterial primaria y secundaria. Cuando se analizó la quimioterapia intraarterial como tratamiento primario, la supervivencia ocular fue 76% global, con 100% para los grupos B-C, 86% para el grupo D y 55% para el grupo E. Estos resultados fortalecen el papel de la quimioterapia intraarterial en enfermedad intraocular avanzada tratada en centros expertos, pero deben interpretarse como desenlaces anatómicos de preservación ocular, no como garantía de visión funcional ni como tasa poblacional extrapolable²³.

5. Comparación con quimioterapia intra-venosa

La comparación entre quimioterapia intraarterial y quimioterapia intravenosa debe formularse con precisión. El ensayo aleatorizado multicéntrico de Wen et al. comparó quimioterapia intraarterial superselectiva frente a quimioterapia intravenosa en niños con retinoblastoma unilateral avanzado, grupos D y E. El salvamento ocular libre de progresión a 2 años fue significativamente mayor con quimioterapia intraarterial: 53% frente a 27% con quimioterapia intravenosa. No hubo diferencia en supervivencia global, y la quimioterapia intraarterial tuvo menor mielosupresión, aunque se reportaron complicaciones vasculares locales, como estenosis u oclusión de la arteria oftálmica³².

Este ensayo tiene un valor metodológico mayor que las series retrospectivas para comparar rutas de administración, pero tampoco autoriza conclusiones universales. La población fue seleccionada: retinoblastoma unilateral avanzado de novo, sin factores clínicos de alto riesgo que exigieran manejo diferente. Por ello, la conclusión debe limitarse a ese escenario.

El metaanálisis de Daniels et al. aporta una línea basal útil para quimioterapia intravenosa. Por grupo de la Clasificación Internacional, el salvamento ocular con quimioterapia intravenosa fue 93% para grupo A, 83% para grupo B, 73% para grupo C, 40% para grupo D y 19% para grupo E³³. Esta comparación sugiere que la ventaja de la vía intraarterial podría ser más relevante en enfermedad avanzada, sobre todo en grupo D, mientras que en grupos iniciales el rendimiento conservador ya es alto con estrategias convencionales y tratamiento focal.

Una revisión sistemática y metaanálisis reciente de Chen, Chan y Chan, publicada en *Survey of Ophthalmology*, comparó estrategias basadas en quimioterapia intraarterial frente a quimioterapia intravenosa en retinoblastoma pediátrico. El análisis incluyó 12 estudios y encontró una asociación favora-

ble para los esquemas basados en quimioterapia intraarterial en supervivencia global, supervivencia libre de eventos, salvamento ocular, evitación de enucleación y menor frecuencia de metástasis. En particular, el salvamento ocular favoreció a la quimioterapia intraarterial con un riesgo relativo agrupado de 1,33, y la evitación de enucleación también favoreció a la quimioterapia intraarterial, con un riesgo relativo agrupado de 1,69. El efecto fue más evidente en enfermedad avanzada que en estadios tempranos. Sin embargo, estos resultados deben integrarse con prudencia, porque el análisis combina estudios comparativos y estrategias terapéuticas heterogéneas, incluyendo quimioterapia intraarterial sola y secuencias de quimioterapia intraarterial con quimioterapia intravenosa. Por tanto, la evidencia disponible sugiere una asociación con mejores desenlaces en algunos estudios agregados, sin que ello permita establecer una relación causal ni interpretar estos hallazgos como superioridad universal o sustituto de la selección individualizada del paciente³⁵.

6. Series institucionales y lectura crítica

Diferentes centros han comunicado experiencias con quimioterapia intraarterial en Estados Unidos, Argentina, Tailandia, Malasia, Canadá, India, Colombia, Chile, China y Brasil^{15-25,34}. Estas series confirman que la técnica puede sostenerse en diversos contextos cuando existe experiencia institucional.

La cohorte retrospectiva de Liang et al. incluyó retinoblastoma unilateral avanzado tratado con quimioterapia intraarterial primaria. Reportó resultados especialmente favorables en grupo D y aceptables en grupo E, lo cual refuerza el potencial de la técnica en enfermedad avanzada seleccionada³⁴. Sin embargo, por su diseño retrospectivo, debe leerse como experiencia de centro y no como sustituto del ensayo comparativo.

La serie brasileña de Teixeira et al., con 357 ojos y 13 años de experiencia, es una de las referencias latinoamericanas más rele-

vantes por tamaño y seguimiento²⁵. Su valor para la región es alto, pero continúa siendo una experiencia de centro de referencia. En América Latina, este punto debe subrayarse: la disponibilidad técnica no equivale por sí sola a reproducibilidad de resultados si no existen referencia temprana, equipo entrenado, anestesia pediátrica, intervencionismo, oncología pediátrica y seguimiento estructurado.

7. Seguridad: el costo potencial del rescate anatómico

La quimioterapia intraarterial no es inocua. Munier et al. describieron vasculopatía coroidea oclusiva sectorial y embolización arteriolar retiniana tras quimioterapia superselectiva en retinoblastoma intraocular avanzado²⁶. Wen et al. también documentaron eventos vasculares locales en el brazo de quimioterapia intraarterial, pese a menor toxicidad sistémica en comparación con la vía intravenosa³².

Por tanto, la evaluación del procedimiento no debe limitarse al ojo no enucleado. Debe considerar también función visual, toxicidad vascular, necesidad de procedimientos repetidos, anestesia, acceso vascular, complicaciones sistémicas y capacidad institucional de respuesta.

8. Quimioterapia intravítrea y abordaje multimodal

La quimioterapia intravítrea modificó el manejo de semillas vítreas, que históricamente se asociaban a fracaso del tratamiento conservador. Munier et al. describieron el paso desde la prohibición histórica hacia indicaciones condicionadas y técnicamente reguladas²⁷. Series contemporáneas con topotecán y estudios comparativos entre melfalán y topotecán aportan evidencia adicional para escenarios seleccionados^{28,29}.

Esto tiene una consecuencia metodológica importante: muchos resultados favorables contemporáneos no corresponden a quimioterapia intraarterial aislada, sino a estrategias multimodales que incluyen tratamiento focal, intravítreo y, en ocasiones, sistémico. Atribuir el desenlace final a una sola modalidad sería una simplificación.

9. Visión funcional: el desenlace menos reportado

La visión funcional sigue siendo el desenlace menos uniforme en la literatura de quimioterapia intraarterial. La mejor referencia incluida en este artículo para visión útil no corresponde a una serie de quimioterapia intraarterial como modalidad principal, sino a la cohorte de Brennan et al. En esa serie, todos los pacientes estaban vivos a la publicación, la supervivencia ocular a 10 años fue 77,5% en ojos Reese-Ellsworth IV-V y 74,3% en grupos C-E, y 76% de los pacientes evaluables alcanzó 20/40 o mejor en al menos un ojo³⁰.

La utilidad de esa referencia es conceptual: demuestra que el ojo salvado y la visión útil son desenlaces relacionados, pero no equivalentes. En una revisión sobre quimioterapia intraarterial, esta distinción debe mantenerse de manera explícita.

Tabla 1. Salvamento ocular según estadio y modalidad terapéutica

Fuente	Diseño/población	Modalidad	Resultado principal	Lectura crítica
Chen et al., 2026 (35)	Revisión sistemática y metaanálisis; 12 estudios	Quimioterapia intraarterial vs quimioterapia intravenosa	Favoreció quimioterapia intraarterial en supervivencia global, supervivencia libre de eventos, salvamento ocular, evitación de enucleación y menor metástasis; RR de salvamento ocular 1,33 y RR de evitación de enucleación 1,69	Evidencia comparativa reciente; útil para enriquecer el análisis, pero combina estudios y estrategias heterogéneas
Weinberger et al., 2025 (31)	Metaanálisis; 43 estudios; 3174 ojos	Quimioterapia intraarterial primaria/secundaria	Salvamento ocular global 73%; grupo D 66%; grupo E 49%	Evidencia agregada reciente; heterogeneidad significativa
Wen et al., 2023 (32)	Ensayo aleatorizado; unilateral avanzado D-E	Quimioterapia intraarterial vs intravenosa	Salvamento ocular libre de progresión a 2 años: 53% vs 27%	Mejor evidencia comparativa directa; no mostró diferencia en supervivencia global
Liang et al., 2022 (34)	Retrospectivo; 116 ojos D-E	Quimioterapia intraarterial primaria	Supervivencia ocular 3 años: 88,5%; D 96,9%; E 76,3%	Resultados favorables; diseño retrospectivo y experiencia de centro
Shields et al., 2021 (23)	Serie retrospectiva; 341 ojos; 1292 infusiones	Quimioterapia intraarterial primaria/secundaria	Supervivencia ocular a 5 años: 74% global; en QIA primaria: 76% global, B-C 100%, D 86%, E 55%	Serie de centro experto; útil para estratificación por estadio, pero no extrapolable sin matices
Daniels et al., 2021 (33)	Metaanálisis; 27 estudios; 1483 ojos	Quimioterapia intravenosa	A 93%; B 83%; C 73%; D 40%; E 19%	Línea basal de quimioterapia intravenosa; posible sesgo por selección

Nota metodológica: Las tasas presentadas proceden de estudios con diferentes diseños, criterios de inclusión, modalidades terapéuticas y tiempos de seguimiento, por lo que no son directamente comparables y deben interpretarse en el contexto metodológico de cada publicación.

Tabla 2. Resultados internacionales de quimioterapia intraarterial en retinoblastoma: preservación ocular, enucleación y mortalidad.

Fuente	Tipo de evidencia	Muestra	Preservación ocular	Enucleación	Mortalidad/supervivencia	Lectura crítica
Chen et al., 2026 (35)	Revisión sistemática y metaanálisis comparativo	12 estudios	Favorece estrategias basadas en quimioterapia intraarterial	Menor enucleación en esquemas con quimioterapia intraarterial	Asociación favorable con supervivencia y menor metástasis	No debe leerse como superioridad universal por heterogeneidad de estudios y modalidades
Teixeira et al., 2025 (25)	Serie latinoamericana, Brasil	357 ojos; 13 años	Experiencia regional amplia	Incluye enucleación como desenlace	Mortalidad no es eje central	Fuente latinoamericana clave
Yu et al., 2024 (14)	Metaanálisis internacional	39 estudios; 2604 ojos; 3112 pacientes	30–100% en 27 estudios	0–43,7%	OR de mortalidad 0,05; metástasis 2,4% en 7 estudios	Síntesis amplia, pero basada en estudios observacionales
Wong et al., 2022 (3)	Metaanálisis global	314 estudios; 38.130 pacientes	Mejoría histórica del salvamento ocular	Incluye desenlaces oculares globales	Mejoría de supervivencia global	Impide atribuir supervivencia a una sola técnica
González et al., 2021 (21)	Serie institucional, Colombia	8 años con QIA e intravítrea	Reporta rescate ocular regional	Incluye enucleación clínica	No generalizable a nivel nacional	Relevante para América Latina
Oporto et al., 2021 (22)	Serie institucional, Chile	Experiencia 2013–2020	Reporta resultados en contexto chileno	Según evolución clínica	No es eje primario	Útil para comparación regional

Francis et al., 2018 (15)	Serie institucional, EE. UU.	Programa de seguimiento prolongado	Alta supervivencia ocular	No debe reducirse a una cifra única	Mortalidad no fue desenlace primario	Centro altamente especializado
---------------------------	------------------------------	------------------------------------	---------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Nota interpretativa: Los resultados de preservación ocular, enucleación y mortalidad no deben comunicarse como cifras universales. La variabilidad depende del estadio intraocular, lateralidad, edad, semillas vítreas/subretinianas, indicación primaria o secundaria, uso combinado de intravítrea, experiencia del centro y duración del seguimiento.

Nota metodológica: Las tasas presentadas proceden de estudios con diferentes diseños, criterios de inclusión, modalidades terapéuticas y tiempos de seguimiento, por lo que no son directamente comparables y deben interpretarse en el contexto metodológico de cada publicación.

Tabla 3. Clasificación internacional del retinoblastoma intraocular y lectura clínica de desenlaces esperables.

Grupo	Definición clínica resumida	Supervivencia del niño	Mantenimiento del ojo/no enucleación	Visión funcional	Lectura clínica
A	Tumores pequeños, confinados a retina y alejados de fovea y disco	Muy alta si la enfermedad es intraocular y se trata oportunamente	Muy alta	Alta	Mejor pronóstico anatómico y funcional
B	Tumores confinados a retina, mayores o próximos a estructuras críticas	Muy alta si sigue siendo intraocular	Alta a muy alta	Intermedia a alta	La localización condiciona visión útil
C	Siembra localizada	Muy alta si se trata en centro especializado	Alta	Variable	Aún factible el rescate ocular
D	Enfermedad difusa intraocular	Alta, pero más dependiente de acceso y experiencia	Intermedia; mejora con QIA en centros expertos	Baja a intermedia	Grupo donde la QIA tiene mayor peso terapéutico
E	Enfermedad intraocular muy avanzada	La prioridad es preservar la vida	Baja a intermedia según selección; frecuentemente baja	Muy baja	En muchos casos la enucleación sigue siendo la opción más segura

Nota interpretativa: Esta clasificación se utiliza principalmente para estratificar posibilidad de rescate ocular. No corresponde interpretarla como predictor aislado de supervivencia ni de visión funcional.

Nota metodológica: Esta tabla es una síntesis clínica interpretativa basada en la clasificación intraocular internacional; no presenta tasas comparativas directas ni reemplaza la valoración individual por un equipo multidisciplinario.

Discusión

La quimioterapia intraarterial tiene una promesa real, pero acotada. Su mayor fortaleza es el salvamento anatómico del globo ocular en enfermedad intraocular avanzada tratada en centros especializados. La evidencia agregada reciente permite hablar con mayor precisión: un metaanálisis reciente informó un rendimiento global cercano a 73%, con descenso a 66% en grupo D y 49% en grupo E³¹. Las series de alto volumen pueden reportar mejores resultados cuando la técnica se usa como tratamiento primario y bajo protocolos expertos²³.

La comparación con quimioterapia intravenosa fortalece el argumento a favor de la

vía intraarterial en enfermedad unilateral avanzada seleccionada. El ensayo de Wen et al. aporta la mejor evidencia comparativa directa disponible, con 53% de salvamento ocular libre de progresión a 2 años frente a 27% con quimioterapia intravenosa³². No obstante, no mostró diferencia en supervivencia global, por lo que no debe presentarse como una intervención que por sí sola mejore la supervivencia del niño.

El metaanálisis de Daniels et al. ayuda a contextualizar la quimioterapia intravenosa: sus resultados son altos en grupos A-C, pero disminuyen en D y E³³. Esto sugiere que la ventaja de la quimioterapia intraarterial podría ser más relevante en enfermedad

avanzada, especialmente grupo D, mientras que la indicación en grupo E exige mayor prudencia por riesgo oncológico, bajo potencial visual y probabilidad de enucleación.

El metaanálisis de Chen et al. amplía esta interpretación al sugerir ventajas de los esquemas basados en quimioterapia intraarterial no solo en salvamento ocular, sino también en supervivencia libre de eventos, evitación de enucleación y metástasis menos frecuente³⁵. Este hallazgo fortalece la posición de la quimioterapia intraarterial dentro del manejo contemporáneo del retinoblastoma; sin embargo, no elimina los límites metodológicos ya señalados: la heterogeneidad de los diseños, la mezcla de modalidades, la selección de casos y la dependencia de centros con experiencia técnica y recursos multidisciplinarios. A partir de la evidencia revisada, la interpretación debe mantenerse prudente: la quimioterapia intraarterial mejora desenlaces anatómicos y puede asociarse con mejores resultados globales en evidencia agregada, pero sus beneficios no deben extrapolarse sin considerar estadio, contexto institucional y factibilidad técnica. La evidencia disponible sugiere una asociación con mejores desenlaces de supervivencia en algunos estudios agregados, sin que ello permita establecer una relación causal.

En América Latina, las series de Colombia, Chile y Brasil muestran factibilidad regional, pero no sustituyen la necesidad de registros prospectivos locales. La ausencia de series nacionales ecuatorianas robustas impide establecer tasas propias de supervivencia, salvamento ocular y visión funcional. Por tanto, el desarrollo de programas institucionales debe acompañarse de medición sistemática de resultados.

En conjunto, la evidencia disponible sostiene que la quimioterapia intraarterial mejora principalmente los desenlaces anatómicos de preservación ocular, especialmente en enfermedad intraocular avanzada seleccionada y en centros con experiencia. La re-

visión comparativa reciente de Chen et al. fortalece su posición frente a la quimioterapia intravenosa, al sugerir ventajas en salvamento ocular, evitación de enucleación y otros desenlaces clínicos; sin embargo, no elimina la necesidad de prudencia metodológica. La interpretación de los resultados debe mantener separados tres dominios: supervivencia del niño, salvamento del globo ocular y visión funcional.

A partir de la evidencia revisada, no corresponde formular certezas absolutas sobre superioridad terapéutica universal. Los datos disponibles permiten sostener que la quimioterapia intraarterial es una estrategia relevante de preservación ocular en escenarios seleccionados, especialmente en enfermedad intraocular avanzada y en centros con experiencia; sin embargo, su impacto debe interpretarse según estadio, diseño del estudio, selección de pacientes, modalidad terapéutica y recursos institucionales.

Conclusiones

1. La quimioterapia intraarterial es una estrategia útil de preservación ocular en retinoblastoma intraocular avanzado tratado en centros especializados.
2. La evidencia reciente estima un salvamento ocular global cercano a 73%, con menor éxito en grupos avanzados: 66% en grupo D y 49% en grupo E.
3. En series de centros expertos, la quimioterapia intraarterial primaria puede alcanzar supervivencia ocular elevada en grupos B-C y D, con resultados más limitados en grupo E.
4. Frente a la quimioterapia intravenosa, la quimioterapia intraarterial y las estrategias basadas en quimioterapia intraarterial podrían ofrecer mejores desenlaces de salvamento ocular en enfermedad avanzada seleccionada; la evidencia comparativa reciente también sugiere una asociación con mejores desenlaces de supervivencia libre

de eventos, evitación de enucleación y menor frecuencia de metástasis, aunque estos hallazgos deben interpretarse según estadio, diseño del estudio, modalidad terapéutica y experiencia del centro.

5. El salvamento ocular no debe equipararse a visión funcional ni a curación oncológica.

6. La indicación de enucleación sigue vigente cuando la seguridad oncológica, el potencial visual o la extensión tumoral lo justifican.

7. En Ecuador, la ausencia de series nacionales robustas publicadas obliga a promover registros prospectivos institucionales.

8. Las conclusiones de esta revisión deben entenderse como una síntesis crítica de la evidencia disponible, no como afirmaciones absolutas. La quimioterapia intraarterial muestra ventajas relevantes en preservación ocular, pero su indicación y sus resultados dependen del contexto clínico, técnico e institucional.

Contribución de los autores

a) Concepción y diseño del trabajo: Gissela Sánchez Fernández; Héctor Hugo Bardellini Campoverde.

b) Recolección/obtención de resultados: todos los autores.

c) Análisis e interpretación de datos: todos los autores.

d) Redacción del artículo: todos los autores.

e) Revisión crítica del artículo: todos los autores.

f) Aprobación de la versión final: todos los autores.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Financiación

No se recibió financiación externa.

Aspectos éticos

Por tratarse de una revisión bibliográfica y tema de actualización, este trabajo no involucró intervención directa en seres humanos, no utilizó muestras biológicas, no incluyó datos clínicos identificables y no requirió consentimiento informado. Su elaboración se ajusta al marco ético y editorial exigido por la revista.

Agradecimientos

Se agradece a Metrofraternidad por su labor solidaria y constante en favor de los niños y sus familias, por sostener iniciativas que facilitan acceso a atención y acompañamiento, y al personal del Hospital Metropolitano y a los profesionales que contribuyeron al desarrollo de esta revisión.

Bibliografía

1. **Knudson AG Jr.** Mutation and cancer: statistical study of retinoblastoma. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1971;68(4):820-823. doi:10.1073/pnas.68.4.820.
2. **Global Retinoblastoma Study Group.** The Global Retinoblastoma Outcome Study: a prospective, cluster-based analysis of 4064 patients from 149 countries. *Lancet Glob Health.* 2022;10(8):e1128-e1140. doi:10.1016/S2214-109X(22)00250-9.
3. **Wong ES, Choy RW, Zhang Y, et al.** Global retinoblastoma survival and globe preservation: a systematic review and meta-analysis of associations with socioeconomic and health-care factors. *Lancet Glob Health.* 2022;10(3):e380-e389. doi:10.1016/S2214-109X(21)00555-6.
4. **Berry JL, Pike S, Rajagopalan A, et al.** Retinoblastoma outcomes in the Americas: a prospective analysis of 491 children with retinoblastoma from 23 American countries. *Am J Ophthalmol.* 2024;258:116-126. doi:10.1016/j.ajo.2023.11.004.
5. **American Academy of Pediatrics;** Section on Ophthalmology; American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus; American Academy of Ophthalmology; American

- Association of Certified Orthoptists. Red reflex examination in neonates, infants, and children. *Pediatrics*. 2008;122(6):1401-1404. doi:10.1542/peds.2008-2624.
6. **Skalet AH, Gombos DS, Gallie BL, et al.** Screening children at risk for retinoblastoma: consensus report from the American Association of Ophthalmic Oncologists and Pathologists. *Ophthalmology*. 2018;125(3):453-458. doi:10.1016/j.opthta.2017.09.001.
 7. **Shields CL, Mashayekhi A, Au AK, et al.** The International Classification of Retinoblastoma predicts chemoreduction success. *Ophthalmology*. 2006;113(12):2276-2280. doi:10.1016/j.opthta.2006.06.018.
 8. **PDQ Pediatric Treatment Editorial Board.** Retinoblastoma Treatment (PDQ®): Health Professional Version [Internet]. Bethesda (MD): National Cancer Institute (US); 2002- [updated 2025 Apr 3; cited 2026 May 14]. Available from: <https://www.cancer.gov/types/retinoblastoma/hp/retinoblastoma-treatment-pdq>.
 9. **SIOP Europe/ESCP.** Advanced intraocular unilateral retinoblastoma: Standard Clinical Practice document [Internet]. 2022 [cited 2026 May 14]. Available from: <https://siope.eu/media/documents/escp-advanced-unilateral-retinoblastoma.pdf>.
 10. **Instituto Mexicano del Seguro Social.** Diagnóstico y manejo de retinoblastoma. Guía de Práctica Clínica IMSS-270-13 [Internet]. México: IMSS; [cited 2026 May 14]. Available from: <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/270GRR.pdf>.
 11. **Abramson DH, Dunkel IJ, Brodie SE, Kim JW, Gobin YP.** A phase I/II study of direct intraarterial chemotherapy with melphalan for intraocular retinoblastoma: initial results. *Ophthalmology*. 2008;115(8):1398-1404.e1. doi:10.1016/j.opthta.2007.12.014.
 12. **Gobin YP, Dunkel IJ, Marr BP, Brodie SE, Abramson DH.** Intra-arterial chemotherapy for the management of retinoblastoma: four-year experience. *Arch Ophthalmol*. 2011;129(6):732-737. doi:10.1001/archophthalmol.2011.5.
 13. **Yousef YA, Soliman SE, Astudillo PPP, et al.** Intra-arterial chemotherapy for retinoblastoma: a systematic review. *JAMA Ophthalmol*. 2016;134(5):584-591. doi:10.1001/jamaophthalmol.2016.0244.
 14. **Yu G, Zhou X, Li J.** A meta-analysis of the efficacy of intra-arterial chemotherapy for the management of retinoblastoma patients. *Adv Clin Exp Med*. 2024;33(3):207-216. doi:10.17219/acem/166664.
 15. **Francis JH, Levin AM, Zabor EC, Gobin YP, Abramson DH.** Ten-year experience with ophthalmic artery chemosurgery: ocular and recurrence-free survival. *PLoS One*. 2018;13(5):e0197081. doi:10.1371/journal.pone.0197081.
 16. **Funes S, Sampor C, Villasante F, et al.** Feasibility and results of an intra-arterial chemotherapy program for the conservative treatment of retinoblastoma in Argentina. *Pediatr Blood Cancer*. 2018;65(8):e27086. doi:10.1002/pbc.27086.
 17. **Rojanaporn D, Chanthanaphak E, Boonyapras R, Sujirakul T, Hongeng S, Na Ayudhaya S.** Intra-arterial chemotherapy for retinoblastoma: 8-year experience from a tertiary referral institute in Thailand. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2019;8(3):211-217. doi:10.22608/APO.2018294.
 18. **Liu CC, Mohmood A, Hamzah N, Lau JH, Khaliddin N, Rahmat J.** Intra-arterial chemotherapy for retinoblastoma: our first three-and-a-half years' experience in Malaysia. *PLoS One*. 2020;15(5):e0232249. doi:10.1371/journal.pone.0232249.
 19. **Oto BB, Sarıcı AM, Kızılkılıç O.** Superselective intra-arterial chemotherapy treatment for retinoblastoma: clinical experience from a tertiary referral centre. *Can J Ophthalmol*. 2020;55(5):406-412. doi:10.1016/j.jcjo.2020.04.009.
 20. **Rishi P, Agarwal A, Chatterjee P, et al.** Intra-arterial chemotherapy for retinoblastoma: four-year results from tertiary center in India. *Ocul Oncol Pathol*. 2020;6(1):66-73. doi:10.1159/000500010.
 21. **González ME, Gaviria ML, López M, Escudero PA, Bravo A, Vargas SA.** Eye salvage with intra-arterial and intra-vitreous chemotherapy in patients with retinoblastoma: 8-year single-institution experience in Colombia. *Ocul Oncol Pathol*. 2021;7(3):215-223. doi:10.1159/000511980.
 22. **Oporto JI, Zúñiga P, Ossandón D, et al.** Intra-arterial chemotherapy for retinoblastoma treatment in Chile: experience and results 2013-2020. *Arch Soc Esp Oftalmol (Engl Ed)*. 2021;96(6):288-292. doi:10.1016/j.oftale.2020.10.003.
 23. **Shields CL, Dockery PW, Yaghy A, et al.** Intra-arterial chemotherapy for retinoblastoma in 341 consecutive eyes (1292 infusions): comparative analysis of outcomes based on patient age, race, and sex. *J AAPOS*. 2021;25(3):150.e1-150.e9. doi:10.1016/j.jaapos.2020.12.006.
 24. **Li J, Jing C, Hua X, et al.** Outcome of salvage intra-arterial chemotherapy for recurrent

retinoblastoma. *Eye*. 2022;36(11):2106-2110. doi:10.1038/s41433-021-01693-w.

25. **Teixeira LF, Macedo CRPD, Fonseca JRF, et al.** Intra-arterial chemotherapy for retinoblastoma, outcomes analysis in 357 eyes: thirteen years of experience in a referral center in Brazil. *Ophthalmol Retina*. 2025;9(8):798-806. doi:10.1016/j.oret.2025.02.013.
26. **Munier FL, Beck-Popovic M, Balmer A, Gaillard MC, Bovey E, Binaghi S.** Occurrence of sectoral choroidal occlusive vasculopathy and retinal arteriolar embolization after superselective ophthalmic artery chemotherapy for advanced intraocular retinoblastoma. *Retina*. 2011;31(3):566-573. doi:10.1097/IAE.0b013e318203c101.
27. **Munier FL, Gaillard MC, Balmer A, et al.** Intravitreal chemotherapy for vitreous disease in retinoblastoma revisited: from prohibition to conditional indications. *Br J Ophthalmol*. 2012;96(8):1078-1083. doi:10.1136/bjophthalmol-2011-301450.
28. **Sen M, Rao R, Mulay K, Reddy VAP, Honavar SG.** Intravitreal topotecan for vitreous seeds in retinoblastoma: a long-term review of 91 eyes. *Ophthalmology*. 2024;131(10):1215-1224. doi:10.1016/j.opththa.2024.04.022.
29. **Agarwal A, Tanna V, Vempuluru VS, Raval V, Kaliki S.** Intravitreal melphalan versus topotecan for vitreous seeds in retinoblastoma: a comparative study of 64 Asian Indian eyes. *Ophthalmol Retina*. 2025;9(6):623-631. doi:10.1016/j.oret.2024.11.010.
30. **Brennan RC, Qaddoumi I, Mao S, et al.** Ocular salvage and vision preservation using a topotecan-based regimen for advanced intraocular retinoblastoma. *J Clin Oncol*. 2017;35(1):72-77. doi:10.1200/JCO.2016.69.2996.
31. **Weinberger Y, Kapoor A, Chao DL, Singh AD.** Intra-arterial chemotherapy for retinoblastoma: a performance analysis. *Br J Ophthalmol*. 2025;109(11):1298-1305. doi:10.1136/bjo-2025-327728.
32. **Wen X, Fan J, Jin M, et al.** Intravenous versus super-selected intra-arterial chemotherapy in children with advanced unilateral retinoblastoma: an open-label, multicentre, randomised trial. *Lancet Child Adolesc Health*. 2023;7(9):613-620. doi:10.1016/S2352-4642(23)00141-4.
33. **Daniels AB, Patel S, Milam RW, Kohanim S, Friedman DL, Koyama T.** Effect of intravenous chemotherapy regimen on globe salvage success rates for retinoblastoma based on disease class—a meta-analysis. *Cancers* (Basel). 2021;13(9):2216. doi:10.3390/cancers13092216.
34. **Liang T, Zhang X, Li J, Hua X, Zhao P, Ji X.** Intra-arterial chemotherapy as primary treatment for advanced unilateral retinoblastoma in China. *Front Med (Lausanne)*. 2022;9:855661. doi:10.3389/fmed.2022.855661.
35. **Chen KY, Chan HC, Chan CM.** Is intra-arterial chemotherapy superior to conventional chemotherapy for retinoblastoma? A systematic review and meta-analysis of efficacy and safety. *Surv Ophthalmol*. 2026;71(3):878-891. doi:10.1016/j.survophthal.2025.12.009.

Cómo citar: Sánchez Fernández G, Bardellini Campo-verde HH, Vargas M, Molinari A, Flor P, Abdo G, Ordoñez Sánchez CE. Retinoblastoma pediátrico y quimioterapia intraarterial: promesa, resultados y límites de la preservación ocular. *MetroCiencia* [Internet]. 10 de septiembre de 2026;34(3):48-59. Disponible en: <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/48-59>

Agallas de plantas: Potencial bioactivo en enfermedades crónicas no transmisibles, una revisión narrativa

Plant galls: Bioactive potential in chronic non-communicable diseases, a narrative review

Erika Sánchez¹, Francis Mosquera², Marcela Vaca³, Estefanía Narváez⁴, Manuel E. Baldeón⁵

Resumen

Introducción: Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) son las principales causas de morbi-mortalidad. La obesidad y sus patologías asociadas comparten alteraciones fisiopatológicas como alteraciones de la microbiota intestinal, la inflamación crónica, el estrés oxidativo, y la sarcopenia. El costo social y económico del control de estas enfermedades es alto, por lo que es necesario investigar tratamientos nuevos. Estudios recientes han demostrado que las agallas, formaciones anormales en tejidos de plantas generadas por la interacción con organismos externos como los insectos, poseen altas concentraciones de compuestos fitoquímicos con la capacidad de modular la inflamación, el estrés oxidativo, la sarcopenia presentes en las ECNT. **Metodología:** Se realizó una revisión de la literatura en los repositorios PubMed, Scopus y Google Scholar, considerando estudios publicados en los últimos 10 años. Se seleccionaron investigaciones que evalúan las propiedades de agallas y sus metabolitos en modelos *in vitro*, *in vivo* o *in silico*, con énfasis en su potencial trófico muscular, antiinflamatorio y antioxidante. **Resultados:** Los estudios indicaron que los extractos de agallas contienen flavonoides y fenoles con capacidad antioxidante y antiinflamatoria, inhibiendo enzimas como α -glucosidasa y enzima fosfodiesterasa 1, mejorando perfiles glucémicos y lipídicos en modelos animales y celulares. Además, evidenció efectos en la reducción de adiposidad y protección contra el estrés oxidativo, asociados a mejoras en función muscular y menor inflamación sistémica. **Conclusiones:** Las agallas representan una fuente prometedora de compuestos bioactivos para la prevención y el tratamiento de ECNT. Es necesario realizar más investigaciones pre-clínicas y clínicas para validar su seguridad y eficacia.

Palabras clave: Productos naturales, agallas de plantas, inflamación, estrés oxidativo, sarcopenia, enfermedades crónicas no transmisibles.

Abstract

Introduction: Chronic non-communicable diseases (NCDs) are leading causes of morbidity and mortality. Obesity and its associated pathologies share pathophysiological alterations such as gut microbiota abnormalities, chronic inflammation, oxidative stress, and sarcopenia. The social and economic cost of controlling these diseases is high, making it necessary to investigate new treatments. Recent studies have shown that galls, abnormal formations in plant tissues generated by interaction with external organisms such as insects, possess high concentrations of phytochemical compounds capable of modulating inflammation, oxidative stress, and

1. Facultad de Ciencias de la Salud y de la Vida, Universidad Internacional del Ecuador; Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0009-0004-6693-2975>
2. Facultad de Ciencias de la Salud y de la Vida, Universidad Internacional del Ecuador; Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0009-0008-7583-2916>
3. Facultad de Ciencias de la Salud y de la Vida, Universidad Internacional del Ecuador; Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0009-0000-8544-0651>
4. Facultad de Ciencias de la Salud y de la Vida, Universidad Internacional del Ecuador; Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0009-0007-7113-1859>
5. Facultad de Ciencias de la Salud y de la Vida, Universidad Internacional del Ecuador; Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0000-0002-1243-7467>



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Recibido: 19-12-2025

Aceptado: 20-07-2026

Publicado: 10-09-2026

DOI: 10.47464/MetroCiencia/vol33/3/2026/60-78

*Correspondencia autor: mabaldeonti@uide.edu.ec.

sarcopenia present in NCDs. **Methodology:** A literature review was conducted in the PubMed, Scopus, and Google Scholar repositories, considering studies published in the last 10 years. Research evaluating the properties of galls and their metabolites in in vitro, in vivo, or in silico models was selected, with an emphasis on their muscle trophic, anti-inflammatory, and antioxidant potential. **Results:** Studies indicated that gall extracts contain flavonoids and phenols with antioxidant and anti-inflammatory properties, inhibiting enzymes such as α -glucosidase and phosphodiesterase 1, and improving glycemic and lipid profiles in animal and cellular models. Furthermore, they demonstrated the effects in reducing adiposity and protecting against oxidative stress, associated with improvements in muscle function and reduced systemic inflammation. **Conclusions:** Galls represent a promising source of bioactive compounds for the prevention and treatment of NCDs. Further pre-clinical and clinical research is needed to validate their safety and efficacy.

Keywords: Natural products, plant galls, inflammation, oxidative stress, sarcopenia, chronic non-communicable diseases.

Introducción

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) son un problema creciente de salud pública mundial y son responsables de aproximadamente el 74% de las muertes anuales según la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹. Las ECNT más relevantes incluyen la obesidad, la diabetes mellitus tipo 2 (DMT2), las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas y las enfermedades mentales. Estas patologías comparten alteraciones fisiopatológicas comunes, como disbiosis de la microbiota intestinal, la inflamación crónica, el estrés oxidativo, la resistencia a la insulina y la sarcopenia. Además, la presencia de estas alteraciones ha sido asociada con un mayor riesgo de discapacidad y mortalidad². En este contexto, es necesario investigar tratamientos novedosos que permitan prevenir y manejar adecuadamente estos problemas de salud pública que afectan a toda la sociedad.

La obesidad y sus complicaciones se han constituido en verdaderas epidemias alrededor del mundo. La obesidad es una enfermedad que se caracteriza por presentarse como una patología inflamatoria con un componente de deterioro muscular, conocida como obesidad sarcopénica^{2,3}. Para el año 2022, la OMS reportó que el 16% de los adultos en el mundo, equivalente a más de 890 millones de personas, presentaban obesidad, lo que representa un incremento de cuatro veces en comparación con la década de 1990². En las Américas, la OPS

estima que el 67,5% de los adultos tienen sobrepeso u obesidad⁴. En Ecuador, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (EN-SANUT) de 2018 reveló que el 25,7% de los adultos padecen obesidad, mientras que el 63,6% presentan sobrepeso u obesidad combinados⁵. En un reciente reporte que evaluó a aproximadamente 2000 personas adultas de la provincia de Pichincha, se demostró que el 78,2% tenía exceso de peso (44,8% sobrepeso y 33,5% obesidad)⁶. Estos datos demuestran que la obesidad es un problema de salud pública a nivel global con importantes complicaciones para la salud de las personas que la padecen.

Una de las patologías comúnmente relacionadas con la obesidad es la DMT2. Esta enfermedad es una de las ECNT más prevalentes y con mayor impacto negativo en la salud y en la calidad de vida de las personas. La Federación Internacional de Diabetes (FID) estima que el 11,1% de los adultos entre 20 y 79 años viven con diabetes, lo que equivale a cerca de 589 millones de personas en 2024, siendo la gran mayoría de casos de DMT2⁷. En la región de las Américas, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) señala que 112 millones de adultos mayores de 18 años padecen diabetes, lo que representa el 13% de la población adulta⁸. En Ecuador, la FID reporta que 552 800 adultos (de 20 a 79 años) viven con diabetes, equivalentes a una prevalencia del 4,9%⁷. En un estudio sobre la prevalencia de síndrome metabólico y DMT2, en adultos ecuatorianos, la DMT2 afectó al

9% de los hombres y al 10% de las mujeres, siendo más común en personas mayores de 50 años, con bajos ingresos, siendo el doble de prevalencia en individuos con obesidad y asociándose con mayor frecuencia de dislipidemia⁶. Estas cifras muestran la magnitud de la DMT2 y la necesidad de disponer de medidas efectivas para su control y prevención.

Los compuestos bioactivos presentes en las plantas han demostrado tener propiedades terapéuticas que contribuyen a la prevención, promoción y manejo de diversas patologías, debido a sus compuestos fitoquímicos⁹. Entre estos destacan los metabolitos secundarios, como flavonoides, compuestos fenólicos, saponinas y terpenoides, los cuales son parte de los mecanismos de defensa vegetal y han sido empleados como tratamiento de diversas enfermedades metabólicas¹⁰. Así, diversos fármacos utilizados en la práctica clínica han sido desarrollados a partir de compuestos de origen vegetal. Un ejemplo representativo es la metformina, uno de los tratamientos de primera línea para el manejo de la DMT2, derivada de la *Galega officinalis*, una planta utilizada tradicionalmente por sus efectos hipoglucemiantes¹¹. Otro ejemplo son las estatinas, utilizadas para reducir los niveles de colesterol en sangre y prevenir complicaciones cardiovasculares, son producidas por hongos de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*¹². Así mismo, la aspirina se desarrolló a partir del ácido salicílico presente en la corteza del sauce (*Salix alba*), compuesto con efectos antiinflamatorios y antiagregantes plaquetarios que contribuyen a reducir la formación de trombos y el riesgo cardiovascular en la DMT2¹³. Estos ejemplos resaltan la importancia de las plantas como fuente clave para el desarrollo de medicamentos que hoy son esenciales en el tratamiento de la DMT2 y sus comorbilidades.

El uso de plantas en el tratamiento y la modulación de la obesidad y de las ECNT asociadas nace como una alternativa terapéutica, debido a que estos compuestos bioactivos

modulan marcadores proinflamatorios, la microbiota intestinal, generan termogénesis, mejoran la sensibilidad a la insulina y reducen el estrés oxidativo¹⁴⁻¹⁶. Por ejemplo, la berberina presente en la cúrcuma tuvo resultados en la modulación de la microbiota, a través de la reducción de marcadores de endotoxemia y el aumento de bacterias productoras de ácidos grasos de cadena corta (SCFA, por sus siglas en inglés)¹⁷. La curcumina, también proveniente de la cúrcuma, ejerce actividad antiinflamatoria y antioxidante al reducir IL-6, TNF- α , marcadores de estrés oxidativo y parámetros de sensibilidad a la insulina. Las catequinas (galato de epigallocatequina, EGCG por sus siglas en inglés) del té verde promueven la termogénesis, tienen efectos antioxidantes y moduladores de la microbiota¹⁸. Por último, la capsaicina del ají andino y el tomate favorecen la saciedad y la modulación de la microbiota, reportando reducción de endotoxemia y mejora metabólica en modelos animales¹⁹. También, se ha observado que estos compuestos presentan actividad antioxidante como la reducción en la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO), inhibición de las rutas de señalización inflamatoria, reducción de la gluconeogénesis hepática, protección celular y modulación de rutas de señalización de inflamación^{9,20}.

En los últimos años, la comunidad científica ha mostrado interés en el estudio de las llamadas agallas vegetales²¹ que son formaciones anormales en tejidos de plantas generadas por organismos externos modificando su diseño y desarrollo normal. Se destacan las agallas formadas por la interacción con insectos por ser las más elaboradas y diversas, creciendo en diferentes estructuras de la planta^{22,23}. Los registros de usos de agallas vegetales en distintas áreas se remontan a muchos años atrás, como es el caso de las agallas presentes en el árbol de roble que han sido empleadas como medicina tradicional para tratar afecciones inflamatorias, diarrea, dolor de estómago,

dolor de muelas y caries; también en los cuidados postparto y las enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo²³.

Las agallas han demostrado poseer una alta concentración de compuestos fitoquímicos que son parte del sistema de defensa de la planta y poseen efectos medicinales reconocidos²⁴. Debido a que el tejido de la agalla experimenta un estrés oxidativo elevado, se ha observado que estas formaciones acumulan mayor cantidad de polifenoles, flavonoides y taninos, responsables de sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias²⁵. La presencia de estos compuestos bioactivos puede modular mecanismos clave en la fisiopatología de la obesidad y de las ECNT asociadas, como la inflamación crónica, la resistencia insulínica, la sarcopenia y el estrés oxidativo, contribuyendo potencialmente a la prevención y el control de estas enfermedades²⁶.

En la presente revisión narrativa se analizará la evidencia científica más reciente relacionada con las agallas vegetales y su potencial bioactivo sobre el manejo de la inflamación y sarcopenia. El estudio de las agallas y sus metabolitos podría abrir nuevas perspectivas para el desarrollo de estrategias preventivas y terapéuticas dirigidas al manejo de las enfermedades crónicas. Estas terapias alternativas podrían complementar los enfoques tradicionales para el manejo de inflamación, el estrés oxidativo y la sarcopenia, características de la obesidad y enfermedades asociadas.

Metodología: Se realizó una revisión narrativa de la literatura científica disponible sobre las agallas de plantas y su potencial terapéutico para la obesidad y para las ECNT asociadas. En la Figura 1 se indica el diagrama de flujo de proceso de selección de publicaciones científicas utilizadas en esta revisión. La búsqueda bibliográfica se efectuó entre enero y agosto del 2025 en las bases de datos científicas PubMed, Scopus y Google Scholar, utilizando operadores booleanos (AND, OR, NOT) y palabras clave en

español e inglés tales como: “plant galls”, “gall extracts”, “inflammation”, “bioactivity”, “sarcopenia”, “anti-inflammatory activity”, “agallas de plantas”, “extractos de agallas”, “inflamación”, “bioactividad”, Figura 1. Los estudios recuperados fueron sometidos a un proceso de selección basado en la revisión del título, resumen y año de publicación, considerando los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos

Criterios de inclusión

Se incluyeron estudios que:

Contuvieran información sobre las agallas de plantas, sus extractos, metabolitos, propiedades y aplicaciones.

Correspondieran a modelos in vitro, in vivo o in silico relacionados con procesos inflamatorios.

Aportarán evidencia del potencial antiinflamatorio y/o bioactivo de compuestos derivados de agallas.

Establecieran bases para futuras investigaciones en este campo.

Hubieran sido publicados en los últimos 10 años.

Estuvieran disponibles en inglés o en español.

Criterios de exclusión

No se incluyeron:

Artículos duplicados.

Publicaciones incompletas.

Estudios que no involucren agallas de plantas.

Publicaciones de baja calidad metodológica.

Los artículos encontrados mediante la estrategia de búsqueda en las bases de datos mencionadas fueron analizados y filtrados por los autores, Figura 1. De la literatura inicialmente recuperada, se seleccionaron 12 artículos relevantes relacionados con las

agallas de plantas, de los cuales 4 fueron excluidos por no cumplir los criterios de inclusión/exclusión del estudio, Figura 1. Los 8 estudios incluidos en el análisis constituyeron la base principal para la evaluación crítica de la evidencia disponible.

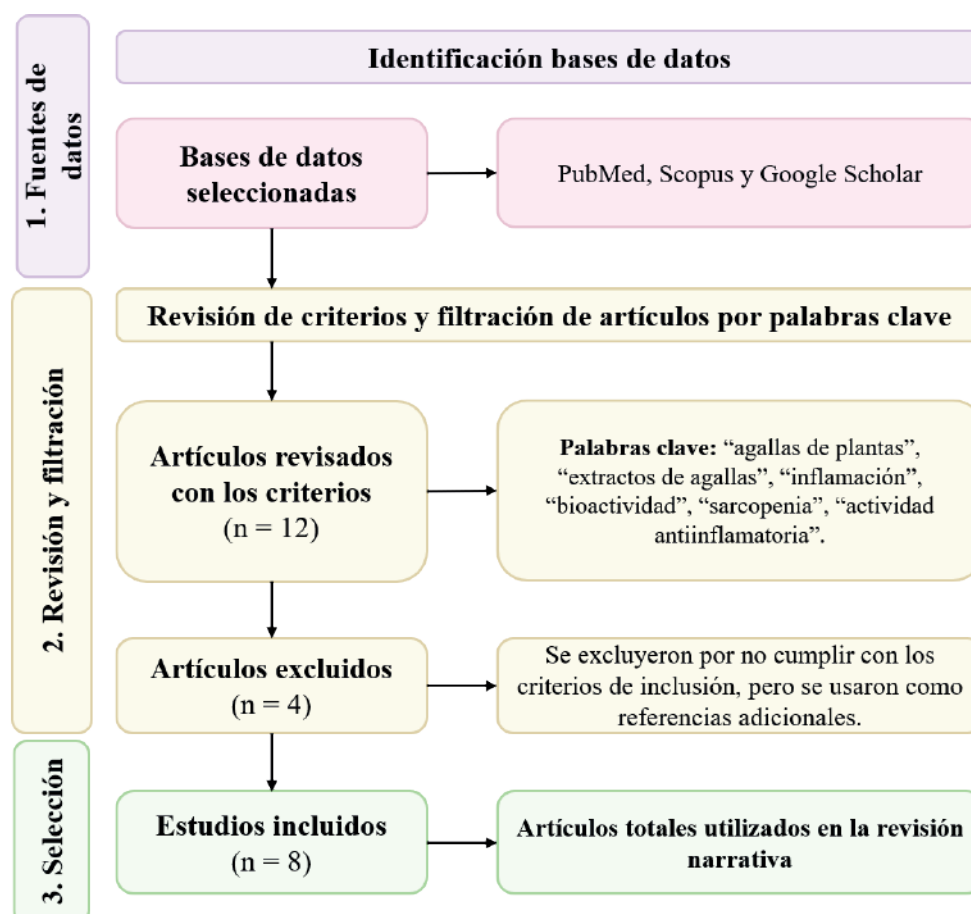


Figura 1. Diagrama de flujo de proceso de selección de publicaciones científicas sobre agallas de plantas, inflamación, sarcopenia, y enfermedades crónicas no transmisibles. Elaborado en Biorender.

La información narrativa se organizó en subtemas para facilitar su comprensión y análisis como se indica en el resto del manuscrito.

Inflamación crónica de bajo grado en la patogénesis de la obesidad

La inflamación sistémica crónica de bajo grado, conocida como metainflamación, se encuentra presente en varios órganos que participan en el metabolismo energético como el páncreas, el hígado y princi-

palmente el tejido adiposo²⁷. Característicamente, la obesidad se presenta en un entorno proinflamatorio que se genera en el tejido adiposo²⁷⁻²⁹. La acumulación de grasa provoca estrés celular e hipoxia en los adipocitos; esto lleva a su muerte y a la liberación de células proinflamatorias (IL-6, TNF- α , IL-1 β)^{27,28}. Estas moléculas activan los receptores presentes en las células inmunes denominados receptores de reconocimiento de patrones (PRR, por sus siglas en inglés)³⁰. Por otro lado, los PRR también

son estimulados por productos microbianos como los lipopolisacáridos (LPS) presentes en las bacterias Gram negativas; estos acceden al torrente circulatorio desde el intestino debido a la permeabilidad incrementada del epitelio intestinal en las personas con obesidad³¹. El incremento de la permeabilidad intestinal posiblemente es el resultado de alteraciones de la microbiota durante la obesidad, así como de la activación de las células inmunes con receptores PRR que están presentes en el tejido adiposo²⁹. Esto genera la liberación de citoquinas inflamatorias IL-6, IL-1, TNF- α , cuya presencia crónica ha sido asociada con la resistencia a la insulina y envejecimiento prematuro²⁸. Otros factores como la ingesta energética elevada e interacciones paracrinas alteran la producción de hormonas y citocinas proinflamatorias, favoreciendo la disfunción del tejido adiposo y aumentando el estado inflamatorio sistémico³².

Las citoquinas inflamatorias activan vías de señalización que terminan con la activación de los factores nucleares JNK y NF- κ B en tejidos que responden a la insulina^{33,34}. La activación de estas vías intracelulares interfiere con las vías de activación estimuladas por la insulina luego de ser reconocida por su receptor, inhibiendo así la función del sustrato 1 del receptor de insulina (IRS-1)³⁵. Esta interferencia en la vía de señalización de la insulina no permite que los transportadores de glucosa realicen su función de conducir la glucosa al interior de las células, alterando el metabolismo y, consecuentemente, la resistencia del receptor a la insulina²⁸. Además, las células T CD4+, células T CD8+ (células T citotóxicas), células asesinas naturales (células NK) y macrófagos M1 favorecen el desarrollo de insulinoresistencia^{30,36}. Esto resalta la importancia del control de la inflamación crónica generada por el tejido adiposo en las ECNT. La activación continua de estas células inmunitarias y la liberación de citocinas proinflamatorias no solo complican el estado inflamatorio, sino que también contribuyen al aumento del es-

trés oxidativo, estableciendo un vínculo bidireccional entre ambos procesos patológicos. Estos datos demuestran que el control de la inflamación sería un factor importante en el manejo de las enfermedades metabólicas.

Inflamación y el estrés oxidativo

En la inflamación, vasodilatación y el incremento de la permeabilidad vascular, se producen las denominadas ERO mediante el proceso del estrés oxidativo (EO)^{37,38}. Las EROs incrementan la inflamación conduciendo a mayores alteraciones de la función celular y tisular³⁹. Mientras que en el estado de hiperglucemia, varias vías metabólicas se ven afectadas, como es el caso de la vía glucolítica, de las hexosaminas y la del poliol; también la activación de la proteína quinasa C (PKC) y la formación de productos finales de glicación avanzada (AGE)³⁷. El proceso de glucólisis bajo hiperglucemia genera un exceso de EROs que daña el ADN celular. La enzima de reparación PARP1 se activa, inhibiendo otra enzima llamada Gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa (GA3PDG), enzima clave de la glucólisis que participa en la generación de energía celular, la regulación de la apoptosis, la transcripción génica y la respuesta al estrés oxidativo³⁰. Esta inhibición provoca la acumulación de intermediarios de la glucólisis, como el gliceraldehído-3-fosfato (GA3P). El aumento de GA3P potencia otras vías prooxidantes y puede causar la autooxidación de la glucosa, liberando peróxido de hidrógeno y glioxal, un precursor de los AGE, lo que contribuye aún más al EO³⁷. La hiperglucemia y el EO no son procesos aislados, sino que se retroalimentan. El exceso de glucosa favorece la producción de EROs, incrementando la inflamación y creando un mayor deterioro metabólico y tisular.

También, el EO se relaciona con la disfunción mitocondrial, un factor que puede deteriorar las células beta pancreáticas. En

enfermedades como la DMT2, se ha observado que las mitocondrias de las células beta del páncreas son más pequeñas, fragmentadas y edematizadas, lo que sugiere un daño estructural y funcional⁴⁰. Estas células son vulnerables al EO ya que tienen niveles muy bajos de enzimas antioxidantes para contrarrestarlo, a pesar de su alto consumo de oxígeno. La combinación de un aumento en la producción de EROs y una baja defensa antioxidante las hace susceptibles a la apoptosis, comprometiendo así la producción de insulina³⁸.

Por otro lado, las EROs pueden desencadenar inflamación vascular, calcificación del músculo liso vascular y disfunción endotelial⁴¹. Cuando hay desequilibrio de la homeostasis del cuerpo, el contacto de las EROs con el endotelio puede favorecer la coagulación y aumentar la permeabilidad vascular, lo que altera la correcta distribución de los fluidos y provoca la pérdida de estos alterando la función celular^{38,39}. La producción excesiva de EROs debido a la hiperglucemia, el EO y la inflamación lleva al daño de estructuras mitocondriales, celulares, y tisulares. Además, altera procesos metabólicos clave como la glucólisis y favorece la formación de productos de glicación avanzada. Este desequilibrio metabólico no solo aumenta la inflamación y el deterioro tisular, sino que también compromete la función de las células beta pancreáticas y del endotelio vascular, favoreciendo así el desarrollo y progresión de complicaciones metabólicas y vasculares asociadas a la DMT2.

Inflamación y permeabilidad intestinal

La etiología de la obesidad es multifactorial; factores como el sedentarismo, hábitos alimentarios poco saludables, predisposición genética y el ambiente influyen en su desarrollo⁴². Un factor que contribuye a la presencia y progresión de la obesidad de manera significativa es la disbiosis de la microbiota intestinal, que también tiene un rol

determinante en otras enfermedades metabólicas como la DMT2⁴³.

La microbiota intestinal es un ecosistema complejo cuya composición influye en el metabolismo energético, la función inmune y endocrina⁴⁴. En la obesidad se produce una disbiosis caracterizada por una menor diversidad microbiana, alteraciones en la estructura y función bacteriana y mayor permeabilidad intestinal, favoreciendo el ingreso de compuestos microbianos desde el lumen intestinal hacia la sangre, como el LPS, produciendo un estado de endotoxemia metabólica⁴⁵.

En condiciones fisiológicas, la barrera intestinal busca mantener un equilibrio entre la permeabilidad selectiva y la protección inmunológica, absorbiendo nutrientes y previniendo el paso de microorganismos patógenos y sustancias nocivas. Sin embargo, en la obesidad, dietas altas en grasa y bajas en fibra producen una disbiosis de la microbiota intestinal y una alteración en la permeabilidad del epitelio intestinal⁴⁶. La pérdida de la integridad de esta barrera genera una disfunción que permite el paso incontrolado de metabolitos microbianos y otras toxinas hacia la circulación. Esto desencadena una respuesta inflamatoria sistémica, contribuyendo al desarrollo de resistencia a la insulina, disfunción endotelial, EO, progresión de la obesidad y la DMT2⁴⁶⁻⁴⁸. En este contexto, el consumo de alimentos dirigidos a fortalecer la eubiosis de la microbiota intestinal contribuirá a disminuir la inflamación y a reestablecer la integridad y función del epitelio intestinal.

Sarcopenia en la fisiopatología de la obesidad

La sarcopenia es una condición clínica caracterizada por la pérdida de masa y fuerza musculares; específicamente del músculo esquelético⁴⁹. Esta condición puede clasificarse en diferentes categorías. Así, se define como sarcopenia primaria aquella

vinculada directamente al envejecimiento, observándose con mayor frecuencia en la población de adultos mayores. Mientras que la sarcopenia secundaria tiene su origen en distintos factores como enfermedades sistémicas (particularmente aquellas con componente inflamatorio), procesos oncológicos, disfunción orgánica (como insuficiencia renal o cardíaca), inmovilización prolongada, sedentarismo, discapacidad física o una ingesta nutricional deficiente en términos de energía y proteínas⁵⁰.

La sarcopenia puede ser un determinante fundamental de la calidad de vida y se debe reconocer su asociación con enfermedades pro inflamatorias como la obesidad. Esto evidencia que la sarcopenia no debe ser analizada únicamente como una consecuencia de la edad, sino también como parte de otras enfermedades y alteraciones metabólicas prevenibles. La complejidad de los mecanismos por los cuales se presenta sarcopenia en la obesidad hace necesario que la intervención considere terapias complementarias como los extractos de compuestos naturales los cuales podrían ser una opción prometedora para preservar la masa muscular en distintas condiciones.

Sarcopenia e inflamación sistémica en la obesidad

La sarcopenia presenta una estrecha relación con disfunciones en el metabolismo de los lípidos en personas con obesidad. Una de las manifestaciones más características de esta condición es la infiltración grasa en el músculo esquelético, especialmente en sustitución de las fibras musculares tipo II, lo que contribuye significativamente a la disminución de la capacidad contráctil del músculo⁵¹.

De igual manera, la disfunción mitocondrial es un componente clave en la sarcopenia asociada a inflamación⁵². La falla en la eliminación de mitocondrias dañadas por mitofagia favorece la acumulación de mDAMPs

(como ADN mitocondrial y cardiolipina), que activan vías inflamatorias a través de la estimulación de receptores de células inmunes como el inflamasoma NLRP3 y los TLR (Toll-like receptors, por sus siglas en inglés), uno de los PRR descritos anteriormente⁵³. Esta activación de las células inmunes desencadena la activación de NF- κ B y la subsecuente síntesis y liberación de citocinas proinflamatorias (IL-6, TNF- α , IL-1 β , IL-18), promoviendo inflamación crónica y daño muscular. De esta manera, la conexión entre disfunción mitocondrial e inflamación contribuye directamente al desarrollo de la sarcopenia⁵⁴. En este contexto, la inflamación sistémica crónica asintomática y de bajo grado, denominada “inflammaging”, se caracteriza por presentar niveles elevados de mediadores inflamatorios como las citocinas y EROs. Este fenómeno de inflamación muscular daña proteínas, lípidos y ácidos nucleicos, afectando la integridad y funcionalidad del músculo. Este desequilibrio redox activa vías proinflamatorias promoviendo la transcripción de genes asociados a la inflamación, generando un ciclo de inflamación y daño muscular⁵⁵.

Si bien se han realizado avances significativos relacionados a la comprensión de los mecanismos fisiopatológicos de la obesidad sarcopénica, aún existen limitaciones en cuanto a criterios diagnósticos estandarizados, marcadores bioquímicos y estrategias terapéuticas efectivas. Por ello, resulta importante investigar nuevas alternativas terapéuticas dirigidas a modular simultáneamente la inflamación y el estrés oxidativo, con el fin de prevenir o retrasar la progresión de la sarcopenia asociada a la obesidad.

Fragilidad en sarcopenia, envejecimiento y enfermedades cardiovasculares

La fragilidad se define como un estado de vulnerabilidad aumentada frente a factores estresantes, resultado de la disminución de las reservas fisiológicas y la descompen-

sación de múltiples sistemas orgánicos, lo que incrementa el riesgo de eventos adversos como caídas, hospitalización, dependencia funcional y mortalidad⁵⁶. También es una afección frecuente entre los adultos mayores, afectando significativamente su calidad de vida, dado que a medida que las personas envejecen, la probabilidad de desarrollar fragilidad aumenta⁵⁷.

La fragilidad incrementa la susceptibilidad a diversas enfermedades, especialmente a las enfermedades cardiovasculares (ECV), así como a la sarcopenia, procesos inflamatorios y disfunciones del sistema nervioso autónomo, lo que favorece la aparición de patologías y discapacidades⁵⁸. La población afectada tiene estrés oxidativo y citocinas proinflamatorias elevadas; los estados inflamatorios crónicos de bajo grado están asociados con el desarrollo de fragilidad⁵⁹. Es importante indicar que la fragilidad, al igual que la sarcopenia, no es un proceso que se da únicamente en adultos mayores. El conjunto de mecanismos fisiopatológicos en el desarrollo de la fragilidad comparte características importantes con aquellos presentes en el desarrollo de sarcopenia y ECV. Es por esto que es necesario el desarrollo de intervenciones que actúen sobre estos mecanismos fisiopatológicos con características comunes. De esta manera se podrían desarrollar abordajes terapéuticos más eficientes y optimizar los recursos destinados al tratamiento y prevención de estas patologías.

Sarcopenia y Diabetes mellitus tipo 2

La asociación de sarcopenia con la DMT2 es de dos a tres veces mayor que en la población sin esta patología⁵⁵. Además, los pacientes con DMT2 y sarcopenia presentan una tasa de mortalidad más elevada. Asimismo, existe una posible relación causal bidireccional entre ambas, es decir, que la sarcopenia puede ser una consecuencia y también una causa de la DMT2⁵⁵. La sarcopenia y la DM2 comparten una fisiopa-

tología similar que implica: aumento de la inflamación, del estrés oxidativo y de la disfunción mitocondrial. Por un lado, la diabetes puede aumentar el riesgo de sarcopenia debido a la acumulación de productos finales de la glicación avanzada y a la resistencia a la insulina. Mientras que la sarcopenia produce una reducción de masa muscular que altera la glucosa, fomentando el desarrollo y progresión de la DMT2⁵⁵. La relación bidireccional entre ambas condiciones evidencia la importancia de que un control metabólico de la DMT2 sea exitoso, debe combinarse con la evaluación y preservación de la masa muscular. Esto último favorece la prevención del desarrollo de DMT2, y reduce sus complicaciones.

Estudios preclínicos sobre el potencial terapéutico de extractos de agallas en inflamación y sarcopenia

El potencial uso de productos de agallas de plantas para la prevención y el manejo de la obesidad y sus patologías asociadas es un tema de investigación creciente en los últimos años. La información sobre este tema es limitada y la mayoría de estudios existentes son preclínicos. En la Tabla 1 se indican los artículos científicos más relevantes publicados relacionados con extractos de agallas en procesos inflamatorios y sarcopenia, y se describe su potencial terapéutico.

Estudios preclínicos sobre inflamación y procesos metabólicos

En el estudio realizado por Hemeg et al. (2022), se aislaron seis flavonoides a partir de extractos metanólicos de las agallas de *Pistacia integerrima* con el objetivo de evaluar su capacidad inhibidora sobre la enzima α -glucosidasa, relevante en el control postprandial de la glucosa en la DMT2⁶⁰. Mediante ensayos in vitro, los compuestos patuletina (97,65%), espinacetina (90,42%) y 3,5,7,4'-tetrahidroxi-flavanona

(90,01%), en concentraciones de 0.2 ug/mL, mostraron una inhibición significativa de la α -glucosidasa ($p < 0,05$). Los estudios de acoplamiento molecular confirmaron una alta afinidad por el sitio activo de la α -glucosidasa a través de múltiples enlaces de hidrógeno, principalmente mediados por grupos hidroxilo. Hemeg, et al. concluyeron que estos flavonoides poseen un potencial hipoglucemiante relevante ($p < 0.05$). Esto resulta interesante considerando que los flavonoides también poseen propiedades

antioxidantes y antiinflamatorias, lo que podría contribuir no solo al control glucémico, sino también a la modulación del estrés oxidativo y la inflamación crónica asociados a la resistencia a la insulina⁶⁰. La inhibición de la α -glucosidasa ha sido una estrategia importante en el control de la glicemia en personas con DMT2, por lo que los flavonoides derivados de las agallas de Pistacia integerrima podrían contribuir también a mejorar el control de la DMT2.

Tabla 1. Estudios preclínicos del potencial terapéutico de extractos de agallas vegetales en inflamación y sarcopenia.

Estudio	Referencia	Tipo de estudio	Metodología	Efecto	Relevancia en inflamación y sarcopenia
In Vitro α -Glycosidase Inhibition and In Silico Studies of Flavonoids Isolated from Pistacia integerrima Stew ex Brandis	(60)	Preclínico	-Purificación de 6 flavonoides de agallas de Pistacia integerrima -Ensayos in vitro de actividad anti- α -glucosidasa de los compuestos aislados. -Estudios de acoplamiento molecular (docking).	Inhibición de la enzima α -glucosidasa. Actividad antidiabética ($p < 0.05$).	Posible candidato para el manejo de DMT2.
Potent In Vitro Phosphodiesterase 1 Inhibition of Flavone Isolated from Pistacia integerrima Galls	(61)	Preclínico	-Cribado fitoquímico de agallas de Pistacia integerrima. -Aislamiento y elucidación de la estructura de un flavonoide. -Ensayo de inhibición de PDE1 in vitro usando veneno de serpiente como fuente de la enzima. -Estudio de acoplamiento molecular (docking in silico).	Inhibición de la enzima fosfodiesterasa 1 (PDE1) (93,9%).	Potencial terapéutico para el asma, la hipertensión, la esquizofrenia y la disfunción eréctil.
Quercus floribunda Lindl. Ex A. Camus; a tremendous remedy against inflammation and associated symptoms	(62)	Preclínico	-Cribado fitoquímico. -Ensayos antioxidantes in vitro. -Inflamación inducida por modelos de dolor, modelos de edema. -Uso de ratones albinos sanos de 6-7 semanas de edad y 26-32 g de peso.	Analgésico, antiinflamatorio, antipirético, antioxidante ($p \leq 0,001$).	Reducción significativa del edema en los modelos de edema: carragenina (72,32%) y aceite de croton (68,83%).

Acute paracetamol toxicity-induced inflammatory and oxidative effects are relieved by Aleppo galls: a novel experimental study	(63)	Preclínico	Modelo experimental de hepatotoxicidad inducida por acetaminofén en ratones albinos: se incluyeron un grupo control negativo, un grupo control positivo tratado con paracetamol (250 mg/kg/día, vía intraperitoneal durante 3 días) y un grupo experimental que recibió paracetamol (250 mg/kg/día, vía intraperitoneal durante 3 días) junto con extracto de agallas de Aleppo (250 mg/kg/día, vía oral durante 3 días).	Potente actividad antiinflamatoria.	Reducción de marcadores pro inflamatorios y hepatotoxicidad.
In Vitro Immuno- modulatory Activity of Aqueous Quercus infectoria Gall Extract	-Biomarcadores evaluados: MDA, TAC, CAT, LDH e IL-6 en suero.	Preclínico	-Actividad proliferativa del extracto de agallas de Quercus infectoria en macrófagos murinos (línea J774A.1): ensayo MTT.	-Citotoxicidad: No tóxico en la línea celular J774A.1 -↑ Proliferación de macrófagos (máx. $154,2 \pm 0,1$ % a 64 $\mu\text{g/mL}$, 72 h) -↑ Actividad fagocítica (55,1 % $\rightarrow$ 74,2 % a 64 $\mu\text{g/mL}$) -↓ Producción de ON de manera dosis-dependiente (máx. reducción a 64 $\mu\text{g/mL}$) -↓ Expresión de iNOS -↓ IL-4, IL-6, IL-12 -Regulación de otras citoquinas: ↑ IL-13, IL-2, TNF- α , IL-5, IL-10, IL-23, TGF- β 1, IL-17A	Reducción en la inflamación por disminución en la producción de ON e iNOS (óxido nítrico sintasa inducible)
Anti-osteoporotic and Anti-adipogenic Effects of Rhus chinensis Nutgalls in Ovariectomized Mice Fed with a High-fat Diet	-Capacidad fagocítica de macrófagos tratados con el extracto: citometría de flujo.	Preclínico	-3 grupos de ratones C57BL/6J, un grupo control con dieta estándar, otro grupo con DAG y otro grupo con DAG + extracto polifenólico de Rhus chinensis.	Reducción en la ganancia de peso corporal en comparación con DAG sin tratamiento, reducción de tejido adiposo y acumulación de grasa en hígado ($p < 0.05$).	Reducción de masa grasa y acumulación lipídica en el hígado, menor hipertrofia adipocitaria.
Anti-obesity effects of galla rhois via genetic regulation of adipogenesis	-Producción de ON en macrófagos tratados: reacción de Griess.	Preclínico	-Ratones alimentados con dieta estándar o DAG durante semanas, dos tratamientos: Extracto de Galla Rhois u orlistat como control positivo.	Ganancia de peso significativamente menor, disminución del peso del tejido adiposo epididimal, reducción adipocitaria ($p < 0.01$), disminución de TG, CT y glucosa en sangre en el grupo con tratamiento de Galla Rhois ($p < 0.05$).	Efecto inhibidor de la adipogénesis, reducción de acumulación lipídica en adipocitos, mejora en perfil lipídico y glucémico.

Investigation of the Antioxidant Activity and Phenolic Compounds of Andricus quercustozae Gall and Host Plant (Quercus infectoria)	-Cuantificación de citocinas proinflamatorias y antiinflamatorias en el cultivo de macrófagos: ensayo ELISA.	Preclínico	-Capacidad antioxidante evaluada mediante los ensayos tipo ABTS, DPPH, β -caroteno/ácido linoleico, fosfomolibdeno y CUPRAC. -Cuantificación total de compuestos fenólicos, flavonoides y taninos en los extractos de agallas y hojas de Quercus infectoria. -Análisis por cromatografía	Mayor capacidad de eliminación de radicales libres, mayor actividad antioxidante en fenoles ($p < 0.05$).	Potencial preventivo y tratamiento de diversas patologías. Posible agente protector frente al EO en células del músculo esquelético.
--	--	------------	--	---	--

Rauf et al. (2022) aislaron de las agallas de Pistacia integerrima un flavonoide identificado como 5-hidroxi-7-metoxi-2-(4-metoxifenil)-4H-cromen-4-ona, con el objetivo de evaluar su inhibición sobre la enzima fosfodiesterasa-1 (PDE1), involucrada en procesos inflamatorios y neurodegenerativos⁶¹. Mediante ensayos bioquímicos y estudios de acoplamiento molecular, el compuesto mostró alta afinidad por el sitio activo de PDE1 y una inhibición (93,9%) superior a la del control de referencia (EDTA conocido inhibidor, 80,1%), con una concentración de 0,2 mM y una potencia excepcional demostrando su potencial terapéutico en ECNT. Se concluyó que estos resultados son significativos en el contexto del estrés oxidativo y la inflamación, ya que la inhibición de PDE1 podría contribuir a reducir la producción de EROs y la activación de vías proinflamatorias asociadas a la resistencia a la insulina, como se indicó anteriormente⁶¹.

También, en la investigación de agallas de Quercus floribunda, de Ahmad et al. (2023), los extractos presentaron altos niveles de compuestos fenólicos y flavonoides, asociados con fuerte actividad antioxidante, analgésica y antiinflamatoria, demostrada tanto in vitro como en modelos animales⁶². Las concentraciones máximas acumuladas de polifenoles se cuantificaron en extractos metanólicos (QFMG: 19,036 $\mu\text{g}/\text{mg}$), extracto aéreo en acetona (QFAA: 15,574 $\mu\text{g}/\text{mg}$) y extracto aéreo en metanol (QFMA: 11,647 $\mu\text{g}/\text{mg}$) por RP-HPLC. Los extractos redujeron significativamente ($p \leq 0,001$)

el edema, la fiebre y el dolor, mientras que captaban radicales libres de manera eficaz. Esto propone que los compuestos fenólicos de Q. floribunda podrían ayudar a modular la inflamación crónica y el estrés oxidativo, procesos implicados en la resistencia a la insulina y las ECNT⁶².

Por otro lado, en el estudio de Alamir et al. (2023) presentó un modelo experimental de hepatotoxicidad inducida por acetaminofén en ratones albinos⁶³, en donde la administración de paracetamol a dosis tóxica (250 mg/kg/día, vía intraperitoneal durante tres días consecutivos) indujo un marcado desequilibrio redox, respuesta inflamatoria y daño tisular, evidenciado por el aumento significativo de malondialdehído (MDA), lactato deshidrogenasa (LDH) e interleucina-6 (IL-6), así como por la disminución de la capacidad antioxidante total (CAT) y de la actividad de catalasa. Mientras que, el tratamiento concomitante con extracto de agallas de Aleppo (250 mg/kg/día, vía oral durante tres días) ejerció un efecto protector significativo frente a la toxicidad inducida por el paracetamol. Específicamente, el extracto redujo de manera significativa el EO, restaurando los niveles de MDA, CAT y catalasa ($p < 0,001$), también disminuyó de forma significativa la respuesta inflamatoria sistémica, evidenciada por la reducción de IL-6 ($p < 0,001$), y protegió frente al daño tisular, reflejado en la reducción significativa de LDH ($p < 0,001$), en comparación con el grupo control positivo. En conjunto, estos resultados indican que el extracto de aga-

llas de Aleppo ayuda a la normalización de los biomarcadores evaluados, destacando su potencial antioxidante, antiinflamatorio y hepatoprotector frente a la toxicidad inducida por acetaminofén⁶³.

En otro estudio, un análisis de Wan-Nor-Amilah et al. (2021) evaluó la actividad inmunomoduladora in vitro del extracto acuoso de agallas de *Quercus infectoria* en macrófagos murinos de la línea J774A.1, evidenciando un perfil biológico favorable y ausencia de citotoxicidad⁶⁴. El tratamiento con el extracto indujo un aumento significativo de la proliferación celular, alcanzando un valor máximo del $154,2 \pm 0,1$ % a una concentración de $64 \mu\text{g/mL}$ tras 72 horas de incubación, acompañado de un incremento notable de la actividad fagocítica, que se elevó del 55,1 % al 74,2 % a la misma concentración. Asimismo, se observó una reducción significativa y dosis-dependiente en la producción de ON, con una disminución máxima a $64 \mu\text{g/mL}$ ($p < 0,001$), asociada a una menor expresión de la óxido nítrico sintasa inducible (iNOS), lo que demuestra una atenuación de la respuesta inflamatoria. El análisis del perfil de citocinas mostró una disminución de citocinas proinflamatorias como IL-4, IL-6 e IL-12, junto con una tendencia al aumento de citocinas implicadas en la regulación de la respuesta inmune, incluyendo IL-2, IL-5, IL-10, IL-17A, IL-23 y TGF- β 1; sin embargo, estos incrementos no alcanzaron significancia estadística. Estos resultados indican que el extracto de agallas de *Quercus infectoria* ejerce un efecto inmunomodulador relevante, caracterizado por la activación funcional de los macrófagos y la modulación de la respuesta inflamatoria innata mediante mecanismos mediados por células⁶⁴.

Hwang et al. (2019) evaluaron los efectos de las agallas *Rhus chinensis* (NRC por sus siglas en inglés) en ratones alimentados con una dieta alta en grasa, con el objetivo de determinar su potencial antiobesidad y protector metabólico⁶². Los autores observaron que la ovariectomía y la dieta alta en

grasa incrementaron significativamente el peso corporal, el peso del hígado y la grasa gonadal ($p < 0.05$) en los animales control, mientras que el tratamiento de estos animales con NRC redujo de manera significativa el aumento de peso corporal y hepático y la acumulación de grasa ($p < 0.05$). También observaron una marcada reducción del área de acumulación de grasa en hígado, grasa gonadal y médula ósea en los grupos tratados ($p < 0.05$), junto con una inhibición significativa de la adipogénesis en células D1 ($p < 0.01$)⁶⁵. De forma complementaria, Yi et al. (2021) estudiaron el extracto de *Galla Rhois* en un modelo similar de obesidad inducida por dieta. Se indujo obesidad en ratones C57BL/6 mediante una dieta alta en grasas y se administró extracto de *Galla Rhois* (EG; 10–40 mg/kg) u orlistat durante seis semanas. El tratamiento con el EG (40 mg/kg) redujo significativamente el peso corporal y el aumento de peso en comparación con el grupo con la dieta ($p < 0.05$), además de disminuir de forma significativa los niveles séricos de glucosa, colesterol total y triglicéridos ($p < 0.05$). Asimismo, se observó una reducción significativa de la grasa epididimaria en los grupos tratados con EG10 a EG40 ($p < 0.05$). A nivel molecular, EG moduló la expresión génica en preadipocitos 3T3-L1 y alteró significativamente la expresión del ARNm de genes relacionados con el metabolismo, lo que respalda su potencial como agente terapéutico contra la obesidad. Los estudios indicados demuestran el potencial terapéutico de los extractos de agallas de *Rhus chinensis* para modular procesos inflamatorios y oxidativos asociados a la obesidad y a las enfermedades metabólicas crónicas^{65,66}.

De manera general, estos estudios demuestran que los extractos de agallas podrían ser de utilidad en la regulación de procesos metabólicos, inflamatorios y oxidativos. Los resultados coinciden en que sus compuestos bioactivos, especialmente los flavonoides y fenólicos, pueden ayudar a disminuir la inflamación crónica y el estrés oxidativo,

factores que están relacionados con la resistencia a la insulina y el desarrollo de enfermedades metabólicas como la DMT2 y la obesidad. Por lo que los extractos derivados de las agallas podrían tener un valor terapéutico importante como alternativas naturales en el manejo de estas condiciones.

Estudios preclínicos sobre sarcopenia y procesos metabólicos

La sarcopenia presente en ECNT podría tener una relación con el aumento de inflamación y de estrés oxidativo. En el estudio de Azmaz et al. (2020) se reportaron efectos antioxidantes en las agallas de roble (*Quercus spp.*)⁶⁷. En este estudio se analizaron los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de extractos acetónicos y etanólicos de la agalla en *Quercus infectoria*. Todos los extractos fueron evaluados mediante métodos espectrofotométricos estandarizados para determinar su capacidad antioxidante en los ensayos DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl), ABTS (2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)), β -caroteno-ácido linoleico, fosfomolibdeno y CUPRAC (Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity). Los resultados de estos análisis indican que las agallas poseen un perfil antioxidante potente y constituyen una fuente natural promisorio de compuestos para aplicaciones alimentarias, medicinales y farmacéuticas⁶⁷. Estos hallazgos adquieren especial relevancia en el contexto de la sarcopenia, ya que el estrés oxidativo es considerado uno de los principales mecanismos implicados en la degeneración muscular. En este sentido, Kaminski et al. (2023) demostraron que un extracto vegetal rico en

polifenoles fue capaz de proteger células musculares C2C12 frente al daño oxidativo inducido por AAPH (2,2'-azobis (2-amidino-propane) dihydrochloride). Los polifenoles redujeron significativamente la sobreproducción intracelular de especies reactivas de oxígeno (ROS), disminuyendo la muerte celular y modulando la expresión de genes relacionados con la defensa antioxidante⁶⁸. Además, la actividad antioxidante se asoció con un efecto citoprotector sobre los mioblastos, sugiriendo que los compuestos fenólicos pueden contribuir a preservar la viabilidad y funcionalidad muscular bajo condiciones de estrés oxidativo⁶⁸.

En la Figura 2 se observan los principales mecanismos mediante los cuales las agallas vegetales podrían contribuir a la prevención o modulación de las ECNT. La alta concentración de metabolitos secundarios presentes en las agallas, principalmente compuestos fenólicos, taninos y flavonoides, ejerce efectos antioxidantes, antiinflamatorios y moduladores del EO. Los efectos antioxidantes podrían interferir positivamente en la sarcopenia, presente en muchas ECNT. El esquema destaca además cómo los extractos de agallas, por su densidad bioactiva superior a la de otras partes de la planta, representan una fuente natural con potencial terapéutico relevante. También, estos extractos ejercen un efecto microbicida selectivo y funciones prebióticas beneficiosas. La figura resume la evidencia científica revisada, conectando la composición química de las agallas y sus posibles aplicaciones en la prevención y tratamiento complementario de las ECNT.

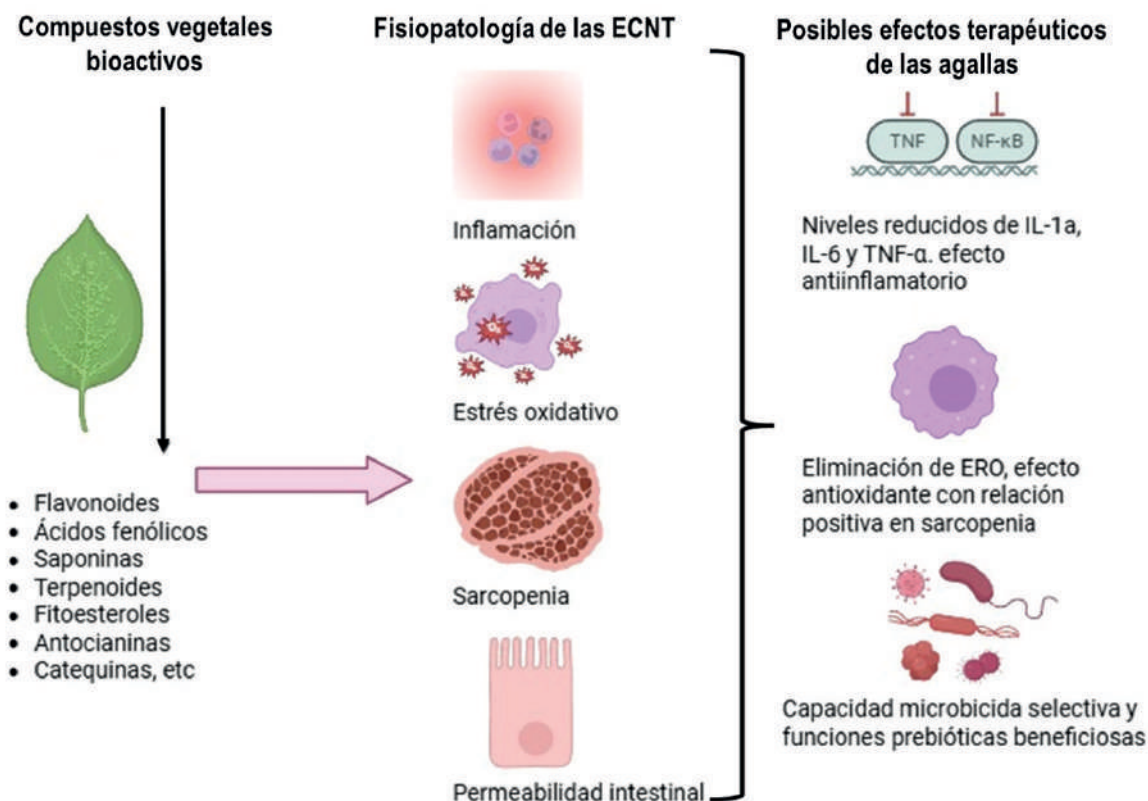


Figura 2. Potenciales mecanismos de acción mediante los cuales los compuestos bioactivos en las agallas podrían contribuir a modificar el estrés oxidativo, la inflamación y la sarcopenia presentes en las enfermedades crónicas no transmisibles.

Conclusiones

Los extractos de agallas, en particular los enriquecidos en compuestos fenólicos y metabolitos secundarios, han demostrado un potencial significativo para modular procesos inflamatorios y la sarcopenia asociados con las ECNT. La evidencia preclínica analizada sugiere que estos extractos podrían participar en la inhibición de vías de señalización proinflamatorias y la regulación de la expresión de genes implicados en procesos como adipogénesis, producción de EROs, estrés oxidativo, catabolismo muscular y metabolismo de la glucosa en modelos *in vitro*. Asimismo, la evidencia encontrada en ensayos *in vivo* sugiere que estos metabolitos podrían ser relevantes para la reducción del peso corporal y la mejora de los niveles séricos de glucosa y de lípidos. La evidencia analizada posiciona a los extractos de agallas como candidatos

prometedores para estrategias nutracéuticas y terapéuticas complementarias para el manejo de las ECNT. Estos hallazgos destacan la relevancia de explorar fracciones específicas de los productos derivados de las agallas. Estos estudios también respaldan la necesidad de realizar más investigaciones a nivel clínico que validen su seguridad, eficacia y mecanismos de acción en humanos. Los resultados que se deriven de estos estudios podrían contribuir al manejo integral de la inflamación crónica y la prevención de sarcopenia asociadas con las ECNTs.

Contribución de los autores

Todos los autores participaron en el proceso de investigación desde su concepción hasta su reporte.

Financiamiento

El presente trabajo fue parcialmente financiado por la Universidad Internacional del Ecuador.

Conflictos de interés

Erika Sánchez, Francis Mosquera, Marcela Vaca, Estefanía Narváez, declaran no tener ningún conflicto de interés personal, financiero, intelectual, económico o corporativo con el Hospital Metropolitano y los miembros de la revista MetroCiencia. Manuel E. Baldeón es miembro de la Unidad de Investigación Clínica del Hospital Metropolitano.

Bibliografía

1. **World Health Organization.** Noncommunicable Diseases [Internet]. 2022. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/non-communicable-diseases>
2. **World Health Organization.** 2019. 2019. Obesity. Available from: <https://www.who.int/topics/obesity/en/>
3. **Soto ME, Pérez-Torres I, Rubio-Ruiz ME, Cano-Martínez A, Manzano-Pech L, Guarner-Lans V.** Frailty and the Interactions between Skeletal Muscle, Bone, and Adipose Tissue-Impact on Cardiovascular Disease and Possible Therapeutic Measures. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2023;24(5). Available from: <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/5/4534>
4. **Organización Panamericana de la salud O.** 2025. Nueve países de América Latina y el Caribe intensifican sus esfuerzos para frenar la obesidad, con el apoyo de la OPS. Available from: <https://www.paho.org/es/noticias/4-3-2025-nueve-paises-america-latina-caribe-intensifican-sus-esfuerzos-para-frenar>
5. **Costa R, Gutiérrez A, Valdivieso D, Carpio L, Cuadrado F, Núñez J, et al.** ENCUESTA STEPS ECUADOR 2018 MSP, INEC, OPS/OMS Vigilancia de enfermedades no transmisibles y factores de riesgo. *Minist Salud Pública* [Internet]. 2018;2–13. Available from: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/INFORME-STEPS.pdf>
6. **Baldeón ME, Felix C, Fornasini M, Zertuche F, Largo C, Paucar MJ, et al.** Prevalence of metabolic syndrome and diabetes mellitus type-2 and their association with intake of dairy and legume in Andean communities of Ecuador. *PLoS One* [Internet]. 2021;16(7 July):1–13. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0254812>
7. **International Diabetes Federation I.** El Atlas de la Diabetes [Internet]. 2021. p. DIABETESATRAL.ORG. Available from: <https://diabetesatlas.org/>
8. **Organización Panamericana de la salud O.** Diabetes: Perfiles de países - Carga Enfermedad Diabetes 2023 [Internet]. 2023. Available from: <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>
9. **Riaz M, Khalid R, Afzal M, Anjum F, Fatima H, Zia S, et al.** Phytobioactive compounds as therapeutic agents for human diseases: A review. *Food Sci Nutr* [Internet]. 2023;11(6):2500–29. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fsn3.3308>
10. **Cruz-Chamorro I, Carrillo-Vico A.** Health Properties of Plant Bioactive Compounds: Immune, Antioxidant, and Metabolic Effects. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2023;24(9):14–6. Available from: <https://www.mdpi.com/1422-0067/24/9/7916>
11. **Chen C, Yuan S, Zhao X, Qiao M, Li S, He N, et al.** Metformin Protects Cardiovascular Health in People With Diabetes. *Front Cardiovasc Med* [Internet]. 2022;9(July):1–6. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9314881/>
12. **Usman NUB, Winson T, Basu Roy P, Tejani VN, Dhillon SS, Damarlapally N, et al.** The Impact of Statin Therapy on Cardiovascular Outcomes in Patients With Diabetes: A Systematic Review. *Cureus*. 2023;15(10).
13. **Narcisse DI, Kim H, Wruck LM, Stebbins AL, Muñoz D, Kripalani S, et al.** Comparative Effectiveness of Aspirin Dosing in Cardiovascular Disease and Diabetes Mellitus: A Subgroup Analysis of the ADAPTABLE Trial. *Diabetes Care*. 2024;47(1):81–8.
14. **Rivas García F, García Sierra JA, Valverde-Merino MI, Zarzuelo Romero MJ.** Dietary Supplements for Weight Loss and Drug Interactions. *Pharmaceuticals*. 2024;17(12):1–14.
15. **Lee D, Lee SR, Kang KS, Kim KH.** Bioactive phytochemicals from mulberry: Potential anti-inflammatory effects in lipopolysaccharide-stimulated raw 264.7 macrophages. *Int J Mol Sci*. 2021;22(15).
16. **Chu H, Tang Q, Huang H, Hao W, Wei X.** Grape-seed proanthocyanidins inhibit the lipopolysaccharide-induced inflammatory mediator

expression in RAW264.7 macrophages by suppressing MAPK and NF- κ B signal pathways. *Environ Toxicol Pharmacol* [Internet]. 2016;41:159–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.etap.2015.11.018>

17. **Fang X, Wu H, Wang X, Lian F, Li M, Miao R, et al.** Modulation of Gut Microbiota and Metabolites by Berberine in Treating Mice With Disturbances in Glucose and Lipid Metabolism. *Front Pharmacol*. 2022;13(June):1–15.
18. **Qiu L, Gao C, Wang H, Ren Y, Li J, Li M, et al.** Effects of dietary polyphenol curcumin supplementation on metabolic, inflammatory, and oxidative stress indices in patients with metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14(July).
19. **Wang Y, Tang C, Tang Y, Yin H, Liu X.** Capsaicin has an anti-obesity effect through alterations in gut microbiota populations and short-chain fatty acid concentrations. *Food Nutr Res*. 2020;64(2):1–14.
20. **Letchuman S, Madhuranga HDT, Madhurangi BLNK, Premarathna AD, Saravanan M.** Alkaloids unveiled: A comprehensive analysis of novel therapeutic properties, mechanisms, and plant-based innovations. *Intell Pharm* [Internet]. 2025;3(4):268–76. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ipha.2024.09.007>
21. **Molino S, Lerma-Aguilera A, Jiménez-Hernández N, Rufián Henares JÁ, Francino MP.** Evaluation of the Effects of a Short Supplementation With Tannins on the Gut Microbiota of Healthy Subjects. *Front Microbiol*. 2022;13(April):1–10.
22. **Gätjens-Boniche O.** The mechanism of plant gall induction by insects: Revealing clues, facts, and consequences in a Cross-Kingdom complex interaction. *Rev Biol Trop*. 2019;67(6):1359–82.
23. **Banc R, Rusu ME, Filip L, Popa DS.** Phytochemical Profiling and Biological Activities of *Quercus* sp. Galls (Oak Galls): A Systematic Review of Studies Published in the Last 5 Years. *Plants*. 2023;12(22):6–8.
24. **Eshwarappa RS, Iyer S, Subaramaihha S, Richard S, Dhananjaya B.** Antioxidant activities of ficus glomerata (moraceae) leaf gall extracts. *Pharmacognosy Res*. 2015;7(1):114–20.
25. **Guedes LM, Pérez CI, Torres S, Rivas M, Gavián E, Aguilera N.** Alkaloids and antioxidant mechanisms in galls: insights from *Peumus boldus*–*Dasineura* sp. interactions. *Plant Biol*. 2025;1–8.
26. **Gopi MK.** **Utility of Plant Galls.** *Res Gate*. 2020;(July).
27. **Russo S, Kwiatkowski M, Govorukhina N, Bischoff R, Melgert BN.** Meta-Inflammation and Metabolic Reprogramming of Macrophages in Diabetes and Obesity: The Importance of Metabolites. *Front Immunol*. 2021;12(November):1–17.
28. **Qu L, Matz AJ, Karlinsey K, Cao Z, Vella AT, Zhou B.** Macrophages at the Crossroad of Meta-Inflammation and Inflammation. *Genes (Basel)*. 2022;
29. **Knudsen NH, Lee CH.** STAT4: An initiator of meta-inflammation in adipose tissue? *Diabetes*. 2013;62(12):4002–3.
30. **de Lima EP, Moretti RC, Torres Pomini K, Laurindo LF, Sloan KP, Sloan LA, et al.** Glycolipid Metabolic Disorders, Metainflammation, Oxidative Stress, and Cardiovascular Diseases: Unraveling Pathways. *Biology (Basel)*. 2024;13(7).
31. **Camilleri M.** Is intestinal permeability increased in obesity? A review including the effects of dietary, pharmacological and surgical interventions on permeability and the microbiome. *Diabetes, Obes Metab*. 2023;25(2):325–30.
32. **Acosta-martinez M, Cabail MZ.** The PI3K / Akt Pathway in Meta-Inflammation. *Int J Mol Sci*. 2022;1–18.
33. **Riaz M, Khalid R, Afzal M, Anjum F, Fatima H, Zia S, et al.** Phytobioactive compounds as therapeutic agents for human diseases: A review. *Food Sci Nutr*. 2023;11(6):2500–29.
34. **Cifuentes-Mendiola SE, Velasquillo C, García-Hernández AL.** Papel fundamental de la inflamación sistémica de bajo grado en el desarrollo de la diabetes tipo 2. *Alad*. 2022;12(1).
35. **Ma L, La X, Zhang B, Xu W, Tian C, Fu Q, et al.** Total Astragalus saponins can reverse type 2 diabetes mellitus-related intestinal dysbiosis and hepatic insulin resistance in vivo. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14(November):1–16.
36. **Kumar D, Shankar K, Patel S, Gupta A, Varshney S, Gupta S, et al.** Chronic hyperinsulinemia promotes meta-inflammation and extracellular matrix deposition in adipose tissue: Implications of nitric oxide. *Mol Cell Endocrinol* [Internet]. 2018;477(May):15–28. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.mce.2018.05.010>
37. **Darenskaya MA, Kolesnikova LI, Kolesnikov SI.** Oxidative Stress: Pathogenetic Role in Diabetes Mellitus and Its Complications and Therapeu-

tic Approaches to Correction. *Bull Exp Biol Med*. 2021;171(2):179–89.

38. **Młynarska E, Czarnik W, Dzieża N, Jędraszak W, Majchrowicz G, Prusinowski F, et al.** Type 2 Diabetes Mellitus: New Pathogenetic Mechanisms, Treatment and the Most Important Complications. *Int J Mol Sci*. 2025;26(3).
39. **Revilla Flores EM.** Especies Reactivas De Oxígeno, Importancia E Implicación Patológica. *Rev Científica Cienc Médica [Internet]*. 2021;4(2):125–32. Available from: <https://doi.org/10.51581/rccm.v24i2.401>
40. **Storino MA, Contreras MA, Rojano J, Serrano R, Nouel A.** Complications of diabetes and its association with oxidative stress: A journey to the endothelial damage. *Rev Colomb Cardiol [Internet]*. 2014;21(6):392–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccar.2014.09.004>
41. **Dunkhunthod B, Talabnin C, Murphy M, Thumanu K, Sittisart P, Eumkeb G.** Gymnema inodorum (Lour.) Decne. Extract Alleviates Oxidative Stress and Inflammatory Mediators Produced by RAW264.7 Macrophages. *Oxid Med Cell Longev*. 2021;2021.
42. **Williams EP, Mesidor M, Winters K, Dubbert PM, Wyatt SB.** Overweight and Obesity: Prevalence, Consequences, and Causes of a Growing Public Health Problem. *Curr Obes Rep*. 2015;4(3):363–70.
43. **McAllister EJ, Dhurandhar N V., Keith SW, Aronne LJ, Barger J, Baskin M, et al.** Ten putative contributors to the obesity epidemic. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2009;49(10):868–913.
44. **Correa ML, Ojeda MS, Lo Presti MS.** Prebiotics and probiotics consumption in relation to metabolic syndrome markers in university students. *Nutr Clin y Diet Hosp*. 2019;39(2):171–82.
45. **Cheng Z, Zhang L, Yang L, Chu H.** The critical role of gut microbiota in obesity. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13(October):1–14.
46. **Di Vincenzo F, Del Gaudio A, Petito V, Lopetuso LR, Scaldaferri F.** Gut microbiota, intestinal permeability, and systemic inflammation: a narrative review. *Intern Emerg Med [Internet]*. 2024;19(2):275–93. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11739-023-03374-w>
47. **Neurath MF, Artis D, Becker C.** The intestinal barrier: a pivotal role in health, inflammation, and cancer. *Lancet Gastroenterol Hepatol [Internet]*. 2025;10(6):573–92. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S2468-1253\(24\)00390-X](http://dx.doi.org/10.1016/S2468-1253(24)00390-X)
48. **Mishra SP, Wang B, Jain S, Ding J, Rejeski J, Furdul CM, et al.** A mechanism by which gut microbiota elevates permeability and inflammation in obese/diabetic mice and human gut. *Gut*. 2023;72(10):1848–65.
49. **Sánchez Tocino ML, Cigarrán S, Ureña P, González Casaus ML, Mas-Fontao S, Gracia Iguacel C, et al.** Definition and evolution of the concept of sarcopenia. *Nefrología*. 2024;44(3):323–30.
50. **Lorenzo JE, Rosa JE, Martínez MLP, Jauregui JR.** Sarcopenia and its relevance in clinical practice. *Rev Argent Reumatol*. 2022;33(3):162–72.
51. **Arcaro A, Lepore A, Cetrangolo GP, Paventi G, Ames PRJ, Gentile F.** A Reassessment of Sarcopenia from a Redox Perspective as a Basis for Preventive and Therapeutic Interventions. *Int J Mol Sci*. 2025;26(16):1–64.
52. **Xu X, Wen Z.** The mediating role of inflammation between mitochondrial dysfunction and sarcopenia in aging: a review. *Am J Clin Exp Immunol [Internet]*. 2023;12(6):109–26. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/38187366%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC10767199>
53. **Kamarulzaman NT, Makpol S.** The link between Mitochondria and Sarcopenia. *J Physiol Biochem [Internet]*. 2025;81(1):1–20. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13105-024-01062-7>
54. **Jimenez-Gutierrez GE, Martínez-Gómez LE, Martínez-Armenta C, Pineda C, Martínez-Nava GA, Lopez-Reyes A.** Molecular Mechanisms of Inflammation in Sarcopenia: Diagnosis and Therapeutic Update. *Cells*. 2022;11(15):1–18.
55. **Chen H, Huang X, Dong M, Wen S, Zhou L, Yuan X.** The Association Between Sarcopenia and Diabetes: From Pathophysiology Mechanism to Therapeutic Strategy. *Diabetes, Metab Syndr Obes*. 2023;16(May):1541–54.
56. **Luo J, Liao X, Zou C, Zhao Q, Yao Y, Fang X, et al.** Identifying Frail Patients by Using Electronic Health Records in Primary Care: Current Status and Future Directions. *Front Public Heal*. 2022;10(June):1–12.
57. **Che Y, Xin H, Gu Y, Ma X, Xiang Z, He C.** Associated factors of frailty among community-dwelling older adults with multimorbidity from a health ecological perspective: a cross-sectional study. *BMC Geriatr [Internet]*. 2025;25(1). Available from: <https://doi.org/10.1186/s12877-025-05777-0>

58. **James K, Jamil Y, Kumar M, Kwak MJ, Nanna MG, Qazi S, et al.** Frailty and Cardiovascular Health. *J Am Hear Assoc* . 2024;13(15):1–18.
59. **Zhang L, Zeng X, He F, Huang X.** Inflammatory biomarkers of frailty: A review. *Exp Gerontol* [Internet]. 2023;179(March):112253. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2023.112253>
60. **Hemeg HA, Rauf A, Rashid U, Muhammad N, Al-Awthani YS, Bahattab OS, et al.** In Vitro α -Glycosidase Inhibition and in Silico Studies of Flavonoids Isolated from *Pistacia integerrima* Stew ex Brandis. *Biomed Res Int* [Internet]. 2022;2022(September). Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/9636436>
61. **Rauf A, Bawazeer S, Herrera-Bravo J, Raza M, Naz H, Gul S, et al.** Potent in Vitro Phosphodiesterase 1 Inhibition of Flavone Isolated from *Pistacia integerrima* Galls. *Biomed Res Int* [Internet]. 2022;2022:1–6. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/6116003>
62. **Ahmad FM, Zafar A, Ahmed M, Akhtar N, Hasan MMU, Abdel-Maksoude MA, et al.** *Quercus floribunda* Lindl. Ex A. Camus; a tremendous remedy against inflammation and associated symptoms. *Fitoterapia* [Internet]. 2023;170(July):105628. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2023.105628>
63. **Alamir A, Abdallah M, Bafail R, Zaman AY, Aldhafiri AJ, Alalawi A, et al.** Acute paracetamol toxicity-induced inflammatory and oxidative effects are relieved by Aleppo galls : a novel experimental study. *Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol*. 2023;15(1):1–11.
64. **Wan-Nor-amilah WAW, Syifaa'-Liyana ML, Azlina Y, Shafizol Z, Nurul AA.** In vitro immunomodulatory activity of aqueous *quercus infectoria* gall extract. *Oman Med J*. 2021;36(3).
65. **Hwang YH, Jang SA, Kim T, Ha H.** Anti-osteoporotic and Anti-adipogenic Effects of *Rhus chinensis* Nutgalls in Ovariectomized Mice Fed with a High-fat Diet. *Planta Med*. 2019;85(14–15):1128–35.
66. **Yi SH, Jeong YJ, Jeon H, Park JH, Kim I, Her YM, et al.** Anti-obesity effects of *Galla rhois* via genetic regulation of adipogenesis. *Biomed Pharmacother* [Internet]. 2021;142:112063. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112063>
67. **Azmaz M, Aksoy ÖK, Katılmış Y, Mammadov R.** Investigation of the Antioxidant Activity and Phenolic Compounds of *Andricus quercustozae* Gall and Host Plant (*Quercus infectoria*). *Int J Second Metab*. 2020;7(2):77–87.
68. **Kaminski J, Haumont M, Prost-Camus E, Durand P, Prost M, Lizard G, et al.** Protection of C2C12 skeletal muscle cells toward oxidation by a polyphenol-rich plant extract. *Redox Exp Med*. 2023;2023(1).

Cómo citar: Sánchez E, Mosquera F, Vaca M, Narváez E, Baldeón ME. Agallas de plantas: Potencial bioactivo en enfermedades crónicas no transmisibles, una revisión narrativa. *MetroCiencia* [Internet]. 10 de septiembre de 2026;34(3):60-78. Disponible en: <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/60-78>

Resección y reconstrucción mandibular con injerto de cresta ilíaca en ameloblastoma: Reporte de caso

Block Resection of Mandibular Ameloblastoma with Two-Stage Reconstruction: A Case Report

Eduardo Ramos Carcelén¹, Eduardo Ramos Rivadeneira²

Resumen

El ameloblastoma es un tumor odontogénico benigno, localmente agresivo que afecta principalmente a los maxilares, con mayor frecuencia a la mandíbula. Su patrón de crecimiento infiltrativo dificulta la resección completa y aumenta el riesgo de recidiva^{1,2,3}. El diagnóstico requiere una evaluación integral mediante estudios de imagen, incluyendo ortopantomografía y tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) complementados con análisis histopatológicos¹³. El tratamiento depende de la extensión de la lesión y del grado de destrucción tisular, pudiendo variar desde procedimientos conservadores hasta resecciones mandibulares extensas con reconstrucción ósea^{7,15}. Se presenta el caso clínico de un paciente sometido a resección en bloque, de un ameloblastoma mandibular seguida de reconstrucción del cuerpo y rama mandibular con injerto autólogo de cresta ilíaca en dos tiempos quirúrgicos. El procedimiento incluyó la resección segmentaria de la lesión, reconstrucción mandibular y estabilización mediante osteosíntesis rígida para restablecer la continuidad ósea y la función mandibular. La evolución postoperatoria fue favorable, sin complicaciones transoperatorias ni postoperatorias relevantes. Se obtuvo adecuada estabilidad ósea, restauración funcional y resultados estéticos satisfactorios durante el seguimiento clínico. La combinación de resección quirúrgica y reconstrucción mandibular con injerto de cresta ilíaca representa una alternativa terapéutica efectiva para el manejo de ameloblastomas mandibulares extensos, permitiendo disminuir el riesgo de recidiva y mejorar la rehabilitación funcional y estética del paciente¹⁶.

Palabra clave: Ameloblastoma mandibular, resección en bloque, reconstrucción mandibular, injerto de cresta ilíaca, fijación ósea rígida..

Abstract

Ameloblastoma is a benign but locally aggressive odontogenic tumor that primarily affects the jaws, most commonly the mandible. Its infiltrative growth pattern makes complete surgical excision challenging and increases the risk of recurrence¹²³. Diagnosis requires a comprehensive evaluation through imaging studies, including panoramic radiography and cone-beam computed tomography (CBCT), complemented by histopathological analysis¹³. Treatment depends on the extent of the lesion and the degree of tissue destruction, ranging from conservative procedures to extensive mandibular resections followed by reconstructive surgery^{7,15}. This report presents the case of a patient who underwent block resection of a mandibular ameloblastoma followed by reconstruction of the mandibular body and ramus using an autologous iliac crest graft and rigid internal fixation in two surgical stages. The procedure included segmental mandibular resection, mandibular reconstruction, and stabilization with rigid osteosynthesis to restore mandibular continuity and function. The postoperative course was favorable, with no significant intraoperative or postoperative complications. Adequate bone stability, functional restoration, and satisfactory aesthetic outcomes were achieved during clinical follow-up. The combination of surgical resection and mandibular reconstruction with an iliac crest graft represents an effective therapeutic approach for the management of extensive mandibular ameloblastomas, reducing the risk of recurrence while improving functional and aesthetic rehabilitation¹⁶.

Keywords: Mandibular ameloblastoma, Block resection, Mandibular reconstruction, Iliac crest graft, Rigid internal fixation.

1. Hospital Pablo Arturo Suárez; Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0009-0007-5794-436X>
2. Hospital Pablo Arturo Suárez; Quito, Ecuador;  <https://orcid.org/0009-0001-7842-1441>



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Recibido: 13-05-2026

Aceptado: 20-07-2026

Publicado: 10-09-2026

DOI: 10.47464/MetroCiencia/vol33/3/2026/79-86

***Correspondencia autor:** eduram60@gmail.com

Introducción

El ameloblastoma es un tumor epitelial benigno de origen odontogénico localmente agresivo y con alta frecuencia de recurrencia^{1,2}. Se creía teóricamente que el origen es de la lámina dental latente del órgano del esmalte en desarrollo el recubrimiento epitelial del quiste odontogénico desde las células de la capa basal de la mucosa oral, el ameloblastoma representa el 1% de todos los tumores de la cavidad oral con un 11% de todos los tumores de los maxilares y de estos el 90% se localizan en la región mandibular y un 25% están asociados a un diente retenido^{3,5}.

El ameloblastoma es un tumor odontogénico benigno de crecimiento lento, localmente invasivo y generalmente asintomático en sus etapas iniciales. Clínicamente, produce un aumento de volumen progresivo del maxilar o la mandíbula acompañado de expansión de las corticales vestibular y/o lingual, afectando con mayor frecuencia la región posterior de la mandíbula, especialmente el área del ángulo y la rama mandibular. A medida que la lesión aumenta de tamaño, puede ocasionar asimetría facial, movilidad y desplazamiento dentario, alteraciones de la oclusión y reabsorción radicular de los dientes adyacentes. Aunque el dolor, la parestesia y la ulceración de la mucosa son manifestaciones poco frecuentes, pueden presentarse en lesiones extensas, secundariamente infectadas o con compromiso de estructuras neurovasculares. En casos avanzados, el adelgazamiento de las corticales óseas puede producir crepitación a la palpación e incrementar el riesgo de fracturas patológicas¹⁻³.

Clínicamente y de acuerdo con la clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 2005, el ameloblastoma se dividía en cuatro variantes principales: sólido/multiquístico o convencional, uniuístico, periférico (extraóseo) y desmoplásico. Asimismo, se reconocía el denominado tipo mixto, que combinaba características del ameloblasto-

ma convencional y del desmoplásico. Posteriormente, la 4.^a edición de la clasificación de la OMS (2017) simplificó esta clasificación al considerar al ameloblastoma desmoplásico como una variante histológica del ameloblastoma convencional, manteniendo únicamente el ameloblastoma convencional, el uniuístico y el periférico como subtipos clinicopatológicos, además de reclasificar el ameloblastoma metastatizante dentro de las neoplasias benignas debido a su apariencia histológica benigna. Estas modificaciones fueron conservadas y actualizadas en la 5.^a edición de la OMS (2022)⁶.

Radiológicamente, suele presentarse como una lesión quística expansiva que adelgaza o erosiona la cortical ósea. Se han descrito tres patrones radiográficos principales: unilocular, multilocular y en “panal de abejas”. Sin embargo, no se ha demostrado una correlación clara entre los hallazgos radiológicos y la edad, el sexo, el tipo histológico ni el grado de agresividad tumoral^{4,5}.

Aunque el ameloblastoma puede presentarse a cualquier edad, se considera poco frecuente en adultos jóvenes, representando aproximadamente entre el 10% y el 15% de los casos reportados de ameloblastoma mandibular^{3,4}. El protocolo terapéutico depende de factores como la extensión de la lesión, la localización anatómica, el tipo histológico y el tamaño tumoral⁷.

Caso clínico

Se presenta el caso clínico de un paciente masculino de 33 años de edad que acudió a consulta externa de nuestra institución, sin antecedentes patológicos de importancia. Al examen físico extraoral se evidenció ligera asimetría facial en la región geniana mandibular izquierda. Al examen intraoral se observó una lesión expansiva en la región posterior mandibular izquierda, asociada a aumento de volumen, compromiso de la cortical ósea y exposición de tejido patológico a nivel retromolar, con alteración

de los tejidos blandos adyacentes [Figura 1]. El paciente refería antecedentes de episodios recurrentes de inflamación facial ipsilateral, acompañados de fiebre y dolor de moderada intensidad. Debido a esta sintomatología, acudió en múltiples ocasiones durante aproximadamente cinco años a diferentes profesionales odontológicos durante las fases de agudización, recibiendo tratamiento farmacológico con mejoría parcial de los síntomas y periodos alternados de remisión y exacerbación clínica.



Figura 1. Lesión intraoral expansiva en región posterior mandibular izquierda con exposición de tejido patológico y compromiso óseo cortical.

Como parte del estudio diagnóstico se solicitó una ortopantomografía, en la que se observó una imagen radiolúcida unilocular de aproximadamente 5 cm de diámetro, localizada desde el cuerpo mandibular izquierdo hasta la región del trigono retromolar, asociada a la pieza dental 37, la cual presentaba reabsorción radicular. La lesión ocasionaba pérdida de sustancia ósea en ambas corticales, extendiéndose hacia la rama mandibular y la apófisis coronoides, respetando el cóndilo mandibular y manteniendo la continuidad ósea sin evidencia de fractura patológica. La tomografía computarizada con reconstrucción tridimensional confirmó el grado de destrucción ósea y la extensión tumoral [Figura 2].

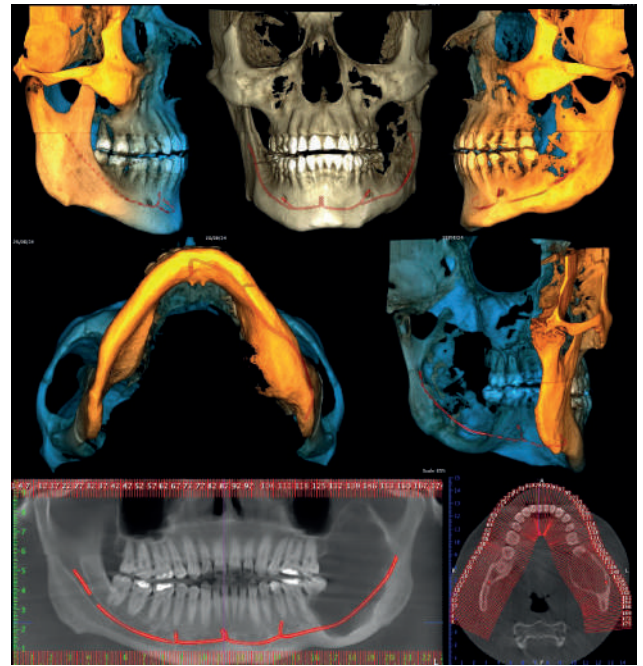


Figura 2. Tomografía computarizada con reconstrucción tridimensional que evidencia lesión radiolúcida expansiva en cuerpo y rama mandibular izquierda con compromiso de corticales óseas.

Con base en los hallazgos clínicos e imagenológicos, se planteó como diagnóstico presuntivo un tumor odontogénico compatible con ameloblastoma, considerando como diagnósticos diferenciales un fibroma odontogénico y un tumor odontogénico adenomatoide. Se decidió realizar un manejo quirúrgico en dos tiempos. En el primer procedimiento, bajo anestesia local y abordaje intraoral, se efectuó curetaje y enucleación de la lesión, toma de biopsia excisional y aplicación tópica de solución de Carnoy sobre el lecho quirúrgico 13, seguida de cierre primario con sutura continua de prolene 3-0 [Figura 3]. La muestra fue enviada para estudio histopatológico, el cual reportó ameloblastoma plexiforme de cuerpo y rama mandibular.

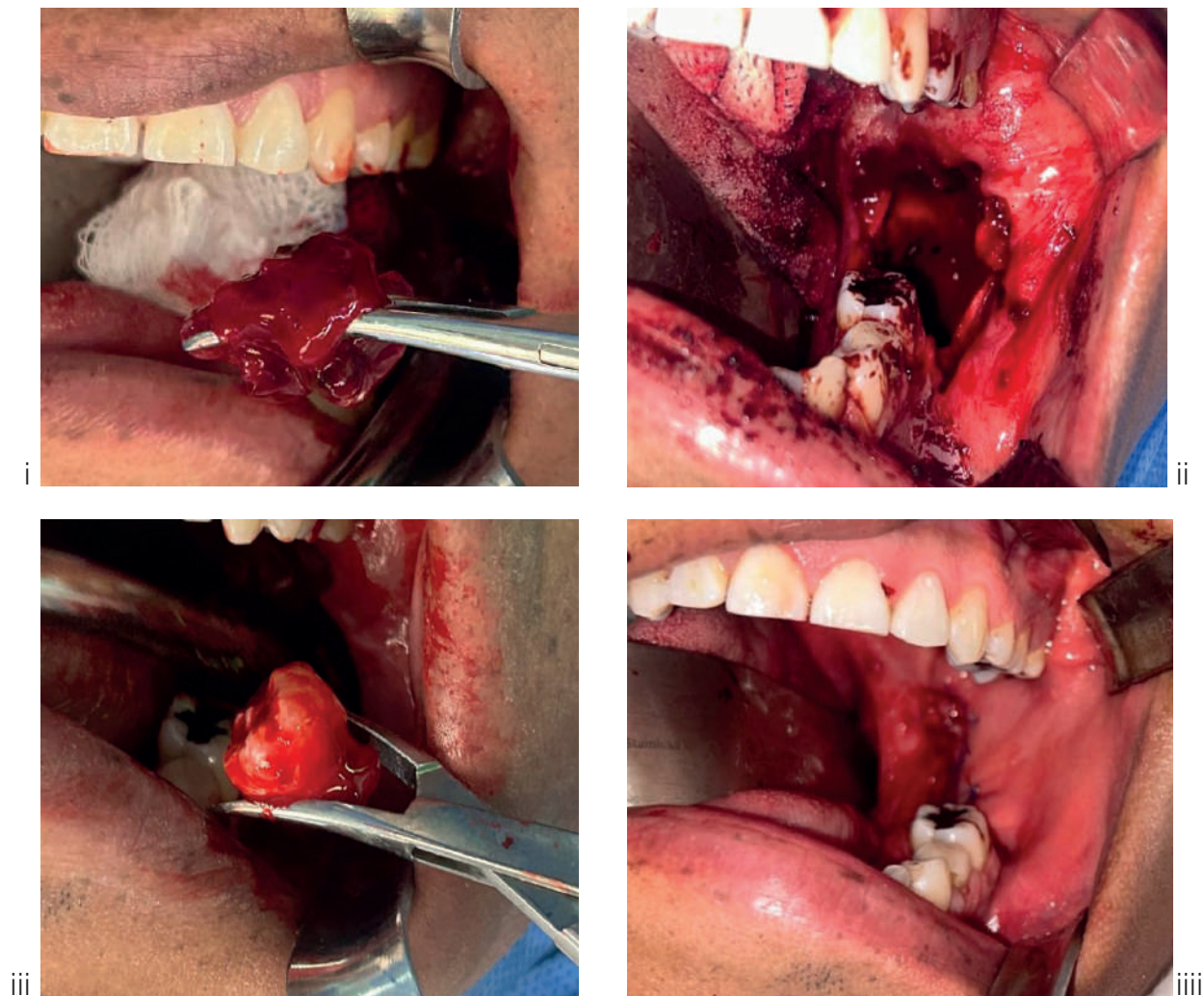


Figura 3. Primer tiempo quirúrgico. (I) Exposición intraoral de la lesión tumoral. (II) Curetaje y enucleación de la lesión mandibular. (III) Aplicación tópica de solución de Carnoy 13 sobre el lecho quirúrgico. (IV) Cierre primario del sitio quirúrgico con sutura continua de prolene 3-0.

Segundo tiempo quirúrgico y planificación virtual preoperatoria

Cuatro semanas después, una vez obtenido el diagnóstico definitivo y completada la epitelización intraoral, se planificó el segundo tiempo quirúrgico bajo anestesia general. Se realizaron estudios tomográficos axiales, coronales y sagitales con reconstrucción 3D y planificación virtual mediante tecnología CAD/CAM e inteligencia artificial para la elaboración de un modelo litográfico y el predoblado de la placa de reconstrucción mandibular. Asimismo, se confeccionaron guías quirúrgicas con márgenes de seguridad de 1 cm [Figura 4].



Figura 4. Modelo litográfico mandibular y predoblado de placa de reconstrucción para planificación quirúrgica de resección en bloque mandibular.

El procedimiento consistió en abordaje extraoral mediante incisión tipo Risdon respetando la rama cervical del nervio facial y resección en bloque del cuerpo y rama mandibular izquierdos con márgenes oncológicos de seguridad. Posteriormente, se realizó reconstrucción mandibular utilizando injerto autólogo de cresta ilíaca de aproximadamente 4 × 4 cm, modelado de acuerdo con el defecto óseo y estabilizado mediante placa de reconstrucción de titanio del sistema 2.7 mm, previa verificación de la oclusión con fijación intermaxilar temporal. El cierre quirúrgico se realizó por planos con vicryl 3-0 y nylon 4-0, además de colocación de drenaje de aspiración negativa tipo Jackson-Pratt [Figura 5].

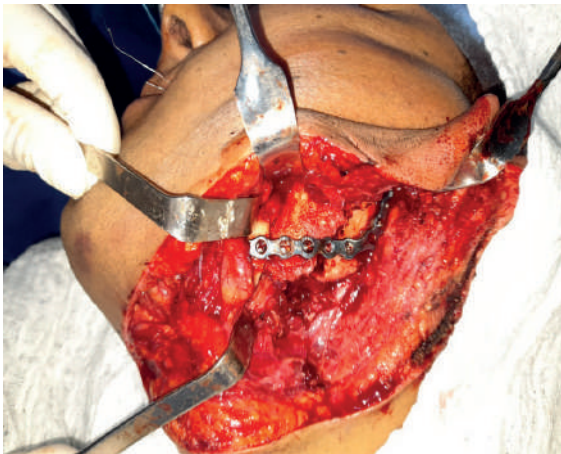


Figura 5. Reconstrucción mandibular intraoperatoria mediante injerto autólogo de cresta ilíaca y fijación con placa de reconstrucción de titanio.

Durante el postoperatorio, el paciente recibió manejo hospitalario con antibioticoterapia parenteral, analgesia, terapia antiinflamatoria y controles tomográficos inmediatos y seriados. La evolución clínica fue favorable, sin complicaciones intraoperatorias ni postoperatorias relevantes. El seguimiento incluyó controles diarios intrahospitalarios, valoración funcional de la rama marginal del nervio facial, monitoreo del drenaje quirúrgico y controles clínico-radiográficos periódicos durante seis meses, observándose adecuada estabilidad del injerto, correcta continuidad mandibular y resultados funcionales y estéticos satisfactorios [Figura 6].



Figura 6. Control postoperatorio clínico y radiográfico con adecuada estabilidad del injerto y restauración de la continuidad mandibular.

Discusión

El ameloblastoma es un tumor odontogénico benigno caracterizado por un comportamiento biológico localmente agresivo, debido a su capacidad de infiltrar el hueso trabecular más allá de los límites clínicos y radiográficos aparentes⁸. Esta característica explica las elevadas tasas de recurrencia descritas tras tratamientos conservadores y fundamenta la necesidad de seleccionar la modalidad terapéutica de acuerdo con el

subtipo histopatológico, la extensión de la lesión y el compromiso de las estructuras anatómicas vecinas. Diversos estudios han demostrado que el ameloblastoma sólido o convencional presenta un comportamiento más agresivo y una mayor probabilidad de recurrencia que el ameloblastoma unicuístico, motivo por el cual suele requerir procedimientos quirúrgicos más radicales⁹⁻¹⁰.

En el presente caso, la lesión comprometía el cuerpo y la rama mandibular izquierda, produciendo destrucción ósea extensa y expansión de las corticales, hallazgos compatibles con un comportamiento localmente invasivo. Estos hallazgos justificaron la realización de una resección segmentaria con márgenes oncológicos de seguridad, procedimiento considerado por múltiples autores como el tratamiento de elección para el ameloblastoma sólido o multicuístico de gran tamaño, ya que presenta menores tasas de recurrencia en comparación con los tratamientos conservadores¹¹.

Aunque la enucleación asociada a curetaje representa una alternativa terapéutica para lesiones seleccionadas, especialmente en algunos casos de ameloblastoma unicuístico, diversos estudios han demostrado que la enucleación aislada se asocia con mayores índices de recidiva debido a la persistencia de islotes epiteliales microscópicos infiltrados en el hueso adyacente¹². Por este motivo, la aplicación de la solución de Carnoy ha sido ampliamente recomendada como tratamiento adyuvante posterior a la enucleación y el curetaje. Esta solución, compuesta tradicionalmente por etanol absoluto, cloroformo, ácido acético glacial y cloruro férrico, actúa como un fijador químico capaz de penetrar aproximadamente 1,5 mm en el hueso, destruyendo los remanentes epiteliales tumorales y reduciendo el riesgo de recurrencia. Generalmente se recomienda su aplicación durante un período de tres a cinco minutos, evitando el contacto directo con el nervio alveolar inferior debido a su potencial efecto neurotóxico¹³.

La evidencia científica respalda el beneficio de esta terapia adyuvante. Lau y Samman

reportaron que la recurrencia del ameloblastoma tratado únicamente mediante enucleación fue aproximadamente del 30,5 %, mientras que la combinación de enucleación y solución de Carnoy redujo la recurrencia al 16 %¹⁴. En contraste, la resección presentó la menor tasa de recurrencia, cercana al 3,6 %, consolidándose como el tratamiento con mejores resultados para lesiones extensas y localmente agresivas. Estos hallazgos han sido confirmados por revisiones sistemáticas más recientes, las cuales continúan recomendando la resección para el ameloblastoma convencional y reservan los tratamientos conservadores para casos cuidadosamente seleccionados¹⁵.

En el caso presentado no se indicó la aplicación de solución de Carnoy debido a que el paciente presentaba una lesión extensa con compromiso del cuerpo y la rama mandibular, condiciones que hacían inviable un tratamiento conservador. En consecuencia, se optó por una resección en bloque con márgenes de seguridad seguida de reconstrucción inmediata mediante injerto autólogo de cresta ilíaca y fijación con placa de reconstrucción de titanio. Esta estrategia permitió restablecer la continuidad mandibular, preservar la estabilidad oclusal y obtener resultados funcionales y estéticos satisfactorios, coincidiendo con las recomendaciones actuales para el manejo de defectos mandibulares de tamaño moderado a extenso. El injerto autólogo continúa siendo considerado el estándar de referencia debido a sus propiedades osteogénicas, osteoinductivas y osteoconductoras¹⁶.

Finalmente, el seguimiento a largo plazo constituye un aspecto fundamental en el manejo del ameloblastoma. Aunque el paciente presentó una evolución clínica y radiográfica favorable durante los primeros seis meses posteriores a la cirugía, sin evidencia de recurrencia ni complicaciones relacionadas con el injerto o el material de osteosíntesis, se recomienda mantener controles clínicos e imagenológicos periódicos durante un tiempo prolongado, ya que se han descrito recurrencias incluso varias décadas después del tratamiento inicial¹⁷.

Conclusiones

El manejo de una lesión tumoral benigna, localmente agresiva y con alta tasa de recurrencia, como el ameloblastoma, requiere una adecuada planificación diagnóstica y terapéutica orientada a seleccionar el tratamiento más apropiado para cada caso. En el presente reporte, se optó por un abordaje quirúrgico en dos tiempos, precedido de punción aspirativa con aguja fina (PAAF) y estudio anatómopatológico, con el objetivo de establecer el diagnóstico definitivo y determinar el tipo histológico de ameloblastoma.

Asimismo, se consideró el compromiso y exposición de la lesión hacia la cavidad oral, además de la realización de estudios complementarios avanzados, incluyendo planificación virtual mediante tecnología CAD/CAM, inteligencia artificial (IA), elaboración de modelo litográfico, predoblado de la placa de reconstrucción mandibular y confección de guías quirúrgicas de corte.

En el primer tiempo quirúrgico se realizó enucleación de la lesión tumoral mediante curetaje, aplicación de solución de Carnoy y cierre primario del lecho quirúrgico. Posteriormente, una vez completada la epiteliización intraoral y confirmado el diagnóstico histopatológico, se programó el segundo tiempo quirúrgico consistente en resección en bloque con márgenes de seguridad y reconstrucción mandibular inmediata mediante injerto autólogo de cresta ilíaca y placa de reconstrucción de titanio.

Contribución de los autores

a) Concepción y diseño del trabajo: Eduardo Ramos Carcelén.

b) Análisis e interpretación de datos, redacción del manuscrito y revisión crítica del manuscrito: Eduardo Ramos Rivadeneira.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés personal, financiero, intelectual, económico y de interés corporativo con

el Hospital Metropolitano y los miembros de la revista MetroCiencia.

Financiación

Financiamiento propio.

Bibliografía

1. **Effiom OA, Ogundana OM, Akinshipo AO, Akintoye SO.** Ameloblastoma: current etiopathological concepts and management. *Oral Dis.* 2018;24(3):307–316. doi:10.1111/odi.12646.
2. **Suma MS, Sundaresh KJ, Shruthy R, Mallikarjuna R.** Ameloblastoma: an aggressive lesion of the mandible. *BMJ Case Rep.* 2013;2013:bcr2013200483. doi:10.1136/bcr-2013-200483.
3. **Avelar RL, Primo BT, Pinheiro-Nogueira CB, Studart-Soares EC, de Oliveira RB, de Medeiros JR, et al.** Worldwide incidence of odontogenic tumors. *J Craniofac Surg.* 2011;22(6):2118–2123. doi:10.1097/SCS.0b013e3182323cc7.
4. **Shin SM, Choi EJ, Moon SY.** Prevalence of pathologies related to impacted mandibular third molars. *Springerplus.* 2016;5:915. doi:10.1186/s40064-016-2640-4.
5. **Butt FMA, Guthua SW, Awange DA, Dimba EAO, Macigo FG.** The pattern and occurrence of ameloblastoma in adolescents treated at a university teaching hospital in Kenya: a 13-year study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40(2):e39–e45. doi:10.1016/j.jcms.2011.03.011.
6. **Vered M, Wright JM.** Update from the 5th Edition of the World Health Organization Classification of Head and Neck Tumors: Odontogenic and Maxillofacial Bone Tumours. *Head Neck Pathol.* 2022;16(1):63-75.
7. **Kahairi A, Ahmad RL, Islah LW, Norra H.** Management of large mandibular ameloblastoma: a case report and literature review. *Arch Ofac Sci.* 2008;3:52–55.
8. **Ghai S.** Ameloblastoma: An Updated Narrative Review of an Enigmatic Tumor. *Cureus.* 2022;14(8):e27734. doi:10.7759/cureus.27734.
9. **Liu Y, Wang H, You M, et al.** Recurrence rates of intraosseous ameloblastoma cases with conservative or aggressive treatment: A systematic review and meta-analysis. *Front Oncol.* 2021;11:647200.
10. **Rullo R, D'Aquino R, et al.** The Effect of Conservative vs. Radical Treatment of Ameloblastoma

on Recurrence Rate and Quality of Life: An Umbrella Review. *J Clin Med*. 2024.

11. **Gasparro R, Giordano F, Campana MD, Aliberti A, Landolfo E, Dolce P, et al.** The Effect of Conservative vs. Radical Treatment of Ameloblastoma on Recurrence Rate and Quality of Life: An Umbrella Review. *J Clin Med*. 2024;13(17):5339.
12. **Inthong P, Upalananda W, Saepoo J.** Factors Associated with Recurrence of Ameloblastoma: A Scoping Review. *Head Neck Pathol*. 2024;18(1):82. doi:10.1007/s12105-024-01686-7.
13. **Lal B, Shah S, Acharya S, et al.** Role of Carnoy's solution as treatment adjunct in jaw lesions other than odontogenic keratocyst: a systematic review. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2021;59(5):e64-e72. doi:10.1016/j.bjoms.2020.12.019.
14. **Lau SL, Samman N.** Recurrence related to treatment modalities of unicystic ameloblastoma: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2006;35(8):681-690. doi:10.1016/j.ijom.2006.02.016.
15. **Gasparro R, Giordano F, Campana MD, Aliberti A, Landolfo E, Dolce P, et al.** The Effect of Conservative vs. Radical Treatment of Ameloblastoma on Recurrence Rate and Quality of Life: An Umbrella Review. *J Clin Med*. 2024;13(17):5339. doi:10.3390/jcm13175339.
16. **Orciani M, Di Primio R, Mattioli-Belmonte M, et al.** Bone Grafts in Dental Medicine: An Overview of Autografts, Allografts and Synthetic Materials. *Materials (Basel)*. 2023;16(11):4117. doi:10.3390/ma16114117.
17. **Inthong P, Upalananda W, Saepoo J.** Factors Associated with Recurrence of Ameloblastoma: A Scoping Review. *Head Neck Pathol*. 2024;18(1):82. doi:10.1007/s12105-024-01686-7.

Cómo citar: Ramos Carcelén E, Ramos Rivadeneira E. Resección y reconstrucción mandibular con injerto de cresta ilíaca en ameloblastoma: Reporte de caso. *MetroCiencia* [Internet]. 10 de septiembre de 2026;34(3):79-86. Disponible en: <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/79-86>

Lesión esofágica grave asociada a exposición prolongada y repetida a prótesis metálicas en un paciente pediátrico: Reporte de caso clínico

Severe esophageal injury associated with prolonged and repeated metallic stent exposure in a pediatric patient: A case report

Lenin Chachapoya-Rivas¹, Juliors Francisco Gonzalez-Navarro¹, Daniel Benigno Acosta-Farina¹

Resumen

Las complicaciones esofágicas asociadas al uso de prótesis metálicas en pacientes pediátricos son infrecuentes y graves. Paciente de 8 años con antecedente de atresia esofágica tipo C reparada en el período neonatal y estenosis anastomótica refractaria, con exposición secuencial y prácticamente continua a seis prótesis metálicas durante al menos 430 días. Se identificaron seis dispositivos: dos prótesis de aposición luminal de 16 × 20 mm, dos prótesis biliares de 10 Fr × 40 mm y dos prótesis esofágicas de aproximadamente 18 mm. Los tiempos de permanencia oscilaron entre 15 y 169 días. Durante la evolución se documentaron migración, persistencia de estenosis, fístulas esofagotraqueales o esofagobronquiales y lesión esofágica con múltiples microperforaciones. El paciente desarrolló insuficiencia respiratoria y neumonía aspirativa grave, requiriendo cuidados intensivos. El manejo incluyó retiro de prótesis, terapia endoscópica de presión negativa y esofagostomía cervical. Posteriormente, se realizó reconstrucción mediante ascenso retroesternal de colon, con anastomosis esófago-colónica y colo-gástrica. La secuencia temporal, exposición repetida y prolongada y plausibilidad biológica sustentan una probable asociación entre la estrategia protésica y la lesión esofágica, sin demostrar causalidad definitiva. El caso resalta la importancia de la trazabilidad, vigilancia endoscópica y reevaluación temprana de estrategias protésicas prolongadas en el esófago pediátrico previamente intervenido.

Palabras clave: Atresia esofágica; Estenosis esofágica; Fístula esofágica; Perforación esofágica; Prótesis.

Abstract

Esophageal complications associated with metallic stents in pediatric patients are uncommon but may be severe. An 8-year-old boy with type C esophageal atresia repaired during the neonatal period and refractory anastomotic stricture experienced sequential and nearly continuous exposure to six metallic stents for at least 430 days. Six devices were identified: two 16 × 20 mm lumen-apposing metal stents, two 10 Fr × 40 mm biliary stents, and two esophageal stents measuring approximately 18 mm. Dwell times ranged from 15 to 169 days. During follow-up, stent migration, persistent stricture, esophagotracheal or esophagobronchial fistulas, and

1. Posgrado de Cirugía Pediátrica, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Hospital de Niños Dr. Roberto Gilbert Elizalde, Guayaquil, Ecuador.  <https://orcid.org/0009-0004-6709-7692>
1. Posgrado de Cirugía Pediátrica, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Hospital de Niños Dr. Roberto Gilbert Elizalde, Guayaquil, Ecuador.  <https://orcid.org/0000-0001-6681-9877>
1. Posgrado de Cirugía Pediátrica, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Hospital de Niños Dr. Roberto Gilbert Elizalde, Guayaquil, Ecuador.  <https://orcid.org/0000-0002-9655-2824>



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Recibido: 08-04-2026

Aceptado: 08-06-2026

Publicado: 10-09-2026

DOI: 10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/87-94

***Correspondencia autor:** renin.chachapoyar@gmail.com

esophageal injury with multiple microperforations were documented. The patient developed respiratory failure and severe aspiration pneumonia requiring intensive care. Management included stent removal, endoscopic vacuum therapy, and cervical esophagostomy for salvage. Subsequently, reconstruction was performed using retrosternal colonic interposition with esophagocolonic and cologastric anastomoses. The temporal sequence, repeated and prolonged exposure, and biological plausibility support a probable association between the stent-based strategy and esophageal injury, without establishing definitive causality. This case highlights the importance of device traceability, endoscopic surveillance, and early reassessment of prolonged stent-based strategies in previously operated pediatric esophagi, particularly when complications or persistent symptoms develop, and emphasizes the need for multidisciplinary management and timely reconstructive planning.

Keywords: Esophageal Atresia; Esophageal Fistula; Esophageal Perforation; Esophageal Stenosis; Stents.

Introducción

La estenosis anastomótica es la complicación posoperatoria más frecuente tras la reparación de la atresia esofágica, con una incidencia reportada de 18% a 78%¹. Aunque la dilatación es el tratamiento inicial, algunos pacientes desarrollan estenosis refractarias que requieren intervenciones adicionales o sustitución esofágica^{1,2}.

En las estenosis refractarias, las prótesis metálicas autoexpandibles (SEMS) se han utilizado como alternativa endoscópica para mantener la permeabilidad luminal³. Sin embargo, la evidencia pediátrica es limitada y los resultados son variables, por lo que el stent puede constituir una medida temporal antes de una intervención reconstructiva definitiva⁴. La duración óptima de permanencia del stent en niños tampoco está claramente establecida, y su uso puede complicarse con migración, formación de tejido de granulación y ulceración mucosa⁵.

Entre las complicaciones graves se encuentran la erosión esofágica, la perforación y la formación de fístulas hacia la vía aérea⁶. Estos riesgos adquieren particular importancia en un esófago previamente intervenido y sometido a instrumentación repetida⁷.

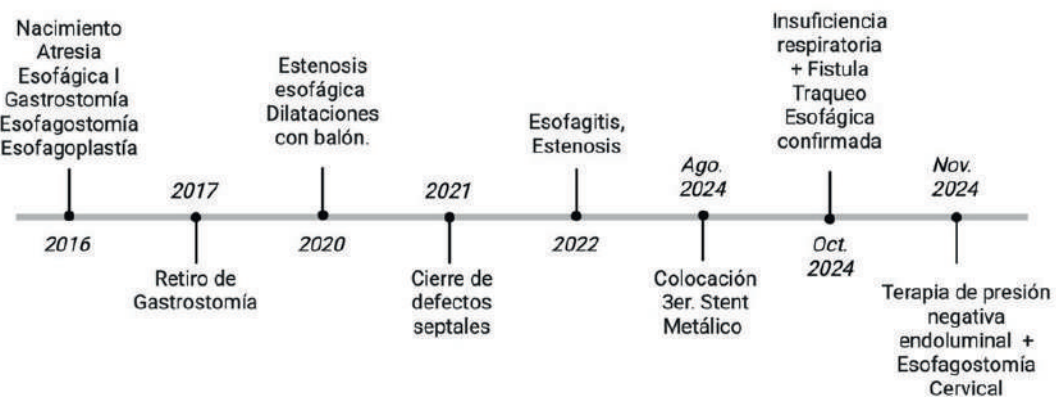
Este caso es relevante por la evolución de una lesión esofágica grave asociada temporalmente con el uso repetido y prolongado de prótesis en un esófago pediátrico previamente intervenido, y por la necesidad posterior de estrategias endoscópicas y reconstructivas de salvamento y manejo especializado trazable.

Presentación del caso

Paciente masculino de 8 años, con antecedente de atresia esofágica tipo C reparada quirúrgicamente durante el período neonatal, con evolución posterior caracterizada por estenosis anastomótica persistente y disfagia, que requirió múltiples dilataciones endoscópicas.

La revisión retrospectiva de los registros clínicos y endoscópicos permitió reconstruir seis colocaciones sucesivas de prótesis metálicas entre el 3 de junio de 2023 y el 6 de agosto de 2024. La exposición fue prácticamente continua durante este período, con sustitución de un dispositivo por otro durante procedimientos consecutivos. Debido a que parte del tratamiento se realizó en otra institución, no fue posible recuperar la documentación técnica completa, el fabricante, el modelo comercial o la información regulatoria de todos los dispositivos.

Figura 1. Línea de tiempo clínico-quirúrgica del paciente



El 3 de junio de 2023 se documentó una estenosis corta de la anastomosis esofágica y se colocó una prótesis de aposición luminal identificada en el informe endoscópico como SPAXUS de 16 × 20 mm. Se indicó control endoscópico y retiro en 8–12 semanas. El dispositivo permaneció in situ hasta el 31 de octubre de 2023, cuando fue retirado por migración proximal. En ese procedimiento se documentaron nuevamente la estenosis anastomótica y una fístula esófago-traqueal, por lo que se colocaron dos prótesis biliares parcialmente cubiertas de 10 Fr × 40 mm en telescopaje.

Las dos prótesis biliares fueron retiradas el 15 de noviembre de 2023, después de 15 días de permanencia. En ese momento persistían la estenosis esofágica y una pequeña fístula esófago-bronquial, descrita como de menor tamaño respecto a la evaluación previa. Durante el mismo procedimiento se colocó una prótesis esofágica metálica parcialmente cubierta de aproximadamente 18 × 103 mm, con indicación de control endoscópico a las seis semanas.

La prótesis permaneció hasta el 2 de mayo de 2024, cuando fue retirada después de 169 días. En la evaluación se documentó fuga asociada a una fístula esófago-traqueal y se consignó el diagnóstico de fístula esófago-pleural crónica. Se realizó tratamiento endoscópico con argón y colocación de un

clip Ovesco de 11 mm. Debido a la persistencia de la fuga en el control fluoroscópico, se colocó durante el mismo procedimiento una segunda prótesis de aposición luminal identificada como SPAXUS de 16 × 20 mm.

Esta prótesis permaneció durante 96 días y fue retirada el 6 de agosto de 2024. El control previo mostró estenosis distal a la prótesis y, posterior a su extracción, persistencia de la estenosis anastomótica, descrita como probablemente inflamatoria. El estudio contrastado no evidenció fuga. Durante el mismo procedimiento se colocó una nueva prótesis esofágica totalmente cubierta de aproximadamente 18 × 100 mm, fijada mediante dos hemoclips, con indicación documentada de retiro en tres semanas. No se dispone de registros posteriores que permitan establecer su tiempo final de permanencia.

En consecuencia, entre el 3 de junio de 2023 y el 6 de agosto de 2024 se documentaron al menos 430 días consecutivos de exposición a seis prótesis metálicas sucesivas: dos prótesis de aposición luminal de 16 × 20 mm, dos prótesis biliares de 10 Fr × 40 mm y dos prótesis esofágicas de aproximadamente 18 mm de diámetro. La documentación disponible no permitió verificar de manera independiente el fabricante, modelo comercial completo, ficha técnica, registro sanitario ni indicación regulatoria pediátrica

de todos los dispositivos. La identificación de SPAXUS deriva exclusivamente de los informes endoscópicos disponibles y no sustituye la documentación específica del dispositivo utilizado.

Posteriormente, el paciente presentó tos persistente, dificultad respiratoria progresiva y deterioro clínico, por lo que fue referido para manejo hospitalario. Al ingreso

presentó insuficiencia respiratoria aguda y compromiso hemodinámico, requiriendo ventilación mecánica y soporte vasoactivo. La tomografía de tórax mostró engrosamiento esofágico y consolidaciones pulmonares bilaterales compatibles con neumonía aspirativa grave. El estudio contrastado evidenció paso de contraste hacia la vía aérea, compatible con fístula traqueoesofágica.

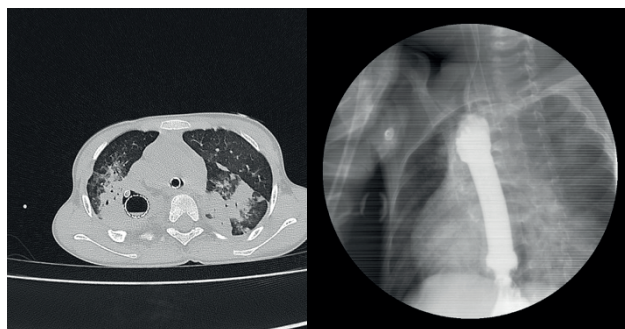


Figura 2. 1A. TC de tórax, axial: engrosamiento circunferencial del esófago distal acompañado de amplias áreas de consolidación pulmonar bilateral con broncograma aéreo, sugestivas de neumonía aspirativa. 1B. Estudio esofagogastroduodenal con contraste hidrosoluble, AP: opacificación de la vía aérea distal, incluyendo tráquea y bronquios principales, en relación con recidiva de fístula traqueoesofágica.

Se realizó broncoscopia rígida, identificándose el trayecto fistuloso y aplicándose ácido tricloroacético. Durante la misma intervención se retiró la prótesis esofágica mediante endoscopia digestiva, observándose erosión extensa de la mucosa y múltiples microperforaciones esofágicas. Estos hallazgos fue-

ron compatibles con lesión esofágica grave. Debido a la complejidad del curso clínico y a la imposibilidad de atribuir las microperforaciones a un único dispositivo, se consideró la exposición acumulada y repetida a prótesis como un factor potencialmente asociado, sin establecer causalidad directa.

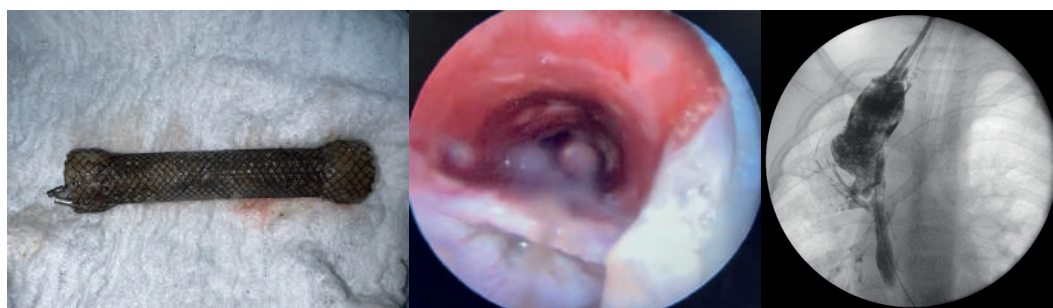


Figura 3. 2A. Stent metálico autoexpandible tras su extracción mediante endoscopia digestiva alta. 2B. Visualización endoscópica directa de fístulas esófago-bronquiales. 2C. Sistema de terapia de vacío endoscópico: control fluoroscópico con arco en C y contraste hidrosoluble que confirma adecuada localización del dispositivo.

Se inició terapia endoscópica de presión negativa a -125 mmHg para el control de la fuga y de la contaminación asociada. Durante aproximadamente cinco días se realizaron controles endoscópicos seriados, observándose disminución del exudado y mejoría parcial del lecho fistuloso. Sin embargo, persistieron las comunicaciones esófago-bronquiales, por lo que se suspendió la terapia y se reconsideró el tratamiento quirúrgico.

Durante una estancia de 19 días en cuidados intensivos, el paciente desarrolló neumonía asociada a ventilación mecánica por *Acinetobacter baumannii* y *Pseudomonas aeruginosa*, tratada de acuerdo con los resultados microbiológicos y el antibiograma. Ante la persistencia de las microperforaciones y la comunicación con la vía aérea, se estableció soporte nutricional mediante gastrostomía.

Debido a la persistencia de la fuga y al riesgo de contaminación mediastínica, se realizó cervicotomía con esofagostomía lateral

derecha como procedimiento de salvamento para el control de la contaminación. Posteriormente, un mes antes de la elaboración del presente reporte, el paciente fue sometido a laparotomía exploradora y reconstrucción esofágica mediante transposición retroesternal de colon, con anastomosis colo-esofágica, colo-gástrica y colo-cólica, además de anastomosis yeyuno-yeyunal término-terminal por reconstrucción del tránsito intestinal. Durante el procedimiento se realizó también cierre de la fístula gastrocutánea y colocación de dren cervical.

La reconstrucción se realizó mediante un segmento de colon seleccionado de acuerdo con su vascularización dependiente de las arterias cólica media y mesentérica inferior, que fue ascendido por vía retroesternal hasta el cuello y anastomosado al esófago proximal y al estómago. En el seguimiento posterior, el paciente presenta evolución clínica estable, con tolerancia de la reconstrucción y seguimiento ambulatorio especializado.

Tabla 1. Cronología de la exposición a prótesis metálicas y seguimiento endoscópico

Dispositivo	Colocación	Retiro	Tipo	Dimensiones	Permanencia	Control indicado	Hallazgos/complicaciones
1	03/06/2023	31/10/2023	LAMS identificado como SPAXUS	16 x 20 mm	150 días	8-12 semanas	Migración proximal; estenosis; fístula esófago-traqueal
2	31/10/2023	15/11/2023	Biliar parcialmente cubierta	10 Fr x 40 mm	15 días	15 días	Fístula esófago-bronquial
3	31/10/2023	15/11/2023	Biliar parcialmente cubierta	10 Fr x 40 mm	15 días	15 días	Fístula esófago-bronquial
4	15/11/2023	02/05/2024	Esofágica parcialmente cubierta	18 x 103 mm	169 días	6 semanas	Fuga; fístula esófago-traqueal/pleural
5	02/05/2024	06/08/2024	LAMS identificado como SPAXUS	16 x 20 mm	96 días	12 semanas	Estenosis distal
6	06/08/2024	No disponible	Esofágica totalmente cubierta	18 x 100 mm	No disponible	3 semanas	Sin registro posterior

Nota: Los intervalos corresponden exclusivamente a las indicaciones consignadas en los informes endoscópicos y no deben interpretarse como límites regulatorios.

Discusión

La estenosis anastomótica es la complicación más frecuente tras la reparación de la atresia de esófago, afectando al 18–78% de los pacientes¹. Ante las estenosis refractarias, las prótesis metálicas autoexpandibles se han utilizado como estrategia endoscópica temporal para mantener la luz esofágica y, en determinados pacientes, evitar o diferir intervenciones quirúrgicas de mayor complejidad^{4,8}. Sin embargo, la evidencia pediátrica es limitada y heterogénea, y su utilización continúa siendo selectiva⁵. Los resultados publicados muestran tasas variables de éxito y recurrencia, y en algunos pacientes las prótesis constituyen una medida temporal antes de recurrir a estrategias reconstructivas³.

El aspecto distintivo de este caso es la exposición secuencial y prácticamente continua a seis prótesis metálicas de diferentes tipos durante al menos 430 días, seguida de fistulización, erosión extensa y múltiples microperforaciones. La presión radial sostenida, la fricción sobre una pared esofágica previamente intervenida y la interacción mecánica entre el dispositivo y los tejidos ilustrando la posible asociación entre una exposición protésica múltiple y prolongada y la evolución hacia complicaciones esofágicas graves³; sin embargo, estos mecanismos no permiten atribuir las microperforaciones observadas a un dispositivo individual⁷. Aunque la literatura describe tasas de migración del 9% al 48% y riesgo de fístula adquirida por erosión del stent, una exposición secuencial de esta duración no fue identificada en las series pediátricas revisadas.^{9,10}

La terapia endoscópica de presión negativa constituye una alternativa de preservación esofágica con resultados favorables

en series pediátricas pequeñas, aunque la evidencia continúa limitada^{6,11}. En este paciente produjo mejoría local inicial, pero no logró resolver las comunicaciones esófago-bronquiales persistentes, lo que hizo necesario escalar el tratamiento. La esofagostomía cervical constituyó una estrategia de salvamento orientada al control de la contaminación y a la exclusión del esófago lesionado ante la persistencia de la fuga, la comunicación con la vía aérea y la neumonía aspirativa grave por *A. baumannii* y *P. aeruginosa*. Finalmente, la reconstrucción mediante transposición retroesternal de colon permitió establecer una continuidad esofagogástrica, actualmente bajo seguimiento posoperatorio especializado. En pacientes con pérdida funcional del esófago nativo, la sustitución esofágica constituye una alternativa reconstructiva establecida, cuya elección depende de la anatomía disponible, las condiciones clínicas y la experiencia del centro^{12,13}.

Como limitaciones del reporte, la naturaleza retrospectiva y la ausencia de documentación completa de todos los procedimientos limitan la reconstrucción precisa de la indicación y del contexto clínico de cada colocación. Tampoco fue posible establecer una trazabilidad completa de los dispositivos ni atribuir las lesiones a una prótesis individual. No obstante, este caso aporta a la literatura la caracterización de una exposición protésica múltiple y prolongada en un esófago pediátrico previamente intervenido, ilustrando la posible asociación entre esta estrategia y la evolución hacia complicaciones esofágicas graves, así como la viabilidad de un abordaje de rescate escalonado. Asimismo, el seguimiento relativamente reciente después de la reconstrucción limita la valoración de resultados funcionales y complicaciones tardías.

Tabla 2. Estudios representativos sobre el uso de prótesis esofágicas y complicaciones en pacientes pediátricos.

Estudio	Población	Exposición	Principal hallazgo
Manfredi et al., 2014 [6]	24 niños con atresia esofágica	41 stents	Migración, granulación, ulceraciones profundas y recurrencia de estenosis
Tandon et al., 2019 [5]	25 pacientes + revisión sistemática	65 stents; revisión 160 stents	90% requirió intervención adicional; 38% requirió reemplazo esofágico
Lange et al., 2018 [2]	13 niños con atresia	SEMS totalmente cubiertos	Experiencia con estenosis anastomótica
Wang et al., 2021 [4]	14 niños	20 FCSEMS individualizados	Migración, mala aposición, perforaciones y necesidad de intervención adicional
Sohouli et al., 2023 [14]	340 niños/adolescentes	18 estudios	Duración de 1–584 días; complicaciones heterogéneas

Conclusiones

La utilización prolongada y repetida de prótesis metálicas en un esófago pediátrico previamente intervenido puede asociarse con complicaciones esofágicas graves. En este caso, la exposición sucesiva a seis dispositivos durante al menos 430 días precedió a fistulización, erosión extensa y microperforaciones, sin que pueda establecerse causalidad directa. El caso resalta la importancia de la trazabilidad, vigilancia endoscópica y reevaluación temprana de estrategias protésicas prolongadas.

Bibliografía

- Dani SD, Shetty D, Gupta AR, Kothari PR.** Esophageal placement of a biliary stent to manage a iatrogenic esophageal perforation: A case report. *J Pediatr Surg Case Rep* 2024;111. <https://doi.org/10.1016/j.epsc.2024.102898>.
- Lange B, Sold M, Kähler G, Wessel LM, Kubiak R.** Experience with fully covered self-expandable metal stents for anastomotic stricture following esophageal atresia repair. *Diseases of the Esophagus* 2018;31. <https://doi.org/10.1093/dote/doy061>.
- Baghdadi O, Yasuda J, Staffa S, Ngo P, Zendejas B, Hamilton T, et al.** Predictors and Outcomes

Consentimiento para la publicación: Se obtuvo consentimiento informado por escrito de los representantes legales del paciente para la publicación de este caso clínico e imágenes asociadas.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Fuente de financiación: Este estudio no recibió financiación externa.

Contribuciones del autor: Los autores contribuyeron y aprobaron la versión final del manuscrito.

of Fully Covered Stent Treatment for Anastomotic Esophageal Strictures in Esophageal Atresia. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2022;74:221–6. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000003330>.

- Wang X, Liu H, Hu Z, Zhang R, Gu Z, Lin K, et al.** Individually designed fully covered self-expandable metal stents for pediatric refractory benign esophageal strictures. *Sci Rep* 2021;11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01921-z>.
- Tandon S, Burnand KM, De Coppi P, McLaren CA, Roebuck DJ, Curry JI.** Self-expanding esophageal stents for the management of benign refractory esophageal strictures in children: A systematic review and review of outcomes at a

- single center. *J Pediatr Surg* 2019;54:2479–86. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2019.08.041>.
6. **Manfredi MA, Jennings RW, Anjum MW, Hamilton TE, Smithers CJ, Lightdale JR.** Externally removable stents in the treatment of benign recalcitrant strictures and esophageal perforations in pediatric patients with esophageal atresia. *Gastrointest Endosc* 2014;80:246–52. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2014.01.033>.
 7. **Slater BJ, Pimpalwar A, Wesson D, Olutoye O, Pimpalwar S.** Esophageal stents in children: Bridge to surgical repair. *Indian Journal of Radiology and Imaging* 2018;28:242–6. https://doi.org/10.4103/ijri.IJRI_313_17.
 8. **Comella A, Tan Tanny SP, Hutson JM, Omari TI, Teague WJ, Nataraja RM, et al.** Esophageal morbidity in patients following repair of esophageal atresia: A systematic review. *J Pediatr Surg* 2021;56:1555–63. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2020.09.010>.
 9. **Melchior J, Blaum F, Muensterer OJ.** Biodegradable and self-expanding metal stents in the treatment of children with strictures after esophageal atresia repair. *Esophagus* 2026;23:409–18. <https://doi.org/10.1007/s10388-026-01184-5>.
 10. **Chauvet C, Bonnard A, Mosca A, Bellaïche M, Philippe-Chomette P, Viala J.** Postsurgical Perforation of the Esophagus Can Be Treated Using a Fully Covered Stent in Children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2017;64:e38–43. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000001235>.
 11. **Ritz LA, Hajji MS, Schwerdt T, Koletzko S, von Schweinitz D, Lurz E, et al.** Esophageal Perforation and EVAC in Pediatric Patients: A Case Series of Four Children. *Front Pediatr* 2021;9. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.727472>.
 12. **Van der Zee DC, Festen C, Severijnen RSVM, Van der Staak FHJ.** Management of pediatric esophageal perforation. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 1988;95:692–5. [https://doi.org/10.1016/s0022-5223\(19\)35738-1](https://doi.org/10.1016/s0022-5223(19)35738-1).
 13. **Stone MM, Fonkalsrud EW, Mahour GH, Weitzman JJ, Takiff H.** Esophageal replacement with colon interposition in children. *Ann Surg.* 1986;203(4):346–51. doi:10.1097/00000658-198604000-00002.
 14. **Sohouli MH, Alimadadi H, Rohani P, Athayde FL, Cunha KS, Santos HO.** Esophageal Stents for the Management of Benign Esophageal Strictures in Children and Adolescents: A Systematic Review of Observational Studies. *Dysphagia* 2023;38:744–55. <https://doi.org/10.1007/s00455-022-10511-8>.

Cómo citar: Chachapoya-Rivas L, Gonzalez-Navarro JF, Acosta-Farina DB. Resección y reconstrucción mandibular con injerto de cresta ilíaca en ameloblastoma: Reporte de caso. *MetroCiencia* [Internet]. 10 de septiembre de 2026;34(3):87-94. Disponible en: <https://doi.org/10.47464/MetroCiencia/vol34/3/2026/87-94>

h Metro Ciencia

REVISTA MÉDICO CIENTÍFICA DEL HOSPITAL METROPOLITANO

