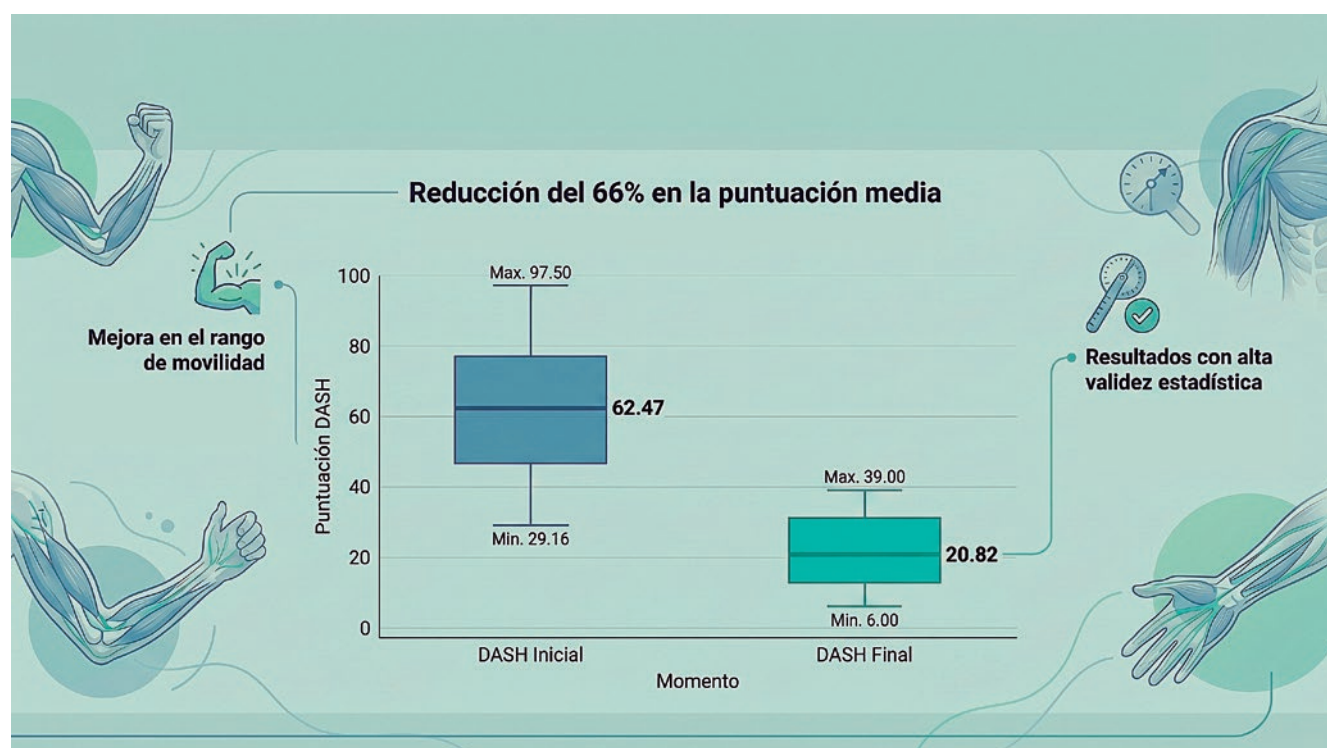


Anales Médicos

Volumen 71, Número 4 / Octubre-Diciembre 2026

Fundada en 1955



**Funcionalidad antes y después
de un programa de rehabilitación en pacientes
con fractura de clavícula**

Asociación Médica del Centro Médico ABC

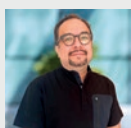
“Los mejores médicos 2026” | Revista Líderes



Dra. Melania Abreu Gonzalez
Genética Médica



Dr. Sion Agami Micha
Pediatría



Dr. Luis Roberto Álvarez Contreras
Cardiología Clínica



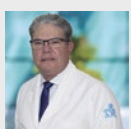
Dra. Maria Del Carmen Amigo Castañeda
Reumatología



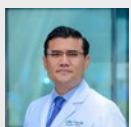
Dr. Rigoberto Aramburo Garcia
Cirugía Plástica



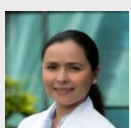
Dr. Ubaldo Ayala Gamboa
Ortopedia y Traumatología



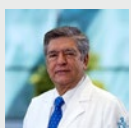
Dr. Carlos Jose Baez Loyola
Alergología e Inmunología



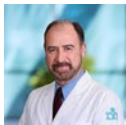
Dr. Christian P. Camacho Limas
Oncología Médica



Dra. Nelly Cecilia Capetillo Ventura
Psiquiatría



Dr. Miguel Ángel Collado Corona
Neurofisiología Clínica



Dr. Francisco Gallardo Ollervides
Otorrinolaringología



Dr. Rabindranath García Lopez
Neurocirugía



Dra. Patricia Grether González
Genética Médica



Dr. Jorge Aniceto Guajardo Rosas
Anestesiología



Dr. Gonzalo Hagerman Ruiz Galindo
Cirugía General



Dr. Jose Alberto Huante Pérez
Urología



Dr. Miguel Angel Márquez Ugalde
Cirugía General



Dra. Lorenza Martínez Gallardo Prieto
Geriatría

¡Felicidades!



Dr. Francisco Moreno Sánchez
Infectología



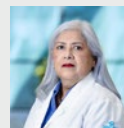
Dr. Rodolfo Muriel Vizcaino
Pediatría



Dr. Fernando Pérez Galaz
Cirugía General



Dr. Gerardo Guinto Balanzar
Neurocirugía



Dra. Elizabeth Sánchez Valle
Hematología



Dr. Julio César Sauza Sosa
Cardiología



Dra. Marcela Sawaya Casanova
Nutrición



Dra. Denise Vázquez Bautista
Anestesiología



Dr. Juan Mauricio Vera Zertuche
Medicina Interna



Dr. Javier Zúñiga Varga
Nefrología



El Centro Médico ABC cuenta con el reconocimiento **MAGNET**

Otorgado por el *American Nurses Credential Center*, respaldando el compromiso con la entrega excepcional de cuidados por parte del equipo de enfermería y profesionales de la salud en el **ABC**.



Compromiso con la salud incluyente

Médicos altruistas uniendo fuerzas con el **ABC** para mejorar la vida de comunidades en situación vulnerable



Anales Médicos

Volumen 71, Número 4 / Octubre - Diciembre 2026

Fundada en 1955

CONSEJO EDITORIAL / EDITORIAL BOARD

Director / Director

Adiel Asch Rabinovich

Departamento de Otorrinolaringología, Cirugía de Cabeza y Cuello, Centro Médico ABC Observatorio;
Presidente de la Asociación Médica del Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Editor en Jefe / Editor in Chief

Miguel Ángel Collado Corona

Servicio de Neurofisiología Clínica, Centro Neurológico, Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

Coeditores / Coeditors

Emilio Arch Tirado

Centro Neurológico, Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

Daniel Bross Soriano

Servicio de Otorrinolaringología, Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

Editores Eméritos / Emeritus Editors

Raquel Gerson Cwilich

Servicio de Oncología Clínica, Centro Médico ABC
Observatorio, Ciudad de México, México

Juan Manuel Fernández Vázquez

Ortopedia, Traumatología y Cirugía de Mano, Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

COMITÉ EDITORIAL / EDITORIAL COMMITTEE

Yuria Ablanedo Terrazas

Departamento de Otorrinolaringología,
Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

Yazmín Amelia Chirino Barceló

Departamento de Pediatría, Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Cesar Óscar Decanni Terán

Departamento de Cirugía General, Cirugía de
Aparato Digestivo, Cirugía de Colon y Recto,
Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

Germán Fajardo Dolci

Director General de Atención a la Salud,
Universidad Nacional Autónoma de México,
Ciudad de México, México

Pablo Cuevas Corona

Psiquiatra, Escuela Militar de Graduados en Sanidad,
Ciudad de México, México

Horacio Olivares Mendoza

Departamento de Anestesia y Medicina Crítica,
Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

José Halabe Cherem

Unidad de Medicina Interna,
Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Ana Luisa Hernández Pérez

Servicio de Anestesiología, Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Sergio Agustín Islas Andrade

Unidad de Medicina Interna,
Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México
Miembro del Royal College of Physicians of London

Moisés Mercado Atri

Unidad de Investigación
Médica de Enfermedades Endocrinas,
Centro Médico Nacional Siglo XXI,
Ciudad de México, México

Óscar Sánchez Escandón

Centro Neurológico, Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Robin Jennifer Shaw Dulin

Gineco Obstetricia-Oncología,
Servicio de Mama,
Instituto Nacional de Cancerología,
Centro Médico ABC Santa Fe,
Ciudad de México, México

María Elena Soto López

Línea Cardiovascular, Hospital ABC,
Departamento de Inmunología,
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez,
Ciudad de México, México

Óscar Tatsuya Teramoto Matsubara

Gastroenterología y Endoscopia,
Centro Médico ABC,
Ciudad de México, México

Clara Aurora Zamorano Jiménez

Departamento de Pediatría, Centro Médico ABC
Observatorio, Ciudad de México, México

Jorge Loria Castellanos

Coordinación de Proyectos Especiales en Salud,
Instituto Mexicano del Seguro Social,
Ciudad de México;
Red Nacional de Simulación Clínica,
Academia Mexicana de Cirugía, México

Francisco Pascual Navarro Reynoso

Servicio de Neumología y Cirugía de Tórax,
Hospital General de México, Secretaría de Salud,
Ciudad de México, México

Gilberto Camarena Alejo

Servicio de Cardiología Clínica, Centro Médico ABC
Santa Fe, Ciudad de México, México

Gil Mussan Chelminsky

Servicio de Cirugía General, Centro Médico
ABC Santa Fe, Ciudad de México, México

David Francisco Cantú de León

Subdirección de Investigación Clínica,
Instituto Nacional de Cancerología,
Ciudad de México, México

Alejandro Noguez Ramos

Centro de Cáncer, Centro Médico ABC
Observatorio, Ciudad de México, México

COMITÉ INTERNACIONAL / INTERNATIONAL COMMITTEE

Pablo Antonio Ysunza

Department of Speech and Language Pathology,
Corewell Health William Beaumont University Hospital, Royal Oak,
Michigan, USA

Esteban Cordero Asanza

Unidad de Neurocirugía, Hospital Vall d'Hebron,
Barcelona, España

Ibrahim Obeid

Department of Spine Surgery,
Bordeaux University Hospital,
Bordeaux, Clinique du Dos, Elsan Jean Villar,
Bordeaux, France

Imad Najm, Cleveland

Department Epilepsy Center, Primary Location,
Cleveland Clinic Main Campus
Ohio, USA

Joseph Varon

Servicio de Terapia intensiva y de la Unidad COVID-19,
United Memorial Medical Center, Baylor College of Medicine,
Houston, Texas, USA

Hugo Quiróz Mercado

Chairman Translational Research Retina Specialist, Professor,
University of Colorado,
Denver, Colorado, USA

Augusto Enrique Caballero Robles

Direction International Innovation Programs;
Office of External Education; Associate
Professor of Medicine, Harvard Medical School,
Boston, Massachusetts, USA

Sergio Daniel Cano Ortiz

Centro de Estudios de Neurociencias,
Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Oriente,
Santiago de Cuba, Cuba

Alejandro Irazo de Riquer

Servicio de Neurología,
Hospital Clínico de Barcelona,
Barcelona, España

Mauricio Lisker Melman

Department of Gastroenterology,
John T. Milliken Department of Medicine,
Washington University in St. Louis, St. Louis, USA

Los trabajos originales deberán ser depositados en su versión electrónica en el siguiente URL:

<http://publisher.analesmedicosabc.permanyer.com>



Esta obra se presenta como un servicio a la profesión médica. El contenido de la misma refleja las opiniones, criterios y/o hallazgos propios y conclusiones de los autores, quienes son responsables de las afirmaciones. En esta publicación podrían citarse pautas posológicas distintas a las aprobadas en la Información Para Prescribir (IPP) correspondiente. Algunas de las referencias que, en su caso, se realicen sobre el uso y/o dispensación de los productos farmacéuticos pueden no ser acordes en su totalidad con las aprobadas por las Autoridades Sanitarias competentes, por lo que aconsejamos su consulta. El editor, el patrocinador y el distribuidor de la obra, recomiendan siempre la utilización de los productos de acuerdo con la IPP aprobada por las Autoridades Sanitarias.



PERMANYER
www.permanyer.com

Permalyer Mexico

Temistocles, 315
Col. Polanco, Del. Miguel Hidalgo
11560 Ciudad de Mexico
mexico@permalyer.com

Permalyer

Mallorca, 310 – Barcelona (Cataluña), España
permalyer@permalyer.com

ISSN: 0185-3252

Ref.: 11600BMEX264



www.permalyer.com

Reproducciones con fines comerciales

Sin contar con el consentimiento previo por escrito del editor, no podrá reproducirse ninguna parte de esta publicación, ni almacenarse en un soporte recuperable ni transmitirse, de ninguna manera o procedimiento, sea de forma electrónica, mecánica, fotocopiando, grabando o cualquier otro modo, para fines comerciales.

Anales médicos es una publicación *open access* con licencia *Creative Commons*
CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Las opiniones, hallazgos y conclusiones son las de los autores. Los editores y el editor no son responsables y no serán responsables por los contenidos publicados en la revista.

© 2026 Órgano Oficial de Comunicación Científica. Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permalyer.

Anales Médicos

Volumen 71, Número 4 / Octubre - Diciembre 2026

www.analesmedicosabc.com

Contenido

ARTÍCULOS ORIGINALES

- La activación crónica de los receptores a histamina H₃ reducen las discinesias inducidas por L-Dopa en un modelo de ratas hemiparkinsonianas lesionadas con 6-hidroxidopamina** 253
Alberto Avila-Luna, Antonio Verduzco-Mendoza, Silvia A. Olmos-Hernández, Adriana Domínguez-Oliva, Arturo Gálvez-Rosas, José A. Arias-Montaño y Antonio Bueno-Nava
- Síndrome de Burnout y los factores asociados entre el personal de enfermería oncológica de un hospital mexicano de atención terciaria: un estudio transversal** 259
Raúl G. Ruiz-Gudiño, Laura A. Vázquez-Guevara, Arturo García-Galicia, Zaira A. Contreras-Sánchez, Susana Barrera-Hernández, Mauricio I. Gutiérrez-Razo, Alfonso A. Cortés-Cuayahuitl, Carlos A. López Bernal, Víctor M. Vargas-Vargas y Jorge Loria-Castellanos
- Efecto neuroprotector de la reboxetina sobre la función sensoriomotora y los niveles de noradrenalina en un modelo de hemorragia intracerebral** 265
Isaac Saucedo-Flores, Mireya Alcaraz-Zubeldia, Sergio Montes, Camilo Ríos-Castañeda y Laura E. Ramos-Languren
- Características clínicas y sobrevida de la paciente obstétrica con enfermedad vascular cerebral en un centro de referencia de tercer nivel** 275
Alejandra Dávila-Córdova, Tania Colin-Martínez, Karla R. Butanda-Cruz, Guadalupe Vargas-Ortega, Laura Romero-Gutiérrez y Luis A. Sánchez-Hurtado
- Análisis comparativo de arcos de movilidad en pacientes con fracturas de húmero proximal tratadas con osteosíntesis versus artroplastía de hombro** 281
Carlos Mangino-Rivas, Francisco M. Otero-Ortiz y Alfonso Galán-Jáuregui
- Sostenibilidad quirúrgica y gestión de residuos hospitalarios: revisión narrativa con rutas de implementación para México** 287
José Á. Parra-Salazar, Daniel Mozo-Torres, Valeria Herrera-Castañeda, Edgar Grageda-Flores, José M. Fernández-Rivero, Carlos A. López-Bernal, Arturo García-Galicia, Álvaro J. Montiel-Jarquín y Jorge Loria-Castellanos
- Diferencias entre terapia individual basada en la clínica con y sin el método BNB en niños con trastorno de lenguaje expresivo. Estudio piloto** 295
Idania Hernández-Catana, Lya M. García-Torricas y Ma. del Consuelo Martínez-Wbaldo
- Características clínicas y epidemiológicas, y factores asociados a la infección por catéter venoso central, en población pediátrica** 303
Karla Sánchez-Olivera, Luis E. Pacheco-Medina y Paulina Villamar-García
- Factores asociados al conocimiento del virus del papiloma humano en estudiantes universitarios** 309
Luis E. Pacheco-Medina, Karla Sánchez-Olivera y Paulina Villamar-García
- Funcionalidad antes y después de un programa de rehabilitación en pacientes con fractura de clavícula** 315
José F. Espinoza-González, Arturo García-Galicia, Belén Hernández-Sagastume, José E. Ramírez-Vásquez, José F. García-Gutiérrez, Juan C. López-Bustos, Nancy A. Medina-Ruiz, Álvaro J. Montiel-Jarquín, Susana Barrera-Hernández y Jorge Loria-Castellanos

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

- Síndrome de Forrest Gump. El efecto del propranolol para combatir el hipercatabolismo** 319
Marco A. Garnica-Escamilla, Krithian R. Osuna-Zamora, Raiza P. Iñiguez-Cereno, Elizabeth Vital-Montiel, David Márquez-Domínguez, Claudia I. Serrano-Becerril, Jaqueline Morales-Nuño Julieta Garnica-Escamilla y Armando V. García-Monzalvo
- Alfabetización en salud mental en cuidadores de pacientes trasplantados de médula ósea** 327
Angélica Porras-Juárez, Enrique González-Vergara, Álvaro J. Montiel-Jarquín y Jorge Loria-Castellanos
- Termorregulación en el paciente quemado** 334
Marco A. Garnica-Escamilla, Francisca A. Flores-Sandoval, Julieta Garnica-Escamilla, Jaqueline Morales-Nuño, Victoria N. Cid-Vázquez, Miguel Á. Rivera-Orma y Guadalupe Rocha-Rodríguez

Anales Médicos

Volume 71, Number 4 / October - December 2026

www.analesmedicosabc.com

Content

ORIGINAL ARTICLES

- Chronic activation of histamine H₃ receptors reduces L-dopa-induced dyskinesias in a model of hemiparkinsonian rats with 6-hydroxydopamine lesions** 253
Alberto Avila-Luna, Antonio Verduzco-Mendoza, Silvia A. Olmos-Hernández, Adriana Domínguez-Oliva, Arturo Gálvez-Rosas, José A. Arias-Montaño, and Antonio Bueno-Nava
- Burnout syndrome and associated factors among oncology nurses in a Mexican tertiary care hospital: a cross-sectional study** 259
Raúl G. Ruiz-Gudiño, Laura A. Vázquez-Guevara, Arturo García-Galicia, Zaira A. Contreras-Sánchez, Susana Barrera-Hernández, Mauricio I. Gutiérrez-Razo, Alfonso A. Cortés-Cuayahuitl, Carlos A. López Bernal, Víctor M. Vargas-Vargas, and Jorge Loria-Castellanos
- Neuroprotective effect of reboxetine on sensorimotor function and norepinephrine levels in a model of intracerebral hemorrhage** 265
Isaac Saucedo-Flores, Mireya Alcaraz-Zubeldia, Sergio Montes, Camilo Ríos-Castañeda, and Laura E. Ramos-Languren
- Clinical characteristics and survival of obstetric patients with cerebrovascular disease in a tertiary referral center** 275
Alejandra Dávila-Córdova, Tania Colin-Martínez, Karla R. Butanda-Cruz, Guadalupe Vargas-Ortega, Laura Romero-Gutiérrez, and Luis A. Sánchez-Hurtado
- Comparative analysis of active range of motion in patients with proximal humerus fractures treated with osteosynthesis versus shoulder arthroplasty** 281
Carlos Mangino-Rivas, Francisco M. Otero-Ortiz, and Alfonso Galán-Jáuregui
- Surgical sustainability and hospital waste management: a narrative review with implementation pathways for Mexico** 287
José Á. Parra-Salazar, Daniel Mozo-Torres, Valeria Herrera-Castañeda, Edgar Grageda-Flores, José M. Fernández-Rivero, Carlos A. López-Bernal, Arturo García-Galicia, Álvaro J. Montiel-Jarquín, and Jorge Loria-Castellanos
- Differences between clinic-based individual therapy with and without the BNB method in children with expressive language disorder. A pilot study** 295
Idania Hernández-Catana, Lya M. García-Torres, and Ma. del Consuelo Martínez-Wbaldo
- Clinical and epidemiological characteristics, and factors associated with central venous catheter-related infections, in the pediatric population** 303
Karla Sánchez-Olivera, Luis E. Pacheco-Medina, and Paulina Villamar-García
- Factors associated with knowledge of the human papillomavirus among college students** 309
Luis E. Pacheco-Medina, Karla Sánchez-Olivera, and Paulina Villamar-García
- Functionality before and after a rehabilitation program in patients with clavicle fracture** 315
José F. Espinoza-González, Arturo García-Galicia, Belén Hernández-Sagastume, José E. Ramírez-Vásquez, José F. García-Gutiérrez, Juan C. López-Bustos, Nancy A. Medina-Ruiz, Álvaro J. Montiel-Jarquín, Susana Barrera-Hernández, and Jorge Loria-Castellanos

REVIEW ARTICLES

- Forrest Gump syndrome. The effect of propranolol in combating hypercatabolism** 319
Marco A. Garnica-Escamilla, Kristhian R. Osuna-Zamora, Raiza P. Iñiguez-Cereno, Elizabeth Vital-Montiel, David Márquez-Domínguez, Claudia I. Serrano-Becerril, Jaqueline Morales-Nuño Julieta Garnica-Escamilla, and Armando V. García-Monzalvo
- Mental health literacy among caregivers of bone marrow transplant patients** 327
Angélica Porras-Juárez, Enrique González-Vergara, Álvaro J. Montiel-Jarquín, and Jorge Loria-Castellanos
- Thermoregulation in the burned patient** 334
Marco A. Garnica-Escamilla, Francisca A. Flores-Sandoval, Julieta Garnica-Escamilla, Jaqueline Morales-Nuño, Victoria N. Cid-Vázquez, Miguel Á. Rivera-Orna, and Guadalupe Rocha-Rodríguez

Chronic activation of histamine H_3 receptors reduces L-dopa-induced dyskinesias in a model of hemiparkinsonian rats with 6-hydroxydopamine lesions

La activación crónica de los receptores a histamina H_3 reducen las discinesias inducidas por L-Dopa en un modelo de ratas hemiparkinsonianas lesionadas con 6-hidroxidopamina

Alberto Avila-Luna¹, Antonio Verduzco-Mendoza², Silvia A. Olmos-Hernández², Adriana Domínguez-Oliva³, Arturo Gálvez-Rosas¹, José A. Arias-Montaño⁴, and Antonio Bueno-Nava^{1*}

¹Division of Basic Neuroscience; ²Animal Facility and Experimental Surgery. Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Secretaría de Salud; ³Department of Agricultural and Animal Production, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco Unit; ⁴Department of Physiology, Biophysics, and Neuroscience, Center for Research and Advanced Studies, Instituto Politécnico Nacional. Mexico City, Mexico

Abstract

Background: Involuntary movements induced by L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-Dopa), known as dyskinesias, are a common side effect associated with long-term L-Dopa administration. **Objective:** In this study, we examined whether chronic activation of histamine H_3 receptors (H_3 Rs) reduces dyskinesias in 6-hydroxydopamine (6-OHDA)-lesioned rats. **Material and methods:** 6-OHDA-lesioned rats treated with L-Dopa and the histaminergic agonist imipip were used. **Results:** Daily intraperitoneal (i.p.) administration of L-Dopa for 14 days increased axial, limb, and orolingual dyskinesias. This effect was attenuated by the coadministration of the H_3 R agonist imipip. In contrast, withdrawal of imipip restored the dyskinesias induced by chronic L-Dopa treatment. **Conclusion:** The antidyskinetic effect of H_3 R activation may be explained by the functional interaction between dopamine D1 receptors and H_3 Rs, which are colocalized in the striatum.

Keywords: Parkinson's disease. Dyskinesias. L-Dopa. H_3 receptor. Rat.

Resumen

Antecedentes: Los movimientos involuntarios inducidos por la L-3,4-dihidroxifenilalanina (L-Dopa), conocidos como discinesias, son un efecto secundario de la administración a largo plazo de la L-Dopa. **Objetivo:** En este estudio se examinó si la activación crónica de los receptores H_3 de histamina (H_3 Rs) reducen las discinesias en ratas lesionadas con 6-hidroxidopamina. **Material y métodos:** Se utilizaron ratas lesionadas con 6-hidroxidopamina y tratadas con L-Dopa y el agonista histaminérgico imipip. **Resultados:** La administración intraperitoneal diaria (i.p.) de L-Dopa durante 14 días incrementó las discinesias axiales, las límbicas y las orolinguales. El efecto producido por la L-Dopa fue reducido por la coadministración del agonista para los H_3 Rs imipip. Mientras que el retiro del imipip restaura las discinesias inducidas por la administración crónica de L-Dopa. **Conclusiones:** El efecto antidiscinético del agonista para los H_3 Rs es explicado por la interacción funcional entre los receptores a dopamina D1 (RD1) con los H_3 Rs, que están colocalizados a nivel estriatal.

Palabras clave: Enfermedad de Parkinson. Discinesias. L-Dopa. Receptor H_3 . Rata.

*Correspondence:

Antonio Bueno-Nava
E-mail: abueno@inr.gob.mx

Date of reception: 28-05-2026

Date of acceptance: 22-07-2026

DOI: 10.24875/AMH.M26000168

Available online: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):253-258

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introduction

Parkinson's disease (PD) is a central clinical motor syndrome accompanied by neurodegeneration of the substantia nigra pars compacta (SNc) and the deposition of synuclein.¹ Its prevalence is estimated at 1% among individuals over 60 years of age.² For symptomatic treatment, systemic administration of L-3,4-dihydroxyphenylalanine (L-Dopa) is commonly used owing to its efficacy. Prolonged L-Dopa treatment is associated with L-Dopa-induced dyskinesias (LIDs).³ LIDs are abnormal involuntary movements (AIMs) with a prevalence of 34% in patients with PD,⁴ an incidence of 40% after 4 years of L-Dopa treatment,⁵ and up to 80% after 10 years.⁶

In the basal ganglia, LIDs are associated with cellular, molecular, and functional alterations. These include a redistribution of dopaminergic D1 receptors (D1Rs), potentiation of intracellular signaling, and dysregulated gene expression in neurons expressing D1Rs, which contributes to pre- and post-synaptic changes in dopaminergic transmission, such as increased receptor sensitivity, abnormal synaptic activity, and elevated neurotransmitter levels.⁷ This results in a neurotransmitter imbalance involving gamma-aminobutyric acid (GABA) and glutamate in the corticostriatal pathway, with an increase in the release of GABA and glutamate in the striatum of parkinsonian rats with LIDs.⁸ Striatal glutamate is released by cortical or thalamic glutamatergic axons.⁹ The increase in glutamate levels in the corticostriatal and thalamocortical pathways is characteristic of hyperkinetic disorders such as LIDs.

The striatum receives hypothalamic histaminergic innervation and exhibits high expression of histamine H₃ receptors (H₃Rs).¹⁰ H₃Rs are co-expressed with dopaminergic receptors in GABAergic medium spiny neurons (MSNs). Specifically, H₃Rs are found together with D1Rs in the MSNs that give rise to the direct striatonigral pathway and with D2 receptors in those that form the indirect striatopallidal pathway.¹¹ Multiple studies support a functional interaction between D1Rs and H₃Rs at the membrane of MSNs of the direct pathway.¹² Presynaptically, H₃R activation by the agonist imepip reduces the D1R-dependent component associated with depolarization-evoked (³H)-GABA release in striatal and rat substantia nigra pars reticulata slices.¹³ Postsynaptically, H₃R stimulation attenuates D1R-induced cAMP signaling, whereas D1R activity appears to potentiate H₃R-mediated activation of mitogen-activated protein kinases, highlighting a bidirectional modulatory relationship between these receptor systems.¹⁴

Previous studies have demonstrated that acute systemic administration of the selective H₃R agonist imepip (1-10 mg/kg, s.c.) does not reduce LIDs in rats with 6-hydroxydopamine (6-OHDA) lesions in the SNc.^{8,15} According to the classical dyskinesia circuit, overactivation of thalamocortical and corticostriatal glutamatergic afferents drives hyperactivity of the direct striatonigral pathway, thereby contributing to LIDs.¹⁶ However, drugs that reduce glutamatergic transmission, such as amantadine, MTEP, and MK-801, have shown antidyskinetic properties.¹⁷ In this context, H₃R activation could exert beneficial effects by counteracting glutamatergic overactivity and reducing dyskinesias, potentially through functional interactions with D1Rs, which facilitate GABA release in the striatum and modulate excitatory signaling in MSNs.¹⁸

In the present study, we examined the impact of chronic H₃R activation on dyskinesias induced by chronic L-Dopa administration in 6-OHDA-lesioned rats.

Material and methods

Male Wistar rats weighing 280-310 g, obtained from the Laboratory Animal Production and Experimentation Unit (UPEAL, Cinvestav), were used. Animals were acclimatized to standard laboratory conditions and maintained under a 12-h light/dark cycle. All experimental procedures were performed in accordance with the guidelines of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals¹⁹ and were approved by the Animal Care Committee of the *Instituto Nacional de Rehabilitación* (protocol 50/23). To ensure the ethical use of animals, the minimum number required was employed in accordance with the bioethical and statistical recommendations established by Festing.²⁰

6-OHDA lesion

Rats were anesthetized with a ketamine-xylazine combination (80/10 mg/kg, i.p.) and placed in a stereotaxic apparatus (Stoelting Corp., Wood Dale, IL, USA). A midline scalp incision was made, the skull was exposed, and a craniotomy of approximately 1 mm was performed at the following stereotaxic coordinates: anteroposterior -5.0 mm from bregma, lateral (L) -2.0 mm from the midline, and vertical (V) -7.2 mm from the dura mater, according to Paxinos and Watson.²¹ To induce a unilateral SNc lesion, 6-OHDA (8 µg/µL in saline containing 0.1% ascorbic acid) was injected at a rate of 0.4 µL/min over 5 min using a microinjection

pump (CMA/400, CMA Microdialysis, Kista, Sweden). The needle (30 gauge) was left in place for an additional 5 min after the injection to allow adequate diffusion of the neurotoxin and prevent backflow. Three weeks later, the efficacy of the dopaminergic lesion was assessed by the apomorphine-induced rotational test (0.5 mg/kg, s.c.); only animals displaying six or more contralateral rotations per minute were selected for the study.

Experimental design

Forty hemiparkinsonian rats were randomly assigned to four groups (10 animals per group):

- The vehicle group (6-OHDA; vehicle) received daily intraperitoneal (i.p.) injections of saline for 14 consecutive days
- The L-Dopa-only group (6-OHDA; L-Dopa), in which each rat was pretreated with benserazide (15 mg/kg, i.p.) followed 20 minutes later by L-Dopa (6.25 mg/kg, i.p.) for 21 days
- The chronic immepip group (6-OHDA; L-Dopa+immepip), which received L-Dopa in combination with immepip (1 mg/kg, i.p.) for 14 days
- The immepip withdrawal group (6-OHDA; immepip withdrawal) was treated daily with L-Dopa plus immepip for 14 days; on the following day, immepip was discontinued, and animals continued receiving L-Dopa alone for an additional 7 days until day 21 post-treatment. In all groups receiving combination treatment, L-Dopa administration was consistently preceded by the corresponding peripheral decarboxylase inhibitor.

Behavioral analysis

AIMs were evaluated in all animals using a scale previously established and validated by Cenci et al.,²² which distinguishes four dyskinesia subtypes: axial, limb, orolingual, and locomotive. Each subtype was scored on a 0-4 scale according to the specific criteria of Cenci et al.²² 0 = absent; 1 = occasional; 2 = frequent; 3 = continuously present but suppressible by external stimuli; and 4 = continuously present and not interrupted by sensory distraction. Evaluations were performed once daily, recording AIMs for 1 min every 20 min over a 120-min period, beginning 20 min after L-Dopa treatment. Thus, six observation periods per session were analyzed, and individual scores were summed, yielding a maximum possible score of 24 per AIM subtype. The total number of AIMs was

tallied for each subtype. Locomotive AIMs were excluded from the final analysis owing to the ongoing debate regarding their interpretation.²² All sessions were video-recorded and behavioral evaluations were performed by an investigator blinded to the experimental conditions.

Statistical analysis

All data are presented as mean $\pm$ standard error of the mean, except for the results shown in figures 1 A-C, which were reported as median $\pm$ interquartile range. For statistical comparisons of AIM scores, non-parametric tests were applied: the Kruskal-Wallis test followed by *post hoc* Mann-Whitney U or Dunn's tests, depending on the context of the analysis. Total AIMs were analyzed by repeated-measures analysis of variance (ANOVA) with Bonferroni *post hoc* correction to evaluate differences among pharmacological treatment groups. For the immepip withdrawal group, changes in AIM scores over time were evaluated using the Wilcoxon signed-rank test, while total AIMs in this group were compared using Student's t-test. A p value below 0.05 was considered indicative of statistically significant differences.

Results

In 6-OHDA-lesioned rats, daily administration of L-Dopa for 14 days at a dose of 6.25 mg/kg consistently induced dyskinesias in all animals, with scores ranging from 1 to 3 (Figs. 1 A-F), reliably reproducing the LID model. Chronic immepip administration counteracted the dyskinetic effect of L-Dopa and led to infrequent-to-normal dyskinetic movements with scores of 0 and 1 in 75% of the rats (Figs. 1 A-F). However, withdrawal of the agonist immepip from days 15 to 21 increased the incidence of dyskinetic movements by up to 143%, with scores returning to the 1-3 range, similar to the L-Dopa-only group. In contrast, no abnormal movements were observed in the vehicle group. These results were also reflected in the daily AIM scores: L-Dopa significantly increased total LIDs and axial, limb, and orolingual scores from day 2 onwards, while chronic immepip treatment consistently reduced these scores (Figs. 1 A-F).

Discussion

In the present study, the beneficial effects of systemic administration of the H₃R agonist immepip were

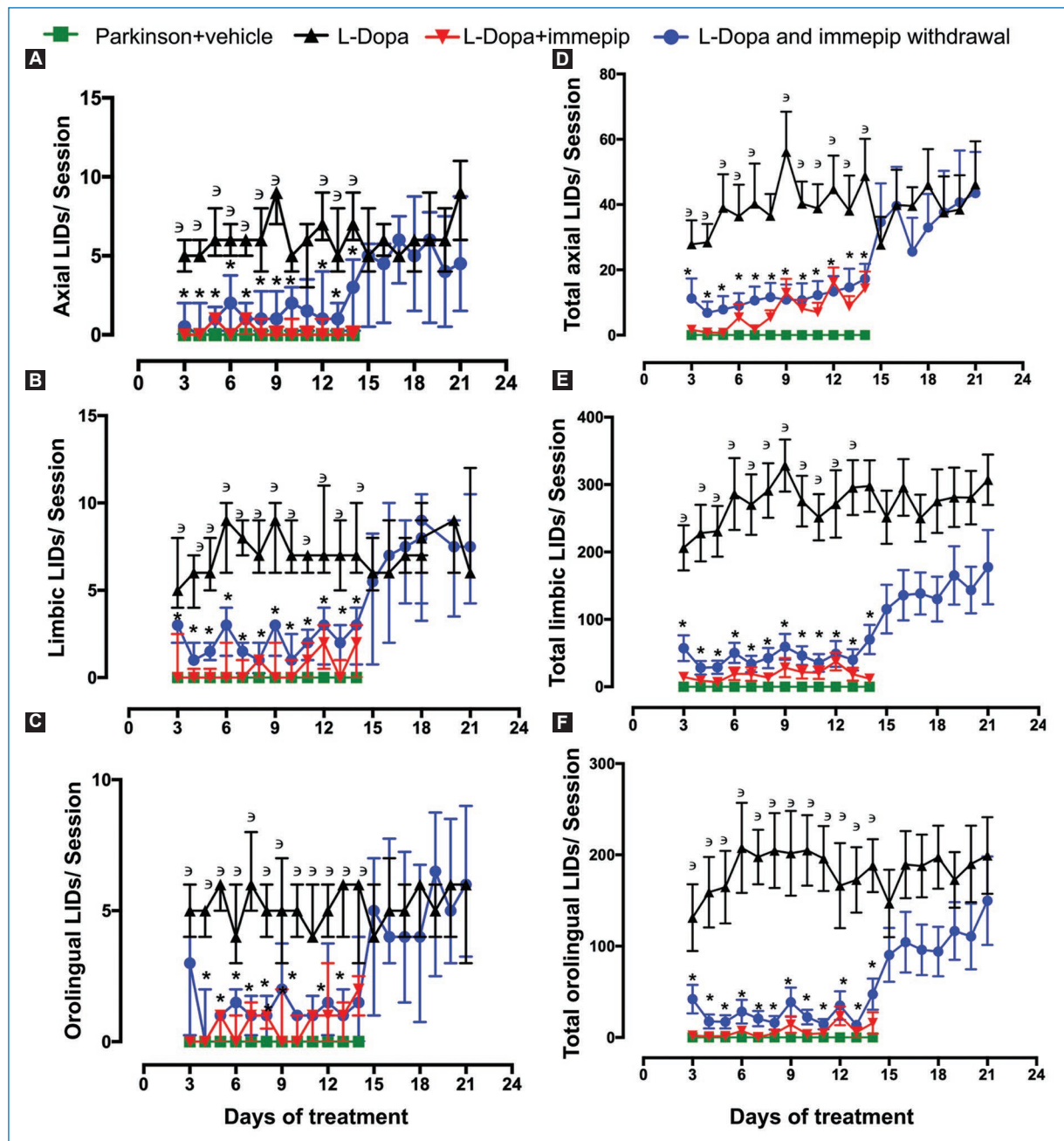


Figure 1. Effect of chronic administration of the H₃ receptor agonist immeipip (1 mg/kg, i.p.), and its withdrawal, on L-Dopa-induced dyskinesias (LIDs) (L-Dopa 6.25 mg/kg/benserazide 15 mg/kg, i.p.): **A:** axial LID scores **B:** limbic (limb) LID scores **C:** and orolingual LID scores **D:** and total axial LIDs **E:** limb LIDs **F:** and orolingual LIDs. The chronic immeipip treatment group received a daily dose of L-Dopa + immeipip (1 mg/kg, i.p.) for 14 days (red lines), and in the immeipip withdrawal group, immeipip was withdrawn starting from day 14 (blue line). Statistical analysis of abnormal involuntary movements (AIM) scores was performed using the non-parametric Kruskal-Wallis test, followed by Dunn' multiple comparisons test. Total AIM analysis was performed by repeated-measures analysis of variance, followed by Bonferroni *post hoc* test to compare means across pharmacological treatment groups (10 animals per group).³ $p < 0.01$, compared with the vehicle group; * $p < 0.01$, compared with the L-Dopa-treated group.

reproduced through reductions in both total LIDs and scale scores.^{8,23} Administration of L-Dopa alone

significantly increased total AIMs and their scores across all three subtypes: axial, limb, and orolingual.

In contrast, chronic treatment with immapip (for 14 days) consistently reduced the expression of all AIM subtypes in the L-Dopa+immapip group (Fig. 1). This effect was reversed following immapip withdrawal, as observed in the immapip withdrawal group. It is important to note that the chronic immapip administration group showed stable values, consistent with our previous results.^{8,23} Indeed, immapip was administered for 14 days; however, its effect is reversible upon drug withdrawal, as observed during its discontinuation from days 15 to 21 (Fig. 1). In humans, the long-term antidyskinetic efficacy of other drugs, such as amantadine, has been widely recognized.²⁴ A future long-term study comparing the effects of amantadine and immapip may be warranted to explore the efficacy of immapip, given the inherent limitations associated with the use of an animal model. Indeed, it has been found that repeated amantadine administration in animals produces a reduction of its antidyskinetic effect.²⁵ Amantadine withdrawal leads to the reappearance of LIDs, which can reach a high intensity.²⁶ In our studies,^{8,23} including the present one, the antidyskinetic effect of immapip disappears upon drug withdrawal; however, the intensity of AIMs does not exceed the values observed in the L-Dopa-only group.²³

According to Bastide et al.,²⁷ “priming” refers to abnormal neurochemical and functional changes within dopamine-depleted basal ganglia. In dyskinesia, this phenomenon arises owing to basal ganglia abnormalities triggered by the administration of dopaminergic agents such as L-Dopa.²⁸ In the present study, we propose that this antidyskinetic phenomenon is triggered at the striatal level through the functional interaction between dopamine D1Rs and histamine H₃Rs. However, further studies are needed to demonstrate this hypothesis at the molecular and functional levels.¹²

Conclusion

The antidyskinetic effect of the H₃R agonist immapip is explained by the functional interaction between D1Rs and H₃Rs, both of which are colocalized in the striatum, although we do not rule out a potential intrastriatal effect. Future studies are needed to examine the amino acid levels, such as GABA and glutamate, in the thalamocortical pathway, with the aim of determining whether the antidyskinetic effect is accompanied by a reduction in the activity of this pathway.

Funding

The authors declare that they received no funding for this study.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of human subjects and animals. The authors declare that the procedures followed were in accordance with the ethical standards of the responsible committee on human experimentation and with the World Medical Association and the Declaration of Helsinki. The procedures were authorized by the Institutional Ethics Committee.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. This study does not involve personal patient data, medical records, or biological samples, and does not require ethical approval. SAGER guidelines do not apply.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing or creation of the content of this manuscript.

References

1. Ben-Shlomo Y, Darweesh S, Llibre-Guerra J, Marras C, San Luciano M, Tanner C. The epidemiology of Parkinson's disease. *Lancet*. 2024;403:283-92.
2. Tysnes OB, Storstein A. Epidemiology of Parkinson's disease. *J Neural Transm (Vienna)*. 2017;124:901-5.
3. Bézard E, Olanow CW, Obeso JA. Levodopa-induced dyskinesias in the absence of nigrostriatal degeneration. *Mov Disord*. 2013;28:1023-4.
4. Müller T, Woitalla D, Russ H, Hock K, Haeger DA. Prevalence and treatment strategies of dyskinesia in patients with Parkinson's disease. *J Neural Transm (Vienna)*. 2007;114:1023-6.
5. Espay AJ, Morgante F, Merola A, Fasano A, Marsili L, Fox SH, et al. Levodopa-induced dyskinesia in Parkinson disease: current and evolving concepts. *Ann Neurol*. 2018;84:797-811.
6. Jiménez-Urbieta H, Gago B, De La Riva P, Delgado-Alvarado M, Marin C, Rodríguez-Oroz MC. Dyskinesias and impulse control disorders in Parkinson's disease: from pathogenesis to potential therapeutic approaches. *Neurosci Biobehav Rev*. 2015;56:294-314.
7. Spigolon G, Fisone G. Signal transduction in L-DOPA-induced dyskinesia: from receptor sensitization to abnormal gene expression. *J Neural Transm (Vienna)*. 2018;125:1171-86.
8. Avila-Luna A, Ríos C, Gálvez-Rosas A, Montes S, Arias-Montaño JA, Bueno-Nava A. Chronic administration of the histamine H₃ receptor agonist immapip decreases L-Dopa-induced dyskinesias in 6-hydroxydopamine-lesioned rats. *Psychopharmacology (Berl)*. 2019;236:1937-48.
9. McFarland NR, Haber SN. Organization of thalamostriatal terminals from the ventral motor nuclei in the macaque. *J Comp Neurol*. 2001;429:321-36.
10. Panula P, Sundvik M, Karlstedt K. Developmental roles of brain histamine. *Trends Neurosci*. 2014;37:159-68.
11. González-Sepúlveda M, Rosell S, Hoffmann HM, Castillo-Ruiz MM, Migon V, Moreno-Delgado D, et al. Cellular distribution of the histamine H₃ receptor in the basal ganglia: functional modulation of dopamine and glutamate neurotransmission. *Basal Ganglia*. 2013;3:109-21.

12. Avila-Luna A, Verduzco-Mendoza A, Olmos-Hernández A, Cortes-Altamirano JL, Alfaro-Rodríguez A, Arias-Montaña JA, et al. The interaction of histamine H(3) and dopamine D(1) receptors on hyperkinetic alterations in animal models of Parkinson's disease. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2024;17:1726.
13. Garcia M, Floran B, Arias-Montaña JA, Young JM, Aceves J. Histamine H3 receptor activation selectively inhibits dopamine D1 receptor-dependent [3H]GABA release from depolarization-stimulated slices of rat substantia nigra pars reticulata. *Neuroscience*. 1997;80:241-9.
14. Sánchez-Lemus E, Arias-Montaña JA. Histamine H3 receptor activation inhibits dopamine D1 receptor-induced cAMP accumulation in rat striatal slices. *Neurosci Lett*. 2004;364:179-84.
15. Papathanou M, Jenner P, Irvani M, Jackson M, Stockwell K, Strang I, et al. The H3 receptor agonist imipip does not affect L-dopa-induced abnormal involuntary movements in 6-OHDA-lesioned rats. *Eur J Pharmacol*. 2014;741:304-10.
16. Albin RL, Young AB, Penney JB. The functional anatomy of basal ganglia disorders. *Trends Neurosci*. 1989;12:366-75.
17. Blanchet PJ, Konitsiotis S, Chase TN. Amantadine reduces levodopa-induced dyskinesias in parkinsonian monkeys. *Mov Disord*. 1998;13:798-802.
18. Calabresi P, Pisani A, Centonze D, Bernardi G. Synaptic plasticity and physiological interactions between dopamine and glutamate in the striatum. *Neurosci Biobehav Rev*. 1997;21:519-23.
19. Olfert E, Cross B, Mc William A. *Guide for the Care and use of Experimental Animals*. Vol. 1. Ottawa: Canadian Council on Animal Care; 1993. p. 211.
20. Festing MF. Reduction of animal use: experimental design and quality of experiments. *Lab Anim*. 1994;28:212-21.
21. Paxinos G, Watson C. *The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates*. 6th ed. London, UK: Academic Press; 2007.
22. Cenci MA, Lee CS, Björklund A. L-DOPA-induced dyskinesia in the rat is associated with striatal overexpression of prodynorphin- and glutamic acid decarboxylase mRNA. *Eur J Neurosci*. 1998;10:2694-706.
23. Avila-Luna A, Gálvez-Rosas A, Aguirre-Pérez A, Hidalgo-Bravo A, Alfaro-Rodríguez A, Ríos C, et al. Chronic H(3)R activation reduces L-Dopa-induced dyskinesia, normalizes cortical GABA and glutamate levels, and increases striatal dopamine D(1)R mRNA expression in 6-hydroxydopamine-lesioned male rats. *Psychopharmacology (Berl)*. 2023;240:1221-34.
24. Wolf E, Seppi K, Katzenschlager R, Hochschorner G, Ransmayr G, Schwingenschuh P, et al. Long-term antidyskinetic efficacy of amantadine in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2010;25:1357-63.
25. Murakami Y, Nishijima H, Nakamura T, Furukawa T, Kinoshita I, Kon T, et al. Altered amantadine effects after repetitive treatment for L-dopa-induced involuntary movements in a rat model of Parkinson's disease. *Neurosci Lett*. 2023;806:137248.
26. Ory-Magne F, Corvol JC, Azulay JP, Bonnet AM, Brefel-Courbon C, Damier P, et al. Withdrawing amantadine in dyskinetic patients with Parkinson disease: the AMANDYSK trial. *Neurology*. 2014;82:300-7.
27. Bastide MF, Meissner WG, Picconi B, Fasano S, Fernagut PO, Feyder M, et al. Pathophysiology of L-dopa-induced motor and non-motor complications in Parkinson's disease. *Prog Neurobiol*. 2015;132:96-168.
28. Jenner P. Molecular mechanisms of L-DOPA-induced dyskinesia. *Nat Rev Neurosci*. 2008;9:665-77.

Burnout syndrome and associated factors among oncology nurses in a Mexican tertiary care hospital: a cross-sectional study

Síndrome de Burnout y los factores asociados entre el personal de enfermería oncológica de un hospital mexicano de atención terciaria: un estudio transversal

Raúl G. Ruiz-Gudiño¹, Laura A. Vázquez-Guevara¹, Arturo García-Galicia^{1*},
Zaira A. Contreras-Sánchez¹, Susana Barrera-Hernández¹, Mauricio I. Gutiérrez-Razo¹,
Alfonso A. Cortés-Cuayahuitl¹, Carlos A. López Bernal¹, Víctor M. Vargas-Vargas²,
and Jorge Loría-Castellanos³

¹Direction of Health Education and Research, Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional Gral. de Div. Manuel Ávila Camacho, Instituto Mexicano del Seguro Social; ²Department of Health Care Services, Secretaría de Salud del Estado de Puebla. Puebla de Zaragoza, Puebla; ³Red Nacional de Educadores en Simulación Clínica, Mexico City. México

Abstract

Background: Burnout is a major occupational health concern among oncology nurses due to high emotional demands, heavy workloads, and continuous exposure to patients' suffering and death. **Objective:** To determine the prevalence of burnout and associated factors among oncology nursing staff at a tertiary care hospital in Mexico. **Material and methods:** A descriptive cross-sectional study was conducted among oncology nurses at a tertiary care hospital of the Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) in Puebla, Mexico. Sociodemographic and occupational variables were collected, including age, sex, marital status, educational level, professional experience, overtime work, workload, and access to psychological support. Burnout was assessed using the Maslach Burnout Inventory. Descriptive statistics and Cronbach's alpha were used for data analysis. **Results:** Seventy-one nurses participated; 52.1% met the criteria for burnout. Most were women (86.1%), aged 31-40 years (58.4%), with 6-15 years of professional experience (53.3%). Overtime work (69.4%) and lack of psychological support (88.9%) were common. Emotional exhaustion was the most affected dimension (76.0% moderate-to-high levels), while personal accomplishment remained high (77.4%). **Conclusions:** Burnout is highly prevalent among oncology nurses and is associated with excessive workload and emotional demands. Strategies to improve workplace well-being, reduce workload, and strengthen mental health support are essential to promote workforce sustainability.

Keywords: Burnout. Oncology nursing. Occupational health. Nursing personnel. Mental health.

Resumen

Antecedentes: El Burnout es gran problema de salud en enfermería oncológica, que enfrenta altas exigencias emocionales, cargas laborales pesadas sufrimiento y muerte de pacientes. **Objetivo:** Determinar la prevalencia del burnout y factores asociados en enfermería oncológica de un hospital terciario en México. **Material y métodos:** Estudio descriptivo transversal

*Correspondence:

Arturo García-Galicia

E-mail: neurogarcia Galicia@yahoo.com.mx

Date of reception: 30-04-2026

Date of acceptance: 20-06-2026

DOI: 10.24875/AMH.M26000166

Available online: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):259-264

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

entre personal de enfermería oncológica de un hospital terciario del Instituto Mexicano del Seguro Social en Puebla (IMSS), México. Se recopiló edad, sexo, estado civil, nivel educativo, experiencia profesional, trabajo extra, carga laboral y acceso a apoyo psicológico. Para Burnout se aplicó el Inventario de Maslach. Se utilizó estadística descriptiva, para consistencia interna, alfa de Cronbach. **Resultados:** Participaron 71 enfermeras; el 52.1 % cumplía con los criterios de agotamiento profesional. La mayoría eran mujeres (86.1 %), de entre 31 y 40 años (58.4 %), con entre 6 y 15 años de experiencia profesional (53.3 %). Las horas extras (69.4 %) y la falta de apoyo psicológico (88.9 %) eran comunes. El agotamiento emocional fue la dimensión más afectada (76.0 % con niveles de moderados a altos), mientras que la realización personal se mantuvo en niveles altos (77.4 %). **Conclusiones:** El Burnout es muy frecuente entre personal de enfermería oncológica; se asocia con trabajo excesivo y exigencias emocionales del cuidado de pacientes. El predominante sentido de logro personal sugiere resiliencia profesional considerable. Se necesita atender carga y bienestar laboral, y salud mental para reducir agotamiento profesional y mejorar sostenibilidad laboral.

Palabras-clave: Burnout. Enfermería oncológica. Salud laboral. Personal de enfermería. Salud mental.

Introduction

Nursing personnel constitute one of the most important pillars of healthcare systems, as they provide direct and continuous patient care throughout all stages of the healthcare process, particularly in oncology services. Their work requires not only solid professional training but also a high degree of emotional commitment^{1,2}. Working conditions, such as prolonged shifts, excessive workload, staff shortages, and constant exposure to pain, suffering, and death increase the risk of progressive deterioration of both physical and mental well-being^{3,4}.

In this context, burnout syndrome (BS) has been identified as one of the major occupational health concerns affecting healthcare professionals. This syndrome is characterized by a negative emotional response to chronic workplace stress and is manifested through three dimensions: emotional exhaustion (EE), defined as feelings of extreme fatigue and loss of energy; depersonalization (DP), characterized by a detached attitude toward patients; and reduced personal accomplishment (PA)⁵⁻⁷.

Numerous studies have demonstrated that BS affects not only the psychological health of healthcare workers but also the quality of care, patient safety, and organizational stability^{8,9}. Data from Mexico, including reports from the *Instituto Mexicano del Seguro Social* (IMSS), indicate that even before the coronavirus disease-2019 pandemic, Mexico ranked among the countries with the highest levels of occupational stress-related fatigue. Approximately 75% of workers experienced this condition, exceeding the rates reported in countries, such as China (73%) and the United States (59%)¹⁰. Furthermore, burnout has been associated with higher rates of absenteeism, staff turnover, and reduced work performance, resulting in both human and economic consequences

for healthcare institutions^{11,12}. Consequently, addressing burnout has become a priority challenge for contemporary healthcare systems.

Several factors significantly increase the emotional vulnerability of oncology nursing personnel and contribute to both the development and severity of BS. These include age, sex, years of professional experience, marital status, and number of children, all of which influence how individuals cope with occupational demands¹³⁻¹⁵.

In addition, the lack of institutional policies focused on protecting nurses' mental health exacerbates this problem. Healthcare organizations often prioritize clinical outcomes, thereby perpetuating environments characterized by constant stress^{16,17}. Burnout is not merely an individual issue but an organizational phenomenon that compromises service quality¹ and patient safety¹⁸⁻²¹.

The identification and assessment of burnout among nursing personnel provides valuable evidence for the design of preventive and corrective strategies tailored to the actual needs of this professional group, particularly in oncology settings. Therefore, the aim of this study was to determine the prevalence of BS and its associated factors among oncology nursing staff working in a tertiary-care hospital of the IMSS in Puebla, Mexico.

Material and methods

A descriptive cross-sectional study was conducted among nursing personnel working different shifts in the Oncology Department of a tertiary-care hospital belonging to the IMSS in Puebla, Mexico. Eligible participants included permanent nursing staff assigned to the oncology service, with at least 1 year of employment

at the institution, who voluntarily agreed to participate and provided written informed consent.

The following variables were assessed: sex, age, work shift, educational level, professional experience, number of children, marital status, overtime work, number of patients attended per shift, availability of psychological support, and the presence of BS.

BS was evaluated using the Mexican-adapted version of the Maslach Burnout Inventory (MBI)⁸. The instrument consists of 22 items scored on a Likert-type scale ranging from “never” to “every day” and assesses three domains: EE, DP, and PA.

Data were analyzed using the Statistical Package for the Social Sciences, version 25 for Windows. The reliability of the MBI was assessed using Cronbach's alpha coefficient. Descriptive statistics were applied, and study findings were summarized through frequencies and percentages.

The study was approved by the Health Research Committee No. 2101 of the IMSS. All participants provided written informed consent before enrollment. Data were handled with strict confidentiality and used exclusively for research purposes. Participants identified as presenting BS were referred to the institution's Occupational Health Service for further evaluation and support.

Results

A total of 71 nurses were evaluated, of whom 37 presented findings consistent with BS, yielding a prevalence of 52.1%. Most participants were female (86.1%). The most frequent age group was 31-40 years, accounting for 58.4% of the sample. Regarding work shifts, 50% worked the morning shift. Technical-level education was reported by 44.4% of participants, while 53.3% had between 6 and 15 years of professional experience. Concerning personal characteristics, 55.6% had three or more children, and 52.8% were married. Overtime work was reported by 69.4% of the participants, and 61.2% attended between 11 and 18 patients per shift. Furthermore, 88.9% reported having no access to psychological support services (Table 1).

The MBI demonstrated adequate internal consistency. Cronbach's alpha coefficients were 0.846 for EE, 0.602 for DP, and 0.705 for PA.

Regarding EE, 40.5% of participants perceived that they were working excessively, while 24.3% considered their work emotionally draining. In the DP dimension, most participants did not exhibit depersonalizing attitudes toward patients; 73.0% reported that they never

treated patients as impersonal objects. In the PA dimension, 75.6% indicated that they frequently created a positive and pleasant work environment (Table 2).

Overall, EE showed a high level of burnout in 47.8% of participants. This proportion, representing nearly half of the sample, together with the 28.2% classified as having a moderate level, indicates that most professionals (76.0%) experienced considerable degrees of EE. DP scores were primarily distributed between low and moderate levels. Although 46.4% of participants were classified as having low DP, a substantial proportion (42.4%) fell within the moderate category. The most severe manifestation (high level) was observed in 11.2% of participants.

PA showed predominantly favorable results, with 77.4% of respondents reporting high levels of accomplishment (Fig. 1).

The overall assessment of BS revealed a polarized distribution among the study population. Of particular relevance, more than half of the participants (52.2%) were classified as having a high level of BS (Fig. 1).

Discussion

The primary objective of this study was to assess BS levels among nursing personnel working in a highly demanding clinical setting, such as oncology services, where both physical and emotional demands are substantial and persistent.

Most participants were women, predominantly aged between 31 and 40 years, and more than half reported over 6 years of professional experience. These findings are consistent with previous reports²², which describe a similar nursing workforce profile characterized by female predominance and exposure to a dual workload that intensifies occupational stress. Furthermore, the high proportion of staff performing overtime work and the lack of use of institutional psychological support highlight the absence of effective preventive measures against professional exhaustion.

Among the dimensions of BS, EE was the most affected. This finding represents a significant risk factor and suggests a critical need for preventive interventions. Previous studies have identified EE as the core component of burnout and have linked it closely to excessive workload and insufficient organizational resources²².

In addition, 53.6% of participants reported moderate or high levels of DP. Although severe emotional detachment was relatively uncommon, feelings of emotional distancing and a detached attitude toward work were

Table 1. Sociodemographic characteristics of oncology nursing personnel

Variable	Category	n	%
Sex	Female	32	86.1
	Male	5	13.9
Age	25-30 years	3	8.3
	31-40 years	22	58.4
	≥ 41 years	12	33.3
Work shift	Morning	18	50
	Evening	12	33.3
	Night	6	16.7
Educational level	Technical degree	16	44.4
	Bachelor's degree	15	41.7
	Postgraduate degree	5	13.9
Professional experience	1-5 years	11	28.9
	6-15 years	20	53.3
	> 15 years	6	17.8
Number of children	1-2 children	16	44.4
	> 3 children	20	55.6
Marital status	Married	19	52.8
	Single	17	47.2
Overtime work	Yes	25	69.4
	No	11	30.6
Patients attended per shift	11-18 patients	22	61.2
	> 20 patients	6	16.6
Psychological support	Yes	4	11.1
	No	32	88.9

recurrent experiences. In contrast, PA showed a predominantly favorable profile, indicating that most professionals maintained a strong sense of achievement and purpose in their work. This finding contrasts markedly with the high levels of EE and underscores the persistence of professional commitment despite substantial fatigue.

A considerable proportion of participants (58%) reported experiencing BS at moderate-to-high intensity, a finding that warrants priority attention. These results are consistent with those reported by Ramírez-Pérez and Osorio-Guzmán²¹ who studied Mexican healthcare professionals working in public oncology

Table 2. Main findings by dimension according to the Maslach Burnout Inventory

Burnout dimension	Item	%
Emotional exhaustion	Perceives working excessively	40.5
	Feels exhausted several times per week	32.4
	Feels tired at the end of the workday	27.0
	Feels fatigued at the beginning of a new shift	27.0
	Considers work emotionally draining	24.3
Depersonalization	Never treats patients as impersonal objects	73.0
	Always cares about what happens to patients	54.1
	Feels that work is making them emotionally hardened	27.1
	Acknowledges becoming more insensitive over time	16.3
Personal accomplishment	Frequently creates a positive work environment	75.6
	Can easily understand patients' needs and feelings	64.9
	Effectively manages daily problems and positively influences others	48.7
	Feels highly energetic	27.0
	Feels appreciated after work	24.3

services and found moderate or high burnout levels in more than 60% of participants, while 100% reported high levels of PA.

Similarly, the present study identified a comparable pattern: despite the predominance of EE, most participants reported high levels of PA, reflecting substantial resilience among oncology nursing professionals.

However, contextual differences were observed between both populations. In the study by Ramírez-Pérez and Osorio-Guzmán²¹, the mean age was 45 years and average job tenure approached 14 years. In contrast, the present sample consisted predominantly of younger professionals (31-40 years), facing heavy clinical workloads and perceiving limited psychological support. These conditions may contribute to greater vulnerability to occupational exhaustion,

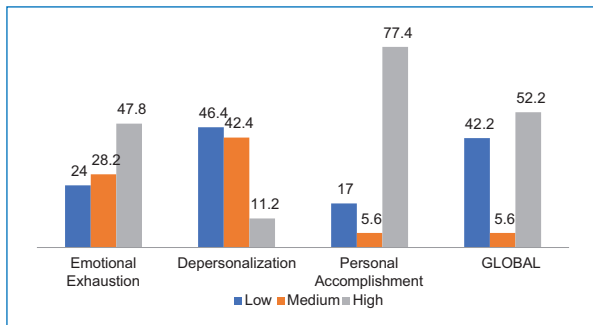


Figure 1. Results of the Maslach Burnout Inventory. Global and dimensional percentages of burnout syndrome among oncology nursing personnel (n = 71).

adversely affecting both mental health and professional performance. Notably, mental health services for healthcare workers within the IMSS have recently undergone significant strengthening and optimization.

These findings further support the notion that, despite experiencing substantial occupational strain, healthcare workers maintain a strong sense of professional commitment and job satisfaction. The ability to preserve a sense of purpose under continuous pressure may function as a protective factor against DP and occupational cynicism. This observation is consistent with previous evidence suggesting that vocational commitment and satisfaction derived from patient care act as coping mechanisms that mitigate the negative effects of BS²²⁻²⁴.

This positive dimension has also been associated with adaptive capacity and ethical commitment to patients, enabling healthcare professionals to maintain motivation and a sense of usefulness even under conditions of considerable EE²⁵⁻²⁷.

The results of the present study are consistent with previous reports (8.21) indicating that BS among nursing personnel is a multifactorial, persistent, and complex phenomenon influenced by organizational, emotional, and personal factors. Excessive workload, insufficient psychological support, and limited institutional resources emerged as the principal contributors to EE²⁸⁻³⁰.

Conclusion

The prevalence of BS symptoms among oncology nursing personnel reflects a multifactorial problem primarily associated with excessive workload, the emotional demands inherent to patient care, and workplace interpersonal dynamics. Rather than indicating a lack of professional commitment, the challenge appears to

stem from the absence of effective strategies to mitigate EE.

Therefore, strengthening institutional policies aimed at improving working conditions, redistributing clinical workloads, and implementing permanent psychological support programs is essential to protect the health and well-being of nursing personnel.

Given this scenario, the implementation of intervention programs designed to promote healthy work environments, improve work-life balance, and strengthen resilience as a coping strategy is urgently needed^{19,20}.

Funding

The authors declare that they have not received funding.

Conflicts of interest

J. Loría-Castellanos is a member of the editorial board of the journal *Anales Médicos*. The others authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of human subjects and animals. The authors declare that no experiments on humans or animals were performed for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have followed their institution's confidentiality protocols, obtained informed consent from all patients, and secured approval from the Ethics Committee. SAGER guidelines have been followed as applicable to the nature of the study.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing or creation of the content of this manuscript.

References

1. Acosta-Román M, Saldaña-Chafloque CF, Poma-Poma DI, Olivas-Álvarez AB, Nieva-Villegas LM. Estrés laboral en la unidad de cuidados intensivos de un hospital de la sierra peruana. *Rev Vive*. 2023;6:815-26.
2. Adell Pellicer A. Síndrome de Burnout en enfermería: prevención y manejo. *Rev Electrón Port Med*. 2023;18:90-9.
3. Beltrán CA, Moreno MP, Estrada JG. Reliability and validation of the scale Maslach Burnout inventory (HSS) in workers in Western México. *Salud Uninorte*. 2016;32:218-27.
4. Borges EM, Queirós CM, Abreu MD, Mosteiro-Díaz MP, Baldonado-Mosteiro M, Baptista PC, et al. Burnout among nurses: a multicentric comparative study. *Rev Latinoam Enferm*. 2021;29:1-11.
5. Cañadas-De La Fuente GA, Albendín-García L, Cañadas GR, San Luis-Costas C, Ortega-Campos EM, De La Fuente-Solana EI. Factores asociados con los niveles de Burnout en enfermeros de urgencias y cuidados críticos. *Emergencias*. 2018;30:328-31.

6. Cedeño-Guevara P, Escobar Segovia KF. Síndrome de Burnout por COVID-19 en personal sanitario en áreas UCI y Emergencia de un hospital de segundo nivel. *Cienc Innov Salud*. 2022;10:151-63.
7. Colmenares-De La Torre J, Acosta-Martínez R, Cárdenas-Ayón E, Carvajal-Vera CP, Guzmán-Suárez OB, Hernández-Díaz MR, et al. Prevalencia del síndrome de Burnout en personal de enfermería de México. *Rev Cubana Salud Trab*. 2018;19:14-8.
8. Vargas-Cruz LD, Niño-Cardozo CL, Acosta-Maldonado JY. Estrategias que modulan el síndrome de Burnout en enfermeros (as): una revisión bibliográfica. *Rev Cienc Cuidado*. 2017;14:111-3.
9. Salgado Guadarrama JD, Sandoval Sánchez AG, Osnaya Ortiz A. Atención a pacientes COVID-19 como factor predisponente para el desarrollo de síndrome de Burnout en el personal de Enfermería. *Rev Dilemas Contemp Educ Polít Valores*. 2023;11:1-16.
10. Durán-Rodríguez R, Gamez-Toirac Y, Toirac-Sánchez K, Toirac-Fuentes J, Toirac Terrero D. Síndrome de Burnout en enfermería intensiva y su influencia en la seguridad del paciente. *MEDISAN*. 2021;25:278-91.
11. García-Iglesias JJ, Gómez-Salgado J, Fagundo-Rivera J, Romero-Martín M, Ortega-Moreno M, Navarro-Abal Y. Factores predictores de los niveles de Burnout y work engagement en médicos y enfermeras: una revisión sistemática. *Rev Esp Salud Publica*. 2021;95:1-24.
12. García-Rodríguez R, Zambrano-Ubillus R, Villafuerte-García KY, Andaluza-Granda M. El síndrome de Burnout y sus consecuencias en la salud mental. Una propuesta de operacionalización para su estudio. *Rev Cient Bioméd Higía Salud*. 2021;3:1-13.
13. Ramírez-Elvira S, Romero-Béjar JL, Suleiman-Martos N, Gómez-Urquiza JL, Monsalve-Reyes C, Cañadas-De La Fuente GA, et al. Prevalence, risk factors and Burnout levels in intensive care unit nurses: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:11432.
14. Romero-Coba G, Iza-Castro S, Mayorga-Núñez V. Síndrome de Burnout y factores asociados en personal de enfermería de las unidades de atención de cuidados paliativos: una revisión sistemática. *Rev Cient Retos Cienc*. 2024;8:173-89.
15. Huaracaya-Victoria J. Mental health considerations about the COVID-19 pandemic. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2020;37:327-34.
16. Jiménez-Padilla EA, Ramírez-Orozco M, Jiménez-Flores J, Decat-Bergerot C, Meneses-García A, Galindo-Vázquez Ó. Validación del inventario de Burnout de Maslach en personal mexicano de enfermería. *Psicología Salud*. 2023;33:291-8.
17. Lastovková M, Carder M, Rasmussen HM, Sjoberg L, Groene GJ, Sauni R, et al. Burnout syndrome as an occupational disease in the European Union: an exploratory study. *Ind Health*. 2018;56:160-5.
18. Llor-Lozano J, Seva-Llor AM, Díaz-Agea JL, Llor-Gutiérrez L, Leal-Costa C. Burnout, habilidades de comunicación y autoeficacia en los profesionales de urgencias y cuidados críticos. *Enferm Glob*. 2020;19:68-92.
19. Lozano-Vargas A, Psiquiatra M. El síndrome de Burnout en los profesionales de salud en la pandemia por la COVID-19. *Rev Neuro-Psiquiatr*. 2021;84:1-2.
20. Maguiña Vargas C, Gastelo Acosta R, Tequen Bernilla A. El nuevo coronavirus y la pandemia del COVID-19. *Rev Med Hered*. 2020;31:115-8.
21. Maslach C, Jackson SE. *Maslach Burnout Inventory Manual*. 2nd ed. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press; 1986. Available from: https://www.researchgate.net/publication/277816643_the_maslach_burnout_inventory_manual
22. Menendez T, Panuncio A, Anzulez J, Zambrano D, Mastarreno M. Prevalencia del síndrome de Burnout en el personal de enfermería de un hospital general. *REDIELUZ*. 2023;13(1):46-55.
23. Ortiz R, Pino-Romero N, Fernández A. Síndrome de Burnout y clima organizacional en el profesional de enfermería en un servicio de hospitalización COVID-19 de un hospital de Lima. *Rev Recien*. 2024;31:102-18.
24. Brito Ortiz JF, Nava Gómez ME, García AJ. Un modelo estructural de las relaciones entre apoyo social, estrés percibido y Burnout en enfermeras mexicanas. *Psicol Salud*. 2015;25:157-67.
25. Padrós-Blázquez F, Trujillo-Alonso G, Martínez-Medina MP, González-García CL, Campos-González ID, Amezcua-Mendoza MI, et al. Ansiedad y Burnout en personal sanitario en tiempos de COVID-19 en México. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2024;62:1-5.
26. Ramírez-Pérez JI, Osorio-Guzmán M. Síndrome de quemarse por el trabajo en atención de pacientes oncológicos. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2023;61(3):327-34.
27. Rivas E, Barraza-Macias A. Síndrome de Burnout en el personal de enfermería y su relación con cuatro variables laborales. *Enferm Univ*. 2018;15:136-46.
28. Sant'Ana JC, Santos JD, Silva PG, Meira KC, Oliveira LV, Almeida SG, et al. Prevalencia y factores asociados al estrés laboral y al síndrome de Burnout en profesionales de enfermería que actúan en oncología. *Rev Bras Cancerol*. 2023;69:e-053644.
29. Torres-Tuanama LC, Taboada Pilco RY. Enfrentado al Burnout en enfermería, mejorando la calidad del cuidado. Modelo de intervención para aliviar desgaste en hospital de Tarapoto. *Cien Lat Rev Cient Multidiscip*. 2024;7:4324-42.
30. Montoya MS, Peña SL, Villa EA, Hernández RI, Vargas MR, Ocaño MA. Burnout syndrome in nursing personnel working in the critical care and hospitalization units. *Enferm Glob*. 2020;19:479-506.

Neuroprotective effect of reboxetine on sensorimotor function and norepinephrine levels in a model of intracerebral hemorrhage

Efecto neuroprotector de la reboxetina sobre la función sensoriomotora y los niveles de noradrenalina en un modelo de hemorragia intracerebral

Isaac Saucedo-Flores¹, Mireya Alcaraz-Zubeldia², Sergio Montes³, Camilo Ríos-Castañeda⁴, and Laura E. Ramos-Languren^{1*}

¹Laboratory of Neurobiology of Aging and Brain Injury, Psychobiology and Neuroscience Coordination, Division of Professional Studies, Faculty of Psychology, Universidad Nacional Autónoma de México; ²Department of Neurochemistry, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez, Secretaría de Salud, Mexico City; ³Analytical Chemistry Laboratory, Multidisciplinary Academic Unit Reynosa-Aztlan, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Reynosa, Tamaulipas; ⁴Division of Neuroscience, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Secretaría de Salud, Mexico City, México

Abstract

Background: Hemorrhagic intracortical lesions produce persistent sensorimotor deficits. Reboxetine, a selective norepinephrine (NE) reuptake inhibitor, has emerged as a potential pharmacological strategy to promote functional recovery. **Objective:** The objective of this study was to evaluate the effects of acute and chronic reboxetine administration on motor performance and NE levels in a rat model of intracortical injury induced by ferrous chloride (FeCl₂). **Material and methods:** Fifty-seven male Wistar rats were assigned to control or lesion groups, receiving a FeCl₂ injection into the right primary motor cortex. Animals received reboxetine under acute or chronic treatment regimens. Sensorimotor performance was assessed on days 1 and 3 post-surgery, whereas NE levels in the pons and dentate gyrus were quantified on day 3 post-surgery. **Results:** Both treatment regimens reduced sensorimotor deficits. Acute reboxetine administration improved motor performance by day 3 and increased pontine NE levels exclusively in the contralateral hemisphere. In contrast, chronic treatment accelerated recovery from day 1 and increased pontine NE levels bilaterally. In addition, sensorimotor performance positively correlated with pontine NE concentrations in both regimens. **Conclusions:** Reboxetine promotes motor recovery following hemorrhagic intracortical injury. Chronic administration is more effective, producing earlier behavioral improvement directly associated with greater pontine NE availability.

Keywords: Norepinephrine. Cerebral hemorrhage. Recovery of function. Motor activity.

Resumen

Antecedentes: La enfermedad cerebrovascular genera secuelas sensoriomotoras persistentes. La reboxetina, un inhibidor selectivo de la recaptura de noradrenalina (NA), se propone para favorecer la recuperación funcional. **Objetivo:** Evaluar el efecto de la administración aguda y crónica de reboxetina sobre la función sensoriomotora y los niveles de NA en un modelo de lesión intracortical inducida por cloruro ferroso (FeCl₂). **Material y métodos:** Se emplearon 57 ratas Wistar macho en grupos

*Correspondence:

Laura E. Ramos-Languren

E-mail: elanguren@comunidad.unam.mx

Date of reception: 08-06-2026

Date of acceptance: 22-07-2026

DOI: 10.24875/AMH.M26000169

Available online: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):265-274

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

control y lesionados mediante inyección de FeCl_2 en la corteza motora primaria derecha. Recibieron reboxetina bajo tratamiento agudo o crónico. El desempeño sensoriomotor se evaluó los días 1 y 3 tras la intervención quirúrgica, mientras que los niveles de NA en el puente y el giro dentado se cuantificaron el día 3 tras la intervención quirúrgica. **Resultados:** Ambos tratamientos redujeron el déficit sensoriomotor. La dosis aguda mejoró el rendimiento al tercer día y aumentó la NA pontina en el hemisferio contralateral, mientras que el crónico aceleró la recuperación desde el primer día y elevó la NA pontina de forma bilateral. Adicionalmente, el rendimiento sensoriomotor correlacionó positivamente con la NA en el puente en ambos esquemas. **Conclusiones:** La reboxetina favorece la recuperación motora tras una lesión intracortical hemorrágica. El tratamiento crónico resulta más eficaz al inducir una mejoría conductual temprana asociada directamente con mayor disponibilidad de noradrenalina.

Palabras clave: Norepinefrina. Hemorragia cerebral. Recuperación de la función. Actividad motora.

Introduction

Stroke is a clinical syndrome characterized by an acute neurological deficit of vascular origin.¹ Globally, it represents the second leading cause of death and the third leading cause of combined death and disability.² Hemorrhagic etiology has a critical clinical impact; specifically, intracerebral hemorrhage (ICH) accounts for 28.8% of all incident cerebrovascular events² and is notable for its high mortality and the drastic deterioration it causes in quality of life.^{3,4} After surviving the acute event, patients frequently face chronic motor and functional deficits that are severely disabling.^{5,6}

For the experimental study of ICH, intracortical micro-injection of ferrous chloride (FeCl_2) constitutes a widely used model due to its translational value, as it proportionally simulates the concentration of iron and the volume of extravasated blood during a clinical event in the human brain.^{7,8} Its validity is grounded in the Fenton and Haber-Weiss reactions, in which free iron induces highly cytotoxic hydroxyl radicals. These trigger lipid peroxidation, neuronal damage, and necrosis, simulating the effects of ICH.⁹⁻¹¹

Pharmacological modulation has been proposed as a strategy to promote motor recovery after brain injury by regulating the neurochemical response.^{12,13} Early studies demonstrated that amphetamine administration facilitated functional recovery following stroke.^{14,15} Subsequently, attention shifted toward specific neurotransmitter systems involved in brain plasticity. Among these, norepinephrine (NE) has been extensively studied due to its role in regulating synaptic strength and neurogenesis.¹⁶⁻¹⁸ In this context, reboxetine has attracted interest as a pharmacological strategy, as it acts as a selective NE reuptake inhibitor.¹⁹⁻²¹ In fact, recent evidence in humans demonstrates that the noradrenergic increase induced by reboxetine significantly prolongs cortical neuroplasticity, positioning it as a highly promising therapeutic intervention for motor rehabilitation following stroke.²²

Given the relevance of this neurotransmitter system, it is of interest to analyze structures with pronounced noradrenergic involvement. Among these, the pons stands out as the location of the locus coeruleus, the principal source of noradrenergic projections in the central nervous system.^{23,24} Equally important is the dentate gyrus of the hippocampus, a region involved in neuronal plasticity and adult neurogenesis, which has high innervation and adrenergic receptor expression.²⁵⁻²⁷ Furthermore, the loss of noradrenergic tone in these regions is linked to increased neuroinflammation and oxidative stress.²⁸

In addition, diaschisis phenomena indicate that the functional consequences of brain damage are not confined to the site of the lesion but also affect regions anatomically and functionally connected to it.^{29,30} In parallel, following a lesion, compensatory mechanisms are activated that promote the reorganization of synaptic connectivity in surviving neurons, particularly in the contralateral hemisphere,^{31,32} a process in which noradrenergic modulation is crucial to facilitate motor recovery.³³ Therefore, bilateral assessment of neurochemical changes is essential to identify the pathways involved in the therapeutic effects of reboxetine.

The objective of the present study was to evaluate the effect of acute and chronic reboxetine administration on sensorimotor function and NE levels in a model of intracortical injury induced by FeCl_2 in young adult rats. Specifically, the degree of efficacy of sensorimotor recovery was compared between chronic and acute treatment regimens. As a complementary analysis, NE levels were quantified in the pons and the dentate gyrus, assessed both ipsilaterally and contralaterally to the lesion, to determine their relationship with the degree of sensorimotor deficit observed.

Material and methods

Experimental design and subjects

An experimental, prospective, controlled, and randomized study was conducted using 57 male Wistar

rats (280–320 g), obtained from the animal facility of the Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía. Animal handling was carried out in accordance with the ethical principles of the Three Rs (replacement, reduction, and refinement), in compliance with the Official Mexican Standard NOM-062-ZOO-1999 and with the approval of the Institutional Committee for the Care and Use of Laboratory Animals (CICUAL-INNN 88/18). Animals were maintained under a reversed 12:12-h light-dark cycle, at an ambient temperature of 20–24°C and a relative humidity above 40%, with *ad libitum* access to water and food.

Subjects were assigned to four experimental groups for the acute protocol and four for the chronic protocol. Both regimens included two groups with FeCl₂-induced lesions and two sham groups, subdivided according to reboxetine or vehicle administration. In the chronic protocol, animals were housed individually throughout the 10-day pretreatment period and received reboxetine (10 mg/kg) or drinking water. To ensure complete drug intake, the dose was dissolved in a volume of water 5 mL below the mean daily consumption previously determined for each animal. Solution homogeneity and waterer function were verified daily. In the acute protocol, animals received a single dose of reboxetine (10 mg/kg) or vehicle (3 mL of water) orally through esophageal cannula (16G × 3), 1 h after surgery.

Stereotaxic surgery

Animals were anesthetized with a combination of xylazine and ketamine (50 mg/kg each, i.p.) and received atropine sulfate (0.05 mg/kg, s.c.) to reduce respiratory secretions and prevent bradycardia. They were then placed in a stereotaxic frame. Before the incision, lidocaine (0.1 mL, i.d.) was infiltrated into the surgical area to provide local analgesia. Throughout the procedure, body temperature was maintained at 37°C using a thermal blanket. A craniotomy was performed for intracortical microinjection of 10 µL of FeCl₂ (50 mM) or saline solution (sham groups) into the right primary motor cortex, specifically the area representing the contralateral hindlimb³⁴ (Anteroposterior: –2.0 mm; mediolateral: –2.0 mm; and dorsoventral: –2.0 mm relative to bregma) at an infusion rate of 1 µL/min, with the purpose of inducing a focal hemorrhagic lesion.

On completion of the infusion, the surgical area was cleaned, the incision was sutured, and standard post-operative care was applied. Finally, topical nitrofurazone was applied to the ears, and isotonic saline

solution (3 mL, i.p.) was administered to promote rehydration and anesthetic recovery.

Behavioral assessment

Behavioral evaluations were performed under double-blind conditions. Animals subjected to acute treatment were assessed at 3 time points: before surgery (Pre-sx), at day 1 post-surgery (1 DPS), and at day 3 post-surgery (3 DPS). Animals in the chronic protocol were assessed before treatment (Pre-tx), before surgery (Pre-sx), and at 1 DPS and 3 DPS.

Sensorimotor function was evaluated using the neurological scale modified by Pantoni.³⁵ This test examines four functional domains: limb motor symmetry, grip strength, proprioception, and vibrissae tactile stimulus response. The total score ranges from 3 to 12 points, with higher values indicating less neurological impairment.

Spontaneous motor activity was quantified using the automated Auto-Track Opto-Varimex system (Columbus Instruments, Columbus, OH, USA) inside an anechoic chamber, as reported by Ramos-Languren et al.³⁶ The variable analyzed was total distance traveled, expressed as a percentage relative to the presurgical baseline value.

Chromatographic analysis by high-performance liquid chromatography (HPLC)

Once behavioral evaluations were completed, animals were sacrificed for bilateral dissection of the pons and dentate gyrus. Samples were homogenized in an antioxidant solution composed of perchloric acid and sodium metabisulfite, using a volume equivalent to 20 times the tissue weight. They were subsequently centrifuged at 14,000 rpm for 20 min at 4°C, and the supernatant was recovered.

NE quantification was performed by HPLC coupled to electrochemical detection (Metrohm model 656, Switzerland). The system included an isocratic LC-250 pump (Perkin Elmer, Waltham, MA, USA), a Rheodyne valve, and a 20 µL injection loop. The mobile phase was composed of potassium monobasic phosphate (30 mM, pH 3.1), sodium octylsulfate (2 mM), ethylenediaminetetraacetic acid (1.6 mM), and HPLC-grade methanol at 16%, at a constant flow rate of 1 mL/min.

Chromatographic signals were integrated using TurboChrom (version 4.10) and Perkin-Elmer 1020 Plus software. NE concentration was determined by interpolation against a six-point standard curve (30–800 nM). Results were expressed as nmol of NE/g of fresh

tissue, according to the procedure used by Ramos-Languren et al.³⁶

Statistical analysis

Behavioral data were analyzed using a mixed analysis of variance (ANOVA) (within-subjects factor: time; between-subjects factors: lesion and treatment). Sphericity was assessed with Mauchly's test, applying the Greenhouse-Geisser correction. NE concentrations were evaluated using an independent mixed ANOVA (within-subjects factor: hemisphere; between-subjects factors: lesion and treatment). Significant interactions were explored with Bonferroni *post hoc* tests. Subsequently, Spearman's correlation was used to associate sensorimotor performance with NE levels. Data are presented as mean $\pm$ standard deviation in the results section. Statistical significance was set at $p \leq 0.05$. The procedure is detailed in figure 1.

Results

Behavioral assessment

In the sensorimotor evaluation of the group receiving acute single-dose treatment, significant interactions of time $\times$ lesion ($F [2, 52] = 23$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.47$) and time $\times$ treatment ($F [2, 52] = 7.90$, $p = 0.001$, $\eta^2p = 0.23$) were observed. At the pre-surgery assessment, no differences were found between groups ($p > 0.05$). Following the lesion, both groups showed a significant decline in performance at 1 DPS compared with Sham groups ($p < 0.001$). At 3 DPS, reboxetine significantly reduced the sensorimotor deficit compared to vehicle (10.66 ± 0.34 vs. 8 ± 0.36 ; $p = 0.001$), matching the values of the Sham group (Fig. 2A). For the percentage of distance traveled, a main effect of time was found ($F [2, 52] = 58.83$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.69$), indicating a general decrease in locomotion after injury. Subsequently, reboxetine treatment increased locomotion compared to vehicle at 1 DPS (65.66 ± 5.98 vs. 30.73 ± 6.35 ; $p < 0.001$), a difference that was not maintained at 3 DPS ($p > 0.05$, Figs. 2B and C).

On the other hand, in the sensorimotor evaluation of the chronic treatment group, a significant time $\times$ lesion $\times$ treatment interaction was found ($F [3, 69] = 13.63$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.37$). During the pre-treatment (Pre-tx) and pre-surgery (Pre-sx) phases, groups showed no differences ($p > 0.05$). Following the lesion, reboxetine attenuated the sensorimotor deficit compared to vehicle

at 1 DPS (10.66 ± 0.39 vs. 7.33 ± 0.39 ; $p < 0.001$) and at 3 DPS (10 ± 0.38 vs. 7 ± 0.38 ; $p < 0.001$, Fig. 2D). For the percentage of locomotion, a time $\times$ lesion $\times$ treatment interaction was found ($F [3, 69] = 4.90$, $p = 0.004$, $\eta^2p = 0.18$). Distance traveled during Pre-tx and Pre-sx did not differ between groups ($p > 0.05$). Subsequently, reboxetine treatment increased locomotion compared to vehicle at 1 DPS (72.06 ± 12.07 vs. 32.85 ± 12.07 ; $p = 0.031$) and at 3 DPS (91.36 ± 11.16 vs. 42.49 ± 11.16 ; $p = 0.005$, figures 2E and F).

Quantification of NE levels

For NE levels in the pons, the ANOVA showed a main group effect ($F [3, 12] = 4.71$, $p = 0.02$, $\eta^2p = 0.54$). The hemisphere-level analysis showed that differences were limited to the side contralateral to the lesion ($F [3, 12] = 6.25$, $p = 0.008$, $\eta^2p = 0.61$), with no significant changes in the ipsilateral hemisphere ($p = 0.09$). *Post hoc* tests indicated a reduction in the contralateral NE concentration in the lesion group compared to the control (Sham-Veh: 4.57 vs. Lesion-Veh: 2.06; $p = 0.03$), whereas reboxetine administration increased these levels when compared to its respective control group (Lesion-Veh: 2.06 vs. Lesion-RBX: 5.02; $p = 0.01$, Fig. 3A). In contrast, NE concentrations in the dentate gyrus showed no significant effects of group, hemisphere, or the group $\times$ hemisphere interaction ($p > 0.05$, Fig. 3B).

Under chronic treatment, the ANOVA showed a main group effect on pontine NE levels ($F [3, 12] = 92.96$, $p < 0.001$, $\eta^2p = 0.96$), with no significant effects of hemisphere or the group $\times$ hemisphere interaction ($p > 0.05$). The absence of an interaction indicates that group differences occurred bilaterally. *Post hoc* comparisons showed that the Lesion-Veh group presented significantly lower global NE concentrations than the Sham-Veh (1.65 vs. 4.03; $p < 0.001$), Sham-RBX (1.65 vs. 3.76; $p < 0.001$), and Lesion-RBX (1.65 vs. 3.65; $p < 0.001$) groups (Fig. 3C).

In the dentate gyrus, a main group effect was also observed ($F [3, 12] = 6.20$, $p = 0.01$, $\eta^2p = 0.61$); however, simple-effects analyses by hemisphere did not reveal statistically significant differences between groups ($p > 0.05$; Fig. 3D).

Association between NE levels and sensorimotor recovery

Under acute treatment, sensorimotor performance assessed at 3 days post-surgery showed a positive association with NE levels in the pons, both in the

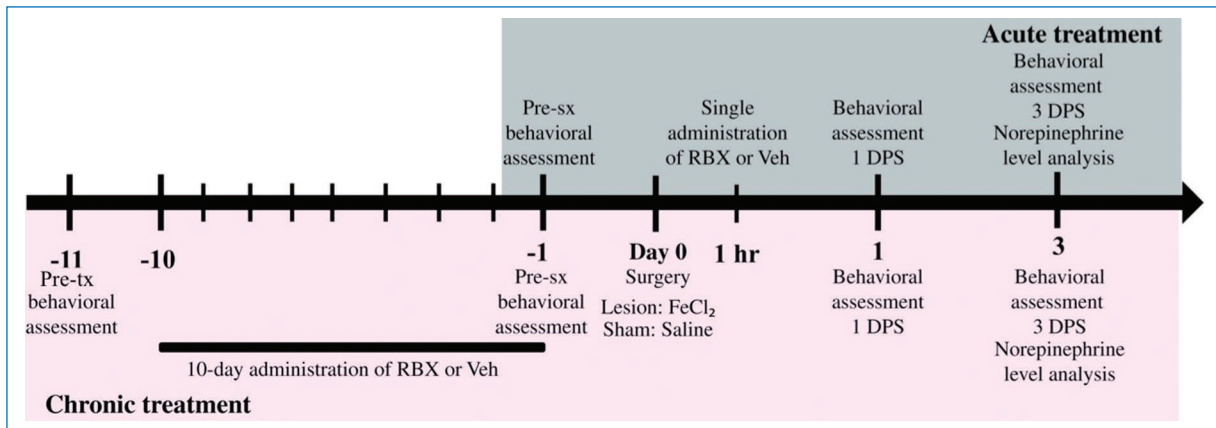


Figure 1. General procedure. For both treatment regimens, subjects were randomly assigned to four independent groups: Sham-Veh, Lesion-Veh, Sham-RBX, and Lesion-RBX. In the acute treatment (gray panel), following the pre-surgery behavioral assessment (Pre-sx) and stereotaxic surgery (day 0), a single dose of reboxetine or vehicle was administered 1 h after surgery. Behavior was subsequently assessed at 1 and 3 days post-surgery (1 and 3 DPS) before tissue extraction for chromatographic analysis. In the chronic treatment (pink panel), a pre-treatment assessment (Pre-tx) was conducted, after which reboxetine or vehicle was administered continuously for 10 days. At the end of this period, the Pre-sx assessment, surgery, and evaluations at 1 and 3 DPS were performed, concluding with tissue collection. FeCl₂: ferrous chloride; RBX: reboxetine; Veh: vehicle.

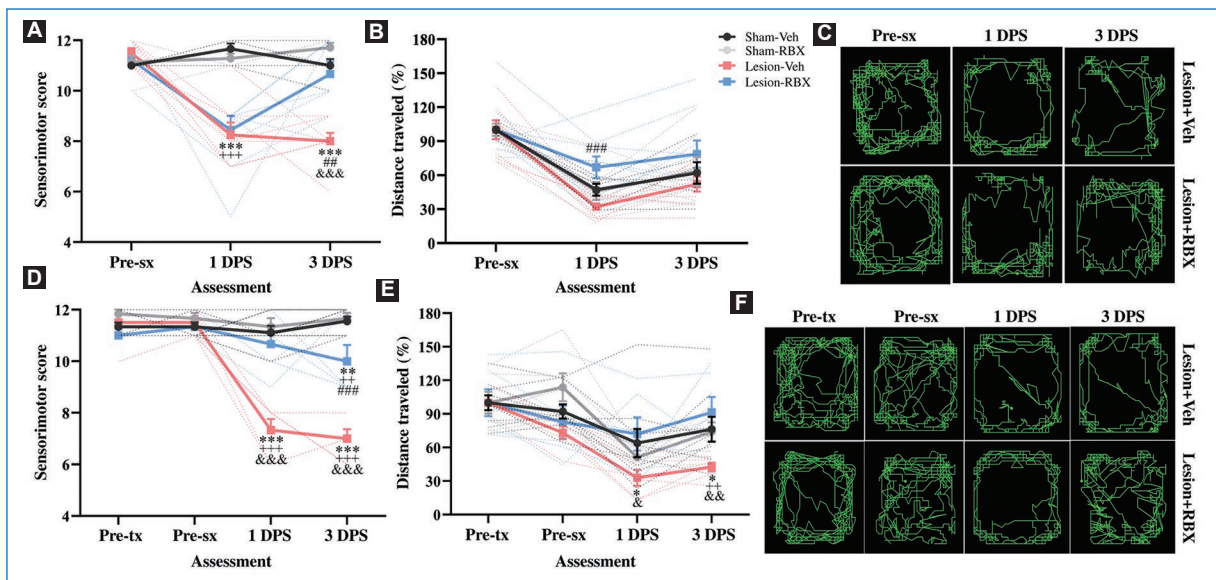


Figure 2. Effect of reboxetine on behavioral recovery following intracerebral hemorrhage. **A**: sensorimotor score, **B**: percentage of distance traveled during acute treatment, and **C**: representative images (control groups not shown) from the acute treatment group. **D**: sensorimotor score, **E**: percentage of distance traveled, and **F**: representative images (control groups not shown) during chronic treatment. Data express the mean $\pm$ SEM (solid lines) and individual values (dashed lines). Groups for acute treatment: Sham-Veh (black, $n = 6$), Sham-RBX (gray, $n = 7$), Lesion-Veh (red, $n = 8$), and Lesion-RBX (blue, $n = 9$). Groups for chronic treatment: Sham-Veh ($n = 9$), Sham-RBX ($n = 6$), Lesion-Veh ($n = 6$), and Lesion-RBX ($n = 6$). Pre-tx: pre-treatment; Pre-sx: pre-surgery; DPS: days post-surgery. Significant differences by time point: *vs. Sham-Veh; + vs. Sham-RBX; # vs. Lesion-Veh; & vs. Lesion-RBX. The number of symbols denotes the level of significance: one symbol $p < 0.05$, two symbols $p < 0.01$, three symbols $p < 0.001$.

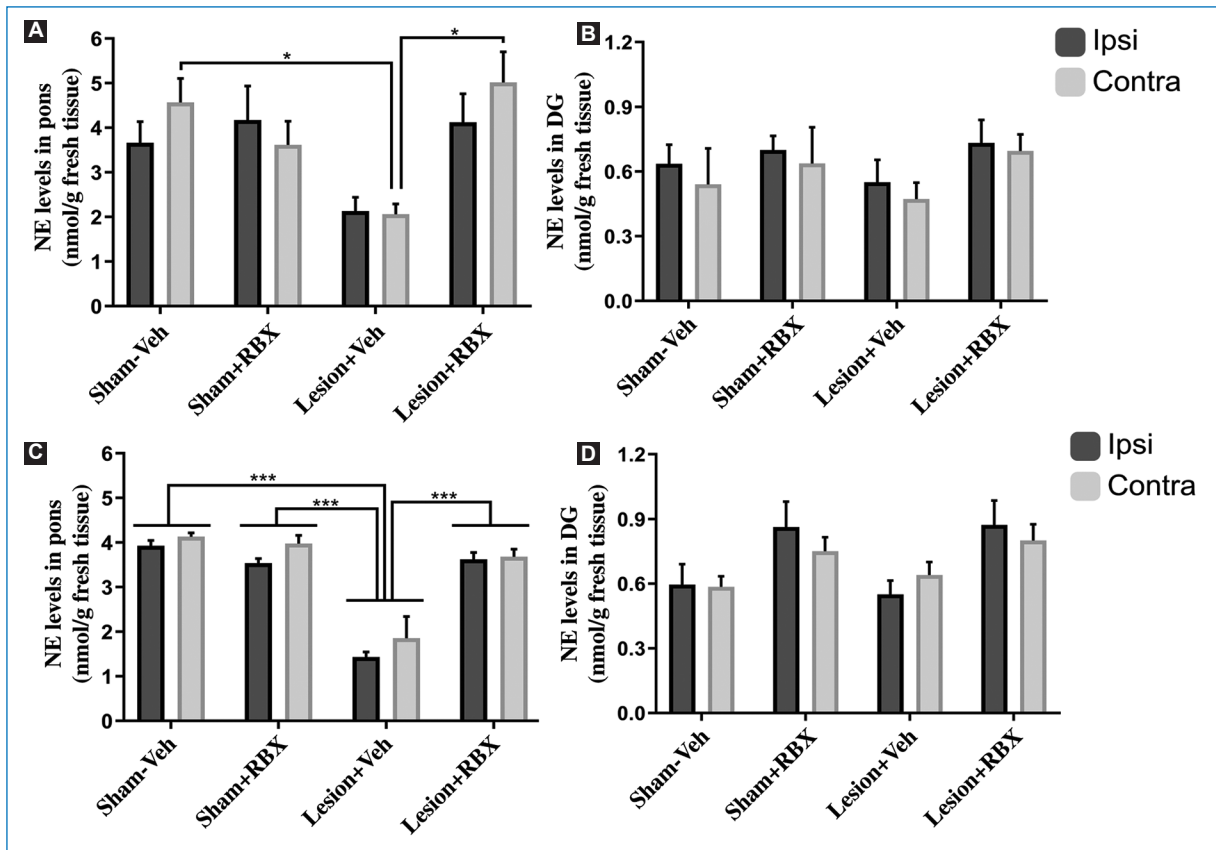


Figure 3. Effect of reboxetine on norepinephrine levels in the pons and dentate gyrus. Quantification of norepinephrine (nmol/g fresh tissue) in the ipsilateral and contralateral hemispheres relative to the lesion. **A:** upper panels correspond to acute treatment in the pons and **B:** dentate gyrus. **C:** lower panels show chronic treatment in the pons and **D:** dentate gyrus. Bars represent the mean $\pm$ Standard error of mean. * $p < 0.05$; *** $p < 0.001$. $n = 4$ per experimental group.

ipsilateral and contralateral hemispheres to the lesion (Figs. 4A and B). Similarly, under chronic treatment, sensorimotor performance positively correlated with NE levels in the contralateral pons, while a trend toward statistical significance was observed in the ipsilateral hemisphere (Figs. 4C and D). In contrast, no significant associations were found between behavioral variables and NE concentrations in the dentate gyrus.

Discussion

ICH, one of the most severe forms of stroke, accounts for 28.8% of incident strokes² and is associated with high mortality rates and marked deterioration of quality of life. Surviving patients frequently present persistent sensorimotor sequelae that significantly compromise their functionality and independence.^{5,6} In this context, it is essential to identify pharmacological strategies capable of promoting functional recovery and improving the prognosis of these patients.

The main finding of the present study was that reboxetine administration, a selective NE reuptake inhibitor, promoted sensorimotor recovery following FeCl_2 -induced cortical injury. Although both treatment regimens (acute and chronic) were effective in reversing the behavioral deficit, chronic administration produced earlier recovery than acute administration. This difference suggests that greater NE availability before the lesion facilitates the activation of adaptive mechanisms involved in functional recovery. This result is consistent with evidence identifying the noradrenergic system as a fundamental modulator of neuronal plasticity,^{22,37,38} a process indispensable for the dynamic reorganization of circuits and functional connections after cerebrovascular injury.^{24,39,40}

The sensorimotor deficit observed at 3 DPS in lesioned animals was accompanied by a decrease in NE concentrations in the pons, suggesting that cortical injury generates neurochemical alterations that transcend the primary site of damage. This phenomenon

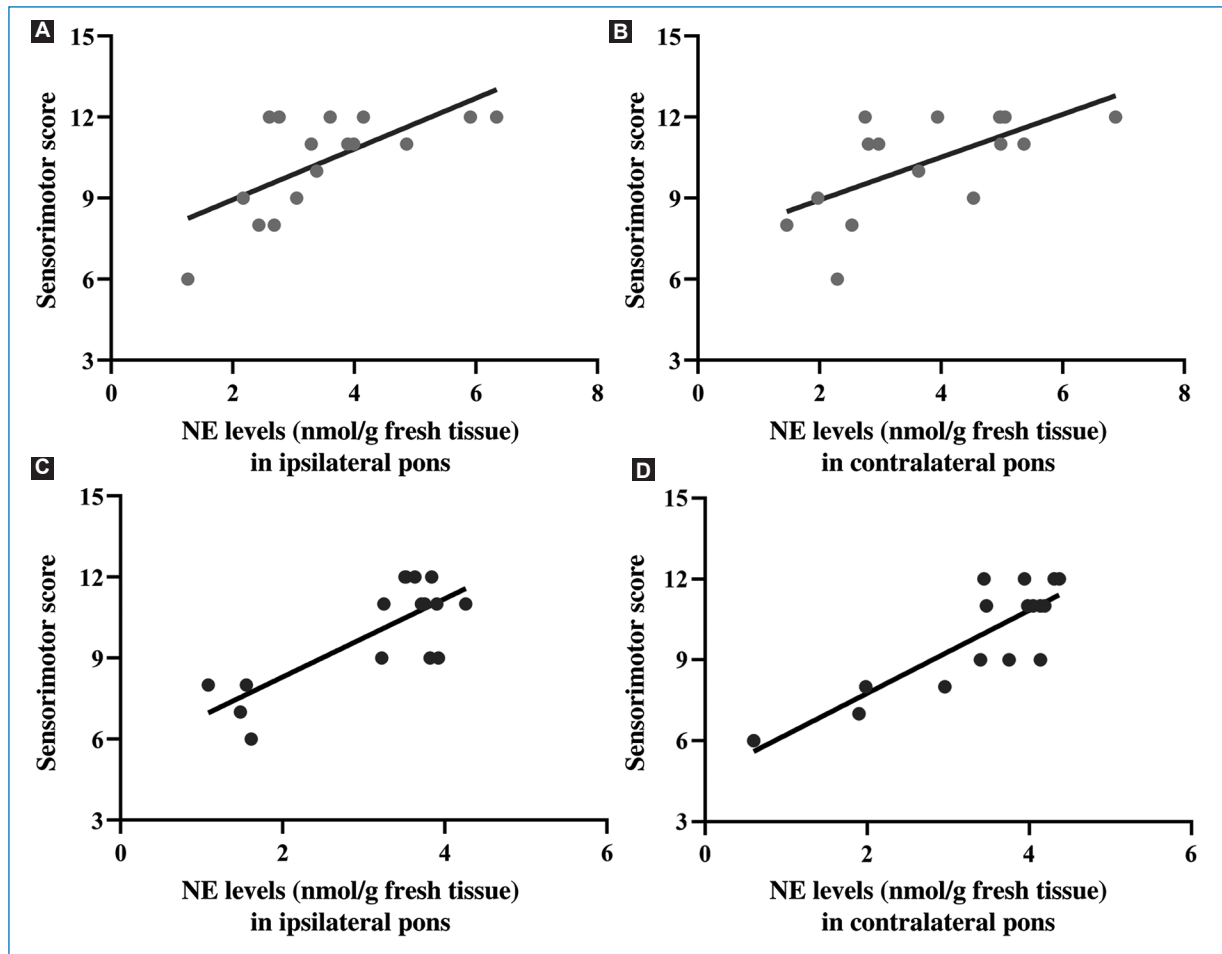


Figure 4. Association between norepinephrine levels and sensorimotor recovery. Spearman correlations between norepinephrine levels in the pons and sensorimotor performance at 3 days post-surgery. Upper panels (**A** and **B**: gray dots) correspond to acute treatment in the ipsilateral ($\rho = 0.63$, $p = 0.009$) and contralateral ($\rho = 0.66$, $p = 0.005$) regions, respectively. Lower panels (**C** and **D**: black dots) show chronic treatment on the ipsilateral ($\rho = 0.50$, $p = 0.050$) and contralateral ($\rho = 0.72$, $p = 0.002$) sides, respectively. $n = 16$ per treatment.

can be interpreted in light of the diaschisis processes described following focal lesions, in which anatomically or functionally connected regions experience transient dysfunction secondary to the interruption of their connections.^{29,36,41,42} In this context, reboxetine administration prevented the NE decrease observed in lesioned animals, regardless of the therapeutic regimen employed, indicating an early restoration of noradrenergic neurotransmission.

The preservation of noradrenergic tone could constitute one of the mechanisms explaining the functional recovery observed. Reboxetine has been shown to potentiate and prolong forms of synaptic plasticity dependent on long-term potentiation in the cerebral cortex.²² Likewise, NE exerts its effects through the activation of adrenergic receptors widely distributed throughout

the central nervous system.⁴³ Through this interaction, NE is capable of modulating neurotransmitter systems such as glutamate,⁴⁴ which are highly involved in the enhancement of synaptic plasticity and functional recovery.⁴⁵ Collectively, this regulation of excitability constitutes a cellular mechanism that is fundamental for the reorganization of circuits affected by brain damage.^{38,40} In addition, noradrenergic signaling may promote the synthesis and release of brain-derived neurotrophic factor (BDNF), a molecule closely related to neuronal survival, synaptic plasticity, and functional recovery following brain injury.⁴⁶

In contrast, no significant changes were detected in NE concentrations in the dentate gyrus during the first 3 days post-lesion. This result is consistent with previous studies reporting hippocampal monoaminergic

changes at later stages of the recovery process.³⁶ Taken together, these findings suggest that the early response to reboxetine primarily involves brainstem structures associated with the noradrenergic system, while hippocampal adaptations may develop in later phases.

Another relevant finding was the positive association between sensorimotor performance and NE concentrations in the pons, particularly in the contralateral hemisphere to the lesion. This relationship supports the involvement of the noradrenergic system in the mechanisms of functional recovery following cortical damage. Previous studies using the FeCl₂ lesion model have shown that behavioral recovery is accompanied by restoration of noradrenergic neurotransmission and modifications in adrenergic receptor density.⁴³ Given that the locus coeruleus constitutes the principal source of noradrenergic innervation in the brain, the changes observed in the pons could significantly influence circuits involved in functional reorganization following the lesion.

The relevance of the changes observed in the contralateral hemisphere is of particular interest in light of evidence indicating that non-lesioned regions contribute to the partial compensation of functional loss through processes of neuronal reorganization and the formation of new synaptic connections following a focal lesion.^{47,48} For this reorganization to occur, NE regulates various cellular mechanisms related to neuronal plasticity, including neuronal excitability, activity-dependent gene expression, and the strengthening of synaptic connections.^{16,22} In particular, noradrenergic activation promotes BDNF expression,⁴⁶ a neurotrophin closely linked to functional recovery processes. Recently, it has been demonstrated that activation of the BDNF-Tropomyosin receptor kinase B signaling pathway and its intracellular cascades promotes neuronal survival, regulates circuit excitability, and favors axonal regeneration following ischemic injury, significantly contributing to the recovery of motor function.⁴⁹

Despite the relevance of these findings, the present study has some limitations that must be considered. Neurochemical evaluation was conducted only during the early phase of recovery; therefore, it is not possible to determine whether the observed changes in noradrenergic neurotransmission persist into later stages. Furthermore, changes in adrenergic receptor expression, neuronal plasticity markers, or neurotrophic factors were not analyzed—variables that

could contribute to clarifying the mechanisms underlying the effects of reboxetine. Future research should therefore examine the temporal evolution of these neurochemical and molecular adaptations, as well as the possible late involvement of the dentate gyrus and other structures related to plasticity and functional recovery.

Conclusion

The present study provides evidence of the behavioral and neurochemical responses that occur following intracortical injury induced by FeCl₂. Our results show that reboxetine administration promotes sensorimotor recovery, with the chronic regimen being more effective at accelerating functional improvement from the early stages following the lesion. Moreover, a positive association was observed between sensorimotor performance and NE concentrations in the pons, suggesting that preservation of noradrenergic neurotransmission constitutes a relevant mechanism in functional recovery.

Taken together, these findings indicate that NE availability plays a key role in the compensatory plasticity processes that follow cortical damage and support the therapeutic potential of noradrenergic modulation to promote neurological recovery. In addition, this research broadens the understanding of neurochemical alterations induced by experimental vascular lesions and provides a conceptual foundation for the development of future pharmacological strategies aimed at enhancing endogenous brain repair mechanisms.

Data availability

The datasets generated and analyzed during the current study are publicly available in the Open Science Framework (OSF) repository: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/V54FA>.

Funding

The authors declare that this study was funded by PAPIIT-UNAM under grant IN216221. I. Saucedo-Flores received a scholarship from the *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología* (CONACYT), Mexico (CVU 1084617).

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of persons and animals. The authors declare that the experimental procedures were carried out in accordance with the Official Mexican Standard (NOM-062-ZOO-1999) and under the approval of the Institutional Ethics Committee (CICUAL-INNN 88/18).

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. This study does not involve personal patient data, medical records, or biological samples, and does not require ethical approval. SAGER guidelines do not apply.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare having used a generative artificial intelligence tool, specifically Gemini and Copilot, solely as technical assistance: to verify statistical syntax in SPSS, resolve operational questions in Affinity, and perform minor grammatical revisions. The scientific conception and original writing are exclusively the work of the authors. They likewise declare having thoroughly reviewed the manuscript and assume full responsibility for the accuracy and integrity of the final content.

References

- Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, Caplan LR, Connors JJ, Culebras A, et al. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association. *Stroke*. 2013;44:2064-89.
- Feigin VL, Brainin M, Norrving B, Martins SO, Pandian J, Lindsay P, et al. World stroke organization: global stroke fact sheet 2025. *Int J Stroke*. 2025;20:132-44.
- Wang S, Zou XL, Wu LX, Zhou HF, Xiao L, Yao T, et al. Epidemiology of intracerebral hemorrhage: a systematic review and meta-analysis. *Front Neurol*. 2022;13:915813.
- Benjamin E, Karasonovich T. Intracerebral Hemorrhagic Stroke. In: StatPearls. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing; 2026. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/nbk553103>
- Yang SM, Lin YH, Lai TJ, Lu YL, Chen HY, Tsai HT, et al. Predictive factors for functional and motor recovery following spontaneous intracerebral haemorrhage. *J Rehabil Med*. 2025;57:jrm42159.
- Liu T, Jiang W, Zhang M, Xiong S, Chen L, Chen X, et al. Intracerebral hemorrhage: advances, knowledge gaps, and future directions. *MedComm* (2020). 2025;6:e70436.
- Triggs WJ, Willmore LJ. *In vivo* lipid peroxidation in rat brain following intracortical Fe²⁺ injection. *J Neurochem*. 1984;42:976-80.
- Verduzco-Mendoza A, Mota-Rojas D, Olmos-Hernández A, Ávila-Luna A, García-García K, Gálvez-Rosas A, et al. Changes in noradrenergic synthesis and dopamine beta-hydroxylase activity in response to oxidative stress after iron-induced brain injury. *Neurochem Res*. 2024;49:3043-59.
- Andersen HH, Johnsen KB, Moos T. Iron deposits in the chronically inflamed central nervous system and contributes to neurodegeneration. *Cell Mol Life Sci*. 2014;71:1607-22.
- Chen S, Zeng L, Hu Z. Progressing haemorrhagic stroke: categories, causes, mechanisms and managements. *J Neurol*. 2014;261:2061-78.
- Yao J, Dai X, Yv X, Zheng L, Zheng J, Kuang B, et al. The role of potential oxidative biomarkers in the prognosis of intracerebral hemorrhage and the exploration antioxidants as possible preventive and treatment options. *Front Mol Biosci*. 2025;12:1541230.
- Li S. Stroke recovery is a journey: prediction and potentials of motor recovery after a stroke from a practical perspective. *Life (Basel)*. 2023;13:2061.
- Zhang H, Pan Y, Jin L, Wang B. Emerging therapeutic strategies in intracerebral hemorrhage: enhancing neurogenesis and functional recovery. *MedComm* (2020). 2025;6:e70377.
- Crisostomo EA, Duncan PW, Propst M, Dawson DV, Davis JN. Evidence that amphetamine with physical therapy promotes recovery of motor function in stroke patients. *Ann Neurol*. 1988;23:94-7.
- Walker-Batson D, Smith P, Curtis S, Unwin H, Greenlee R. Amphetamine paired with physical therapy accelerates motor recovery after stroke. Further evidence. *Stroke*. 1995;26:2254-9.
- Bliss TV, Goddard GV, Riives M. Reduction of long-term potentiation in the dentate gyrus of the rat following selective depletion of monoamines. *J Physiol*. 1983;334:475-91.
- Jhaveri DJ, Mackay EW, Hamlin AS, Marathe SV, Nandam LS, Vaidya VA, et al. Norepinephrine directly activates adult hippocampal precursors via beta3-adrenergic receptors. *J Neurosci*. 2010;30:2795-806.
- Jhaveri DJ, Nanavaty I, Prosper BW, Marathe S, Husain BF, Kerner SG, et al. Opposing effects of α 2- and β -adrenergic receptor stimulation on quiescent neural precursor cell activity and adult hippocampal neurogenesis. *PLoS One*. 2014;9:e89736.
- Cocchiara G, Battaglia R, Pevarello P, Strolin Benedetti M. Comparison of the disposition and of the metabolic pattern of Reboxetine, a new antidepressant, in the rat, dog, monkey and man. *Eur J Drug Metab Pharmacokinet*. 1991;16:231-9.
- Dostert P, Benedetti MS, Poggesi I. Review of the pharmacokinetics and metabolism of reboxetine, a selective noradrenaline reuptake inhibitor. *Eur Neuropsychopharmacol*. 1997;7 Suppl 1:S23-35.
- Wong EH, Sonders MS, Amara SG, Tinholt PM, Piercey MF, Hoffmann WP, et al. Reboxetine: a pharmacologically potent, selective, and specific norepinephrine reuptake inhibitor. *Biol Psychiatry*. 2000;47:818-29.
- Kuo HI, Paulus W, Batsikadze G, Jamil A, Kuo MF, Nitsche MA. Acute and chronic effects of noradrenergic enhancement on transcranial direct current stimulation-induced neuroplasticity in humans. *J Physiol*. 2017;595(4):1305-14.
- Foot SL, Bloom FE, Aston-Jones G. Nucleus locus ceruleus: new evidence of anatomical and physiological specificity. *Physiol Rev*. 1983;63:844-914.
- Poe GR, Foot S, Eschenko O, Johansen JP, Bouret S, Aston-Jones G, et al. Locus coeruleus: a new look at the blue spot. *Nat Rev Neurosci*. 2020;21:644-59.
- Coradazzi M, Gulino R, Fieramosca F, Falzacappa LV, Riggi M, Leanza G. Selective noradrenaline depletion impairs working memory and hippocampal neurogenesis. *Neurobiol Aging*. 2016;48:93-102.
- Harley CW. Norepinephrine and the dentate gyrus. *Prog Brain Res*. 2007;163:299-318.
- Powers RE, Struble RG, Casanova MF, O'Connor DT, Kitt CA, Price DL. Innervation of human hippocampus by noradrenergic systems: normal anatomy and structural abnormalities in aging and in Alzheimer's disease. *Neuroscience*. 1988;25:401-17.
- Song S, Jiang L, Oyarzabal EA, Wilson B, Li Z, Shih YI, et al. Loss of brain norepinephrine elicits neuroinflammation-mediated oxidative injury and selective caudo-rostral neurodegeneration. *Mol Neurobiol*. 2019;56:2653-69.
- Carrera E, Tononi G. Diaschisis: past, present, future. *Brain*. 2014;137:2408-22.
- Infeld B, Davis SM, Lichtenstein M, Mitchell PJ, Hopper JL. Crossed cerebellar diaschisis and brain recovery after stroke. *Stroke*. 1995;26:90-5.
- Jones TA. Motor compensation and its effects on neural reorganization after stroke. *Nat Rev Neurosci*. 2017;18:267-80.
- Xerri C, Zennou-Azogui Y, Sadlaoud K, Sauvageon D. Interplay between intra- and interhemispheric remodeling of neural networks as a substrate of functional recovery after stroke: adaptive versus maladaptive reorganization. *Neuroscience*. 2014;283:178-201.
- Johansson BB. Brain plasticity and stroke rehabilitation. The Willis lecture. *Stroke*. 2000;31:223-30.
- Hall RD, Lindholm EP. Organization of motor and somatosensory neocortex in the albino rat. *Brain Res*. 1974;66:23-38.
- Pantoni L, Bartolini L, Pracucci G, Inzitari D. Interrater agreement on a simple neurological score in rats. *Stroke*. 1998;29:871-2.
- Ramos-Languren LE, González-Piña R, Montes S, Chávez-García N, Ávila-Luna A, Barón-Flores V, et al. Sensorimotor recovery from cortical injury is accompanied by changes on norepinephrine and serotonin levels in the dentate gyrus and pons. *Behav Brain Res*. 2016;297:297-306.
- Vankov A, Hervé-Minvielle A, Sara SJ. Response to novelty and its rapid habituation in locus coeruleus neurons of the freely exploring rat. *Eur J Neurosci*. 1995;7:1180-7.
- Marzo A, Bai J, Otani S. Neuroplasticity regulation by noradrenaline in mammalian brain. *Curr Neuropharmacol*. 2009;7:286-95.
- Murphy TH, Corbett D. Plasticity during stroke recovery: from synapse to behaviour. *Nat Rev Neurosci*. 2009;10:861-72.
- Joy MT, Carmichael ST. Encouraging an excitable brain state: mechanisms of brain repair in stroke. *Nat Rev Neurosci*. 2021;22:38-53.
- Bueno-Nava A, Montes S, DelaGarza-Montano P, Alfaro-Rodríguez A, Ortiz A, Gonzalez-Pina R. Reversal of noradrenergic depletion and lipid peroxidation in the pons after brain injury correlates with motor function recovery in rats. *Neurosci Lett*. 2008;443:32-6.

42. Evans M, Tosun C, Jha RM, Ciryam P, Gerzanich V, Simard JM. Mapping the landscape of diaschisis in traumatic brain injury: a scoping review. *Neurotrauma Rep.* 2025;6:963-79.
43. García-Díaz G, Ramos-Languren LE, Parra-Cid C, Lomelí J, Montes S, Ríos C, et al. Alpha(2)-adrenergic receptor activation reinstates motor deficits in rats recovering from cortical injury. *Neural Regen Res.* 2023;18:875-80.
44. Mather M. Noradrenaline in the aging brain: promoting cognitive reserve or accelerating Alzheimer's disease? *Semin Cell Dev Biol.* 2021;116:108-24.
45. Carmichael ST. Brain excitability in stroke: the yin and yang of stroke progression. *Arch Neurol.* 2012;69:161-7.
46. Chen MJ, Nguyen TV, Pike CJ, Russo-Neustadt AA. Norepinephrine induces BDNF and activates the PI-3K and MAPK cascades in embryonic hippocampal neurons. *Cell Signal.* 2007;19:114-28.
47. Nudo RJ. Mechanisms for recovery of motor function following cortical damage. *Curr Opin Neurobiol.* 2006;16:638-44.
48. Dodd KC, Nair VA, Prabhakaran V. Role of the contralesional vs. ipsilesional hemisphere in stroke recovery. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:469.
49. Chen Y, Mao L, Zhou Q, Bai D, Kong Y. Role of BDNF-TrkB signaling in the improvement of motor function and neuroplasticity after ischemic stroke in rats by transcranial direct current stimulation. *Brain Res Bull.* 2025;220:111164.

Clinical characteristics and survival of obstetric patients with cerebrovascular disease in a tertiary referral center

Características clínicas y sobrevida de la paciente obstétrica con enfermedad vascular cerebral en un centro de referencia de tercer nivel

Alejandra Dávila-Córdova¹, Tania Colin-Martínez^{2*}, Karla R. Butanda-Cruz¹, Guadalupe Vargas-Ortega³, Laura Romero-Gutiérrez¹, and Luis A. Sánchez-Hurtado⁴

¹Intensive Care Unit; ²Quality Division Head. Hospital de Especialidades; ³Management, High-Specialty Medical Unit; ⁴Head of the Critical Areas Division, Hospital de Especialidades. Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social. Mexico City, Mexico

Abstract

Background: Cerebrovascular disease (CVD) during pregnancy and the puerperium represents a condition with high maternal and fetal morbidity and mortality, associated with physiological changes inherent to pregnancy and hypertensive disorders of pregnancy. **Objective:** The objective of the study is to describe the clinical-therapeutic characteristics and survival of obstetric patients diagnosed with CVD admitted to a tertiary care intensive care unit (ICU). **Material and methods:** This is an analytical, longitudinal, and retrospective study that included obstetric patients during pregnancy or the postpartum period diagnosed with stroke, admitted to the ICU of the Centro Médico Nacional Siglo XXI between 2023 and 2025. This study was approved by the local research committee. Demographic, clinical, therapeutic, and outcome variables were collected. Descriptive and inferential analyses were performed, as well as survival analysis using Kaplan-Meier curves. **Results:** Eighteen patients were included, with a predominance of hemorrhagic events and a high frequency of hypertensive disorders of pregnancy. High scores on the Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II and SOFA scales were associated with increased mortality. In-hospital survival was high in patients who received timely intervention and multidisciplinary management. **Conclusion:** Stroke in obstetric patients constitutes a critical emergency that requires early diagnosis and specialized ICU management. Severity scales retain prognostic utility, and protocolized care can positively impact survival.

Keywords: Cerebrovascular event. Pregnancy. Postpartum. Intensive care unit. Extreme maternal morbidity.

Resumen

Antecedentes: La enfermedad vascular cerebral (EVC) durante el embarazo y el puerperio representa una condición de alta morbimortalidad materna y fetal, asociada a cambios fisiológicos propios de la gestación y a enfermedades hipertensivas del embarazo. **Objetivo:** Describir las características clínico-terapéuticas y la sobrevida de pacientes obstétricas con diagnóstico de EVC ingresadas a una unidad de cuidados intensivos de tercer nivel. **Material y métodos:** Estudio analítico, longitudinal y retrospectivo que incluyó a pacientes obstétricas durante el embarazo o el posparto diagnosticadas con accidente cerebrovascular, ingresadas en la Unidad de Cuidados Intensivos del Centro Médico Nacional Siglo XXI entre 2023 y 2025. Aprobado por el comité de investigación local. Se recopilaron variables demográficas, clínicas, terapéuticas y

*Correspondence:

Tania Colin-Martínez
E-mail: tania.colin2a@gmail.com

Date of reception: 30-04-2026

Date of acceptance: 01-08-2026

DOI: 10.24875/AMH.M26000170

Available online: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):275-280

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

de resultados. Se realizaron análisis descriptivos e inferenciales, así como análisis de supervivencia mediante curvas de Kaplan-Meier. **Resultados:** Se incluyeron 18 pacientes, con predominio de eventos hemorrágicos y alta frecuencia de enfermedad hipertensiva del embarazo. Los puntajes elevados en las escalas APACHE II y SOFA se asociaron con mayor mortalidad. La sobrevida intrahospitalaria fue elevada en pacientes con intervención oportuna y manejo multidisciplinario. **Conclusiones:** La EVC en pacientes obstétricas constituye una emergencia crítica que requiere diagnóstico temprano y manejo especializado en UCI. Las escalas de gravedad conservan utilidad pronóstica y la atención protocolizada puede impactar favorablemente en la sobrevida.

Palabras clave: Evento cerebrovascular. Embarazo. Puerperio. Unidad de cuidados intensivos. Morbilidad materna extrema.

Introduction

During pregnancy and the puerperium, the maternal organism undergoes a series of complex physiological adaptations that affect multiple systems, with the goal of sustaining fetal development and preparing the mother for childbirth and lactation. These changes, although indispensable for reproductive success, also predispose the pregnant woman to various medical complications and pathologies.^{1,2}

Among the principal modifications are cardiovascular changes, characterized by increased plasma volume, elevated cardiac output, and decreased peripheral vascular resistance, as well as hematological alterations that include a hypercoagulable state. This physiological environment, designed to prevent hemorrhage during and after delivery, simultaneously increases the risk of thromboembolic and vascular events, such as deep venous thrombosis, cerebral venous sinus thrombosis, and stroke (cerebrovascular disease [CVD]).¹

CVD during pregnancy and the puerperium, although infrequent, represents one of the most serious neurological complications, associated with high maternal morbidity and mortality and significant neurological sequelae. Its incidence is particularly elevated in patients with hypertensive disorders of pregnancy, such as pre-eclampsia and eclampsia, as well as in those with high-risk obstetric comorbidities.³⁻⁵ Timely recognition of stroke in this population is especially complex, as its clinical manifestations may be confused with symptoms inherent to pregnancy or other obstetric emergencies.^{3,6}

In Mexico, the management of obstetric emergencies has been strengthened through the implementation of the Código Mater, an institutional system aimed at the early detection and immediate management of conditions that threaten maternal and fetal life.⁷ Despite these advances, CVD continues to represent a diagnostic and therapeutic challenge, particularly in critical scenarios requiring admission to intensive care units (ICUs).

In this context, the concept of extreme maternal morbidity or near miss becomes relevant as an indicator of quality in obstetric care and as a tool for identifying potentially fatal events that do not culminate in death.⁸

In recent years, the number of CVD cases in women has shown an increasing trend in Mexico, and particularly in Mexico City, a finding that contrasts with the progressive reduction in maternal mortality observed during the same period.⁷⁻¹¹ Although epidemiological records do not directly link CVD as a specific cause of maternal death, the coexistence of both problems underscores the need to strengthen epidemiological surveillance and the comprehensive management of these patients, especially in women of reproductive age.

Despite the standardization of neurological management through the Código Cerebro protocol and the use of prognostic scales in ICUs, the available evidence regarding the clinical-therapeutic characteristics, clinical course, and factors associated with survival in obstetric patients with CVD remains limited.⁹⁻¹¹

It is therefore essential to systematically characterize this patient population in order to identify clinical patterns, optimize care protocols, and contribute to the development of preventive strategies that positively impact maternal morbidity and mortality – the motivation for conducting this study.

Material and methods

This was an observational, analytical, longitudinal, retrospective study conducted with authorization from the local research committee.

The medical records of all obstetric patients who were pregnant or within 11 months postpartum, admitted to the ICU of the Hospital de Especialidades of the Centro Médico Nacional Siglo XXI with a diagnosis of cerebrovascular event, admitted between January 2023 and September 2025, and who had been evaluated using the SOFA and Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) scales to assess mortality risk, were included.

Table 1. Baseline demographic and clinical characteristics in the ICU

n %	All	Alive	Deceased	p
Age	31 ± 7.8	31 ± 7.5	30 ± 11.1	0.7 25
Weight	66.06 ± 9.73	65.4 ± 9.4	70.5 ± 14.8	-
Treating service				
Neurosurgery	13 (68.4)	10 (62.5)	3 (100)	0.44
Neurology	5 (26.3)	5 (31.3)	0	
Rheumatology	1 (5.3)	1 (6.3)	0	
Obstetric status				
Pregnancy	6 (31.6)	5 (31.3)	1 (33.3)	0.69
Immediate puerperium	4 (21.1)	3 (18.8)	1 (33.3)	
Mediate puerperium	4 (21.1)	3 (18.8)	1 (33.3)	
Late puerperium	5 (26.3)	5 (31.3)	0 (0)	
Fetal status				
Alive	16 (84.2)	14 (93.3)	2 (66.7)	0.067
Stillbirth	1 (5.3)	1	0	
Anembryonic	1 (5.3)	0	1	
Comorbidities				
Systemic arterial hypertension	3 (15.8)	2 (12.5)	1 (33.3)	0.36
Diabetes mellitus	1 (5.3)	1 (100)	0	0.65
Hypothyroidism	2 (10.5)	1 (50)	1 (50)	0.161
Obesity	4 (21.1)	-	-	-
Epilepsy	1 (5.3)	1 (100)	0	0.65
Rheumatic disease	1 (5.3)	1 (100)	0	0.65
Smoking	5 (26.3)	4 (25)	1 (33)	0.764
Acute disease severity				
APACHE II	8 (2-20.5)	5 (2-14)	20 (20-21)	0.027
SOFA	3 (2-9.5)	2.5 (2-6.7)	10	0.023
GLASGOW at admission	13 (3-15)	15 (13-15)	3	0.017

ICU: intensive care unit; APACHE II: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II; n: number; Data with percentiles (25-75): Mann-Whitney U test; Mean and standard deviation: Student's t-test; Categorical: Chi².

The following variables were analyzed: age, sex, treating service, health status, admission diagnosis, assessment status, and discharge status; data on the interventions and therapeutic measures used (use of vasopressors, use of invasive mechanical ventilation, requirement for deep sedation, etc.), as well as complications during the hospital stay (infections, length of hospitalization, and presence of brain death), as well as laboratory data including: complete blood count and arterial blood gas analysis at admission.

Descriptive statistics were used, and the Chi-square or Fisher's exact test for qualitative variables and Student's t-test for quantitative variables with a normal distribution were used; the nonparametric Mann-Whitney U test was used for distribution-free comparisons to detect differences between groups.

Kaplan-Meier survival curves were used to evaluate potential indicators of a Código Mater patient in a critical state, and the proportional hazards model was

used to identify factors associated with complications among obstetric patients with a CVD diagnosis.

The Statistical Package for the Social Sciences software version 29 was used.

Results

Nineteen Código Mater patients with a diagnosis of cerebrovascular event were evaluated. Of these, 32% presented with cerebral venous thrombosis, 32% with subarachnoid hemorrhage, 26% with intraparenchymal hemorrhage, and 10% with arteriovenous malformation (Table 1).

On initial neurological assessment, a Glasgow score of 15 points was recorded in 10 of the 19 patients, 13 points in 2 patients, 12 points in 1 patient, and 3 points in 5 patients.

Regarding obstetric history, 13 of the 19 patients had a hypertensive disorder of pregnancy, distributed as follows: 46% had eclampsia, 23% had pre-eclampsia,

Table 2. Physiological and paraclinical characteristics at admission

Variable	All	Alive	Deceased	p
Temperature	36.3 ± 0.38	36.3 ± 0.40	36.3 ± 0.2	0.91
Systolic blood pressure, Median (IQR)	122 (108-129)	120 (101-129)	125 (113-125)	0.48
Diastolic blood pressure	70 (65.5-78.5)	70 (65.5-79.2)	66 (62-66)	0.87
Heart rate	75.8 ± 14.5	76 ± 15.4	73.3 ± 11	0.75
Lactate (mmol/dL)	1.1 (0.8-1.3)	1 (0.8-1.2)	6.8 (2.1-6.8)	0.004
SaO ₂ %	96 (94.5-98)	96.5 (95-98)	92	0.35
PaO ₂ /FiO ₂	241.7 ± 108.4	240.1 ± 100	253 ± 216	0.88
PaCO ₂ (mmHg)	32.7 ± 7.4	33.5 ± 7.2	28.6 ± 8.6	0.30
PaO ₂ (mmHg)	83.5 ± 40.5	77.8 ± 29.6	114 ± 80.6	0.15
Arterial pH	7.3 ± 0.07	7.3 ± 0.06	7.3 ± 0.1	0.63
Hb (g/dL)	11.6 ± 2.0	11.8 ± 1.6	10.5 ± 3.8	0.30
Hematocrit (%)	35.3 ± 6.0	35.8 ± 4.8	32.7 ± 11.9	0.43
Leukocytes (10 ³ /μL)	12.7 (9.5-18.4)	10.1 (8.9-17.9)	25.3 (13.3-25.3)	0.03
Neutrophils	10.4 (6.8-13.6)	7.5 (6.1-12.2)	82.2 (10.4-82.8)	0.068
Platelets (10 ³ /μL)	217.3 ± 106.3	244.9 ± 90.7	70 ± 36.5	0.005
HCO ₃ (mmol/L)	20.3 ± 4.1	21 ± 3.2	16.5 ± 6.7	0.08
Glucose (mg/dL)	103 (89-156)	102.5 (89.2-154.2)	135 (81-135)	0.95

IQR: interquartile range; PaO₂: arterial oxygen partial pressure; PaCO₂: arterial carbon dioxide partial pressure; SaO₂: oxygen saturation; Hb: hemoglobin; Data with percentiles (25-75): Mann-Whitney U test; Mean and standard deviation: Student's t-test; Categorical: Chi².

16% had HELLP syndrome, and 15% had gestational hypertension.

Among baseline demographic and clinical characteristics, a median age of 31 ± 7.8 years was observed. Regarding obstetric status at the time of the event, 13 patients were in some stage of the puerperium, of whom 4 were in the immediate puerperium, 4 in the mediate puerperium, and 5 in the late puerperium. The fetal status was reported as alive on 16 occasions.

The comorbidities identified were arterial hypertension (3 patients), diabetes mellitus (1 patient), hypothyroidism (2 patients), obesity (4 patients), and smoking (5 patients).

The APACHE II and SOFA scales were used for severity and prognostic assessment. On the APACHE II scale, surviving patients had a median of 5 points (2-14), while deceased patients had a median of 20 points (20-21). On the SOFA scale, surviving patients obtained a median of 2.5 points (2-6.7) and deceased patients a median of 10 points.

Regarding physiological and paraclinical characteristics at admission, vital signs, arterial blood gas

analysis, and complete blood count were recorded. With respect to lactate, surviving patients had a mean of 1 mmol/dL (0.8-1.3), while deceased patients had a mean of 6.8 mmol/dL (2.1-6.8) (Table 2).

On complete blood count, the leukocyte count showed a mean of 10.1 (8.9-17.9) in surviving patients and 25.3 (13.3-25.3) in deceased patients. The neutrophil count had a mean of 7.5 (6.1-12.2) in surviving patients and 82.2 (10.4-82.8) in deceased patients. Regarding platelet count, surviving patients had a mean of 244.9 ± 90.7, while deceased patients had a mean of 70 ± 36.5.

Regarding the therapeutic approach, vasopressor use was documented in 42% of patients, while 53% required sedation and mechanical ventilation.

Finally, 16 patients showed clinical improvement, while 3 patients died during their hospital stay.

Discussion

The present study describes the clinical characteristics, associated factors, and prognostic variables in

obstetric patients with cerebrovascular events treated in a tertiary care ICU. Although the sample size is limited, the findings allow for the identification of relevant clinical trends, particularly regarding the high proportion of hemorrhagic events, the elevated frequency of hypertensive disorders of pregnancy, as well as the utility of prognostic scales and certain paraclinical parameters to differentiate clinical outcomes between surviving and deceased patients. These results should be interpreted with caution and do not allow for the establishment of causal relationships, but they provide useful information for the generation of new hypotheses and future studies.

Among the 19 patients evaluated, with a median age of 31 ± 7.8 years, 13 were in some stage of the puerperium. Of these, 58% presented with a hemorrhagic cerebrovascular event: (32%) subarachnoid and (27%) intraparenchymal. These findings are consistent with those reported by Cuero and Varelas., who describe that the type of CVD with the greatest prevalence in the obstetric population is hemorrhagic, with an incidence of 6/100,000 and an increased risk during pregnancy with an RR of 2.5 (95% CI 1.0-6.4), reaching its highest peak in the 3rd trimester and immediate puerperium with an RR of 28.5 (95% CI 13.0-61.4), a situation similar to that observed in more than 50% of our studied population.

Of the 19 patients included, 13 (68.4%) presented with some hypertensive disorder of pregnancy. Miller and Leffert report that the probability of developing a cerebrovascular event is up to 6 times higher in patients with pre-eclampsia or other hypertensive disorders. In our analysis, when comparing the group of surviving patients and the deceased patients who, in addition to the CVD diagnosis, had a history of hypertensive disorder of pregnancy, a statistical significance of 0.013 was found, reinforcing the relationship between this condition and an unfavorable outcome.⁴

At admission, patients were evaluated using the APACHE II and SOFA scales. When comparing scores between surviving and deceased patients, significantly higher values were observed in the deceased group, with a statistically significant difference for both scales (APACHE II: $p = 0.027$; SOFA: $p = 0.023$). These findings suggest that severity scales widely used in the general population retained adequate discriminative capacity for stratifying the severity and mortality risk in obstetric patients with severe neurological pathology, despite the physiological changes inherent to pregnancy that could overestimate maternal obstetric mortality, as mentioned by Silva et al.⁵

Regarding physiological and paraclinical characteristics at admission, high statistical significance was observed in three parameters: hyperlactatemia ($p = 0.004$), leukocytosis ($p = 0.03$), and thrombocytopenia ($p = 0.005$), between surviving and deceased patients. The elevation of lactate and inflammatory markers observed in patients with fatal outcomes is consistent with what has been reported in non-obstetric and obstetric critical populations, where these parameters are associated with higher mortality.^{3,6}

Finally, despite the high requirement for multi-organ support, patients treated in the tertiary care ICU presented a survival rate of 84.2%, corresponding to 16 of the 19 patients who evolved favorably, while 3 died. This finding suggests that timely and multidisciplinary management at a referral center may be associated with favorable clinical outcomes in this type of population.^{12,13}

Limitations

The present study has some limitations that should be considered when interpreting the results. This is a study conducted in a non-obstetric tertiary-level hospital, which may influence the clinical profile of the patients treated, as it predominantly involves cases of high complexity and severity, which could limit the extrapolation of findings to obstetric units of lower complexity.

Furthermore, the sample size is limited, which reduces the statistical power to detect associations and does not allow for the establishment of causal relationships – only the identification of clinical trends.

As a local, non-multicenter study, the results reflect the experience of a single hospital unit, which could restrict their generalizability to other populations or care settings.

Finally, the retrospective nature of the study implies dependence on the quality and completeness of clinical records, which may introduce information biases.

Conclusion

In this study of obstetric patients with cerebrovascular events treated in a tertiary care ICU, hemorrhagic CVD predominated along with a high frequency of hypertensive disorders of pregnancy. Patients with unfavorable outcomes had higher scores on the APACHE II and SOFA scales, as well as significant alterations in paraclinical parameters, particularly lactate, leukocytes, and platelets. Despite the clinical complexity, the survival rate was 84.2%. These findings suggest that prognostic

scales and certain clinical markers may be useful for early risk stratification in this population, although studies with larger sample sizes and multicenter designs are required to validate these findings.

Funding

The authors declare that they have received no funding for this study.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of human subjects and animals. The authors declare that no experiments on humans or animals were performed for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have obtained approval from the Ethics Committee for the analysis of routinely collected and anonymized clinical data; therefore, individual informed consent was not required. Relevant ethical recommendations have been followed.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial

intelligence was used in the writing or creation of the content of this manuscript.

References

1. Carlin A, Alfirevic Z. Physiological changes of pregnancy and monitoring. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2008;22:801-23.
2. Morton A. Physiological changes and cardiovascular investigations in pregnancy. *Heart Lung Circ.* 2021;30:e6-15.
3. Wesley SR, Vates GE, Thornburg LL. Neurologic emergencies in pregnancy. *Obstet Gynecol.* 2024;144:25-39.
4. Miller EC, Leffert L. Stroke in pregnancy: a focused update. *Anesth Analg.* 2020;130:1085-96.
5. Silva FX, Katz L, Cecatti JG. Prognostic scores for prediction of maternal near miss and maternal death after admission to an intensive care unit: a narrative review. *Health Care Women Int.* 2023;44:1558-72.
6. Cuero MR, Varelas PN. Neurologic complications in pregnancy. *Crit Care Clin.* 2016;32:43-59.
7. De Salud S. Triaje Obstétrico, Código Mater y Equipo de Respuesta Inmediata Obstétrica. Lineamiento Técnico. México: CNEGSR; 2016. Available from: <https://www.gob.mx/salud/cnegsr/documentos/triage-obs-tetrico-codigo-mater-y-equipo-de-respuesta-inmediata-obstetrica>
8. Moreno-Santillán AA, Briones-Vega CG, De León-Ponce MA, Bravo-Torpete EG, Martínez-Adame LM, Rodríguez-Roldán M, et al. Severe morbidity (Near-miss) in obstetrics. literature review. *Rev Mex Anestesiol.* 2020;43:53-6.
9. Lindsay P, Furie KL, Davis SM, Donnan GA, Norrving B. World Stroke Organization global stroke services guidelines and action plan. *Int J Stroke.* 2014;9 Suppl A100:4-13.
10. Instituto Mexicano del Seguro Social, Dirección de Prestaciones Médicas. Código Cerebro: Protocolo de Atención Integral. México: IMSS; 2022. Available from: <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/profesionalesSalud/investigacionSalud/historico/programas/05-pai-codigo-cerebro.pdf>
11. Camargo EC, Feske SK, Singhal AB. Stroke in pregnancy: an update. *Neurol Clin.* 2019;37:131-48.
12. Khan M, Wasay M. Haemorrhagic strokes in pregnancy and puerperium. *Int J Stroke.* 2013;8:265-72.
13. Jonguitud-López B, Álvarez-Lara D, Sosa-Medellín MA, Montoya-Barajas F, Palacios-Saucedo GC. Comparison of four prognostic scales for predicting mortality in patients with severe maternal morbidity. *Med Intensiva (Engl Ed).* 2021;45:156-63.

Comparative analysis of active range of motion in patients with proximal humerus fractures treated with osteosynthesis versus shoulder arthroplasty

Análisis comparativo de arcos de movilidad en pacientes con fracturas de húmero proximal tratadas con osteosíntesis versus artroplastía de hombro

Carlos Mangino-Rivas^{*}, Francisco M. Otero-Ortiz, and Alfonso Galán-Jáuregui^{}

Department of Orthopedics and Traumatology, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Secretaría de Salud, Mexico City, Mexico

Abstract

Background: Proximal humerus fractures (PHFs) are a common injury and account for approximately 10% of all fractures in individuals aged 65 and older. **Objective:** The purpose of this study was to compare active range of motion (ROM) at 6 and 12 months post-operatively between osteosynthesis and arthroplasty in patients aged 50-80 years diagnosed with Neer III, IV, or VI PHFs. **Material and methods:** Data were gathered from 56 patients treated between January 2016 and January 2023. ROM was measured at 6 and 12 months. This research was conducted at a level III trauma center. Patients between 50 and 80 years, diagnosed with a Neer III, IV, or VI PHF, treated with osteosynthesis or shoulder arthroplasty, and who had available follow-up data at 6 and 12-month post-operatively were included. **Results:** A total of 108 patient records were reviewed. Of these, 52 patients were excluded, resulting in a final cohort of 56 patients. Forty-five patients underwent osteosynthesis and eleven underwent arthroplasty. **Conclusions:** Reverse shoulder arthroplasty is an effective treatment option for PHFs, providing better active ROM at both 6 and 12 months post-operatively.

Keywords: Shoulder arthroplasty. Osteosynthesis. Proximal humerus fractures. Range of motion. Reverse shoulder arthroplasty.

Resumen

Antecedentes: Las fracturas de húmero proximal son una lesión frecuente y representan aproximadamente el 10% de todas las fracturas en personas de 65 años o más. **Objetivo:** El propósito de este estudio fue comparar el rango de movimiento activo a los 6 y 12 meses post-operatorios entre osteosíntesis y artroplastía en pacientes de 50 a 80 años diagnosticados con fracturas de húmero proximal tipo Neer III, IV o VI. **Material y métodos:** Se recopiló información de 56 pacientes tratados entre enero de 2016 y enero de 2023. El rango de movilidad fue medido a los 6 y 12 meses. Se incluyeron pacientes entre 50 y 80 años, diagnosticados con fractura proximal de húmero tipo Neer III, IV o VI, tratados mediante osteosíntesis o artroplastía, y que contaban con datos de seguimiento disponibles a los 6 y 12 meses post-operatorios. **Resultados:** Se revisó un total de 108 expedientes. De éstos, 52 pacientes fueron excluidos, obteniéndose una cohorte final de 56 pacientes. 45 pacientes fueron sometidos a osteosíntesis y 11 a artroplastía. **Conclusiones:** La artroplastía reversa de hombro es una

*Correspondence:

Carlos Mangino-Rivas

E-mail: carlosmangino@hotmail.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Date of reception: 07-05-2026

Date of acceptance: 21-05-2026

DOI: 10.24875/AMH.26000026

Available online: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):281-286

www.analesmedicosabc.com

opción efectiva para las fracturas de húmero proximal, ya que proporciona un mejor rango de movimiento activo a los 6 y 12 meses post-operatorios.

Palabras clave: Artroplastia de hombro. Osteosíntesis. Fracturas del húmero proximal. Amplitud de movimiento. Artroplastia inversa de hombro.

Introduction

Proximal humerus fractures (PHFs) are a common injury, particularly in the older age group, and represent a significant portion of orthopedic trauma cases. These fractures account for approximately 10% of all fractures in individuals aged 65 and older.^{1,2} With the increase in life expectancy and aging populations worldwide, the incidence of PHFs should increase significantly in the coming decades. PHFs are often associated with high morbidity, primarily due to their impact on shoulder mobility, which is critical for performing activities of daily living.³⁻⁶

The treatment of PHFs remains a subject of debate, with options ranging from conservative management to surgical intervention. Surgical treatment options include osteosynthesis (using plates or intramedullary nails) and shoulder arthroplasty (reverse shoulder arthroplasty [RSA], arthroplasty, or hemiarthroplasty).⁷ Each technique has specific indications depending on the patient's age, fracture type, and bone quality. However, no clear consensus has been reached on the optimal surgical approach for complex PHFs, particularly Neer III, IV, and VI fractures.

Osteosynthesis is traditionally preferred in younger patients due to its ability to preserve bone stock and the potential for fracture healing. However, complications, such as non-union, malunion, and avascular necrosis are concerns, particularly in older patients with poor bone quality and a decreased union rate. Arthroplasty, particularly RSA, has gained popularity in recent years, as it circumvents some of these complications and enables early mobilization, resulting in favorable functional outcomes.^{8,9} It has been refined over the years,¹⁰ and more studies have compared its use to hemiarthroplasty,^{11,12} examined different implants,¹³⁻¹⁵ or investigated primary versus conversion RSA.¹⁶ Despite the increasing use of RSA, there is a lack of high-quality studies¹⁷ comparing functional outcomes, particularly range of motion (ROM), between osteosynthesis and RSA in PHFs.¹⁸⁻²⁴ This study aimed to address this gap by comparing active ROM at 6-12 months post-operatively in patients treated with osteosynthesis versus arthroplasty (RSA or hemiarthroplasty) at a high-volume orthopedic center in Mexico

City, to determine which implant presents the best functional outcomes for PHFs.

Material and methods

Study design

This is a retrospective, comparative cohort study conducted at the Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra. The study included patients treated for PHFs between January 2016 and January 2023.

Patient selection

Patients were included if they met the inclusion criteria: age between 50 and 80 years.

Diagnosed with a Neer III, IV, or VI PHF.

Underwent surgical treatment with either osteosynthesis or shoulder arthroplasty (hemiarthroplasty or RSA).

Available follow-up data at 6 and 12 months post-operatively.

Patients were excluded if they had pre-existing shoulder pathologies (e.g., advanced osteoarthritis), a history of previous shoulder surgeries, or incomplete follow-up data.

Data collection

Patient data, including demographics, fracture classification (Neer), surgical technique, and ROM measurements, were collected from electronic medical records by the authors and peer-reviewed by shoulder surgeons at our Institution. ROM was assessed using a goniometer at the Institute's outpatient clinic. It included flexion, extension, abduction, external rotation at neutral abduction, internal rotation in adduction (graded by the vertebral level reached by the thumb), and adduction at 90° with the patient lying in a supine position.

Statistical analysis

All statistical analyses were conducted using the Statistical Package for the Social Sciences version 25.

Parametric data were analyzed using Student's t-test for continuous variables and the chi-square test for categorical variables. Analysis of variance was used to compare ROM outcomes between groups at each time point. A $p < 0.05$ was considered statistically significant.

Results

A total of 108 patient records were reviewed. Of these, 52 patients were excluded because they did not meet the inclusion criteria due to incomplete follow-up data, resulting in a final cohort of 56 patients. The cohort was divided into two treatment groups: 45 patients underwent osteosynthesis (36 with intramedullary nails and 9 with plates), and 11 patients underwent shoulder arthroplasty (6 with RSA and 5 with hemiarthroplasty).

Demographic

The mean age of the patients was 67.05 years. The osteosynthesis group had a mean age of 67.33 years, and the arthroplasty group had a mean age of 65.9 years. For the osteosynthesis group, the mean age for patients with plates was 66.33, and for those with nails, 67.58. For the arthroplasty group, RSA patients had a mean age of 67.16, and hemiarthroplasty patients had a mean age of 64.4 years. The cohort included 41 women (37 underwent osteosynthesis and 4 underwent arthroplasty) and 15 men (8 underwent osteosynthesis and 7 underwent arthroplasty).

ROM outcomes: at 6 months post-operatively, the arthroplasty group demonstrated superior ROM in all measured categories compared to the osteosynthesis group. The mean flexion for the arthroplasty group was 114.54° compared to 105.15° in the osteosynthesis group. Similar trends were observed for extension (40.9° vs. 37°), abduction (105.45° vs. 90.49°), and external rotation (24.1° vs. 19.7°) (Fig. 1).

At 12 months, patients treated with arthroplasty continued to exhibit superior ROM outcomes. Flexion in the arthroplasty group was 135° , compared to 132.06° in the osteosynthesis group. Notably, the differences in external rotation diminished, with osteosynthesis patients showing slightly better outcomes (34.15° for osteosynthesis vs. 31.82° for arthroplasty). However, arthroplasty maintained an advantage in internal rotation, with patients achieving an average vertebral level of L1-L2, whereas patients with osteosynthesis averaged between L2 and L3. The findings were consistent

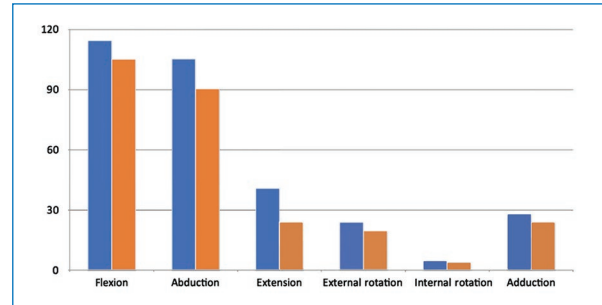


Figure 1. Range of motion at 6 months for arthroplasty (shown in blue) and osteosynthesis (shown in orange), $p < 0.001$.

for adduction, with arthroplasty patients reaching 45.45° compared to 40.46° in the osteosynthesis group (Fig. 2).

A breakdown of the surgical subtypes (RSA, hemiarthroplasty, and osteosynthesis with plates or nails) revealed that RSA provided the best overall functional recovery. At 6 months, patients treated with RSA had an average flexion of 123.3° , significantly higher than the 104° in patients with hemiarthroplasty, 106.6° in patients treated with intramedullary nails, and 114.5° in those treated with plates (Fig. 3).

At 12 months, flexion improved further in the RSA group, reaching 144° , whereas those treated with hemiarthroplasty reached 124° , intramedullary nails reached 135.66° and with plates, 117.8° . In terms of abduction, RSA patients reached 130° at 12 months, compared to 118° in the arthroplasty group, 132.9° in the osteosynthesis group treated with nails, and 107.2° in those treated with plates. External rotation was higher in the osteosynthesis group (34.2° for nails and 33.9° for plates) compared to 30° in the RSA patients, with the arthroplasty group reaching 34° . Internal rotation was better in RSA patients, with an average vertebral level of L2 at 12 months, compared to L3 for the osteosynthesis group (Fig. 4).

The study reported only one patient in the osteosynthesis group experiencing a complication (a revision surgery for surgical site infection). No complications were reported in the arthroplasty group, highlighting the safety and efficacy of both RSA and hemiarthroplasty in this patient population, reinforcing previously published studies.^{9,25} A longer follow-up could be beneficial in the RSA group to exclude other complications, such as scapula fracture and implant loosening.^{26,27}

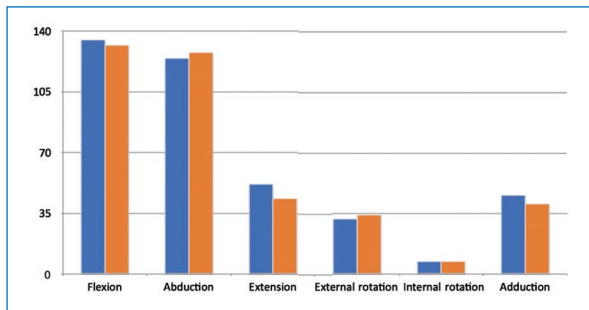


Figure 2. Range of motion at 12 months for arthroplasty (shown in blue) and osteosynthesis (shown in orange), $p < 0.001$.

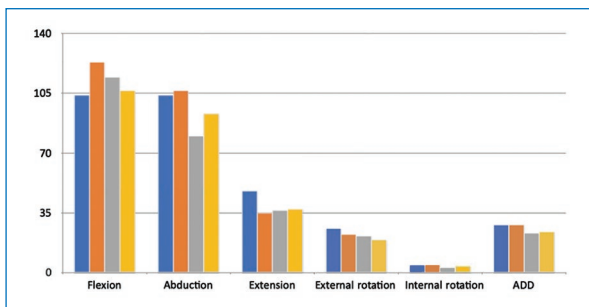


Figure 3. Range of motion at 6 months for hemiarthroplasty (shown in blue), reverse shoulder arthroplasty (shown in orange), plate osteosynthesis (shown in grey) and intramedullary nail (shown in yellow), $p < 0.001$.

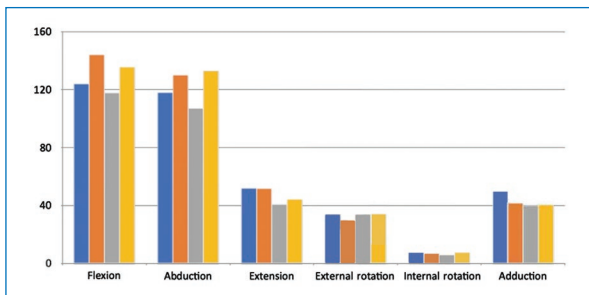


Figure 4. Range of motion at 12 months for hemiarthroplasty (shown in blue), reverse shoulder arthroplasty (shown in orange), plate osteosynthesis (shown in grey) and intramedullary nail (shown in yellow), $p < 0.001$.

Discussion

The results of this study support the use of arthroplasty, specifically RSA, for the treatment of PHFs, particularly in older patients or those with complex

fractures, such as Neer III and IV. RSA provided superior outcomes in active ROM at both 6 and 12 months post-operatively. These findings are consistent with the growing body of literature suggesting that RSA is a highly effective treatment modality for PHFs.

RSA is advantageous in cases where the rotator cuff is compromised, as it relies on the deltoid muscle to restore function, particularly for flexion and abduction. The design of RSA compensates for the loss of rotator cuff function, allowing patients to achieve good ROM and functional recovery at 6 and 12 months. Our findings corroborate those of previous studies, which have demonstrated that RSA yields better functional outcomes and lower complication rates compared to osteosynthesis.

At 6 months, RSA patients exhibited greater flexion and abduction compared to those treated with osteosynthesis. These results reflect the early mobilization and rapid functional recovery associated with arthroplasty. By 12 months, RSA continued to outperform osteosynthesis in flexion, internal rotation, and adduction. While osteosynthesis provided slightly better results in external rotation, this was an expected outcome given that RSA does not fully restore the function of the rotator cuff.

Osteosynthesis

Osteosynthesis remains a viable treatment option, particularly for younger patients or those with less complex fractures. The ability to preserve bone stock and achieve anatomical reduction makes osteosynthesis appealing in selected cases. The inherent limitations of this approach, including the potential for non-union, malunion, and post-traumatic arthritis, must be considered. In our study, patients treated with osteosynthesis showed good outcomes, particularly in external rotation and abduction at 12 months. This can be attributed to the preservation of the rotator cuff and the restoration of normal shoulder mechanics.

However, RSA demonstrated better overall ROM, particularly in flexion and internal rotation, supporting its use in patients requiring faster recovery and better functional outcomes. In addition, the non-complication rate associated with RSA in our study underscores its safety and efficacy, particularly in older populations.

A comparison with recent studies shows that our results align well with the present literature regarding the use of RSA for treating PHFs. Guo et al.,⁷ Fraser et al.,⁸ Chalmers et al.,²¹ and Suroto et al.²³ reported superior outcomes in ROM and lower complication

rates for RSA, particularly in older patients with complex fractures. These studies reinforce the evidence that RSA is a highly effective option for patients with complex PHFs, especially in older populations or those with significant rotator cuff damage.

Studies by Alrabaa et al.²⁷ and Papalia et al.²⁸ demonstrate a migration of preference for using RSA over OSS in patients with PHF, since complications are lower and functional outcomes have become better and more predictable for RSA over the years. Furthermore, as stated by Freeman et al.,²⁹ hemiarthroplasty for PFH treatment is decreasingly used as it is inversely proportional to the use of RSA.

This study has some limitations. As a retrospective study, it inherently limits the control over variables. It increases the potential for selection bias, which was mitigated in our study as no patients who met all the inclusion and exclusion criteria were eliminated. In addition, the sample size was relatively small, specifically in the arthroplasty group (although bigger than most of the studies searched for the purpose of this study), which may limit the generalizability of the findings. Further, the study only included patients treated at a single center.

Despite these limitations, the study provides valuable insights into the comparative outcomes of RSA and osteosynthesis in PHFs, particularly in Mexican population. Future prospective studies with a larger population and multi-center participation are needed to validate these results further.

Conclusion

The results of this study suggest that RSA is an effective treatment option for PHFs, particularly Neer III, IV, and VI fractures, in patients aged 50-80. RSA provides superior functional outcomes in ROM at both 6 and 12 months post-operatively, particularly in flexion, internal rotation, and adduction. Although osteosynthesis remains a viable option for less complex fracture patterns and younger patients, RSA offers a faster recovery and better overall functional outcomes in patients with complex fractures.

Given the growing body of evidence supporting the use of RSA in PHFs, it is recommended as the treatment of choice in older patients or those requiring a quicker return to daily activities. Osteosynthesis, particularly with intramedullary nails, remains an excellent alternative, especially for patients who have good bone stock and simple fractures. Future studies could focus on longer-term outcomes and further explore the role

of RSA in young people with PHFs, specifically how the components age in a patient who, for the most part, has a more active lifestyle than those typically treated with RSA. In addition, future studies that combine isolated movements (similar to our study) with functional questionnaires could yield promising findings for a more comprehensive analysis of disability.

Funding

The authors declare that they have not received funding.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of human subjects and animals. The authors declare that no experiments on humans or animals were performed for this research.

Confidentiality, Informed Consent, and Ethical Approval. The authors have obtained approval from the institute's Ethics and Research Committee on August 18th, 2024, under the registration number INRLGII 49/24, for the analysis of routinely collected and anonymized clinical data; therefore, individual informed consent was not required. Relevant ethical recommendations have been followed.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing or creation of the content of this manuscript.

References

1. Streubel PN, Sanchez-Sotelo J, Steinmann SP. Proximal humeral fractures. In: Court-Brown CM, Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM, Tornetta III P, editors. *Rockwood and Green's Fractures in Adults*. 8th ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer; 2015. p. 1341-426.
2. Iglesias-Rodríguez S, Domínguez-Prado DM, García-Reza A, Fernández-Fernández D, Pérez-Alfonso E, García-Piñero J, et al. Epidemiology of proximal humerus fractures. *J Orthop Surg Res*. 2021;16:402.
3. Khadilkar L, MacDermid JC, Sinden KE, Jenkyn TR, Birmingham TB, Athwal GS. An analysis of functional shoulder movements during task performance using Dartfish movement analysis software. *Int J Shoulder Surg*. 2014;8:1-9.
4. Namdari S, Yagnik G, Ebaugh DD, Nagda S, Ramsey ML, Williams GR Jr., et al. Defining functional shoulder range of motion for activities of daily living. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012;21:1177-83.
5. Rabin A, Maman E, Dolkart O, Kazum E, Kozol Z, Uhl TL, et al. Regaining motion among patients with shoulder pathology - are all exercises equal? *Shoulder Elbow*. 2023;15:105-12.
6. Phillips D, Kosek P, Karduna A. The contribution of the supraspinatus muscle at sub-maximal contractions. *J Biomech*. 2018;68:65-9.
7. Guo J, Peng C, Hu Z, Li Y. Different treatments for 3- or 4-part proximal humeral fractures in the elderly patients: a Bayesian network meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Surg*. 2022;9:978798.

8. Fraser AN, Bjørdal J, Wagle TM, Karlberg AC, Lien OA, Eilertsen L, et al. Reverse shoulder arthroplasty is superior to plate fixation at 2 years for displaced proximal humeral fractures in the elderly: a multi-center randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2020;102:477-85.
9. Lehtimäki K, Rasmussen JV, Kukkonen J, Salomonsson B, Arverud ED, Hole R, et al. Low risk of revision after reverse shoulder arthroplasty for acute proximal humeral fractures. *JSES Int.* 2020;4:151-5.
10. Grassi FA, Alberio R, Ratti C, Surace MF, Piazza P, Messinese P, et al. Shoulder arthroplasty for proximal humerus fractures in the elderly: the path from neer to grammont. *Orthop Rev (Pavia).* 2020;12 Suppl 1:8659.
11. Ferrel JR, Trinh TQ, Fischer RA. Reverse total shoulder arthroplasty versus hemiarthroplasty for proximal humeral fractures: a systematic review. *J Orthop Trauma.* 2015;29:60-8.
12. Frombach AA, Brett K, Lapner P. Humeral head replacement and reverse shoulder arthroplasty for the treatment of proximal humerus fractures. *Open Orthop J.* 2017;11:1108-14.
13. Berton A, Gulotta LV, Longo UG, De Salvatore S, Piergentili I, Bandini B, et al. Medialized versus lateralized center of rotation in reverse total shoulder arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med.* 2021;10:5868.
14. Jobin CM, Galdi B, Anakwenze OA, Ahmad CS, Levine WN. Reverse shoulder arthroplasty for the management of proximal humerus fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015;23:190-201.
15. Sheth U, Saltzman M. Reverse total shoulder arthroplasty: implant design considerations. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2019;12:554-61.
16. Colasanti CA, Anil U, Adams J, Pennacchio C, Zuckerman JD, Egol KA. Primary versus conversion reverse total shoulder arthroplasty for complex proximal humeral fractures in elderly patients: a retrospective comparative study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2023;32:e396-407.
17. De Santiago EL, Carrillo SA, Pérez GC, Amador VG, Antonio RC. Arthroplasty vs osteosynthesis in fractures of 3 and 4 parts of proximal humerus in patients over 50 years old. *Acta Med.* 2020;18:356-9.
18. Greiwe RM, Kohrs BJ, Callegari J, Harm RG, Hill MA, Boyle MS. Open reduction internal fixation vs. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of acute displaced proximal humerus fractures. *Semin Arthroplast J Shoulder Elbow Surg.* 2020;30:250-7.
19. Larose G, Virk MS. The evolution of reverse total shoulder arthroplasty and its current use in the treatment of proximal humerus fractures in the older population. *J Clin Med.* 2022;11:5832.
20. Boudard G, Pomares G, Milin L, Lemonnier I, Coudane H, Mainard D, et al. Locking plate fixation versus antegrade nailing of 3- and 4-part proximal humerus fractures in patients without osteoporosis. Comparative retrospective study of 63 cases. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;100:917-24.
21. Chalmers PN, Slikker W 3rd, Mall NA, Gupta AK, Rahman Z, Enriquez D, et al. Reverse total shoulder arthroplasty for acute proximal humeral fracture: comparison to open reduction-internal fixation and hemiarthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014;23:197-204.
22. Giardella A, Ascione F, Mocchi M, Berlusconi M, Romano AM, Oliva F, et al. Reverse total shoulder versus angular stable plate treatment for proximal humeral fractures in over 65 years old patients. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2017;7:271-8.
23. Suroto H, De Vega B, Deapsari F, Prajasari T, Wibowo PA, Samijo SK. Reverse total shoulder arthroplasty (RTSA) versus open reduction and internal fixation (ORIF) for displaced three-part or four-part proximal humeral fractures: a systematic review and meta-analysis. *EFORT Open Rev.* 2021;6:941-55.
24. Shannon SF, Wagner ER, Houdek MT, Cross WW 3rd, Sánchez-Sotelo J. Reverse shoulder arthroplasty for proximal humeral fractures: outcomes comparing primary reverse arthroplasty for fracture versus reverse arthroplasty after failed osteosynthesis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25:1655-60.
25. Porschke F, Bockmeyer J, Nolte PC, Studier-Fischer S, Guehring T, Schnetzke M. More adverse events after osteosyntheses compared to arthroplasty in geriatric proximal humeral fractures involving anatomical neck. *J Clin Med.* 2021;10:979.
26. Zeng W, Lewicki K, Chen Z, Van Citters DW. The evaluation of reverse shoulder lateralization on deltoid forces and scapular fracture risk: a computational study. *Med Novel Technol Dev.* 2021;11:100076.
27. Alrabaa RG, Ma G, Truong NM, Lansdown DA, Feeley BT, Zhang AL, et al. Trends in surgical treatment of proximal humeral fractures and analysis of postoperative complications over a decade in 384,158 patients. *JB JS Open Access.* 2022;7:e22.00008.
28. Papalia AG, Romeo PV, Kingery MT, Alben MG, Lin CC, Simcox TG, et al. Trends in the treatment of proximal humerus fractures in the United States Medicare population. *Semin Arthroplast JSES.* 2023;33:331-6.
29. Freeman TR, Dunn RH, Ko KJ, Seidl AJ. Hemiarthroplasty for proximal humerus fracture - a dying art. *Ann Jt.* 2021;6:15.

Sostenibilidad quirúrgica y gestión de residuos hospitalarios: revisión narrativa con rutas de implementación para México

Surgical sustainability and hospital waste management: a narrative review with implementation pathways for Mexico

José Á. Parra-Salazar¹, Daniel Mozo-Torres², Valeria Herrera-Castañeda², Edgar Grageda-Flores²,
José M. Fernández-Rivero², Carlos A. López-Bernal¹, Arturo García-Galicia^{1*},
Álvaro J. Montiel-Jarquín¹ y Jorge Loría-Castellanos³

¹Dirección de Educación e Investigación en Salud, Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional Gral. de Div. Manuel Ávila Camacho, Instituto Mexicano del Seguro Social, Puebla de Zaragoza; ²Facultad de Medicina, Universidad de las Américas Puebla, San Andrés Cholula. Puebla; ³Red Nacional de Educadores en Simulación Clínica, Ciudad de México. México

Resumen

Antecedentes: La cirugía produce tensión crítica entre seguridad del paciente, eficiencia y sostenibilidad ambiental. **Objetivo:** Sintetizar la evidencia sobre gestión de residuos hospitalarios quirúrgicos, uso de pruebas preoperatorias y estrategias de sostenibilidad. **Material y métodos:** Revisión descriptiva mediante búsqueda en PubMed, SciELO y Google Scholar, utilizando términos MeSH/DeCS y palabras clave en español e inglés sobre residuos médicos, quirúrgicos, sostenibilidad y economía circular. Se implementaron ejes sobre contexto clínico-logístico, impacto ambiental, normatividad, gestión hospitalaria y estrategias de economía circular. **Resultados:** Las áreas quirúrgicas son fuente intensiva de residuos: insumos desechables, empaques, medicamentos, textiles, agua, energía y gases anestésicos. Más del 80% se generan prequirúrgicamente. Un quirófano produce hasta 2,300 kg anuales (30% de residuos hospitalarios totales), 85% son no peligrosos, 15% requiere manejo especial. Las estrategias incluyen capacitación del personal, actualización de paquetes quirúrgicos, uso de "green packs", anestesia de bajo flujo, recuperación de halogenados, trazabilidad digital e incorporación de herramientas como "Internet of Things". **Conclusiones:** La sostenibilidad quirúrgica debe abordarse desde el preoperatorio hasta la disposición final de residuos. México requiere garantizar la implementación de sus marcos normativos y la reducción, correcta clasificación, optimización de insumos, economía circular e indicadores específicos de impacto ambiental y económico.

Palabras clave: Gestión de residuos. Gestión integral de residuos. Residuos de hospitales. Eliminación de residuos. Residuos biológicos infecciosos.

Abstract

Background: Surgery creates a critical tension between patient safety, efficiency, and environmental sustainability. **Objective:** To synthesize evidence on surgical hospital waste management, preoperative testing, and sustainability strategies. **Material and methods:** A descriptive review was conducted using PubMed, SciELO, and Google Scholar, with MeSH/DeCS terms and Spanish- and English-language keywords related to medical and surgical waste, sustainability, and circular economy.

*Correspondencia:

Arturo García-Galicia
E-mail: neurogarcia Galicia@yahoo.com.mx

Fecha de recepción: 03-06-2026

Fecha de aceptación: 31-07-2026

DOI: 10.24875/AMH.M26000171

Disponible en internet: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):287-294

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

*The analysis addressed clinical and logistical context, environmental impact, regulations, hospital management, and circular economy strategies. **Results:** Surgical areas generate substantial waste from disposable supplies, packaging, medications, textiles, water, energy, and anesthetic gases. More than 80% is generated preoperatively. An operating room may generate up to 2,300 kg annually, accounting for 30% of total hospital waste; 85% is non-hazardous, whereas 15% requires special handling. Strategies include staff training, optimization of surgical packs, "green packs," low-flow anesthesia, recovery of halogenated anesthetics, digital traceability, and Internet of Things technologies. **Conclusions:** Surgical sustainability should encompass the entire pathway from preoperative care to final waste disposal. Mexico should strengthen regulatory implementation, waste reduction and segregation, resource optimization, circular economy practices, and specific environmental and economic impact indicators.*

Keywords: Waste management. Comprehensive waste management. Medical waste. Refuse disposal. Infectious biological waste.

Introducción

El entorno quirúrgico es uno de los espacios hospitalarios con mayor demanda energética y generación de residuos. Si bien la cirugía es pilar de la medicina moderna, su expansión ha revelado una tensión crítica entre la seguridad del paciente, la eficiencia operativa y la sostenibilidad ambiental. En este escenario, la evaluación preoperatoria y el uso de pruebas diagnósticas deben analizarse no solo por su utilidad clínica, sino por su impacto logístico y ecológico, especialmente ante la persistencia de intervenciones de bajo valor¹⁻³.

El uso excesivo de pruebas preoperatorias, el cual se define como la solicitud rutinaria de estudios sin justificación individualizada, constituye un punto de inflexión en esta discusión¹. No solo representa un gasto económico, sino que desencadena una reacción en cadena de consumo de reactivos, energía y generación de residuos químicos y plásticos; este fenómeno se integra a una cadena de suministros de alta intensidad material que abarca desde empaques y fármacos hasta gases anestésicos y textiles, cuya gestión final representa un desafío sanitario y operativo mayúsculo³⁻⁵.

En México, la gestión de estos desechos está estrictamente regulada por la NOM-087-ECOL-SSA1-2002. Sin embargo, la literatura sugiere que el problema no radica exclusivamente en el manejo de residuos biológico-infecciosos, sino en la deficiente segregación y la sobreutilización diagnóstica. El sector salud global contribuye con el 1 al 5% al impacto ambiental total del planeta; en el quirófano, esta carga es exacerbada por la clasificación inadecuada de basura común como biopeligrosa y el desperdicio de insumos abiertos, pero no utilizados^{1,4,6}.

Ante este panorama, el concepto de «quirófano sustentable», así como el enfoque de economía

circular emergen como prioridades éticas y ambientales en el contexto mexicano. Estrategias como la anestesia de bajo flujo, el reprocesamiento de insumos y el uso racional de medicamentos proponen una transición del modelo lineal de «usar y desechar» hacia uno de eficiencia y aprovechamiento responsable. No obstante, persiste una brecha importante entre la evidencia internacional y su aplicación en los hospitales de México. Mientras los marcos normativos actuales se limitan a la seguridad del residuo, la sostenibilidad quirúrgica de forma integral requiere abordar dimensiones organizacionales como la educación del personal y la evaluación continua de los procesos hospitalarios^{2,3,6}.

Muchas de estas intervenciones no dependen de infraestructura costosa, sino de un cambio en la cultura institucional y en la toma de decisiones clínicas^{7,8}. Por ello, el objetivo de esta revisión es sintetizar la evidencia sobre gestión ambiental en áreas quirúrgicas, con énfasis en el impacto del uso excesivo de pruebas preoperatorias, la generación de residuos y estrategias de sostenibilidad aplicables al sistema de salud mexicano^{2,6,7}.

El valor de esta revisión radica en integrar evidencia internacional y nacional dispersa para identificar rutas de implementación progresiva en hospitales mexicanos, considerando no solo la disposición final del residuo, sino también la reducción de insumos, la segregación adecuada, la capacitación del personal y la incorporación gradual de estrategias de economía circular^{9,10}.

Material y métodos

Diseño del estudio

Se realizó una revisión narrativa de la literatura con enfoque documental y descriptivo. Este diseño permite

integrar evidencia heterogénea, incluyendo artículos originales, revisiones sistemáticas, editoriales, documentos institucionales y normativa vigente. A partir de esta aproximación, se buscó desarrollar una síntesis crítica sobre la sostenibilidad en áreas quirúrgicas y la gestión ambiental en el contexto hospitalario mexicano.

Estrategia de búsqueda y selección de fuentes de información

Se realizó una búsqueda dirigida de la literatura en bases de datos científicas y repositorios institucionales, incluyendo PubMed, SciELO y Google Scholar. Para ello, se utilizaron términos MeSH/DeCS y palabras clave en español e inglés, combinados mediante operadores booleanos, con la siguiente estrategia general: (*medical waste management OR surgical waste*) AND (*sustainability OR circular economy*) AND (Mexico). La ventana de observación se delimitó de 2013 a 2026, con el propósito de integrar evidencia histórica relevante y literatura reciente. Se priorizó la inclusión de metaanálisis, revisiones sistemáticas, artículos de revisión, estudios originales y documentos normativos publicados dentro del periodo de búsqueda, a fin de garantizar la actualidad, pertinencia y aplicabilidad de la información relacionada con la gestión sustentable de residuos médicos y quirúrgicos en el contexto mexicano, sin excluir documentos previos que aportan datos cuantitativos relevantes y normativas aún vigentes.

De igual manera, se incluyó literatura internacional con datos cuantitativos, modelos de comparación y estrategias de implementación potencialmente adaptables al sistema mexicano.

Se excluyeron aquellos escritos no relacionados con el sector sanitario, documentos centrados exclusivamente en residuos sólidos municipales, publicaciones duplicadas, textos sin metodología verificable o documentos sin aplicabilidad técnica al objetivo de la revisión.

Extracción y análisis de la información

La evidencia seleccionada se analizó de forma cuantitativa y se organizó en cuatro ejes temáticos: contexto clínico y operativo, impacto ambiental, marco normativo y gestión, así como sostenibilidad y economía circular. El primer eje integró información relacionada con intervenciones de bajo valor, consumo de insumos y generación de residuos en quirófano. El segundo abordó la huella ecológica del sector salud, las emisiones asociadas y el impacto de la cadena de suministro

sanitaria. El tercer eje se centró en el cumplimiento de la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 y en los procesos de segregación, manejo y disposición de residuos. Finalmente, el cuarto eje incluyó estrategias de reducción, reprocesamiento, innovación tecnológica y propuestas de adaptación local.

El análisis final integró una comparación entre la evidencia global y las barreras presentes en México, con el objetivo de formular recomendaciones prácticas y viables para hospitales públicos y privados.

Resultados

Durante el proceso de búsqueda se evaluaron 21 documentos potencialmente relevantes. De estos, cinco se excluyeron tras aplicar los criterios de exclusión establecidos.

Se incluyeron 16 documentos, dentro de los cuales tres corresponden a Normas Oficiales Mexicanas y 13 artículos científicos y documentos académicos. En cuanto a los ejes temáticos analizados, un artículo se utilizó para abordar el tema de sobreutilización diagnóstica en el preoperatorio e impacto ambiental; tres se enfocaron en generación y clasificación de residuos hospitalarios; cuatro analizaron el impacto ambiental generado por el ambiente médico; cuatro abordaron temas de estrategias de economía circular en hospitales y dos trataron temas relacionados con gestión ambiental hospitalaria. Cabe destacar que el artículo *Quirófano sustentable*³ aportó información útil para cuatro de los temas mencionados, mientras que la referencia *What a waste! The impact of unused surgical supplies in hand surgery and how we can improve*⁴ se utilizó tanto en el apartado de gestión ambiental en áreas quirúrgicas, como en el de generación y clasificación de residuos hospitalarios. Asimismo, para la comparación de modelos internacionales se utilizaron dos documentos internacionales, entre ellos *Reducing waste in the critical care setting*¹⁰ y *Smart waste bin monitoring using IoT for sustainable biomedical waste management*⁵.

Sobreutilización diagnóstica en el preoperatorio

Es de gran importancia destacar el hecho de que la preparación excesiva en el periodo preoperatorio no solo genera un incremento de los costos hospitalarios, sino que también genera un impacto negativo ambiental.

De acuerdo con un estudio publicado en *Healthcare*² sobre el manejo sustentable de residuos hospitalarios

y desperdicio en el quirófano, un elemento que fue muy importante destacar fue el preoperatorio, puesto que se considera como una de las principales fuentes de generación de residuos dentro del entorno quirúrgico².

Los autores hicieron énfasis en esta fase, ya que se calculó que aproximadamente más del 80% de los residuos se generan antes de que el paciente ingrese a un quirófano, esto a causa de la apertura anticipada de materiales estériles, empaques y material desechable².

Este hallazgo no se limita al uso de pruebas diagnósticas, sino que refleja una dinámica mucho más amplia sobre preparación preoperatoria, en la cual se evidencia el uso inadecuado de recursos médicos, ya que en muchos casos se desechan materiales e insumos que no fueron requeridos.

Generación y clasificación de residuos hospitalarios

La correcta clasificación de los residuos hospitalarios es de vital importancia para evitar daños colaterales, especialmente aquellos generados directamente hacia el medio ambiente y la salud pública. Una clasificación errónea puede generar contaminación cruzada e incrementar el volumen de residuos considerados peligrosos. De acuerdo con el artículo *Gestión de Residuos Hospitalarios*, puede clasificarse en varias categorías, entre ellas residuos infecciosos, cortopunzantes, químicos, farmacéuticos y biológicos derivados de intervenciones quirúrgicas³.

La incorrecta separación de este tipo de productos, particularmente hablando de los residuos biológico-infecciosos, representa una de las principales causas del aumento del impacto ambiental, ya que varios productos han sido incinerados aun cuando no son de carácter infeccioso. Esta práctica incrementa innecesariamente la cantidad de productos incinerados, de manera que contribuye al aumento de emisiones contaminantes y gases que afectan la calidad del aire, generando consigo no solo un impacto ambiental, sino también posibles afectaciones a la salud pública⁷.

Un estudio realizado en EE.UU. con base en un gran número de pruebas estadísticas como la prueba de rango-suma de Wilcoxon y la regresión lineal, ha evidenciado que más de 981 artículos como gasas, esponjas y cuchillas, se desperdiciaron al ser abiertas durante procesos quirúrgicos sin llegar a utilizarse, lo que representa una problemática respecto al incremento de generación de residuos⁴.

Impacto ambiental

La evidencia internacional revisada muestra que las áreas quirúrgicas concentran una proporción relevante en los residuos hospitalarios, especialmente por el uso intensivo de insumos desechables, empaques estériles, medicamentos, textiles y recursos energéticos¹⁻⁴.

En particular, la revisión realizada por Cirstea et al.², la cual se desarrolla desde un contexto europeo con énfasis en unidades quirúrgicas rumanas, reporta que los quirófanos pueden generar aproximadamente 2,300 kg de basura cada año, lo cual en el contexto internacional equivale al 30% del total de residuos hospitalarios.

Asimismo, al evaluar la literatura se ha comprobado que el 85% de los residuos generados por actividades sanitarias corresponde a materiales no peligrosos, comparables con residuos comunes. En contraste, cerca del 15% pertenece a residuos que requieren un manejo especial, como aquellos de origen infeccioso, tóxico, químico o radiactivo².

En México, la literatura sobre sostenibilidad quirúrgica ha comenzado a desarrollarse mediante recomendaciones, reflexiones a la normativa existente y propuestas de implementación adaptadas al contexto nacional. Sin embargo, aún son limitados los estudios nacionales que recopilen datos a largo plazo sobre el impacto de estas implementaciones. Esta brecha es una invitación al sistema de salud a tomar en cuenta estas recomendaciones, ya que la evidencia internacional escrita en español, ha mostrado que incluso prácticas rutinarias dentro del quirófano representan un consumo ambiental considerable^{3,8,10}. Un ejemplo de ello es un estudio observacional sobre lavado quirúrgico de manos en el cual se reportó un promedio de 19.44 litros de agua utilizados para este lavado, de los cuales más del 85% correspondió a agua desperdiciada que no entró en contacto con la piel del personal quirúrgico; lo que refuerza la necesidad de promover el uso racional de recursos en áreas quirúrgicas, sin comprometer las medidas de asepsia y antisepsia del paciente^{11,12}.

Estrategias de economía circular en hospitales

Uno de los enfoques identificados en la literatura revisada es el plasmado en el artículo titulado *Quirófano sustentable*³, el cual plantea la reducción, reutilización y reciclaje de insumos quirúrgicos como un posible enfoque inicial para disminuir el impacto ambiental hospitalario.

Para ello, se inicia identificando y clasificando como reciclables diversos insumos de uso frecuente, como soluciones intravenosas, bolsas de soluciones, mascarillas de oxígeno, circuitos de ventilación, viales de vidrio y empaques de medicamentos hechos mayoritariamente de cartón³.

Junto con la identificación y clasificación de material potencialmente reciclable, se requiere destinar tiempo y recursos a la capacitación y educación continua del equipo quirúrgico, así como del personal médico que rote por esta área. Estas medidas dependen del liderazgo institucional para promover un cambio de mentalidad y de cultura en cuanto a la percepción, separación y manejo de los desechos quirúrgicos. Este enfoque se relaciona con una visión transdisciplinar descrita en la literatura, integrando la práctica médica, investigación, innovación y el uso eficiente de recursos^{3,8}.

Otra línea de implementación se relaciona con la reducción del consumo de recursos clínicos y energéticos, particularmente en el área de anestesia. La literatura señala alternativas como anestesia de bajo flujo, uso de tecnologías de captura y la recuperación y purificación de agentes halogenados, con el objetivo de disminuir su liberación directamente al medio ambiente³.

Asimismo se han propuesto diversas estrategias para reducir la generación de desechos mediante esquemas de dosificación individualizada. En México, este tipo de medidas debe analizarse conforme a la NOM-249-SSA1-2010, titulada *Mezclas estériles: nutricionales y medicamentosas, e instalaciones para su preparación*, así como sus modificaciones publicadas en el Diario Oficial de la Federación en 2023¹³.

Para futuras investigaciones, es importante tomar en cuenta el proyecto de norma PROY-NOM-249-SSA1-2025, ya que representa una actualización a la normativa en materia de mezclas estériles¹⁴.

Gestión ambiental en áreas quirúrgicas

La literatura revisada identifica diversas estrategias de gestión ambiental en áreas quirúrgicas, enfocadas principalmente en el uso racional de insumos, así como el uso de recursos como agua y productos químicos destinados a la desinfección de áreas quirúrgicas. En este sentido, se hace mención de que el personal médico debe reconocer en qué procedimiento es realmente necesario el uso de ciertos materiales y sustancias con el fin de disminuir el consumo excesivo de recursos y prevenir problemáticas ambientales y de desabasto².

Entre las diferentes estrategias se encuentra el uso de *green packs* descritos por Robert van Demark en Nueva York, estos consisten en incluir únicamente el material necesario para los procedimientos quirúrgicos. Esta medida se complementa con mantener una tarjeta integrada en la rutina donde el cirujano realizará una evaluación del material que no se usa normalmente en ese tipo de cirugías⁴.

El autor estima que si aproximadamente 2,000 cirujanos de mano realizaran 100 casos «verdes» al año, habría un ahorro a nivel nacional de 2.13 millones de dólares y una disminución de 506 toneladas de residuos⁴. Es importante mencionar que para realizar esta estimación fue esencial establecer una buena comunicación con los equipos quirúrgicos sobre los suministros necesarios, así como la ubicación de los posibles productos de su selección, reduciendo la apertura de los paquetes quirúrgicos estandarizados.

Otra de las estrategias descritas es el uso de instrumental quirúrgico reutilizable y, cuando no sea posible, evaluar el reprocesamiento de dispositivos de un solo uso mediante empresas externas, donde los materiales son desmantelados, limpiados, esterilizados y reincorporados bajo estrictos criterios de seguridad⁴.

Comparación con modelos internacionales

En otros contextos hospitalarios, la reducción de los residuos no se presenta únicamente como un abordaje centrado en su eliminación, sino desde cambios concretos en la forma en que el personal utiliza, clasifica y registra insumos^{11,12}. La gestión ambiental puede iniciar con intervenciones relativamente simples, como ajustar los materiales disponibles en cada procedimiento y mejorar la separación de residuos desde el área donde se generan^{4,7,10}.

El modelo reportado que obtuvo buenos resultados con respecto a concientización sobre el uso innecesario de ciertos recursos fue el implementado en la Unidad de Cuidados Intensivos del Centro de Ciencias de la Salud de Londres-Hospital Universitario ubicado en Canadá. Esta intervención usó carteles digitales, carros destinados a evidenciar desperdicio de insumos y folletos informativos, con el objetivo de que el personal identificara la gran cantidad de insumos usados diariamente y reconociera cuáles podrían evitarse. De acuerdo con los autores, esta estrategia favoreció la concientización del personal y permitió orientar cambios conductuales para disminuir el uso innecesario de recursos¹⁰.

En hospitales ubicados en el noroeste de Nigeria se ha implementado el uso de herramientas tecnológicas basadas en el IoT (*Internet of Things*), las cuales, mediante sensores, *software* y conexión a la red, permiten mantener un registro de los insumos biomédicos utilizados. Estas herramientas permiten registrar la categorización de los materiales, identificar la capacidad de los contenedores donde son almacenados y generar alertas cuando algún residuo ha sido clasificado de manera errónea. De esta forma contribuyen a mejorar la trazabilidad digital y con ello reducir diversas complicaciones ambientales asociadas con la gestión inadecuada de residuos hospitalarios⁵.

Discusión

La evidencia revisada muestra que la sostenibilidad quirúrgica no puede entenderse únicamente como un problema de disposición final de residuos, sino como el resultado de una cadena clínica y operativa que inicia desde la indicación médica, continúa con el consumo de insumos y termina en la segregación, tratamiento y eliminación de desechos. En este sentido, los hallazgos coinciden en que las áreas quirúrgicas concentran una proporción relevante de la generación de residuos hospitalarios, con un consumo energético superior al de otras áreas y un uso intensivo de material desechable, empaques, textiles, medicamentos y gases anestésicos¹⁻⁴. Además, los estudios sobre desperdicio de insumos abiertos pero no utilizados evidencian que parte del impacto ambiental no deriva de la atención indispensable, sino de procesos poco optimizados, como paquetes quirúrgicos sobredimensionados, tarjetas de preferencia no actualizadas y clasificación inadecuada de residuos^{4,10}.

Desde esta perspectiva, la sostenibilidad no debe interpretarse como una reducción indiscriminada de recursos, sino como una estrategia de valor: usar lo necesario, en el momento correcto y con justificación clara. Esto es especialmente relevante en las prácticas diagnósticas preoperatorias de bajo valor, ya que la solicitud rutinaria de estudios sin indicación individualizada puede generar costos, consumo de reactivos, uso de energía, residuos químicos y mayor carga logística sin necesariamente modificar la conducta perioperatoria. A nivel ambiental, el sector salud tiene una huella significativa que incluye emisiones, contaminantes atmosféricos, uso de agua y cadenas de suministro complejas¹. Por ello, la discusión debe desplazarse de un mejor

manejo de la basura hacia producir menos residuos y evitar la producción de estos, sin comprometer la seguridad del paciente ni la calidad de la atención.

En el contexto mexicano, la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 constituye el principal marco regulatorio para la clasificación y manejo de residuos peligrosos biológico-infecciosos, al establecer lineamientos para identificación, separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final¹³. Sin embargo, esta norma aborda principalmente la seguridad sanitaria y ambiental de residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI), mientras que la sostenibilidad quirúrgica exige una visión más amplia que incluya reducción de insumos innecesarios, economía circular, capacitación continua y evaluación de procesos. La literatura mexicana reciente ya reconoce la necesidad de avanzar hacia quirófanos sustentables mediante anestesia de bajo flujo, captura de gases anestésicos, reducción de residuos, reciclaje, reutilización y reprocesamiento seguro y normativamente viable³. Asimismo, la economía circular en el sector público mexicano se plantea como una oportunidad para vincular salud, innovación, eficiencia y sostenibilidad⁸.

A partir de estos hallazgos, una intervención realista para el sistema hospitalario mexicano debería estructurarse en cuatro componentes. Primero, capacitación periódica del personal quirúrgico, anestésico, de enfermería, limpieza y gestión hospitalaria en separación y clasificación correcta de los residuos hospitalarios, así como el uso racional de insumos. Segundo, revisión sistemática de procesos quirúrgicos, incluyendo actualización de paquetes quirúrgicos, tarjetas de preferencia e inventarios para disminuir material abierto pero no utilizado. Tercero, incorporación de indicadores básicos de seguimiento, como volumen de residuos por procedimiento, porcentaje de residuos correctamente segregados, insumos desperdiciados y costos asociados. Cuarto, fortalecimiento gradual de estrategias de economía circular, como reciclaje de materiales no contaminados, reprocesamiento regulado, digitalización de trazabilidad e incorporación de tecnologías como IoT o clasificación automatizada cuando exista capacidad institucional^{5,9,14-16}.

La principal ventaja de esta propuesta es que no depende exclusivamente de infraestructura costosa. Varios cambios pueden iniciarse con intervenciones de bajo costo, como educación del personal, redistribución de insumos, reducción del sobreabastecimiento, separación adecuada de residuos y monitoreo de indicadores¹⁰. Esto la vuelve adaptable tanto a hospitales privados como públicos, siempre que se

ajuste al tamaño del hospital, volumen quirúrgico, recursos disponibles y capacidad de gestión. En unidades con mayor infraestructura, las estrategias pueden ampliarse hacia tecnologías de trazabilidad, contenedores inteligentes, inteligencia artificial para clasificación y modelos de gestión ambiental más complejos^{11,15,16}. En hospitales con recursos limitados, el mayor retorno inicial probablemente se encuentre en corregir la segregación, disminuir el desperdicio de insumos.

Esta revisión presenta limitaciones propias de un diseño narrativo, ya que la selección de fuentes fue dirigida y no corresponde a una revisión sistemática; consecuentemente, no se realizó metaanálisis, evaluación formal de riesgo de sesgo ni búsqueda exhaustiva bajo metodología PRISMA. Además, la evidencia disponible es heterogénea, ya que incluye estudios originales, revisiones, editoriales, documentos institucionales y normativa mexicana, lo que limita la comparación directa entre resultados. Otra limitación importante es la escasez de estudios mexicanos que cuantifiquen residuos quirúrgicos, desperdicio de insumos, costos ambientales o impacto del sobrediagnóstico preoperatorio en hospitales públicos y privados. Aun así, la información integrada permite identificar una brecha clara entre regulación, práctica clínica y sostenibilidad, así como proponer líneas de acción iniciales para adaptar la evidencia internacional al contexto hospitalario mexicano.

Conclusiones

La presente revisión evidencia que la sostenibilidad en áreas quirúrgicas constituye un problema clínico, ambiental y logístico que inicia antes del procedimiento y continúa hasta la disposición final de los residuos. Su impacto se relaciona con el consumo intensivo de insumos, la apertura anticipada de material estéril, la clasificación inadecuada de residuos y el uso excesivo de recursos. Por ello, la gestión debe incorporar estrategias de prevención, reducción y uso eficiente del material, no limitarse al tratamiento final de los desechos.

A nivel internacional, se han buscado diversas estrategias reducir la huella ecológica hospitalaria por medio de la trazabilidad digital, herramientas tecnológicas como el IoT, rediseño de paquetes quirúrgicos y medidas educativas dirigidas al personal. En México, estas acciones deben implementarse de forma gradual y adaptarse a las condiciones de cada institución, considerando infraestructura, normatividad vigente y cultura organizacional.

Finalmente, se requiere fortalecer la evidencia nacional con estudios cuantitativos, multicéntricos y con indicadores específicos que permitan evaluar el impacto ambiental, económico y hospitalario de las intervenciones. Contar con estos datos permitirá convertir la sostenibilidad quirúrgica en una práctica medible, segura y viable dentro del sistema hospitalario mexicano.

Financiamiento

J. Loría-Castellanos es miembro del comité editorial de la revista *Anales Médicos*. Los demás autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales, historias clínicas ni muestras biológicas humanas, por lo que no requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que se utilizó la herramienta de inteligencia artificial generativa ChatGPT únicamente como apoyo editorial para revisión de estilo y claridad del texto.

Referencias

1. Lenzen M, Malik A, Li M, Fry J, Weisz H, Pichler PP, et al. The environmental footprint of health care: a global assessment. *Lancet Planet Health*. 2020;4(7):e271-e279.
2. Cirstea I, Radu A, Radu AF, Tit DM, Bungau GS, Gitea D, et al. Sustainable management of medical waste in surgical units: operational challenges and policy perspectives. *Healthcare (Basel)*. 2026;14(7):954.
3. Escamilla-Ortiz AC. Quirófano sustentable. *Cir Gen*. 2023;45(4):205-6.
4. Bravo D, Thiel C, Bello R, Moses A, Paksima N, Melamed E. What a waste! The impact of unused surgical supplies in hand surgery and how we can improve. *HAND*. 2023;18(7):1215-21.
5. Academia Nacional de Medicina de México. Hospitales y cambio climático: sesión conjunta con el Hospital Ángeles Pedregal [Internet]. México: Academia Nacional de Medicina de México; 2025 [citado 26 may 2026]. Disponible en: <https://anmm.org.mx/doc/HOSPITALES%20VERDES.pdf>
6. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, protección ambiental-salud ambiental-residuos peligrosos biológico-infecciosos-clasificación y especificaciones de manejo [Internet]. México: Diario Oficial de la Federación; 2003 [citado 26 may 2026]. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680173/NOM-087-ECOL-SSA1-2002.pdf>

7. Vinueza-Villacrés VV, Vasco-Yáñez SA. Gestión de residuos hospitalarios. *Rev Investig Talentos*. 2023;10(1):91-103.
8. Martínez Castuera-Gómez C. Reflexión y oportunidad: economía circular y salud en el sector público mexicano. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2025;63(3):e6654.
9. Ismail M, Zhongdong X, Waheed A, Mahmood S, El-Sayed EM, AliAlhussan A, et al. Decarbonization pathways in medical waste management through circular economy strategies to advance UN-SDGs. *Sci Rep*. 2025;15:42499.
10. Morrow J, Hunt S, Rogan V, Cowie K, Kopacz J, Keeler C, et al. Reducing waste in the critical care setting. *Nurs Leadersh*. 2013;26(Spec Issue):17-26.
11. Ishaq A, Mohammad SJ, Bello AAD, Wada SA, Adebayo A, Jagun ZT. Smart waste bin monitoring using IoT for sustainable biomedical waste management. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2025;32:19434-49.
12. Simón D, Moldes A, Cordeiro G. Análisis observacional del uso de agua durante el lavado quirúrgico de manos: el agua como recurso hospitalario derrochado. *Rev Colomb Enferm*. 2011;6(6):57-64.
13. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-249-SSA1-2010, Mezclas estériles: nutricionales y medicamentosas, e instalaciones para su preparación [Internet]. México: Diario Oficial de la Federación; 4 mar 2011 [citado 26 may 2026]. Disponible en: <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4327/salud/salud.htm>
14. Secretaría de Salud. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-249-SSA1-2025, Mezclas estériles: nutricionales y medicamentosas [Internet]. México: Diario Oficial de la Federación; 2025 [citado 26 may 2026]. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5777850&fecha=05/01/2026#gsc.tab=0
15. Agahi G, Hassanabadi MA, Rabbani M. Towards an intelligent waste management system: an adaptive and sustainable medical waste supply chain for infectious and hazardous risk reduction. *Eng Appl Artif Intell*. 2026;164:113360.
16. Xu X, Wang C, Yi Q, Ye J, Kong X, Ashraf SQ, et al. MedBin: a lightweight end-to-end model-based method for medical waste management. *Waste Manag*. 2025;200:114742.

Diferencias entre terapia individual basada en la clínica con y sin el método BNB en niños con trastorno de lenguaje expresivo. Estudio piloto

Differences between clinic-based individual therapy with and without the BNB method in children with expressive language disorder. A pilot study

Idania Hernández-Catana¹ , Lya M. García-Torricas¹  y Ma. del Consuelo Martínez-Wbaldo^{2*} 

¹Servicio de Terapia de Lenguaje; ²Unidad de Investigación Sociomédica. Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México

Resumen

Antecedentes: El trastorno de lenguaje expresivo presenta un déficit en la actividad combinatoria del analizador cenestésico motor verbal, manifestando entre otros: omisión y sustitución fonémica, lenguaje ininteligible, torpeza en coordinación motora fina y/o gruesa. La terapia individual basada en la clínica establece un tratamiento específico para cada niño. El método Behaviors Neurological Base (BNB) estimula el neurodesarrollo el sistema nervioso central para lograr la maduración de estructuras subcorticales y corticales y sus habilidades. **Objetivo:** Comparar los resultados de la terapia individual basada en la clínica con y sin el método BNB en niños con trastorno de lenguaje expresivo. **Material y métodos:** Estudio piloto casos y controles, se evaluó la sensibilidad, los problemas de lenguaje (PLI) y el desarrollo infantil (EDI), en 24 niños antes y después del tratamiento con terapia individual, 48 sesiones para el grupo control y 26 para los casos más 26 sesiones con el método BNB. **Resultados:** Se encontraron diferencias entre grupos. En sensibilidad al movimiento, coordinación motora fina y gruesa; las diferencias entre los resultados test-retest también fueron significativas en PLI y en EDI. **Conclusiones:** Complementar la terapia convencional con el método BNB contribuye a superar las debilidades de los componentes del lenguaje en un menor tiempo de tratamiento, promoviendo su apego familiar.

Palabras clave: Retraso de lenguaje expresivo. Behaviors Neurological Base. Terapia de lenguaje.

Abstract

Background: Expressive language disorder presents a deficit in the combinatorial activity of the verbal motor kinesthetic analyzer, manifesting, among other things: phonemic omission and substitution, unintelligible speech, and clumsiness in fine and/or gross motor coordination. Clinically based individual therapy establishes a specific treatment for each child. The Behaviors Neurological Base (BNB) method stimulates the neurodevelopment of the central nervous system to achieve the maturation of subcortical and cortical structures and their abilities. **Objective:** To compare the results of clinically based individual therapy with and without the BNB method in children with expressive language disorder. **Material and methods:** A pilot case-control study was conducted, evaluating sensitivity, language problems (PLI), and child development (EDI) in 24 children before and after treatment with individual therapy (48 sessions for the control group and 26 sessions for the case group plus

*Correspondencia:

Ma. del Consuelo Martínez-Wbaldo
E-mail: mmartinez@inr.gob.mx

Fecha de recepción: 14-05-2026

Fecha de aceptación: 15-07-2026

DOI: 10.24875/AMH.M26000172

Disponible en internet: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):295-302

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

26 sessions with the BNB method). **Results:** Differences were found between groups in movement sensitivity, fine and gross motor coordination; and differences were also significant in PLI and EDI tests results. **Conclusions:** Complementing conventional therapy with the BNB method helps overcome weaknesses in language components in a shorter treatment time, promoting family attachment.

Keywords: Expressive language delay. Neurological basis of behaviors. Speech therapy.

Introducción

El lenguaje es una función cortical superior, la cual sustenta su desarrollo en la maduración y buen funcionamiento de los analizadores cenestésico motor verbal y auditivo verbal, que requieren una maduración biológica, integridad anatómica e interconexión entre sus vías¹. El lenguaje no solo permite la comunicación, sino que influye como el principal mediador de las funciones psicológicas superiores² en la comunicación, regula la conducta y actividad del niño, y garantiza la abstracción, permitiendo la transmisión y asimilación de conocimientos³.

Son diversas las causas de los trastornos del lenguaje, que pueden ser dificultades generales del desarrollo o emocionales, autismo y deterioro neurológico, sin embargo, cuando no se conoce la causa algunos autores lo denominan trastorno de lenguaje del desarrollo⁴. Debido a que la manifestación más frecuente es el retraso del lenguaje a edad tempranas en los reportes científicos lo denominan «retraso del lenguaje de desarrollo» (DLD, *developmental language delay*, o RLD en español)⁵.

El RLD puede manifestarse en diferentes formas: en la expresión, en la percepción y comprensión y en diferentes niveles lingüísticos como problemas en la fonética, fonología, vocabulario, sintaxis o pragmática. El trastorno de lenguaje expresivo surge por un déficit en la actividad combinatoria del analizador cenestésico motor verbal, ocasionando una disminución en la progresión del desarrollo del lenguaje; se manifiesta por lapsos de atención cortos, omisión y sustitución fonémica, lenificación de la estructura gramatical, lenguaje ininteligible, torpeza en las praxias lingüales, así como en la coordinación motora fina y/o gruesa entre otros⁶.

De acuerdo con diversos autores, este trastorno tiene una prevalencia de entre el 4 y 7% en niños entre 3 y 7 años hispanohablantes (afecta más al sexo masculino, en ambos grupos etarios, en una proporción de 1.2:1⁷⁻⁹), y de entre el 10 y 15% en los menores de 6 años. En 2019 de 599 escolares consultados por primera vez en México, el 40% obtuvo diagnóstico de trastorno de lenguaje expresivo^{10,11}.

Los niños que presentan este problema experimentan problemas para interactuar con sus compañeros y son con mayor frecuencia víctimas de *bullying*¹².

Es recomendable la intervención temprana, la cual se lleva a cabo en diferentes modalidades: la terapia individual del habla y lenguaje basada en la clínica, de acuerdo con los criterios departamentales locales que permiten establecer objetivos de tratamiento adaptados a los problemas específicos del lenguaje de cada niño^{13,14}; la intervención grupal favorece la interacción social, papel fundamental en el desarrollo del lenguaje de los niños¹⁵ y la implementada por los padres, que al convivir más tiempo con los niños, logra un mejor comportamiento de comunicación, que produce efectos positivos en las habilidades del lenguaje expresivo¹⁶. En el presente estudio se aplicaron las tres modalidades utilizando el método *Behaviors Neurological Base* (BNB) en la terapia grupal y con los padres.

El BNB es un conjunto de técnicas de facilitación muscular sensoriomotoras que se conforma de fases establecidas en aspectos intrínsecos cerebrales como del neurodesarrollo del sistema nervioso central, que permiten fortalecer canales neurosensitivos que eficientan movimientos y sensopercepciones para lograr la funcionalidad de circuitos, factores y territorios neurales, permitiendo mejorar los procesos de aprendizaje de patrones motores, cognitivos y comportamentales. Aun no siendo un método de terapia de lenguaje como tal, estimula desde la perspectiva del neurodesarrollo el sistema nervioso central para lograr la maduración de estructuras subcorticales y corticales y las habilidades que regulan estas estructuras¹⁷.

Las funciones cerebrales superiores tales como el lenguaje son un sistema funcional que depende del trabajo integrado de todo un grupo de zonas. De acuerdo con lo mencionado, la metodología BNB estimula de manera ordenada los tres bloques funcionales mencionados por Luria: el primero relacionado con estructuras corticales; el segundo con el funcionamiento, almacenamiento e interpretación de la información, circuito parieto-temporo-occipital, así como

fascículos arqueados, y el tercer bloque a la regulación y control, así como la neuroanatomía de lóbulos cerebrales¹⁸.

La metodología BNB reporta que se han obtenido resultados satisfactorios en una gama diversa de trastornos, los cuales se pueden agrupar en daño cerebro motor, trastornos del comportamiento, trastornos del espectro autista, déficit de atención, retraso cognitivo y trastorno asociado al aprendizaje del proceso de lecto-escritura, incluso en casos en donde se ocupó como estimulación para el lenguaje¹⁹.

En el presente artículo e independientemente de que los niños participantes fueron diagnosticados como trastorno de lenguaje expresivo, en el área de terapia, antes y después de la intervención se les evaluó con los instrumentos EDI (Evaluación del Desarrollo Infantil), prueba validada en México para detectar problemas del desarrollo en menores de edad, y también se aplicó la Prueba de Lenguaje Inicial (PLI) con validación en población mexicana, que nos permitió evaluar las habilidades lingüísticas receptivas y expresivas, así como el desarrollo semántico y morfosintáctico^{20,21}. También se obtuvo información sobre su nivel de sensibilidad visual, auditiva, táctil y de movimiento por medio de una entrevista a sus padres.

Material y métodos

Estudio piloto cuasiexperimental. Se ingresaron al estudio 24 niños de 3 a 3.11 años de edad, de ambos sexos, con diagnóstico de trastorno de lenguaje de tipo expresivo para terapia de primera vez, sin otras comorbilidades, obtenidos de la lista de espera para recibir terapia, cuyos padres firmaron un consentimiento informado con participación voluntaria. Los niños se conformaron en dos grupos, cada uno con 12 niños: uno denominado control, a quienes se intervino con terapia individual basada en la clínica y de acuerdo con los criterios departamentales locales de la institución adaptados a los problemas específicos del lenguaje de cada niño durante 48 sesiones; y otro grupo de 12 niños llamado casos tratados además de la terapia individual (24 sesiones), con terapia grupal apoyada por sus padres en la aplicación del método BNB (24 sesiones) en este grupo los padres se comprometieron a ser siempre el mismo acompañante de los niños y entregar evidencia de la práctica de los ejercicios en casa, de cada sesión. Todos los niños fueron evaluados con las pruebas EDI y PLI antes y al final de la intervención, así mismo se realizó una

Tabla 1. Descripción de variables sociodemográficas de los niños participantes

Variables	Valores	Casos	Controles
Edad	Mínimo/máximo	36/47	36/46
	Promedio	41.5	38.6
	Desviación estándar	3.8	2.8
Sexo	Masculino	9 (75%)	9 (75%)
	Femenino	3 (25%)	3 (25%)
Escolaridad	Preescolar 1	9 (75%)	8 (67%)
	Preescolar 2	2 (17%)	3 (25%)
	Sin escolaridad	1 (8%)	1 (8%)
Vía de nacimiento	Parto natural	4 (33%)	10 (83%)
	Cesárea	8 (67%)	2 (17%)
Antecedentes perinatales	Ninguno	2 (17%)	3 (25%)
	Ictericia	1 (8%)	1 (8%)
	Amenaza de aborto	2 (17%)	1 (8%)
	Cesárea no programada	2 (17%)	2 (17%)
	No respiración espontánea	2 (17%)	1 (8%)
	A. de aborto, no respiración espontánea	0 (0%)	1 (8%)
	Preeclampsia	0 (0%)	1 (8%)
	Sufrimiento fetal + amenaza de aborto	0 (0%)	1 (8%)
	Sufrimiento fetal	3 (25%)	1 (8%)
Gateo	Sí	7 (58%)	6 (50%)
	No	5 (42%)	6 (50%)
Comorbilidades	Ninguna	7 (58%)	4 (33%)
	Alergias	4 (33%)	1 (8%)
	Dermatitis	1 (8%)	6 (50%)
	Otra	0 (0%)	1 (8%)

entrevista a los padres para evaluar la sensibilidad visual, táctil y auditiva y de movimiento de sus hijos. Los resultados se registraron en una hoja de Excel y se analizaron con el paquete SPSS V.19 se utilizó estadística descriptiva con medidas centrales y de dispersión las comparaciones se hicieron con la prueba de χ^2 para las variables dicotómicas y para las comparaciones se utilizó U de Mann-Whitney para

Tabla 2. Diferencias en los resultados de diversos tipos de sensibilidad en los niños de los grupos participantes

Tipo de sensibilidad	Valores	Casos	Controles	U de Mann-Whitney p
Sensibilidad visual	Normal	3 (25%)	7 (58.30%)	0.178
	Hipersensible	9 (75%)	5 (41.70%)	
	Hiposensible	0 (0%)	0 (0%)	
Sensibilidad táctil	Normal	1 (8.30%)	2 (16.70%)	0.551
	Hipersensible	9 (75%)	9 (75%)	
	Hiposensible	2 (16.7%)	1 (8.30%)	
Sensibilidad auditiva	Normal	3 (25%)	1 (8.30%)	0.514
	Hipersensible	9 (75%)	11 (91.70%)	
	Hiposensible	0 (0%)	0 (0%)	
Sensibilidad al movimiento	Normal	1 (8.30%)	5 (41.70%)	0.021*
	Hipersensible	4 (33.30%)	5 (41.70%)	
	Hiposensible	7 (58.30%)	2 (16.70%)	

*Nivel de significancia < 0.05.

variables categóricas ordinales, χ^2 en variables dicotómicas; McNemar para muestras relacionadas y t de Student para grupos independientes en variables cuantitativas.

Resultados

Se eligieron de la lista de espera para recibir terapia de lenguaje 12 niños para el grupo de casos y 12 para el grupo control, los cuales cumplieron con los criterios de inclusión, y sus padres aceptaron participar en el proyecto, firmando el consentimiento informado. Su perfil sociodemográfico mostró un promedio de edad para los casos de 41.5 meses y para los controles de 38.6 meses; en ambos grupos nueve (75%) fueron de sexo masculino y su nivel de escolaridad de preescolar 1. El 67% de los casos nació por cesárea y el 83% de los controles nació por parto natural. El 83% de los casos presentó antecedentes perinatales de importancia, mientras que en los controles solo el 58% los reportó, la mayoría de los niños de ambos grupos gateó; las comorbilidades más frecuentes reportadas fueron las alergias para el grupo de casos y dermatitis para los controles (Tabla 1).

El perfil sociodemográfico de los padres de los niños de ambos grupos mostró edad promedio de las madres del grupo de casos de 33.41 años y 30.5 del grupo

control, el promedio de edad de los padres fue de 37.58 y 33.41 años respectivamente; la escolaridad materna y paterna de los dos grupos fue la preparatoria; la ocupación para las madres en ambos grupos fue el hogar y para los padres ser empleado; el estado civil para los padres de ambos grupos fue conviviente; y el nivel socioeconómico más frecuente para los casos fue nivel 2 y nivel 1 para los controles.

Antes de iniciar la intervención terapéutica a los niños se evaluó su sensibilidad en cinco parámetros del desarrollo, por medio de una entrevista con los padres, mostrando en el grupo de los casos hipersensibilidad visual, táctil y auditiva e hiposensibilidad al movimiento, mientras que el grupo de los controles presentó sensibilidad visual normal e hipersensibilidad táctil, auditiva y al movimiento, encontrándose una diferencia significativa de la sensibilidad al movimiento (Tabla 2).

La comparación entre grupos de cinco parámetros del desarrollo de los niños mostró diferencia significativa antes de la intervención solamente en la intención comunicativa y después de la intervención las diferencias se encontraron en la coordinación motora y fina entre grupos (Tabla 3).

La comparación antes-después de los parámetros de desarrollo infantil se midieron con la prueba de McNemar para muestras relacionadas, obteniéndose

Tabla 3. Diferencias entre grupos antes y después de la intervención terapéutica en cinco parámetros del desarrollo infantil

Parámetro	Evaluación antes de la intervención			Evaluación después de la intervención		
	Casos	Controles	χ^2	Casos	Controles	χ^2
Coordinación motora gruesa						
Sí	2 (17%)	2 (17%)	0.705	12 (100%)	4 (33%)	-
No	10 (83%)	10 (83%)		0 (0%)	8 (67%)	0.001*
Coordinación motora fina						
Sí	2 (17%)	3 (25%)	0.500	9 (75%)	1 (8%)	-
No	10 (83%)	9 (75%)		3 (25%)	11 (92%)	0.001*
Intensión comunicativa						
Sí	10 (83%)	5 (42%)	0.045*	12 (100%)	12 (100%)	-
No	2 (17%)	7 (58%)		0 (0%)	0 (0%)	-
Socialización						
Sí	6 (50%)	2 (17%)	0.097	12 (100%)	11 (92%)	-
No	6 (50%)	10 (83%)		0 (0%)	1 (8%)	0.500
Seguimiento de instrucciones						
Sí	4 (33%)	3 (25%)	0.500	12 (100%)	10 (83%)	-
No	8 (67%)	9 (75%)		0 (0%)	2 (17%)	0.239

*Nivel de significancia estadística < 0.05.

Tabla 4. Comparación de resultados antes-después de condiciones del desarrollo infantil con la prueba de McNemar para muestras relacionadas

Parámetro de desarrollo infantil	Antes	Después		McNemar
		Sí	No	
Coordinación motora gruesa	Sí	4 (17%)	0 (0%)	-
	No	12 (50%)	8 (33.3%)	0.000*
Coordinación motora fina	Sí	5 (20.8%)	0 (0.0%)	-
	No	7 (29.2%)	12 (50%)	0.016*
Intensión comunicativa	Sí	15 (62.5%)	15 (62.5%)	-
	No	9 (37.5%)	9 (37.5%)	-
Socialización	Sí	8 (33.3%)	0 (0%)	-
	No	15 (62.50%)	1 (4.2%)	0.000*
Seguimiento de instrucciones	Sí	7 (29.20%)	0 (0%)	-
	No	15 (62.5%)	20 (8.3%)	0.000*

*Nivel de significancia < 0.05.

significancia estadística en coordinación motora y fina, socialización y seguimiento de instrucciones, la intención comunicativa fue igual en ambas mediciones (Tabla 4).

Los niveles de lenguaje se compararon con la prueba de U de Mann-Whitney para variables ordinales entre

grupos antes y después de la intervención, sin hallarse diferencias significativas, pero en la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas (antes-después) los resultados presentaron diferencia significativa (Tabla 5).

Se realizó una comparación de resultados de las pruebas EDI y PLI con la t de Student para grupos independientes antes y después de la intervención y la prueba EDI mostró significancia estadística entre grupos después de la intervención, la prueba PLI no mostró diferencias entre grupos ni antes ni después de la intervención.

Sin embargo, la comparación de las pruebas PLI y EDI para muestras relacionadas mostró significancia estadística para ambas. El nivel de significancia para todas las pruebas fue de 0.05 (Tabla 6).

Discusión

La estimulación del sistema nervioso central desempeña un papel fundamental en el desarrollo y la maduración de las estructuras corticales y subcorticales, lo cual incide directamente en la adquisición y consolidación de las habilidades lingüísticas en la infancia.

Aun cuando no se tienen artículos que nos permitan comparar los resultados obtenidos en este estudio en la aplicación del BNB, ya que se han enfocado al tratamiento de otros padecimientos, pero refieren mejoras en el lenguaje.

Tabla 5. Comparación de niveles de lenguaje entre grupos con prueba de U de Mann-Whitney para variables ordinales antes y después de la intervención y resultados antes y después de niveles de lenguaje con la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas

Variable	Nivel de lenguaje	Casos	Controles	U de Mann-Whitney (entre grupos)	Wilcoxon (2 muestras relacionadas)
Evaluación inicial	Promedio	1 (8.3%)	3 (25%)	0.266	0.000*
	Abajo del promedio	3 (25%)	1 (8.3%)	-	
	Deficiente	2 (16.70%)	6 (50%)	-	
	Muy deficiente	6 (50%)	2 (16.70%)	-	
Evaluación final					
	Promedio	5 (41.70%)	7 (58.30%)	0.347	
	Abajo del promedio	3 (25%)	4 (33.30%)	-	
	Deficiente	3 (25%)	0 (0%)	-	
	Muy deficiente	1 (8.30%)	1 (8.30%)	-	

*Nivel de significancia < 0.05.

Tabla 6. Comparación de resultados de las pruebas PLI y EDI utilizando la prueba t de Student para muestras relacionadas

Pruebas	Media	Desviación típica	Error típico de la media	Límite inferior	Límite superior	t	gl	Sig. (bilateral)
PLI antes-después	-13.917	13.984	2.855	-19.822	-8.012	-4.875	23	0.000*
EDI antes-después	0.583	0.717	0.146	0.28	0.886	3.984	23	0.001*

*Nivel de significancia < 0.05.

EDI: Evaluación del Desarrollo Infantil; PLI: Prueba de Lenguaje Inicial.

Estos estudios han evidenciado que la plasticidad neuronal, particularmente durante las etapas tempranas del neurodesarrollo, permite que los estímulos ambientales y sensoriales favorezcan la organización funcional y la especialización de áreas cerebrales implicadas en el procesamiento del lenguaje^{22,23}.

Respecto al perfil sociodemográfico de los padres de nuestros pacientes, observamos que son muy similares a los descritos por otros autores, en su mayoría, madres y padres con edades entre 24 y 42 años, con escolaridad de nivel medio superior, ocupación como empleados o dedicados al hogar, pertenecientes a familias convivientes y con un nivel socioeconómico entre 1 y 2²⁴, aun cuando no se puede comparar este dato con otros autores debido a que en otros países suele medirse con el índice de deprivación, los resultados indican que 2/3 partes están entre deprivación media y alta¹⁴.

La evidencia reportada en estudios previos indica que la intervención con terapia de lenguaje

convencional, llamada también la terapia individual del habla y lenguaje basada en la clínica, que de acuerdo con los criterios departamentales locales permite establecer objetivos de tratamiento adaptados a los problemas específicos del lenguaje de cada niño, si se aplica de manera regular y sostenida durante un periodo de 12 meses puede generar mejoras significativas en las habilidades lingüísticas en niños con trastornos del lenguaje expresivo, lo que respalda la eficacia del abordaje terapéutico en este estudio. Sin embargo esta misma terapia apoyada con el método BNB permitió un tiempo de permanencia en terapia de 6 meses y alta posterior en 10/12 niños participantes²⁵.

Los antecedentes perinatales de los niños, sobre todo aquellos que nacen por cesárea, deben ser considerados un factor de riesgo para los retrasos de lenguaje, pues existe evidencia reportada de que estos niños presentan una menor puntuación en índices de desarrollo motor y psicomotor, así como en habilidades

lingüísticas con impacto negativo en el desarrollo motriz en niños, y puntuaciones muy bajas en habilidades lingüísticas en niñas entre los 22 y 25 meses de edad. Esto se vio reflejado en este estudio, puesto que el 83% de los niños controles nacieron por cesárea²⁶, por lo que el método BNB favorece su maduración motora y de lenguaje.

Conclusión

Complementar la terapia convencional con el método BNB contribuye a superar las debilidades de los componentes del lenguaje en un menor tiempo de tratamiento, puede incidir en el incremento de los lapsos de atención del paciente y promueve el apego al tratamiento por parte del padre de familia.

Los resultados de este estudio piloto sugieren que el método BNB puede favorecer la mejoría del lenguaje expresivo en un periodo relativamente corto, observándose avances a los seis meses y el egreso del servicio a los diez meses. Estos hallazgos respaldan la pertinencia de evaluar su aplicación en una muestra más amplia de pacientes. Para facilitar su implementación, será necesario fortalecer la capacidad operativa del servicio mediante un mayor número de terapeutas capacitados en el método BNB, así como disponer de espacios adicionales para la intervención de ambos grupos, así como ampliar el área para estimulación motora y sensorial. Asimismo, la participación constante de los padres o cuidadores tanto en el aprendizaje de las técnicas terapéuticas como en la realización sistemática de los ejercicios en el hogar ya que constituyen elementos importantes para favorecer los resultados terapéuticos.

Agradecimientos

Las autoras agradecen la participación de los padres de familia por su interés y adherencia al tratamiento, replicando los ejercicios del BNB en su casa.

Financiamiento

Las autoras declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable, de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y de la Declaración de Helsinki de 1975, fue aprobado por el comité de investigación de la institución con el número LGII 03/24.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de su centro institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se ha obtenido el consentimiento informado por parte de los padres de los pacientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Ardila A, Ostrosky F. Guía para el diagnóstico neuropsicológico [Internet]. Florida: Universidad Internacional de la Florida; 2012. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/266558402_Guia_para_el_Diagnostico_Neuropsicologico
2. Quintanar L, Solovieva Yu. Evaluación neuropsicológica de niño en la edad preescolar. México: Universidad Autónoma de Puebla; 2010.
3. Quintanar L, Solovieva Yu. Análisis neuropsicológico de las alteraciones del lenguaje. *Rev Psic Gral Apli*. 2002;55(1):66-87.
4. Bioshop DVM, Snowling MJ, Thompson PA, Greenhalgh T y el consorcio CATALISE-2. Fase 2 de CATALISE: un estudio de consenso multinacional y multidisciplinar de Delphi sobre los problemas con el desarrollo del lenguaje: terminología. *J Psicol Psiquiat*. 2017;58:1068-80.
5. Fan SF, Zhang Y, Qin JB, Song X, Wang M, Ma J. Family environmental risk factors for developmental speech delay in children in Northern China. *Sci Rep*. 2021;11(1):3924.
6. Aramburu Oyarbide M, Jerome Seymour Bruner: de la percepción al lenguaje. *Rev Iberoamericana de Educación*. 2004;34(1):1-19. Disponible en: <https://rieoei.org/RIE/article/view/2902/3827>
7. Tomblin JB, Registros NL, Buckwalter P, Zhang X, Smith E, O'Brien M. Prevalence of specific language impairment in kindergarten children. *J Speech Lang Hear Res*. 1997;40:1245-60.
8. Mouridsen SE, Hauschild KM. The sex ratio of siblings of individuals with a history of developmental language disorder. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2010;35:144-8.
9. Casadiego A, Guillén J, Solovieva Y, Regina M. Análisis lingüístico clínico de las alteraciones fonológicas en el niño: un estudio de caso. *Rev Chil Fonoaudiol* [Internet]. 2019 [citado 2026 may 14];18(1):1-16. Disponible en: <https://revfono.uchile.cl/index.php/RCDF/article/view/55322>
10. Murphy-Ruiz PC, Arch-Tirado E, Leyva-Cárdenas MG, Adame-Calderón AL, Villarruel-Rivas MC, Lino-González AL. Hallazgos clínicos y sociodemográficos en una cohorte de 4632 pacientes pediátricos con trastornos del lenguaje, del habla y del aprendizaje. *Cir cir*. 2021;89(2):223-32.
11. Azcoaga JE, Bello JA, Citrinovitz J, Derman B, Frutos WM. Los retardos del lenguaje en el niño. Buenos Aires; Paidós; 1990. p. 253.
12. Mok PL, Pickles A, Durkin K, Conti-Ramsden G. Longitudinal trajectories of peer relations in children with specific language impairment. *J Child Psychol Psychiatry*. 2014;55(5):516-27.
13. Boyle JM, McCartney E, O'Hare A, Forbes J. Direct versus indirect and individual versus group modes of language therapy for children with primary language impairment: principal outcomes from a randomized controlled trial and economic evaluation. *Int J Lang Commun Disord*. 2009;44(6):826-46.

14. Broomfield J, Dodd B. Is speech and language therapy effective for children with primary speech and language impairment? Report of a randomized control trial. *Int J Lang Commun Disord*. 2011;46(6):628-40.
15. Cole M, John-Steiner V, Scribner S, Souberman E, editores. Vygotsky LS. *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge (MA): Harvard University Press; 1978.
16. Roberts MY, Kaiser AP. The effectiveness of parent-implemented language interventions: a meta-analysis. *Am J Speech Lang Pathol*. 2011;20(3):180-99.
17. Vargas-Genis C. *Behaviors neurological base (BNB): una aproximación clínico-metodológica*. México: Instituto de Ciencias de la Rehabilitación Integral; 2020.
18. Luria AR. *Las funciones corticales superiores del hombre*. 9a ed. Ciudad de México: Fontamara; 2019.
19. Vargas-Genis C. Intervención a través de la técnica Behavior Neurological Base (BNB) en paciente pediátrico con diagnóstico tardío asociado a TDAH. *Rev Humanismo XXI Neurocienc Educ Rehabil*. 2020;(4):12-21.
20. Secretaría de Salud. *Manual para la aplicación de la prueba Evaluación del Desarrollo Infantil "EDI"*. México: Comisión Nacional de Protección Social en Salud; 2013. ISBN 978-607-460-417-7
21. Ramos M, Ramos J. *Prueba de lenguaje inicial*. México: Proed Latinoamérica; 2000.
22. Kolb B, Gibb R. Brain plasticity and behaviour in the developing brain. *J Can Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2011;20(4):265-76.
23. Barragán E, Lozano S. Identificación temprana de trastornos del lenguaje. *Rev Med Clin Conde*. 2011;22(2):227-32.
24. Kornilov SA, Lebedeva TV, Zhukova MA, Prikhoda NA, Korotaeva IV, Koposov RA, et al. Language development in rural and urban Russian-speaking children with and without developmental language disorder. *Learn Individ Differ*. 2016;46:45-53.
25. Moreno R, Nieva S. Intervención logopédica naturalista con familias de hablantes tardíos: efectos en el lenguaje infantil y en los intercambios adultos. *Rev Invest Logoped*. 2011;11(1):e68157.
26. Fritz J, Lamadrid-Figueroa H, Muñoz-Rocha TV, Huerta-García Y, Martínez-Silva G, Trejo-Valdivia B, et al. Cesarean birth is associated with lower motor and language development scores during early childhood: a longitudinal analysis of two cohorts. *Sci Rep*. 2024;14:23438.

Características clínicas y epidemiológicas, y factores asociados a la infección por catéter venoso central, en población pediátrica

Clinical and epidemiological characteristics, and factors associated with central venous catheter-related infections, in the pediatric population

Karla Sánchez-Olivera*, Luis E. Pacheco-Medina y Paulina Villamar-García

Departamento de Pediatría, Centro Médico ABC, Ciudad de México, México

Resumen

Antecedentes: La infección del torrente sanguíneo asociada a catéter venoso central (ITSAC) representa un problema relevante en el país, con una incidencia de 8.8 por 1000 días-catéter, y que puede ser mayor por la influencia de factores de riesgo que se deben dilucidar para normar la conducta terapéutica. **Objetivo:** Describir las características clínicas y epidemiológicas de la ITSAC en un hospital de tercer nivel de atención. **Material y métodos:** Estudio observacional, transversal y descriptivo, con 134 pacientes con ITSAC. Se evaluaron variables clínicas, demográficas y relacionadas con el catéter. En el análisis estadístico se emplearon porcentajes, mediana, rango intercuartil y prueba χ^2 , considerando significancia estadística $p < 0.05$. **Resultados:** Las características predominantes fueron sexo masculino (63.4%), menores de 1 año (33.6%), catéter yugular (40.3%), catéter tunelizado (68.7%), mediana de 15.5 días-catéter y aislamiento de *Staphylococcus epidermidis* (20.1%) o *Klebsiella pneumoniae* (14.2%). El número de días-catéter mostró diferencias significativas para el aislamiento de más de un microorganismo, el catéter yugular para desarrollo de Gram positivos y el subclavio para Gram negativos principalmente. **Conclusiones:** Existen factores clínicos y epidemiológicos que pueden influir en el desarrollo de ITSAC y que es relevante conocer para orientar el manejo terapéutico.

Palabras clave: Infección del torrente sanguíneo. Catéter venoso central. Panorama epidemiológico.

Abstract

Background: Central venous catheter associated bloodstream infection (CABI) represents a significant problem in the country, with an incidence of 8.8 per 1,000 catheter-days, which may be higher due to the influence of risk factors that must be identified in order to standardize therapeutic management. **Objective:** To describe the clinical and epidemiological characteristics of CABI in a tertiary care hospital. **Material and methods:** An observational, cross-sectional, descriptive study involving 134 patients with CABI. Clinical, demographic, and catheter-related variables were evaluated. Statistical analysis included percentages, median, interquartile range, and the χ^2 test, with a significance level of $p < 0.05$. **Results:** The predominant characteristics were male gender (63.4%), age under 1 year (33.6%), jugular catheter (40.3%), tunneled catheter (68.7%), median catheter duration of 15.5 days, and isolation of *Staphylococcus epidermidis* (20.1%) or *Klebsiella pneumoniae* (14.2%).

*Correspondencia:

Karla Sánchez-Olivera
E-mail: dra.karlasao@gmail.com

Fecha de recepción: 15-05-2026

Fecha de aceptación: 28-05-2026

DOI: 10.24875/AMH.26000029

Disponible en internet: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):303-308

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

*The number of catheter days showed significant differences for the isolation of more than one microorganism, with jugular catheters primarily associated with Gram-positive organisms and subclavian catheters with Gram-negative organisms. **Conclusions:** There are clinical and epidemiological factors that may influence the development of CABI, and it is important to understand these factors to guide therapeutic management.*

Keywords: Bloodstream infection. Central venous catheter. Epidemiological profile.

Introducción

Las infecciones asociadas a la atención en salud representan un problema relevante en pediatría, con una incidencia variable entre los diversos países, ya que en los Estados Unidos de América se reporta una tasa de 4.1 por 1000 días-catéter en las unidades de cuidados intensivos¹, mientras que en México asciende al 8.8², afectando en mayor medida al sexo masculino en un 66.2%³.

Se ha demostrado que existen factores de riesgo que influyen en el desarrollo de estas infecciones, siendo el uso de catéter venoso central uno de los principales, además de otros como la edad menor de 4 años, las enfermedades de base de tipo neoplásico (por la inmunosupresión que se genera), el tiempo de uso (cuanto más prolongado, mayor riesgo de infección)⁴, el sitio de inserción del catéter (en especial la femoral y la vena yugular interna son más susceptibles de infección y colonización que la subclavia: 22.5% frente a 12.2%)⁵ y el uso de nutrición parenteral (por la naturaleza de su composición)⁶.

En cuanto a la etiología, en las unidades de atención oncológica se ha identificado que, en las infecciones monomicrobianas, el 57.5% se deben a Gram positivos, el 35.1% a Gram negativos, el 7% a hongos y el 0.4% restante son de otro tipo. En general, entre los microorganismos más frecuentes se encuentran los estafilococos coagulasa negativos⁷.

Para su diagnóstico se debe hacer uso de las definiciones operativas, las cuales contemplan criterios clínicos y microbiológicos establecidos. Para el caso de la infección del torrente sanguíneo asociada a catéter venoso central (ITSAC), los Centers for Disease Control and Prevention contemplan el aislamiento de un patógeno en uno o más hemocultivos que no se relaciona con infección en otro sitio, con al menos uno de los síntomas (fiebre, escalofríos, hipotensión) y valores de laboratorio no relacionados con otra infección. Para los menores de 1 año se considera el presentar al menos un signo o síntoma (fiebre o hipotermia, apnea, bradicardia)⁸ y tener aislamiento en dos o más hemocultivos de diversos momentos, con una

diferencia de > 2 horas entre un resultado positivo de catéter central y uno periférico, o una razón mayor de 5 a 1 en las colonias entre ambas vías⁹. Por su parte, la Secretaría de Salud de México considera la instalación de catéter venoso central en las 48 horas previas al cuadro clínico, además de uno de los siguientes criterios¹⁰:

- Hemocultivos obtenidos de muestras del catéter y de punción periférica, con diferencia de ≥ 2 horas en la positividad o de 103 unidades formadoras de colonias (UFC) del central contra el periférico, además de dos o más factores como fiebre o hipotermia, escalofríos, hipotensión, taquicardia, taquipnea, leucocitosis, leucocitopenia o bandas > 10%.
- Aislamiento en uno o más hemocultivos que no se relaciona con otro sitio de infección, además de uno de los criterios clínicos o de laboratorio enunciados previamente. Si se trata de un cultivo de punta de catéter, se consideran 15 UFC por placa en cultivos semicuantitativos o 102 UFC en cultivos cuantitativos.
- Tener dos o más hemocultivos del mismo día o de días consecutivos con ≤ 24 horas entre ellos, de diferentes sitios, con el mismo microorganismo comensal, además de un criterio clínico.

Estos criterios han sido considerados en el Comité de Infecciones Asociadas a la Atención en Salud para realizar la vigilancia y el seguimiento de las ITSAC a través de un programa de control de infecciones, con objeto de reducir la incidencia y los costos para su atención, y además permite visualizar el panorama epidemiológico local. Por lo anterior, basado en los criterios establecidos, se realizó este estudio de investigación con la finalidad de describir las características clínicas y epidemiológicas de la ITSAC en un hospital de tercer nivel de atención.

Material y métodos

Estudio de tipo observacional, transversal y descriptivo, con información de pacientes menores de 18 años de ambos sexos, con diagnóstico de ITSAC establecido por el comité del hospital, durante el

periodo de enero de 2019 a diciembre de 2021. Se excluyeron pacientes con ITSAC adquirida en otra unidad médica, que no cumplieron la definición operativa o con información incompleta en el expediente clínico. Se contemplaron datos sobre edad, sexo, enfermedad de base, sitio de colocación del catéter venoso central, tiempo de exposición al catéter, tipo de catéter, fiebre, complicaciones, infección del sitio de inserción, tipo de microorganismo y número de aislamientos. La muestra incluyó 134 pacientes y el muestreo fue no probabilístico, consecutivo. En el análisis estadístico, realizado con el programa SPSS, se calcularon porcentaje, mediana y rango intercuartil (RIC), y se utilizó la prueba χ^2 para contraste de hipótesis considerando significancia estadística un valor $p < 0.05$.

Resultados

En los 134 pacientes, los hallazgos relevantes fueron predominio de sexo masculino (63.4%), mediana de edad 31.5 meses (RIC: 144 meses), menores de 1 año (33.6%), antecedente de cirugía reciente (17.9%), padecer alguna neoplasia (17.2%), catéter yugular (40.3%), catéter tunelizado (68.7%), mediana de 15.5 días de exposición (RIC: 22 días), uso entre 0 y 10 días (36.6%) y temperatura mediana de 38.3 °C (RIC: 0.7 °C) (Tabla 1).

Se aislaron dos microorganismos en el 3.7% y tres en el 1.5%, mientras que en el resto solo un microorganismo, de los cuales fueron Gram negativos el 51.7% y Gram positivos el 39.9% (Tabla 2). Por tipo de microorganismo, *Staphylococcus epidermidis* fue el más frecuente (20.1%), seguido de *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus aureus* (14.2% y 10.4%, respectivamente) (Tabla 3).

Entre las complicaciones observadas, se identificó bacteriemia persistente en el 94% de los casos, tromboflebitis en el 3.7% y otro tipo de complicaciones en el 2.3% restante.

Al comparar variables como el sitio de inserción, el tiempo de exposición al catéter y el tipo de catéter, de acuerdo con el número de microorganismos aislados, se observó que únicamente el tiempo de exposición mostró diferencias significativas, de modo que el 37.8% con exposición de 0-10 días solo tuvo un microorganismo, frente al 71.4% con exposición de 11-20 días que tuvieron dos o tres microorganismos (Tabla 4).

Comparando estas mismas características por tipo de microorganismo, se identificaron diferencias

Tabla 1. Características demográficas y clínicas

Variable	n	%
	134	100
Sexo		
Masculino	85	63.4
Femenino	49	36.6
Grupo de edad		
< 1 año	45	33.6
1-2 años	15	11.2
2-5 años	19	14.2
6-9 años	12	9.0
10-14 años	26	19.4
15-17 años	17	12.6
Diagnóstico de base		
Cirugía previa	24	17.9
Neoplasia	23	17.2
Enfermedad renal	20	14.9
Hemato-oncológico	13	9.7
Inmunosupresión	13	9.7
Desnutrición grave	4	3.0
Alteración genética	3	2.2
Otro	34	25.4
Sitio de colocación de catéter		
Yugular	54	40.3
Subclavio	41	30.6
Femoral	20	14.9
Otro	19	14.2
Tipo de catéter		
Tunelizado	92	68.7
No tunelizado	42	31.3
Días con catéter		
0-10	49	36.6
11-20	32	23.9
21-30	21	15.7
31-40	13	9.7
> 40	19	14.1

Tabla 2. Microorganismos aislados

Variable	n	%
	134	100
Número de microorganismos aislados		
Uno	127	94.8
Dos	5	3.7
Tres	2	1.5
Tipo de microorganismo		
Gram negativo	74	51.7
Gram positivo	57	39.9
Micótico	12	8.4

significativas para el sitio de inserción del catéter, siendo en Gram positivos el tipo yugular el más habitual (45.6%), en Gram negativos el subclavio (36.5%) y el

Tabla 3. Tipos de microorganismos identificados

Variable	n	%
	134	100
Un microorganismo		
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	27	20.1
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	19	14.2
<i>Staphylococcus aureus</i>	14	10.4
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9	6.7
<i>Enterobacter cloacae</i>	6	4.5
<i>Escherichia coli</i>	5	3.7
<i>Klebsiella oxytoca</i>	5	3.7
<i>Enterococcus faecalis</i>	4	3.0
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	4	3.0
<i>Staphylococcus hominis</i>	3	2.2
<i>Candida albicans</i>	3	2.2
<i>Candida parapsilosis</i>	3	2.2
<i>Candida tropicalis</i>	3	2.2
<i>Acinetobacter baumannii</i>	2	1.5
<i>Enterococcus faecium</i>	2	1.5
<i>Pseudomonas oryziatibans</i>	2	1.5
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>	2	1.5
Otros	14	10.4
Dos microorganismos		
<i>E. coli</i> y <i>K. pneumoniae</i>	1	0.7
<i>E. asburiae</i> y <i>K. oxytoca</i>	1	0.7
<i>E. coli</i> y <i>S. aureus</i>	1	0.7
<i>E. faecalis</i> y <i>S. aureus</i>	1	0.7
<i>K. pneumoniae</i> y <i>S. marcescens</i>	1	0.7
Tres microorganismos		
<i>E. cloacae</i> , <i>S. maltophilia</i> y <i>S. aureus</i>	1	0.7
<i>P. aeruginosa</i> , <i>M. morgani</i> y <i>E. coli</i>	1	0.7

Tabla 4. Número de microorganismos aislados según las características del catéter

Variable	Número de microorganismos				p*
	Uno		Dos o tres		
	(n = 127)	%	(n = 7)	%	
Sitio de colocación del catéter					
Yugular	51	40.2	3	42.9	0.83
Subclavio	39	30.7	2	28.6	
Femoral	29	22.8	1	14.3	
Otros	8	6.3	1	14.3	
Tipo de catéter					
No tunelizado	41	32.3	1	14.3	0.32
Tunelizado	86	67.7	6	85.7	
Días con catéter					
0-10	48	37.8	1	14.3	0.04
11-20	27	21.3	5	71.4	
21-30	21	16.5	0	0.0	
31-40	12	9.4	1	14.3	
> 40	19	15.0	0	0.0	

*Prueba χ^2 .

yugular (35.1%), y en hongos de igual forma en el subclavio y el yugular (33.3% para cada uno) (Tabla 5).

Discusión

Por grupo de edad, las infecciones predominaron en menores de 1 año, hallazgo que es concordante con lo reportado por Edwards et al.¹¹, quienes encuentran en este grupo una frecuencia de hasta el 34%. Esta situación es propiciada por la inmadurez del sistema inmunitario, que es susceptible a adquirir múltiples infecciones.

El diagnóstico de base es una situación de riesgo a considerar en los pacientes, ya que las neoplasias *per se* conllevan un estado de inmunosupresión constante. Además, la necesidad de intervenciones quirúrgicas, al evaluar la evolución posquirúrgica, de igual forma puede predisponer a infecciones agregadas, en concordancia con Lona et al.³, quienes resaltan que el 28.9% de su muestra estudiada padecía alguna neoplasia y que esta situación facilita la adquisición y la progresión de infecciones.

Por el tiempo de exposición, si bien en un tercio de los pacientes se empleó el catéter venoso central entre 0 y 10 días, hubo pacientes con uso hasta por 365 días, debido a que presentaban neoplasia y mayor gravedad de la infección. Cabe resaltar que el tiempo es determinante para la adquisición de un mayor número de microorganismos, tal como reportan See et al.⁷, quienes observaron que las infecciones monomicrobianas prevalecen con un menor tiempo de exposición en al menos el 57.5% de su muestra analizada, lo cual perpetúa las complicaciones y prolonga la estancia hospitalaria, como establecen Gray¹² y Yogaraj et al.¹³, quienes demuestran además que un tiempo de exposición mayor de 1 semana prolonga la estancia de 4 a 40 días e incrementa la letalidad un 25-29%.

De acuerdo con el tipo de microorganismo, nuestros resultados reflejan en más de la mitad de la muestra un predominio de Gram negativos, especialmente *K. pneumoniae*, sobre todo con el uso de catéteres subclavios y yugulares; sin embargo, la proporción de Gram positivos es considerable y cercana al 40%, predominando *S. aureus*, especialmente con el uso de catéteres yugulares. Estos hallazgos concuerdan con los de Espiau et al.¹⁴, en particular en la frecuencia de aislamiento de este último microorganismo en los catéteres de inserción yugular.

Tabla 5. Tipo de microorganismos aislados según las características del catéter

Variable	Tipo de microorganismos						p*
	Gram positivos		Gram negativos		Micóticos		
	(n = 57)	%	(n = 74)	%	(n = 12)	%	
Sitio de colocación del catéter							0.04
Yugular	26	45.6	26	35.1	4	33.3	
Subclavio	15	26.3	27	36.5	4	33.3	
Femoral	14	24.6	16	21.6	3	25.0	
Otros	2	3.5	5	6.8	1	8.4	
Tipo de catéter							0.88
No tunelizado	19	33.3	21	28.4	4	33.3	
Tunelizado	38	66.7	53	71.6	8	66.7	
Días con catéter							0.25
0-10	23	40.4	24	32.4	3	25.0	
11-20	12	21.1	23	31.1	3	25.0	
21-30	7	12.3	12	16.2	2	16.7	
31-40	3	5.3	10	13.5	2	16.7	
> 40	12	21.1	5	6.8	2	16.7	

*Prueba χ^2 .

Conclusiones

Las infecciones asociadas a la atención en salud constituyen un problema medular en la población pediátrica, especialmente en pacientes hospitalizados, en quienes los factores de riesgo son mayores. Por ende, es primordial contar con un panorama sobre el comportamiento epidemiológico de las ITSAC y poder establecer estrategias para su detección oportuna y manejo terapéutico, con la finalidad de disminuir al máximo el desarrollo de complicaciones y la estancia hospitalaria, ya que se ha demostrado que esto permite disminuir al menos un 30% su incidencia, y además, de forma indirecta, incidir en el pronóstico de los pacientes y optimizar los gastos de atención médica.

Agradecimientos

Los autores agradecen al personal del servicio de pediatría del Instituto Nacional de Pediatría por brindar las facilidades para la realización del estudio.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria y anonimizados. Debido a la naturaleza del estudio, no fue necesario el consentimiento informado individual. Se han seguido las recomendaciones éticas pertinentes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Ziegler MJ, Pellegrini DC, Safdar N. Attributable mortality of central line associated bloodstream infection: systematic review and meta-analysis. *Infection*. 2015;43:29-36.
2. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Boletín Epidemiológico. Secretaría de Salud. (Semana 2,2014); 31(2):1-5.
3. Lona RJC, López BB, Celis RAJ, Pérez MJJ, Ascencio EEP. Bacteriemia relacionada con catéter venoso central: incidencia y factores de riesgo en un hospital del occidente de México. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2016;73:105-10.

4. Rosado V, Camargos PAM, Anchieta LM, Bouzada MCF, Oliveira GM de, Clemente WT, et al. Risk factors for central venous catheter-related infections in a neonatal population – systematic review. *J Pediatr (Rio J)*. 2018;94:3-14.
5. García F. Infecciones asociadas a catéteres venosos centrales en la unidad de cuidado intensivo pediátrico. *CES Medicina*. 2008; 22:77-84.
6. Vaquero SE, Izquierdo GE, Arrizabalaga AMA, Gómez PC, Moreno VJM. Incidencia de bacteriemia asociada a catéter en niños hospitalizados que reciben nutrición parenteral. *Nutr Hosp*. 2011;26: 236-8.
7. See I, Freidelf A, Magill S. Causative organisms and associative antimicrobial resistance in healthcare-associated central line-associated bloodstream infections from oncology settings, 2009-2012. *Clin Infect Dis*. 2016;62:1203-9.
8. Díaz RRD, Solórzano SF, Padilla BG, Miranda NMG, González RR, Treja PJJ. Infecciones nosocomiales. Experiencia en un hospital pediátrico de tercer nivel. *Salud Pub Mex*. 1999;41:12-7.
9. Horan T, Andrus M. CDC/NHSN surveillance definition of health care-associated infection and criteria for specific types of infections in the acute care setting. *Am J Infect Control*. 2008;36:309-32.
10. Dirección General de Epidemiología. Manual de procedimientos estandarizados para la vigilancia epidemiológica hospitalaria. RHOVE. SSA. 2016. Disponible en: https://epidemiologiatax.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/07/24_2015_manual_rhove-1.pdf
11. Edwards JR, Peterson KD, Andrus ML, Tolson JS, Goulding JS, Dudeck MA, et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) Report, data summary for 2006, issued June 2007. *Am J Infect Control*. 2007;35:290-301.
12. Gray JW. A 7-year study of bloodstream infections in an English children's hospital. *Eur J Pediatr*. 2004;163:530-5.
13. Yogaraj JS, Elward AM, Fraser VJ. Rate, risk factors, and outcomes of nosocomial primary bloodstream infection in pediatric intensive care unit patients. *Pediatrics*. 2002;110:481-5.
14. Espiau M, Pujol M, Martí MC, Planes AM, Peña Y, Balcells J, et al. Incidence of central line-associated bloodstream infection in an intensive care unit. *An Pediatr*. 2011;75:188-93.

Factores asociados al conocimiento del virus del papiloma humano en estudiantes universitarios

Factors associated with knowledge of the human papillomavirus among college students

Luis E. Pacheco-Medina*, Karla Sánchez-Olivera y Paulina Villamar-García

Departamento de Pediatría, Centro Médico ABC, Ciudad de México, México

Resumen

Antecedentes: El virus del papiloma humano (VPH) produce una infección de transmisión sexual muy prevalente en todo el mundo, inicialmente con evolución asintomática, que puede generar neoplasias posteriores. Es primordial conocer sobre su transmisión, manifestaciones clínicas, prevención y tratamiento; sin embargo, este conocimiento puede variar por la interrelación de diversos factores. **Objetivo:** Determinar los factores asociados al nivel de conocimiento del VPH en una población de estudiantes universitarios. **Material y métodos:** Estudio observacional, transversal, analítico y prospectivo, con 410 estudiantes a quienes se aplicó un cuestionario con 13 reactivos para evaluar el nivel de conocimiento sobre el VPH, considerando que se conoce al respecto con 10 o más respuestas correctas. En el análisis estadístico se utilizaron porcentajes, medias y pruebas de χ^2 , exacta de Fisher y t de Student, considerando $p < 0.05$ estadísticamente significativa. **Resultados:** De 410 estudiantes, el 64.6% eran mujeres, el 29.5% cursaban el cuarto año de la licenciatura, el 38.8% eran del área de la salud, el 98.5% había escuchado sobre el virus y el 79.2% conocía sobre él. Se identificaron diferencias significativas para el nivel de conocimiento por grado escolar ($p = 0.02$) y área de la licenciatura ($p = 0.0001$). **Conclusiones:** Existe una proporción considerable de estudiantes que conocen del tema y que incrementa proporcionalmente con el grado escolar cursado.

Palabras clave: Virus del papiloma humano. Conocimiento. Factores asociados.

Abstract

Background: Human papillomavirus (HPV) causes a sexually transmitted infection that is highly prevalent worldwide; it is initially asymptomatic but can lead to subsequent neoplasms. It is essential to understand its transmission, clinical manifestations, prevention, and treatment; however, this knowledge may vary due to the interplay of various factors. **Objective:** To determine the factors associated with the level of knowledge about HPV in a population of college students. **Material and methods:** This was an observational, cross-sectional, analytical, and prospective study involving 410 students who completed a 13-item questionnaire to assess their level of knowledge about HPV, with a score of 10 or more correct answers indicating sufficient knowledge. Statistical analysis utilized percentages, means, the χ^2 test, Fisher's exact test, and Student's t-test, with $p < 0.05$ considered statistically significant. **Results:** Of the 410 students, 64.6% were female, 29.5% were in their fourth year of undergraduate studies, 38.8% were in the health sciences, 98.5% had heard of the virus, and 79.2% were knowledgeable about it. Significant differences were identified in the level of knowledge by grade level ($p = 0.02$) and field of study ($p = 0.0001$). **Conclusions:** A considerable proportion of students are aware of the topic, and this awareness increases proportionally with grade level.

Keywords: Human papillomavirus. Knowledge. Associated factors.

*Correspondencia:

Luis E. Pacheco-Medina

E-mail: luiseduardopachecomedia@gmail.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 31-05-2026

Fecha de recepción: 03-06-2026

DOI: 10.24875/AMH.26000032

Disponible en internet: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):309-314

www.analesmedicosabc.com

Introducción

El virus del papiloma humano (VPH), perteneciente al género *Papillomavirus* de la familia *Papillomaviridae*, es la causa de una de las infecciones adquiridas a través del contacto sexual más frecuentes en todo el mundo¹.

A la actualidad se han identificado 202 tipos de VPH, que se clasifican en categoría de alto y bajo riesgo en cuanto a su capacidad para generar o no una transformación maligna. En el grupo de alto riesgo, los VPH 16 y 18 son los más prevalentes, mientras que en el grupo de bajo riesgo lo son los VPH 6 y 11².

La trascendencia de este tipo de infección es que puede cursar de forma asintomática por un tiempo variable y progresar hacia el desarrollo de verrugas genitales o de cáncer cervical (89%), de vagina (70%), de vulva (43%), de ano o pene (50%), o de cabeza y cuello^{3,4}. Especialmente en el cáncer cervical, el VPH se considera un paso obligado y es la neoplasia con la segunda tasa más alta en mujeres de edad fértil (33.5 casos nuevos por 100,000)⁵. Esto se debió a que este tipo de virus infecta las células basales epiteliales, que en su mayoría desaparecen dentro del primer o segundo año, pero si la infección persiste puede haber progresión y causar lesiones proliferativas benignas o malignas de la piel y la mucosa de los tractos aéreo-digestivo superior y anogenital de hombres y mujeres⁶.

Por la relevancia que tiene este virus y su progresión silenciosa, en la literatura se ha establecido la importancia de explorar el nivel de conocimiento que tiene la población al respecto. Concretamente los estudiantes universitarios, estos se encuentran en edad entre los 18 y 25 años, etapa en la que ocurren importantes cambios psicológicos y vivencias nuevas con respecto a la sexualidad, y pueden presentarse conductas sexuales de riesgo, debido a que existe un pobre conocimiento sobre la infección⁷.

En los estudiantes pueden existir factores sociodemográficos, percepciones de riesgo, interés en el conocimiento, barreras de vacunación y fuentes de información sobre el VPH. La proporción de estudiantes universitarios que ha escuchado acerca del VPH es del 29.8% en el sur de Italia, el 78% en Florida y el 83.3% en Kentucky. En cuanto al conocimiento, en un estudio en Chile que evaluó conocimientos y percepciones sobre el virus se reportó que el 90% tenían un conocimiento escaso, a pesar de que el 100% de la población tenía vida sexual activa y el 60% refirió tener dos o más parejas sexuales⁸. En México, esta

información es limitada y algunos estudios sugieren que es la población que conoce menos acerca de este virus en comparación con los países desarrollados. Vogtmann et al.⁹ demostraron en estudiantes universitarios que una proporción considerable tienen un conocimiento limitado acerca del virus y las estrategias de prevención.

Por lo anterior, este estudio tuvo como objetivo determinar los factores asociados al nivel de conocimiento del VPH en una población de estudiantes universitarios de Yucatán.

Material y métodos

Estudio observacional, transversal, analítico y prospectivo, con una muestra de 410 estudiantes universitarios inscritos en el primer al cuarto grado del ciclo escolar 2018-2019, en las licenciaturas de las tres áreas (ciencias e ingenierías, de la salud y sociales), con edades entre 18 y 25 años, que desearan participar. Se excluyeron estudiantes de quinto año y se eliminaron aquellos con cuestionario incompleto.

La difusión y la invitación a participar se hicieron por medio del portal de Internet de la institución. La muestra se obtuvo por muestreo aleatorio simple y se consideró una investigación con riesgo mínimo que ameritó consentimiento informado para la inclusión de los estudiantes que quisieran participar. A estos se les pasó un cuestionario electrónico autoaplicado con 13 reactivos para evaluar el nivel de conocimiento sobre el VPH, considerando conocimiento adecuado del tema con 10 o más respuestas correctas. Se obtuvo además información sobre variables sociodemográficas y antecedentes personales y sexuales. Es importante considerar que, previo a la aplicación de esta herramienta, se implementó una prueba piloto para verificar que fuera entendible, antes de su versión final. En el análisis estadístico se utilizaron porcentajes y medias para la descripción de las variables cualitativas y cuantitativas, respectivamente, así como las pruebas χ^2 , exacta de Fisher y t de Student para contrastar las variables en el grupo que conoce del tema comparado con el grupo que no conoce, considerando estadísticamente significativo un valor $p < 0.05$.

Resultados

Participaron inicialmente 437 estudiantes de licenciatura de la Universidad Autónoma de Yucatán, de los cuales se excluyeron 27 (3 por no otorgar su consentimiento informado, 7 por estar fuera del intervalo de

edad y 17 por encontrarse en quinto grado). La muestra final contempló 410 estudiantes, de los cuales el 64.6% eran mujeres, con una media de edad de 20.7 años, el 29.5% cursando el cuarto año y el 38.8% pertenecientes a licenciaturas del área de la salud (Tabla 1).

De los 13 reactivos que contenía el cuestionario, los que tuvieron el mayor porcentaje de aciertos fueron los que evaluaban si el virus podía transmitirse a través de las relaciones sexuales (98.8%), si una persona puede tener VPH por varios años sin saberlo (94.6%) y si tener múltiples parejas sexuales incrementa el riesgo de contraer VPH (94.1%). Por el contrario, el reactivo con menor nivel de conocimiento fue el que cuestionó sobre si la mayoría de las personas sexualmente activas contraerán el VPH en algún momento de su vida (38.4%) (Tabla 2).

Se determinó que el 98.5% de los participantes ha escuchado sobre el VPH (65.1% mujeres y 39.1% del área de la salud), y en estos se consideró un valor de corte de 10 o más respuestas correctas para determinar que el participante conoce del VPH, identificando que el 79.2% conoce realmente sobre el tema (64.4% mujeres) (Fig. 1).

Al evaluar el grupo que sabe del tema contra el que lo desconoce, se identificó que no existen diferencias significativas por sexo ($p = 0.55$), estado civil ($p = 0.21$), vida sexual activa ($p = 0.12$), número de parejas sexuales ($p = 0.06$), uso de preservativo ($p = 0.52$) o anti-conceptivos de prescripción médica ($p = 0.06$), realización de Papanicolaou ($p = 0.06$), estar adscrito a algún servicio de salud ($p = 0.71$) ni aplicación de la vacuna contra el VPH ($p = 0.06$). Por el contrario, se encontraron diferencias significativas al comparar por grado escolar ($p = 0.02$) y área de la licenciatura ($p = 0.0001$), de manera que cursar un mayor grado de la carrera y si está pertenecía al área de la salud se relacionaba con un adecuado conocimiento sobre el VPH (Tabla 3).

Discusión

Resulta primordial el conocimiento a profundidad sobre el VPH, al ser una de las infecciones más habituales y cuyo agente etiológico guarda relación con el total de las neoplasias de cuello uterino y una proporción importante de otro tipo de tumores malignos anogenitales. Al respecto, se deben fortalecer las campañas de promoción a la salud en los grupos etarios de mayor riesgo, que son las personas en edad reproductiva por lo regular, con la finalidad de incrementar el nivel de entendimiento sobre el VPH y favorecer su

Tabla 1. Características demográficas de los participantes

Variable	n	%
	410	100
Sexo		
Femenino	265	64.6
Masculino	145	35.4
Grado escolar		
Primer año	112	27.3
Segundo año	70	17.1
Tercer año	107	26.1
Cuarto año	121	29.5
Área de licenciatura		
Salud	159	38.8
Social	128	31.2
Ciencias e ingenierías	123	30.0

detección y tratamiento oportuno. En especial en la población de estudiantes universitarios en Yucatán no se había realizado un estudio de investigación que ahondará sobre el grado de conocimiento del VPH.

En este contexto, casi la totalidad de los estudiantes ha escuchado sobre el VPH alguna vez y 8 de cada 10 tienen un nivel de conocimiento adecuado, cifras que son concordantes con las reportadas por Gerend et al.¹⁰ y Vogtmann et al.⁹, quienes encontraron, respectivamente, que un 78% y un 83.1% de los estudiantes de licenciatura saben del tema.

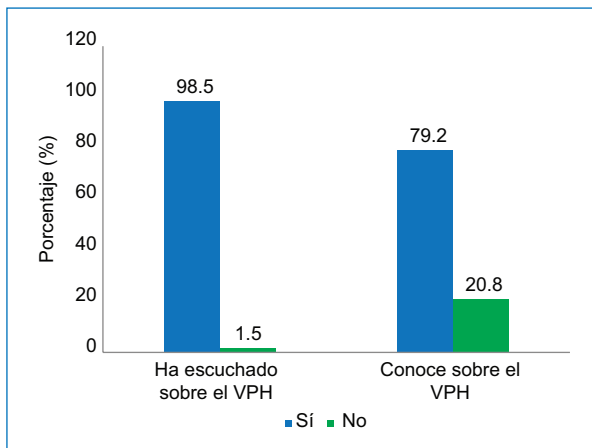
El comportamiento demográfico en nuestro estudio resalta que la mayor parte de los estudiantes son mujeres, cifra consistente con las de Baer et al.¹¹ y Dell et al.¹², lo cual puede deberse a que el VPH se ha relacionado en mayor medida con el cáncer cervical y las verrugas genitales, lo cual podría favorecer que sean las mujeres las que muestren mayor interés por participar que los hombres.

En el área de la licenciatura que se encontraban cursando los estudiantes, nuestros resultados reflejaron que existe una asociación entre ser del área de la salud y conocer del tema. Así mismo, los estudiantes de mayor grado escolar tenían más conocimiento. Esto es similar a lo reportado por Vogtmann et al.⁹ y Makwe et al.¹³, quienes establecen que los estudiantes del área de la salud y los de mayor grado probablemente hayan estado expuestos por más tiempo a información sobre el tema.

No se encontraron diferencias significativas para el resto de los factores de riesgo evaluados mediante otros reactivos, como el número de parejas sexuales, el uso del condón masculino en las relaciones sexuales, la realización del Papanicolaou y la edad de inicio

Tabla 2. Porcentaje de aciertos por reactivo

Variable	Respuesta correcta	Respuesta incorrecta	%
1. El VPH puede transmitirse a través de relaciones sexuales	399	5	98.8
2. Una persona puede tener VPH por varios años sin saberlo	382	22	94.6
3. Tener múltiples parejas sexuales incrementa el riesgo de contraer VPH	380	24	94.1
4. La infección por el VPH es rara	378	26	93.6
5. El VPH puede causar verrugas genitales	374	30	92.6
6. El VPH puede causar cáncer cervical	373	31	92.3
7. Utilizar condón durante las relaciones sexuales disminuye el riesgo de contraer VPH	361	43	89.4
8. El hombre no puede tener VPH	357	47	88.4
9. Existen distintos tipos de VPH	349	55	86.4
10. La infección por el VPH siempre causa signos y síntomas	327	77	80.1
11. El VPH puede ser curado con antibióticos	322	82	79.7
12. Iniciar a una edad temprana tu vida sexual activa incrementa el riesgo de contraer VPH	244	160	60.4
13. La mayoría de las personas sexualmente activas contraerá el VPH en algún momento de su vida	155	249	38.4

**Figura 1.** Frecuencia de participantes que han escuchado y conocen sobre el VPH.

de vida sexual activa; no obstante, se debe elevar el nivel de conocimiento al respecto, ya que es relevante ejercer la sexualidad con responsabilidad y empleando estrategias protectoras, pues como señalan Bruni et al.¹⁴, el uso del condón masculino ha mostrado un efecto protector significativo contra la transmisión del VPH.

Llama la atención la baja cobertura en la realización de Papanicolaou, lo cual se debe fomentar y difundir

para incrementar el porcentaje, ya que las Guías de Práctica Clínica recomiendan realizar el tamizaje a partir de los 25 años e incluso en las guías internacionales se considera iniciarlo desde los 21 años, con el fin de detectar oportunamente lesiones con sospecha de malignidad^{15,16}. Estos resultados difieren de lo publicado por Vogtmann et al.⁹, quienes en una población de estudiantes universitarios mexicanos reportaron que las mujeres con una prueba de Papanicolaou previa tenían un mayor conocimiento del VPH. Situación similar se observa en el porcentaje de participantes que previamente fueron vacunadas, que es menor del 40%, inferior a las de otros reportes en los que asciende hasta el 70% tanto en hombres como en mujeres¹⁷.

Las fortalezas de este estudio son que es el primero que evalúa y analiza el nivel de conocimiento del VPH, y que el tamaño de la muestra y los datos obtenidos permitieron identificar áreas de oportunidad a fortalecer en el ámbito de la prevención y la promoción de la salud. Por otro lado, como debilidades se considera la probable sobrerepresentación de interesados, debido a que al hacer la difusión digital puede ser que se acercaran participantes con algún interés específico y la inclusión no fue de forma aleatoria. También cabe resaltar que el instrumento aplicado se adaptó de un cuestionario ya existente en inglés que no cuenta con una validación en español, toda vez que

Tabla 3. Factores relacionados con el conocimiento sobre el VPH

Variable	Conoce (n = 320)	No conoce (n = 84)	p
	n (%)	n (%)	
Sexo			
Masculino	114 (35.6)	27 (32.1)	0.55*
Femenino	206 (64.4)	57 (67.9)	
Grado escolar			
Primer año	78 (24.4)	33 (39.3)	0.02*
Segundo año	54 (16.8)	15 (17.9)	
Tercer año	93 (29.1)	14 (16.6)	
Cuarto año	95 (29.7)	22 (26.2)	
Área de licenciatura			
Salud	142 (44.4)	16 (19.0)	0.0001*
Social	85 (26.5)	42 (50.0)	
Ciencias e ingenierías	93 (29.1)	26 (31.0)	
Edad			
Años (media $\pm$ DE)	20.9 $\pm$ 0.1	19.9 $\pm$ 0.2	0.0001 [‡]
Estado civil			
Soltero	294 (91.9)	83 (98.8)	0.21 [†]
Casado	10 (3.1)	0 (0.0)	
Unión libre	16 (5.0)	1 (1.2)	
Conductas sexuales			
Vida sexual activa	247 (77.2)	58 (69.0)	0.12*
Sin vida sexual activa	73 (22.8)	26 (31.0)	
Edad de inicio de vida sexual activa			
Años (media $\pm$ DE)	17.3 $\pm$ 0.1	17.7 $\pm$ 0.3	0.06 [‡]
Número de parejas sexuales			
0	73 (22.8)	26 (31.0)	0.06*
1	75 (23.4)	27 (32.1)	
2	42 (13.1)	7 (8.3)	
3	27 (8.4)	8 (9.5)	
≥ 4	103 (32.3)	16 (19.0)	
Uso de condón en sujetos con vida sexual activa			
Sí	235 (73.4)	54 (64.3)	0.51*
No	85 (26.6)	30 (35.7)	
Mujeres con Papanicolaou realizado			
Sí	40 (12.5)	5 (6.0)	0.05 [†]
No	280 (87.5)	79 (94.0)	
Inscrito en algún servicio de salud			
Sí	290 (90.6)	75 (89.3)	0.71*
No	30 (9.4)	9 (10.7)	
Uso de métodos anticonceptivos de prescripción médica			
Sí	43 (13.4)	5 (6.0)	0.05 [†]
No	277 (86.6)	79 (94.0)	

*Prueba χ^2 .[†]Prueba exacta de Fisher.[‡]Prueba t de Student.

el piloto realizado en nuestro estudio solo permitió identificar errores de redacción y entendimiento de las preguntas.

Conclusiones

Debido a que la infección por el VPH es un factor de riesgo potencialmente evitable para diversas neoplasias malignas, es imperativo conocer el impacto del sistema educativo y de salud en el conocimiento de esta infección en poblaciones vulnerables, como la evaluada en este estudio. En general, debe mejorarse el nivel de conocimiento respecto al VPH de hombres y mujeres, y aplicar intervenciones educativas basadas en la evidencia en los campus ajenos al área de la salud, enfatizando en las medidas preventivas primarias y secundarias existentes.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi y al Laboratorio de Virología, por facilitar la ejecución del estudio.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de su institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se ha obtenido el consentimiento informado de los pacientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Bychkovsky BL, Ferreyra ME, Strasser-Weippl K, Herold CI, de Lima Lopes G Jr, Dizon DS, et al. Cervical cancer control in Latin America: a call to action. *Cancer*. 2016;122:502-14.
2. Lowy DR, Schiller JT. Reducing HPV-associated cancer globally. *Cancer Prev Res (Phila)*. 2012;5:18-23.
3. Vera-Uehara C, Sánchez-Alemán MA, Uribe-Salas FJ, Ramos-Castañeda J, Olamendi-Portugal ML, Conde-Glez CJ. HPV infection, risk factors and viral load among Mexican male college students. *Braz J Infect Dis*. 2014;18:71-6.
4. Chaturvedi AK. Global burden of human papillomavirus-positive head and neck cancers. *Lancet Oncol*. 2014;15:1282-3.
5. Walboomers JM, Jacobs MV, Manos MM, Bosch FX, Kummer JA, Shah KV, et al. Human papillomavirus is a necessary cause of invasive cervical cancer worldwide. *J Pathol*. 1999;189:12-9.
6. Forman D, de Martel C, Lacey CJ, Soerjomataram I, Lortet-Tieulent J, Bruni L, et al. Global burden of human papillomavirus and related diseases. *Vaccine*. 2012;30:12-23.
7. Conde-Ferrández, L, González-Losa, MDR. Conocimientos acerca de las infecciones de transmisión sexual y prácticas de riesgo en jóvenes, para la promoción de la salud. *Ciencia y Humanismo en la Salud*. 2016;3:24-33.
8. Picón Ruiz, MM. Conocimientos, percepciones, y prácticas de mujeres jóvenes acerca del papiloma virus humano. *ISP Collection*. 2009; p. 732.
9. Vogtman E, Harlow SD, Valdez AC, Valdez JC, Ponce EL. HPV knowledge in Mexican college students: implications for intervention programmes. *Health Soc Care Community*. 2011;19:148-57.
10. Gerend MA, Magloire ZF. Awareness, knowledge, and beliefs about human papillomavirus in a racially diverse sample of young adults. *J Adolesc Health*. 2008;42:237-42.
11. Baer H, Allen S, Braun L. Knowledge of human papillomavirus infection among young adult men and women: implications for health education and research. *J Community Health*. 2000;25:67-78.
12. Dell DL, Chen H, Ahmad F, Stewart DE. Knowledge about human papillomavirus among adolescents. *Obstet Gynecol*. 2000;96:653-6.
13. Makwe CC, Anorlu RI, Odeyemi KA. Human papillomavirus (HPV) infection and vaccines: knowledge, attitude and perception among female students at the University of Lagos, Lagos, Nigeria. *J Epidemiol Glob Health*. 2012;2:199-206.
14. Bruni L, Alberto G, Serrano B, Mena M, Gómez D, Muñoz J, et al. Human papillomavirus and related diseases in Mexico. *ICO/IARC Information Centre on HPV and Cancer (HPV Information Centre)*. 2018; Summary Report. [Revisado el 31 de enero de 2019]. Disponible en: <https://hpv-centre.net/statistics/reports/MEX.pdf>
15. Committee on Practice Bulletins – Gynecology. Practice Bulletin No. 168: Cervical cancer screening and prevention. *Obstet Gynecol*. 2016;128:111-30.
16. Saslow D, Solomon D, Lawson H, Cain J, Wentzensen N, Killackey M, et al. American Cancer Society, American Society for Colposcopy and Cervical Pathology, and American Society for Clinical Pathology screening guidelines for the prevention and early detection of cervical cancer. *CA Cancer J Clin*. 2012;62:147-72.
17. Cohen PA, Jhingran A, Oaknin A, Denny L. Cervical cancer. *Lancet*. 2019;393:169-82.

Funcionalidad antes y después de un programa de rehabilitación en pacientes con fractura de clavícula

Functionality before and after a rehabilitation program in patients with clavicle fracture

José F. Espinoza-González¹ , Arturo García-Galicia² , Belén Hernández-Sagastume¹ ,
José E. Ramírez-Vásquez¹ , José F. García-Gutiérrez¹ , Juan C. López-Bustos¹ ,
Nancy A. Medina-Ruiz¹ , Álvaro J. Montiel-Jarquín^{2*} , Susana Barrera-Hernández² 
y Jorge Loría-Castellanos³ 

¹Servicio de Medicina Interna, Hospital General de Zona 20 La Margarita, Órgano de Operación y Administración Descentralizada Puebla; ²Dirección de Educación e Investigación en Salud, Unidad Médica de Alta Especialidad Hospital de Especialidades de Puebla, Centro Médico Nacional Gral. de Div. Manuel Ávila Camacho. Instituto Mexicano del Seguro Social, Puebla de Zaragoza, Pue.; ³Red Nacional de Educadores en Simulación Clínica, Ciudad de México. México

Resumen

Antecedentes: Los pacientes con fractura de clavícula requieren rehabilitación para mejorar su funcionalidad, reintegrándose en lo posible a sus actividades cotidianas. **Objetivo:** Comparar la funcionalidad antes y después de un programa de rehabilitación. **Material y métodos:** Se realizó un estudio comparativo, de causa efecto, observacional, longitudinal, homodémico, prolectivo, en el Hospital General de Zona No. 20 La Margarita del Instituto Mexicano del Seguro Social, en Puebla. La población fueron pacientes mayores de edad, de ambos sexos, que acudieron al servicio de rehabilitación con fractura de clavícula ya consolidada. Se les entregó el cuestionario DASH para medir la funcionalidad de miembro superior, previa aceptación libre, voluntaria y firmando su consentimiento informado, contestándolo en dos momentos, el primero en la consulta inicial y el segundo al concluir su primer ciclo fisiátrico. Se utilizó para el análisis estadístico la prueba de Wilcoxon. **Resultados:** Los pacientes estudiados fueron 112. Se observaron diferencias significativas en la escala DASH inicial, con una puntuación mínima de 29.16 y máxima de 97.5 ($\bar{x}$: 62.47, DE: 14.47), respecto a la final con una mínima de 6, máxima de 39 ($\bar{x}$: 20.82, DE: 7.71). La comparación de los resultados de funcionalidad inicial vs. final resultó con un $p < 0.001$ por prueba de rangos de Wilcoxon. **Conclusiones:** Se observó mejoría significativa en la funcionalidad después de la rehabilitación, por lo que es fundamental en el tratamiento.

Palabras clave: Rehabilitación. Fisioterapia. Funcionalidad. Fractura. Clavícula.

Abstract

Background: Patients with clavicle fractures require rehabilitation to improve their functionality, reintegrating as much as possible into their daily activities. **Objective:** To compare functionality before and after a rehabilitation program. **Material and methods:** A comparative, cause-and-effect, observational, longitudinal, homogeneous, prospective study was conducted at the Hospital General de Zona No. 20 La Margarita of the Instituto Mexicano del Seguro Social in Puebla, Mexico. The study population consisted of adult patients of both sexes who attended the Rehabilitation Service with a healed clavicle fracture. Participants were given the DASH questionnaire to measure upper limb function after providing free and

*Correspondencia:

Álvaro J. Montiel Jarquín
E-mail: dralmoja@hotmail.com

Fecha de recepción: 30-04-2026

Fecha de aceptación: 18-05-2026

DOI: 10.24875/AMH.M26000159

Disponible en internet: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):315-318

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

voluntary consent and signing an informed consent form. The questionnaire was completed at two points in time: the first time during the initial consultation and the second time at the end of their first physical therapy cycle. The Wilcoxon signed-rank test was used for statistical analysis. **Results:** One hundred twelve patients were studied. Significant differences were observed in the initial DASH scale, with a minimum score of 29.16 and a maximum of 97.5 ($\bar{x}$: 62.47, DE: 14.47), compared to the final score with a minimum of 6 and a maximum of 39 ($\bar{x}$: 20.82, DE: 7.71). The comparison of initial vs. final functional results showed a $p < 0.001$ by Wilcoxon signed-rank test. **Conclusions:** A significant improvement in functionality was observed after rehabilitation, making it fundamental to the treatment.

Keywords: Rehabilitation. Physiotherapy. Functionality. Fracture. Clavicle.

Introducción

La fractura de clavícula se define como la pérdida de la continuidad en cualquier parte del hueso a consecuencia de un traumatismo directo del hombro¹. Su principal mecanismo de producción es una caída en la que se golpea la parte lateral del hombro en un 85%^{2,3}. Representa el 6% de las fracturas sistémicas y el 44% de los traumatismos del hombro⁴. Se ha visto que tiene dos picos de presentación, uno lo constituyen los varones menores de 25 años por lesiones deportivas y el otro pico los mayores de 55 años por caídas².

A pesar de que el tratamiento se prefiere conservador en algunos casos, o bien quirúrgico con placas y clavos intramedulares, no existe un consenso que establezca la mejor forma de tratar este trastorno⁴⁻⁸. Cuando se presenta en el tercio medio representa un reto quirúrgico por el sitio anatómico y el compromiso de estructuras vasculonerviosas⁹⁻¹¹.

Diversos estudios documentan que el tratamiento quirúrgico tiene mayor ventaja que el conservador, como menor incidencia de pseudoartrosis, menor tiempo de recuperación e incapacidad laboral, y menor desplazamiento de fractura¹²⁻¹⁵. Asimismo, aunque evita limitaciones funcionales, las alteraciones en la sensibilidad puede ser una complicación de este tratamiento¹⁶⁻¹⁸.

Entre los instrumentos que evalúan funcionalidad del miembro superior, la escala DASH (*Disability Arm Shoulder and Hand*) tiene alta consistencia (alfa de Cronbach de 0.96, test-retest r : 0.96)¹⁹⁻²². Esta sirve para analizar la funcionalidad de las extremidades superiores a lo largo del tiempo, y se recomienda ampliamente aplicar antes y después del tratamiento de las fracturas de clavícula²³⁻²⁵.

La funcionalidad del miembro superior dependerá en gran parte de la rehabilitación brindada al paciente. Son pocos los estudios que evalúan la funcionalidad posterior a un programa de rehabilitación, y los realizados en México son aún más escasos. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar la funcionalidad antes y después de rehabilitación en pacientes con fractura de

clavícula en un hospital de segundo nivel de atención en Puebla de Zaragoza, México.

Material y métodos

La presente investigación se efectuó en el Hospital General de Zona No. 20 La Margarita del Instituto Mexicano del Seguro Social, en Puebla de Zaragoza, México. Se realizó un estudio comparativo, observacional, longitudinal, en pacientes con diagnóstico de fractura de clavícula consolidada tratados con método conservador o de osteosíntesis y que asistieron al servicio de rehabilitación.

Se recabó información sobre edad, escolaridad, sexo, ocupación, tratamiento, además de responder la DASH. Este cuestionario se aplicó en dos momentos, el primero en la primera valoración por Medicina Física, y el segundo después de haber concluido su primer ciclo de terapia física al término de su sesión.

La escala DASH consta de 30 ítems, que evalúan: veintiún ítems funcionalidad de mano, brazo y hombro, cinco para dolor (debilidad, rigidez, hormigueo, actividad) y cuatro para calidad de vida (actividades sociales, laborales, sueño, autoimagen) y la repercusión psicológica. La puntuación resultante va desde 0 (no hay discapacidad) a 100 (discapacidad grave). Cada pregunta cuenta con cinco opciones para responder^{21,22}. También se mide como excelente (< 20 puntos), buena (20-39 puntos), regular (40 a 59 puntos) y mala (60 a 100 puntos). La escala en español validada cuenta con las cifras de consistencia ya mencionadas. Su tiempo estimado de respuesta es de 10 minutos¹⁹.

Se utilizó estadística descriptiva. Para la comparación de la funcionalidad antes y después de la rehabilitación, se utilizó la prueba de Wilcoxon. Un valor del grado de significación (p) menor de 0.05 se consideró significativo²⁶. Todos los datos se procesaron utilizando el programa SPSS v.26.

El estudio fue aprobado por el Comité de Investigación en Salud No. 2108 del Instituto Mexicano del Seguro Social, con registro institucional no. R-2024-2108-081.

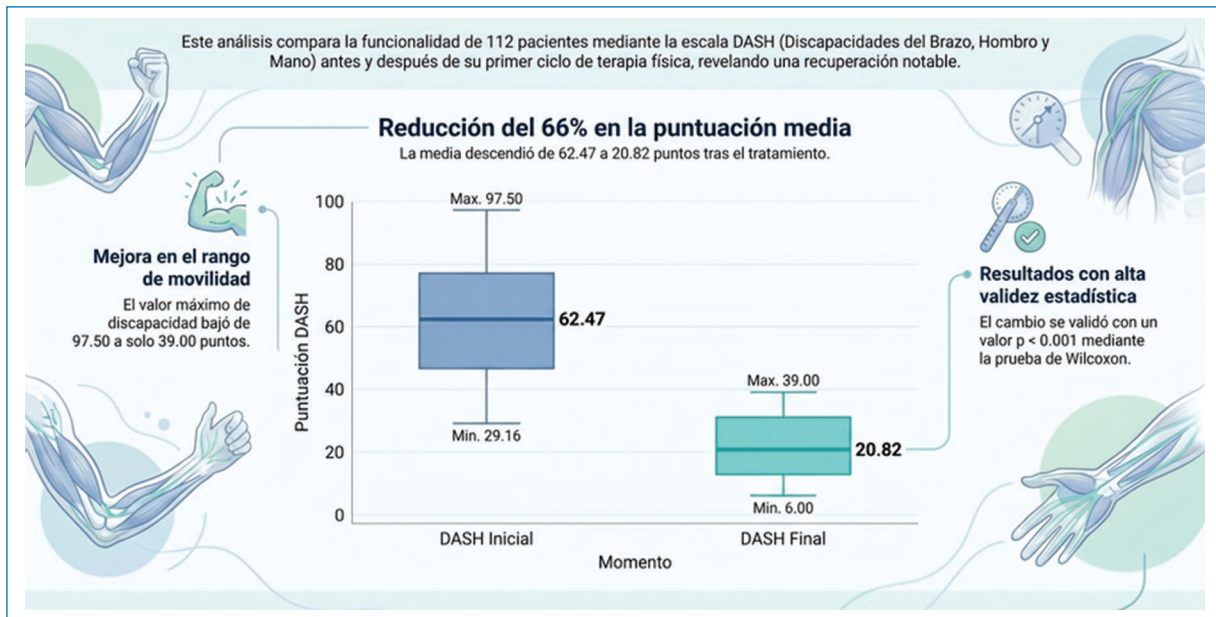


Figura 1. Impacto del tratamiento fisioterapéutico en la escala DASH. DASH: *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*.

Se invitó a los pacientes a participar en forma voluntaria, libre y anónima, con firma de carta de consentimiento informado. Toda la información se manejó con estricta confidencialidad y para los propósitos exclusivos de la investigación.

Resultados

El total de pacientes que ingresaron al estudio fue 112. La edad comprendió desde los 15 a los 77 años, con media de 41.41 años (DE: 16.42). De ellos, 82 (73.2%) fueron hombres y 30 (26.8%) mujeres.

Respecto a la ocupación, 85 (75.9%) pacientes contaban con empleo remunerado, 12 (10.7%) se reportaron como ama de casa, 6 (5.4%) autoempleados, 5 (4.5%) sin empleo y 4 (3.6%) se registraron jubilados.

Los participantes que habían recibido tratamiento previo de rehabilitación fueron 7 (6.2%) y 105 no contaban con previo tratamiento rehabilitador (93.8%).

Ningún paciente había presentado fractura de clavícula previa a la que presentaba en este momento. Así mismo, todos los pacientes recibieron tratamiento quirúrgico 112 (100%).

Se observaron en la funcionalidad diferencias significativas, con una puntuación en escala DASH al inicio de la fisioterapia mínima 29.16 y máxima 97.5 ($\bar{x}$: 62.47, DE: 14.47). La puntuación final al término del primer ciclo de terapia fue mínima 6, máxima 39 ($\bar{x}$: 20.82, DE: 7.71) (Wilcoxon $p < 0.001$) (Fig. 1).

Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos en nuestro estudio, se encontró que la frecuencia de fractura de clavícula fue predominantemente en el sexo masculino, dato que coincide con los estudios en otras investigaciones². Lo mismo ocurre con la edad, donde la prevalencia se concentra en edades jóvenes y de alta productividad⁵.

El objetivo de la presente investigación fue analizar la funcionalidad de los pacientes con fractura de clavícula antes y después de someterse a un programa de rehabilitación. Se utilizó la escala DASH, que ha demostrado ampliamente validez y consistencia para este trastorno¹⁹.

Esta relación positiva de la mejora en la funcionalidad y el tratamiento rehabilitador son congruentes con otros reportes, si bien la funcionalidad depende de muchos factores como un tratamiento oportuno e individualizado a cada tipo de fractura. Si esto no se cumple, existe un alto riesgo de secuelas importantes como la inadecuada funcionalidad¹⁶.

Una limitación en este trabajo es el tamaño relativamente pequeño de la muestra (112 pacientes), derechohabientes de una institución pública. El incluir grupos mayores de población y de diversas instituciones fortalecería los resultados. También permitiría comparar resultados entre servicios públicos y privados, reiterando la individualización imprescindible de la rehabilitación

funcional en cada paciente¹³. No se soslaya el hecho demostrado de que todos los pacientes con fractura de clavícula tendrán repercusión en su funcionalidad¹⁰.

El total de nuestra muestra recibió tratamiento quirúrgico. La controversia persiste acerca de si se debe preferir el tratamiento conservador o quirúrgico. El que el tratamiento conservador registre menor incidencia de pseudoartrosis, menor tiempo de recuperación y menor desplazamiento¹² refleja una tarea pendiente para futuros estudios, incluso de seguimiento más prolongado.

Conclusiones

La rehabilitación es un pilar fundamental en el tratamiento de las fracturas de la clavícula, que mejora significativamente la funcionalidad y la realización de sus actividades cotidianas, evita secuelas y optimiza la reincorporación laboral.

El presente estudio confirma la necesidad de instaurar programas de fisioterapia y rehabilitación por su eficacia en el tratamiento, mejorando así la calidad de vida.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

J. Loría-Castellanos es miembro del comité editorial de la revista *Anales Médicos*. Los demás autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria y anonimizados. Debido a la naturaleza del estudio, no fue necesario el consentimiento informado individual. Se han seguido las recomendaciones éticas pertinentes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó ningún tipo de

inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Instituto Mexicano del Seguro Social. Guía de Práctica Clínica: Tratamiento de la fractura de clavícula en el adulto [Internet]. Instituto Mexicano del Seguro Social; 2011 [consultado 21 abril 2024]. Disponible en: <https://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/guiasclinicas/584GER.pdf>
2. Bentley TP, Hosseinzadeh S. Clavicle fractures [Internet]. StatPearls Publishing; 2024. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507892>
3. Ramponi D, Jo Cerepani M. Clavicle fractures. Adv Emerg Nurs J. 2021;43:123-7.
4. Gao Z, Cai P, Yao K, Long N, Liu L, Xiao C. Mid-clavicle fracture with dislocation of the ipsilateral acromioclavicular joint treated with Endobutton system. Medicine. 2021;100:(e27894).
5. Rossi LA, Magno G, Tanoira I, Ranalletta A, Muro G, Ranalletta M. Surgical fixation of displaced midshaft clavicular fractures with precontoured plates in adolescents. Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2021;65:223-8.
6. Lechuga R, Caldera E. Estado funcional a seis meses de pacientes operados de fractura de clavícula en el Hospital Regional 1° de Octubre. Orthotips. 2022;18:291-301.
7. López S, Sotamba J, Reino C, Orellana P, Pineda E, Chamba P. Evaluación de los resultados funcionales en las fracturas de clavícula. Rev UNIANDES Cienc Salud. 2022;5:1080-95.
8. Feng D, Liu Y, Li Z, Huang J, Fan M, Kang X, et al. Treatment of bipolar clavicle injury with internal plating: a case series and literature review. BMC Musculoskelet Disord. 2023;24:8.
9. Kim K, Lee Y, Wang S. Clinical outcome after clavicular hook plate fixation for displaced medial-end clavicle fractures. Clin Orthop Surg. 2023;15:843-52.
10. Arce E. Recuperación total con tratamiento conservador de fractura de clavícula con criterio quirúrgico. Rev Cubana Ortop Traumatol. 2022;36:e355.
11. von Rüden C, Rehme-Röhl J, Augat P, Bühren V, Woltmann A, Wurm M, et al. Evidence on treatment of clavicle fractures. Injury. 2023;54:5:110818.
12. Muthu S, Annamalai S, Kandasamy V. Lateral clavicle fracture-plating options and considerations. World J Clin Cases. 2024;12:1039-44.
13. Hoogervorst P, Hannink G, van Geene AR, Goosen JH, van Susante JL, van Kampen A. Reliability of measurements of the fractured clavicle: a systematic review. Syst Rev. 2017;6:223.
14. Sahasrabhojane A, Mehendale A, Gupta D. Malunion of a clavicle fracture in a young adult: a case report and surgical intervention. Cureus. 2023;15:e48202.
15. Domínguez-Arias D, Fierro-Imbaquingo A. Prevalence of pseudoarthrosis in surgical vs. non-surgical treatment of Allman type 1 clavicle fractures: a systematic review. J Sci MQRIInvestigar. 2023;4:897-915.
16. Chirinos R, Vargas R. Recuperación funcional en pacientes con fractura de clavícula según técnicas de tratamiento. Rev Cubana Ortop Traumatol. 2021;35:e342.
17. Carvajal-Escobar M, Sepúlveda-Gallego L, Gómez-Londoño C. Tratamiento de fracturas del tercio medio de la clavícula con placa versus clavos elásticos intramedulares de titanio. Cir Mano Microcir. 2022;2:1.
18. Pierro I, Simone J, Forns G, Talamo B, Iglesias M, Ameriso N, et al. Evaluación subjetiva de la hipoestesia subclavicular luego de una reducción abierta y fijación interna de fracturas de clavícula. Rev Asoc Argent Ortop Traumatol. 2023;88:419-26.
19. Mera-Mamián A, Carmona M, Llano P. Validez y fiabilidad de la escala DASH. Rev Cubana Ortop Traumatol. 2022;36:e331.
20. Vabo S, Steen K, Brudvik C, Maeland S, Baste V, Hunskaar S. Patient-reported outcomes after initial conservative fracture treatment in primary healthcare - A survey study. BMC Prim Care. 2022;23:191.
21. Taik F, Karkouri S, Tahiri L, Abourazzak F. Effects of kinesiotaping on disability and pain in patients with rotator cuff tendinopathy: double-blind randomized clinical trial. BMC Musculoskelet Disord. 2022;23(1):90.
22. Larsson SL, Ekstrand E, Dahlin LB, Björkman A, Brogren E. A self-managed exercise therapy program for wrist osteoarthritis: study protocol for a randomized controlled trial. Trials. 2023;24:628.
23. Alnahdi A. Responsiveness and minimal important change of the Arabic Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) in patients with upper extremity musculoskeletal disorders. Healthcare. 2023;11:2623.
24. Brindisino F, Venturin D, Bartoli M, Bonetti F, Heikkilä A, Giovannico G, et al. Psychometric properties of the Disability of Arm Shoulder and Hand (DASH) in subjects with frozen shoulder: a reliability and validity study. BMC Musculoskelet Disord. 2024;25:260.
25. Kc S, Sharma S, Ginn K, Dhakal S, Khanal S, MacDermid JC. A comparison between measurement properties of four shoulder-related outcome measures in Nepalese patients with shoulder pain. Qual Life Res. 2022;31:1897-906.
26. Talavera J, Rivas-Ruiz R. Investigación clínica IV. Pertinencia de la prueba estadística. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2013;51:30-4.

Forrest Gump syndrome. The effect of propranolol in combating hypercatabolism

Síndrome de Forrest Gump. El efecto del propranolol para combatir el hipermetabolismo

Marco A. Garnica-Escamilla^{1*}, Kristhian R. Osuna-Zamora², Raisa P. Iñiguez-Cereno³, Elizabeth Vital-Montiel⁴, David Márquez-Domínguez⁵, Claudia I. Serrano-Becerril⁶, Jaqueline Morales-Nuño⁶, Julieta Garnica-Escamilla⁷, and Armando V. García-Monzalvo⁸

¹Acute Care and Trauma Unit, Centro Nacional de Investigación y Atención al Quemado, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Secretaría de Salud, Mexico City; ²Department of Medical-Surgical Emergency, Hospital General Regional No.1, Instituto Mexicano del Seguro Social, Querétaro; ³Department of Medical-Surgical Emergency, Hospital General Regional No.2 "El Marqués", Instituto Mexicano del Seguro Social, Querétaro; ⁴Department of Medical-Surgical Emergency, Hospital Regional Gral. Ignacio Zaragoza, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado; ⁵Highly Specialized Department of Regional Anesthesia; ⁶Anesthesia Division Headquarters, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra; ⁷Outpatient Clinic, Centro de Salud T-III Carmen Serdán, Secretaría de Salud, Mexico City; ⁸Anesthesiology Department, Hospital General La Perla, Instituto de Salud del Estado de Mexico, Nezahualcoyotl, State of Mexico, Mexico

Abstract

Forrest Gump, personified actor Tom Hanks, possessed incredible kinesthetic adaptability that enabled him to develop physical skills such as running, as well as the focus and concentration needed to play ping pong or reload weapons very quickly—all of which were caused by hypermetabolism. Endogenous catecholamines are primary mediators of the hypermetabolic response to burns. Consequently, the structure and function of essential organs such as muscle, skin, the heart, the immune system, and the liver are compromised, contributing to multiple organ failure, sepsis, and mortality. This results in increased energy expenditure at rest, rapid muscle loss, and high rates of depression, anxiety, and post-traumatic stress disorder, thereby delaying the recovery process in burn patients—one of the main reasons for poor recovery. Propranolol, a beta-blocker, is one of the treatments used to mitigate the effects of elevated catecholamines by blocking β -adrenergic receptors. Its other pleiotropic effects have been proposed as an effective strategy for reducing catabolism, and it has been used as a therapy to reduce the deleterious effects of the hypermetabolic response, with proven effectiveness.

Keywords: Propranolol. Hypercatabolism. Burns. Catecholamines.

Resumen

Forrest Gump, personificado por el actor Tom Hanks, quien tenía una increíble adaptabilidad kinésica, lo que le facilitó desarrollar habilidades físicas tanto para correr, como la atención y concentración para jugar ping pong o suministrar armas muy rápido, todo ello causado por un hipermetabolismo. Las catecolaminas endógenas son mediadores primarios de la respuesta hipermetabólica a las quemaduras. En consecuencia, la estructura y función de órganos esenciales como el músculo, la piel, el corazón, el sistema inmunológico y el hígado se ven comprometidas, lo que contribuye a la insuficiencia orgánica múltiple, la sepsis y la mortalidad. Esto resultará en un mayor gasto de energía en reposo, una rápida pérdida muscular y altas tasas

*Correspondence:

Marco A. Garnica-Escamilla

E-mail: teranestmarco@yahoo.com.mx

Date of reception: 20-06-2026

Date of acceptance: 21-07-2026

DOI: 10.24875/AMH.M26000167

Available online: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):319-326

www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Published by Permanyer. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

de incidencia de depresión, ansiedad y trastorno de estrés postraumático retrasando así el proceso de recuperación de los pacientes quemados, que es uno de las principales razones de la mala recuperación. El propranolol, un antagonista beta, es uno de los tratamientos para atenuar los efectos elevados de las catecolaminas a través del bloqueo de los receptores β -adrenérgicos y otros efectos pleiotópicos que se han propuesto como una estrategia eficaz para reducir el catabolismo, que se ha utilizado como terapia para reducir los efectos deletéreos de la respuesta hipermetabólica que ha probado su efectividad.

Palabras clave: Propranolol. Hipermetabolismo. Quemaduras. Catecolaminas.

Introduction

In 1994, the film *Forrest Gump* was released, starring actor Tom Hanks. The character possessed incredible kinesthetic adaptability, which enabled him to develop physical skills such as running, as well as the focus and concentration needed to play ping pong or reload weapons very quickly - all of which were caused by hypermetabolism, that is, an acceleration in the functioning of different cells in the body. As with exercise and stress, among other factors, burn injuries involving more than 20% of the total body surface area trigger an inflammatory and subsequent hypermetabolic response driven by supraphysiological elevations of stress hormones, catecholamines, and inflammatory mediators that begins immediately after the burn injury and may persist for years; for this reason, we draw a homology with hypermetabolism, calling it *Forrest Gump syndrome*.¹

Endogenous catecholamines are primary mediators of the hypermetabolic response to burns. This systemic response is characterized by the development of a hyperdynamic circulation, an increase in basal energy expenditure, and catabolism of muscle protein.²

Initially, cardiac function is depressed in response to the impact of the injury. However, 48-72 h after the injury, heart rate (HR) and cardiac output increase to meet the body's greater oxygen demand. In addition to these changes, patients with severe burns experience loss of muscle mass³ and a 40-80% increase in metabolic rate.⁴ Consequently, the structure and function of essential organs such as muscle, skin, the heart, the immune system, and the liver are compromised, contributing to multiple organ failure, sepsis, and mortality⁵ (Fig. 1).

Hypermetabolic response

Hypermetabolism is accompanied by increased muscle catabolism to provide nutrients that meet the body's elevated energy requirements. As a consequence, hypermetabolism can lead to multiorgan dysfunction or

even death. Metabolic and inflammatory changes persist for up to 3 years after the injury. The duration and magnitude of the hypermetabolic response are major determinants of morbidity in the burn patient. The prolonged catabolic response results in bodily changes such as loss of muscle mass and bone mineral content, which slow the recovery of these patients and their reintegration into society² (Fig. 2).

The hypermetabolic state has two aspects: the "ebb" and "flow" phases. The ebb phase, which occurs within the first 48 h after injury, is associated with a decrease in cardiac output, oxygen consumption, and metabolic rate. The chronic flow phase is critical and requires medical intervention to reduce the risk of fatal outcomes.¹

In the flow phase, increased energy expenditure is observed, which is associated with catabolism of muscle proteins, alterations in hepatic protein synthesis, and loss of peripheral fat stores by inducing the degradation of lipids into free fatty acids and glycerol.⁶

Pathophysiology of hypercatabolism in the burn patient

The hypermetabolic response is characterized by increased peripheral lipolysis, increased muscle wasting, elevated HR, elevated cardiac output, and increased body temperature, among other features.

Skeletal muscle metabolism, represented by the degradation of muscle fibers, primarily provides a major source of energy substrates to support wound healing, maintain temperature, and activate the immune system. Muscle catabolism persists after wound closure; episodes of sarcopenia have been described up to 3 years after the burn injury.⁷

This will result in increased resting energy expenditure, rapid muscle loss, development of sarcopenia, frailty, and malnutrition, as well as an increase in the incidence of depression, anxiety, and post-traumatic stress disorder, which will delay healing and rehabilitation and predispose patients to a greater risk of infections.

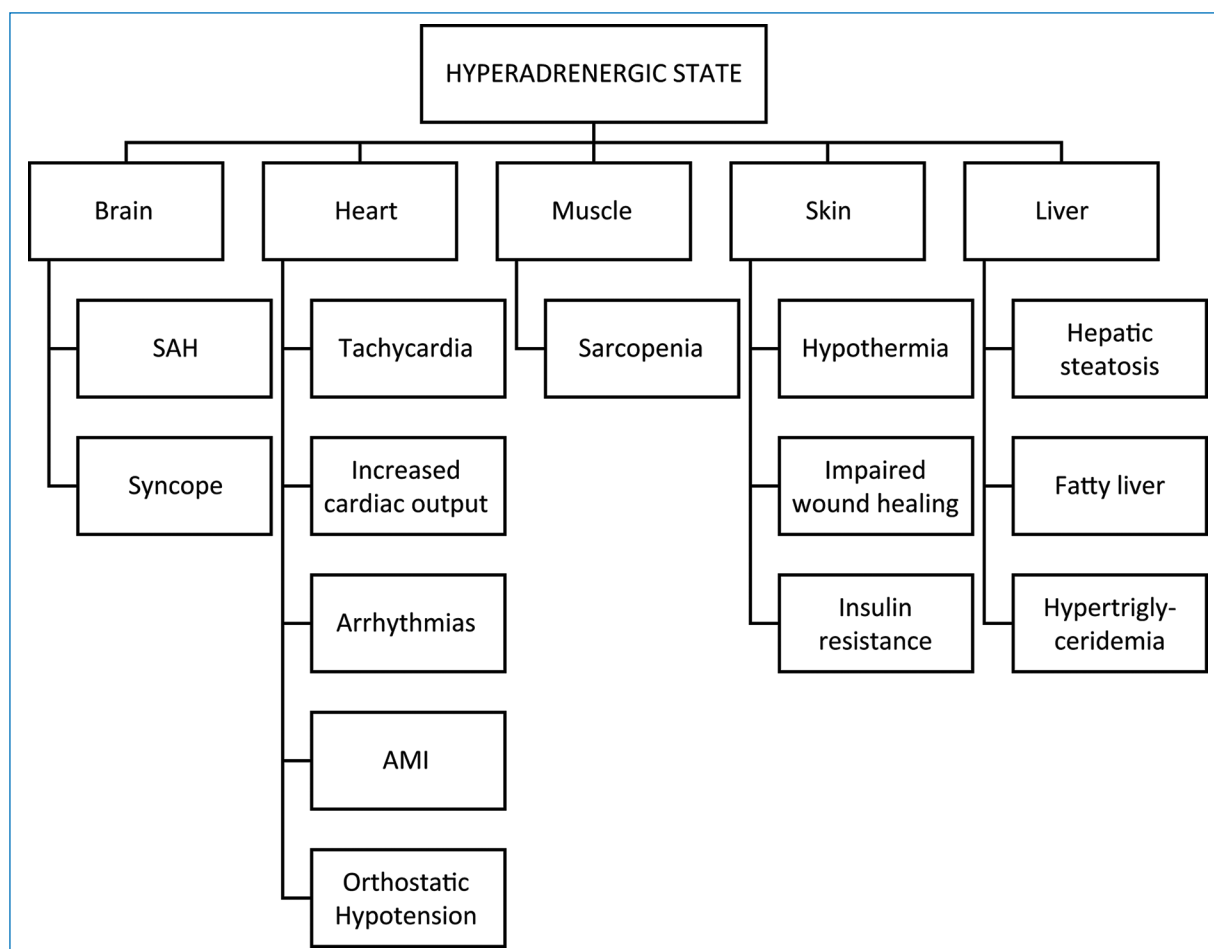


Figure 1. Different types of organ-level repercussions of the hyperadrenergic state.

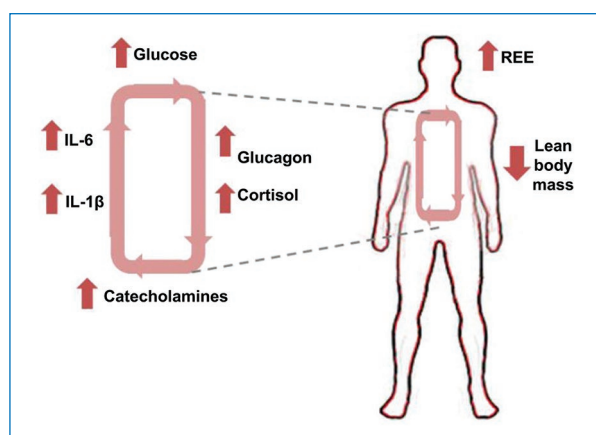


Figure 2. Physiology of hypermetabolism. IL-6: interleukin-6; IL-1 β : interleukin-1 beta; REE: resting energy expenditure.

Recovery

At present, propranolol, a beta-blocker, is one of the treatments used to attenuate the effects of

hypercatabolism and the deleterious effects of elevated catecholamine levels⁸ (Table 1).

Since the late 1980s, researchers have analyzed the use of propranolol, a non-selective β -adrenergic receptor blocker, to mitigate the action of catecholamines after burn injury, successfully reducing HR, myocardial oxygen consumption, and resting energy expenditure in patients with severe burns.^{3,8}

Propranolol

In 1958, Sir James Black discovered a drug – the first beta-blocker approved for clinical use – propranolol, a prototype of the first-generation beta-blockers, which are drugs with similar affinities for AR- β 1 and β 2 receptors, and for this reason are considered “non-selective beta-blockers.” In 1966, in the search for derivatives capable of avoiding the bronchodilatory effect of propranolol in patients with asthma (due to its β 2 antagonist activity), the team at Imperial Chemical Industries

Table 1. Systemic effects of propranolol according to its pathophysiology

Pathophysiology and particularities of the burn patient	Effects of propranolol in the burn patient
Primary mediators of the hypermetabolic response: catecholamines	Non-selective blockade of β -adrenergic receptors
Hyperdynamic circulation and increased cardiac output	Decreases heart rate and cardiac workload
Increased basal energy expenditure	Decreases supraphysiological thermogenesis and resting energy expenditure
Increased muscle protein catabolism	Promotes recycling of intracellular free amino acids in muscle; Stimulates expression of genes involved in muscle metabolism and decreases activation of genes involved in gluconeogenesis, thereby reducing net catabolism
Increased peripheral lipolysis; Hepatic fat accumulation	Decreases peripheral lipolysis; Increases hepatic efficiency in secreting free fatty acids; Decreases mesenteric blood flow
Need for healing of burns and graft donor sites	Higher fractional protein synthesis rate in the wound; Increased efficiency of use of amino acids from wound catabolism to synthesize new proteins; Higher protein deposition rate and free amino acid concentrations in the wound; Improvement of healing and epithelialization
In sepsis, increased monocytosis with suppression of monocyte inflammatory response	Reduction of sepsis-induced monocytosis in burn patients, increased percentage of inflammatory monocytes, granulocytosis, and tumor necrosis factor- α production
Predominance of M2 subtype monocytes with reduced antibacterial capacity	

introduced practolol, the first representative compound of second-generation beta-blockers – drugs that show greater affinity for AR- β_1 than for β_2 and are considered “ β_1 -selective” or “cardioselective beta-blockers” due to the predominant presence of the β_1 subtype in the heart⁹ (Fig. 3 and Table 2).

Systemic effects of propranolol

Through the blockade of β -adrenergic receptors, propranolol has been proposed as an effective strategy for reducing post-burn catabolism and, therefore, for improving outcomes in burn patients. Its effects are as follows:

Neurological

Beta-blockers prevent memory reconsolidation and have been administered to patients exposed to traumatic events to prevent post-traumatic stress syndrome.

However, studies in children and adults do not demonstrate that their administration reduces the incidence of post-traumatic stress syndromes or acute stress disorders.

Cardiac

It improves cardiac physiology and reduces cardiac stress in patients with severe burns.¹ A 22% reduction in resting HR was observed after 2 weeks of propranolol treatment in burned adults.²

Skeletal muscle tissue

Propranolol has an effect on lean body mass. It improves protein kinetics in skeletal muscle with an improvement in net protein balance.¹⁰ On one hand, it increases the efficiency of protein synthesis in muscle by promoting the recycling of intracellular free amino acids. These intracellular amino acids derived from protein catabolism are re-incorporated into proteins without leaving the myocyte; on the other hand, it also stimulates the expression of genes involved in muscle metabolism and reduces the activation of genes involved (ubiquitin-proteasome system) in gluconeogenesis, thereby decreasing net catabolism² (Fig. 4).

Alterations in muscle protein kinetics continue after wound closure and discharge; short-term propranolol treatment also attenuates muscle wasting in patients with severe burns, primarily by increasing protein synthesis and the efficiency of muscle protein synthesis, while protein degradation remains unchanged.¹¹

Therefore, addressing the loss of skeletal muscle to increase strength and function and to decrease physical and functional deterioration is of great importance for optimizing the recovery process and survival rates in victims of severe burns.

It is believed that the efflux of amino acids from skeletal muscle in response to a burn injury provides substrate for vital processes such as wound healing, immune function, and hepatic protein synthesis.¹²

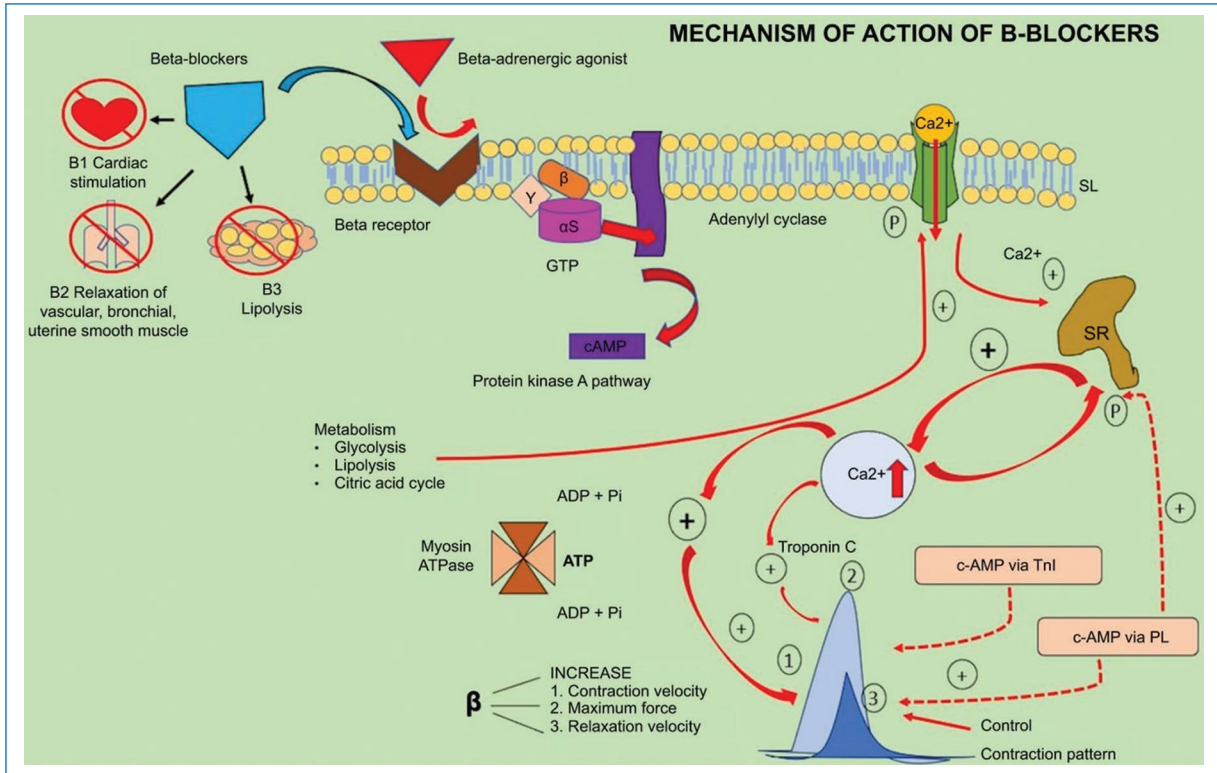


Figure 3. Mechanism of action of beta-blockers (Intracellular pathway mediated by adrenergic B receptors). (1) Catecholamines bind to B adrenergic receptors and induce coupling to the Gs protein. (2) Dissociation of the G α s-GTP unit and activation of adenylyl cyclase. (3) Synthesis of cyclic adenosine monophosphate. (4) Activation of protein kinase A (PKA). Coordinated phosphorylation by PKA of several targets, such as the L-type calcium channel of the plasma membrane or the RyR2 calcium channel of the sarcoplasmic reticulum. (5) The result is an increase in cytosolic calcium (Ca $^{2+}$) concentration available for cardiac muscle contraction and an increase in chronotropism.

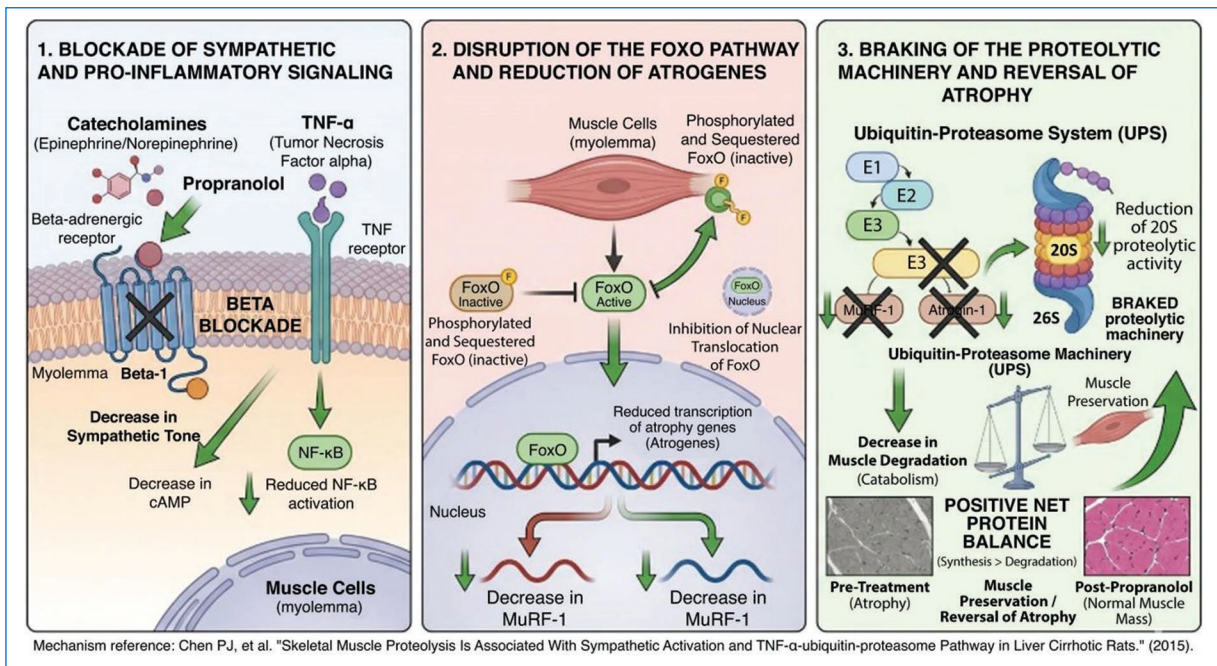


Figure 4. Mechanisms of propranolol as a “brake” on the ubiquitin-proteasome system.

Table 2. Classification of beta-blockers

Variable	Activity	Medicine
B1-B2 selective (Non-selective)	Without vasodilatory activity	Alprenolol Bupranolol Carazolol Oxprenolol Pindolol Propranolol Sotalol Timolol
B1 selective	With vasodilatory activity	Carvedilol Labetalol
	Without vasodilatory activity	Acetobutolol
	With vasodilatory activity	Atenolol Betaxolol Bisoprolol Metoprolol Xamoterolol Celiprolol Nebivolol

Furthermore, propranolol improves the recycling of intracellular free amino acids by increasing the efficiency of protein synthesis in muscle, decreases peripheral lipolysis, and increases the efficiency of the liver in secreting free fatty acids¹³ (Fig. 5).

Hematological

An important finding was that adults treated with propranolol required fewer blood transfusions. A possible explanation for this result is that the use of propranolol in cases of severe burns improves wound healing and therefore reduces the number of skin grafting procedures required.¹

Hepatic and adipose tissue

The net fat balance through the liver is a function of the uptake of fatty acids from plasma, intrahepatic oxidation of fatty acids, and the release of triglycerides bound to very low-density lipoproteins (VLDL). Propranolol decreases the availability of free fatty acids for the liver. By decreasing the release of fatty acids from the periphery in the burn patient (peripheral lipolysis) and reducing splanchnic blood flow, it lowers the supply of fatty acids to the liver. Furthermore, it improves the conversion of free fatty acids into VLDL-bound triglycerides and their subsequent release from the liver.

Therefore, propranolol has the beneficial effect of reducing hepatic fat accumulation in patients with burns, a common problem in this population.²

Wound healing and keratinocyte migration

Regarding wound healing, the total time for partial-thickness burns was notably shorter in patients receiving propranolol. In addition, donor site healing time was also shorter in the propranolol group.¹⁰

In one study, faster healing of superficial burns was noted in patients in the propranolol group. For superficial burns, less time was required for adequate healing: 13-15 days versus 20-22 days. Likewise, less time was required for patients with deep burns treated with propranolol to be ready for skin grafting: 23 days versus 33, compared with the control group.¹²

Pullar et al.¹⁴ identified a key regulatory mechanism in wound repair: the endogenous β -adrenergic receptor network in the epidermis. They demonstrated that the use of antagonists of these receptors, specifically of the β_2 subtype, significantly accelerates the re-epithelialization of human cutaneous wounds.

The skin is not only a target of systemic hormones but also possesses its own catecholamine synthesis system. Human keratinocytes express high levels of β_2 -adrenergic receptors (β_2 -AR) and contain the enzymatic machinery necessary to synthesize epinephrine (adrenaline) endogenously.

- Key enzymes: the presence of tyrosine hydroxylase, the rate-limiting enzyme in catecholamine biosynthesis, and phenylethanolamine-N-methyltransferase, which converts norepinephrine to epinephrine, was confirmed. These enzymes are located in cytoplasmic vesicles within keratinocytes.
- Natural inhibitory function: the epinephrine synthesized by keratinocytes acts in an autocrine manner on β_2 -ARs, functioning as an “anti-motogenic” signal that normally slows cell migration.
- Antagonist effect: by blocking these receptors with antagonists (such as timolol or the specific compound ICI 118,551), the inhibitory effect of endogenous epinephrine is neutralized, allowing cells to migrate more rapidly toward the wound bed.

Given that β -adrenergic antagonists are widely prescribed drugs known for their safety in the treatment of hypertension and glaucoma, their repositioning as topical or systemic agents for improving wound healing represents a promising therapeutic avenue. Pullar et al.¹⁴ conclude that blockade of β_2 -adrenergic receptors provides strong mechanistic support for new strategies

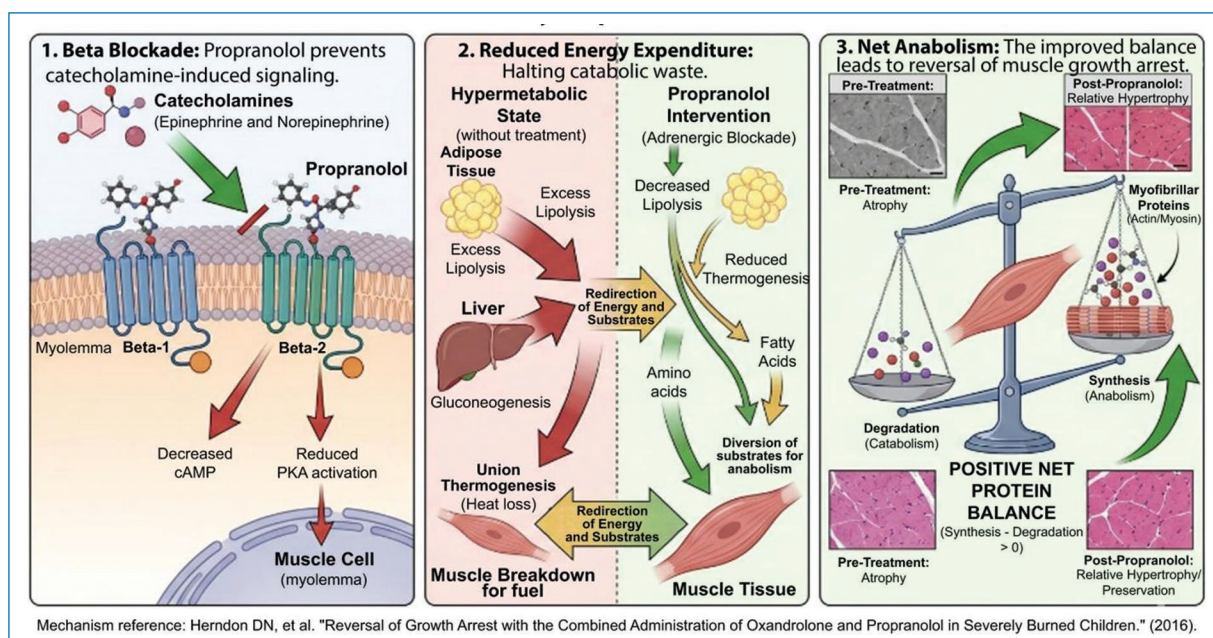


Figure 5. Protein preservation mechanisms of propranolol (anticatabolic mechanism).

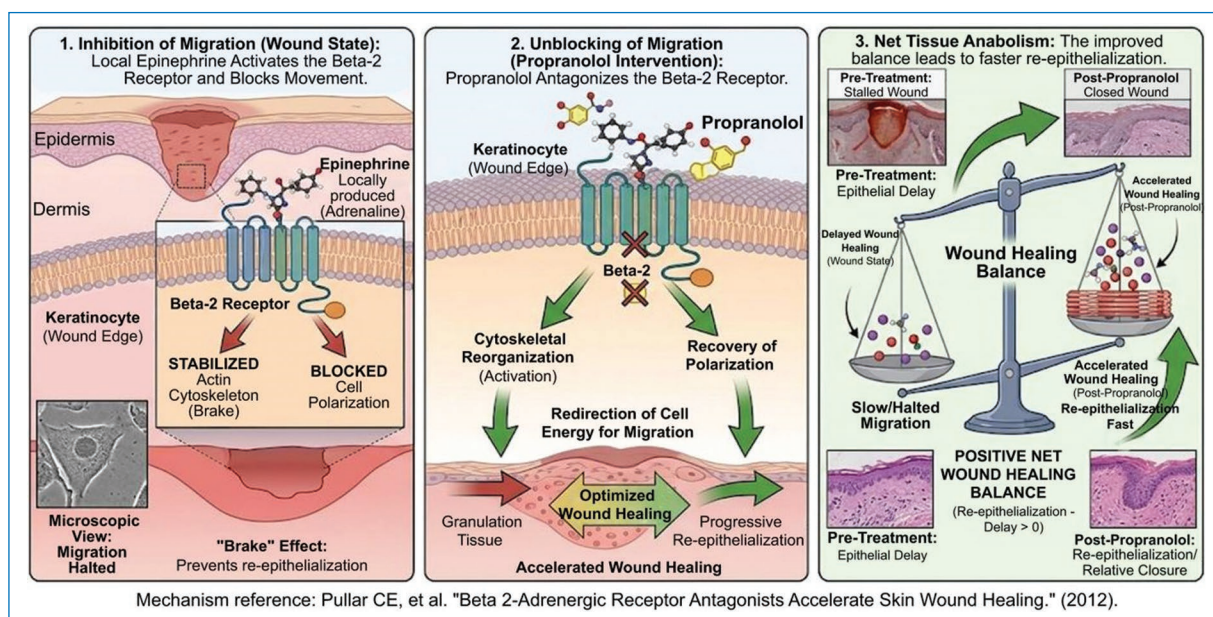


Figure 6. Mechanisms of propranolol as an adjuvant in keratinocyte migration and wound healing ("unblocking" mechanism).

aimed at accelerating cutaneous barrier repair in patients with impaired wound healing (Fig. 6).

Propranolol dosage

Neither the American Burn Association consensus nor the European Burns Association practice guidelines provide specific guidance on the use of beta-blockers or the optimal duration of their use. The European Society for

Clinical Nutrition recommends the use of beta-blockers at the end of the 1st week after burn injury, but the duration of treatment is not defined⁶; it is effective when used at an adequate dose to reduce resting HR by 15-20% below the HR at admission. However, it is suggested that adult patients receive a standard dose of 20 mg every 6 h, increased as needed, although dosing studies in this population have not been conducted, and that treatment be initiated once patients have been stabilized with fluids,

24-72 h after admission.² The kinetic profile of the extended-release capsule was similar to that of the liquid administered 4 times daily, despite being administered at a significantly lower dose.

Although the reduction in HR was lower in the every-24-h group than in the every-6-h group, it was not significant, indicating that the extended-release tablet is equally effective.³

Among its benefits, a significant decrease in length of hospital stay has been demonstrated in both adult patients and those treated with propranolol. This finding could be of great importance given that the management of the burn patient requires considerable financial resources.¹

Complications

Although the use of propranolol in patients with severe burns can improve cardiac physiology, it is also associated with frequent episodes of hypotension and bradycardia¹, which can cause potentially life-threatening reactions such as pulmonary edema, shock, and complete heart block.⁹

The occurrence of colonic pseudo-obstruction (Ogilvie's syndrome) has also been described in a patient treated with oral propranolol, who was successfully managed conservatively after propranolol withdrawal.²

Conclusion

Propranolol has been the drug used as a therapy to reduce the deleterious effects of the hypermetabolic response, with proven effectiveness. Our analysis indicates that the use of propranolol in patients with severe burns resulted in lower metabolic requirements at the multisystemic level. On the other hand, the evidence synthesized in this systematic review is limited to concluding that propranolol reduces the duration of hospital stay in patients with severe burns. Future trials must evaluate the impact of propranolol on clinically relevant outcomes, such as mortality and adverse events, as the available evidence requires further studies to confirm its effectiveness in both adult and pediatric patients.

Funding

The authors declare that no funding was received for this study.

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of human subjects and animals. The authors declare that no experiments on humans or animals were performed for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. This study does not involve personal patient data, medical records, or biological samples, and does not require ethical approval. SAGER guidelines do not apply.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing or creation of the content of this manuscript.

References

- Manzano-Nunez R, García-Perdomo HA, Ferrada P, Ordoñez Delgado CA, Gomez DA, Foianini JE. Safety and effectiveness of propranolol in severely burned patients: systematic review and meta-analysis. *World J Emerg Surg.* 2017;12:11.
- Núñez-Villaveirán T, Sánchez M, Millán P, García-De-Lorenzo A. Systematic review of the effect of propranolol on hypermetabolism in burn injuries. *Med Intensiva.* 2015;39:101-13.
- Guillory AN, Herndon DN, Silva MB 3rd, Andersen CR, Edgus-Fry E, Suman OE, et al. Propranolol kinetics in plasma from severely burned adults. *Burns.* 2017;43:1168-74.
- Bleas E, Ross E, Ogunbileje JO, Porter C, Murton AJ. The impact of catecholamines on skeletal muscle following massive burns: friend or foe? *Burns.* 2021;47:756-64.
- LeCompte MT, Rae L, Kahn SA. A survey of the use of propranolol in burn centers: who, what, when, why. *Burns.* 2017;43:121-6.
- Hassoun-Kheir N, Henig O, Avni T, Leibovici L, Paul M. The effect of β -blockers for burn patients on clinical outcomes: systematic review and meta-analysis. *J Intensive Care Med.* 2021;36:945-53.
- Knuth CM, Auger C, Jeschke MG. Burn-induced hypermetabolism and skeletal muscle dysfunction. *Am J Physiol Cell Physiol.* 2021;321:C58-71.
- Ma J, Hu D, Feng Z, Tang J, Guo L, Du Y, et al. The effectiveness and safety of beta antagonist in burned patients: a systematic review and meta-analysis. *Int Wound J.* 2020;17:1881-92.
- Oliver E, Mayor F Jr., D'Ocon P. Bloqueadores beta: perspectiva histórica y mecanismos de acción. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* 2019;72:853-62.
- Lam NN, Khanh PQ, An NH. The use of propranolol in adult burn patients: safety and outcome influence. *Burns.* 2022;48:767-73.
- Díaz EC, Herndon DN, Porter C, Sidossis LS, Suman OE, Børshiem E. Effects of pharmacological interventions on muscle protein synthesis and breakdown in recovery from burns. *Burns.* 2015;41:649-57.
- Cheema SA, Ahmed UT, Nasir H, Dogar SR, Mustafa Z. Effects of propranolol in accelerating wound healing and attenuation of hypermetabolism in adult burn patients. *J Coll Physicians Surg Pak.* 2020;30:46-50.
- Gus EI, Shahrokhi S, Jeschke MG. Anabolic and anticatabolic agents used in burn care: what is known and what is yet left to be learned. *Burns.* 2020;46:19-32.
- Pullar CE, Rizzo A, Isseroff RR. Beta-Adrenergic receptor antagonists accelerate skin wound healing: evidence for a catecholamine synthesis network in the epidermis. *J Biol Chem.* 2006;281:21225-35.

Alfabetización en salud mental en cuidadores de pacientes trasplantados de médula ósea

Mental health literacy among caregivers of bone marrow transplant patients

Angélica Porras-Juárez¹ , Enrique González-Vergara¹ , Álvaro J. Montiel-Jarquín^{2*} 
y Jorge Loría-Castellanos³ 

¹Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; ²Dirección de Educación e Investigación en Salud, Hospital de Especialidades de Puebla, Instituto Mexicano del Seguro Social, Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla; ³Centro de Simulación, Universidad Anáhuac, Ciudad de México. México

Resumen

La población de cuidadores informales de pacientes con cáncer constituye un área de oportunidad para el profesional de salud en términos de promoción, fomento y alfabetización sanitaria. Se hace una revisión bibliográfica de las acciones de alfabetización en salud mental, su aplicación en el cáncer, los modelos teóricos utilizados en la gestión del proceso y, finalmente, las intervenciones aplicadas para promover el bienestar mental en los cuidadores de pacientes con cáncer, incluyendo aquellos con trasplante de progenitores hematopoyéticos. Se concluye que es fundamental reconocer la alfabetización en salud mental como un pilar del cuidado integral, ya que empodera a los cuidadores de pacientes con cáncer y receptores de trasplante de progenitores hematopoyéticos para disminuir el impacto psicológico inherente a la actividad de cuidar.

Palabras clave: Salud mental. Trasplante. Alfabetización. Cuidadores.

Abstract

The population of cancer patients represents an area of opportunity for healthcare professionals in terms of health promotion, education, and health literacy. A literature review was conducted on mental health literacy initiatives, their application in cancer care, the theoretical models used in managing the process, and finally, the interventions implemented to promote the mental well-being of caregivers of cancer patients, including hematopoietic stem cell transplant recipients. The study concludes that it is essential to recognize mental health literacy as a cornerstone of comprehensive care, as it empowers caregivers of cancer patients and hematopoietic stem cell transplant recipients to reduce the psychological impact inherent in caregiving.

Keywords: Mental health. Transplant. Literacy. Caregivers.

*Correspondencia:

Álvaro J. Montiel-Jarquín

E-mail: amontieljarquin@gmail.com

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permayer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 30-04-2026

Fecha de aceptación: 09-06-2026

DOI: 10.24875/AMH.M26000165

Disponible en internet: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):327-333

www.analesmedicosabc.com

Introducción

El incremento vertiginoso de las enfermedades crónicas degenerativas, en particular del cáncer, con una prevalencia de 18.6 millones en 2025, ha llevado a que los esfuerzos del sistema de salud y sus políticas se inclinen hacia la alfabetización y el cuidado propio de la salud¹. La National Alliance for Caregiving de los Estados Unidos de América reporta que, en promedio, existen 4 millones de personas que cuidan a un adulto con cáncer. En México no se cuenta con registros específicos de cuidadores de personas con cáncer, pero el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), a través de la Encuesta Nacional para el Sistema de Cuidados (ENASIC 2022), documenta que más de 2.8 millones de personas se dedican al cuidado de un paciente con condición de enfermedad crónica o terminal².

La población de cuidadores informales de pacientes con cáncer constituye un área de oportunidad para el profesional de la salud en términos de promoción, fomento y alfabetización sanitaria. Dos razones sustentan esta afirmación: la primera, que las personas que se dedican al cuidado de otra persona por motivos de enfermedad son piezas clave en la recuperación del paciente afectado, y la segunda es que la naturaleza de la actividad que desempeñan los coloca en una situación de riesgo para poner en peligro su estado de salud³.

Los cuidadores de pacientes con trasplante de células progenitoras hematopoyéticas, de la misma forma que los cuidadores de pacientes con cáncer, enfrentan retos que ponen en riesgo su salud mental y su bienestar emocional⁴. El aislamiento forzado por periodos de tiempo prolongados (principalmente en las etapas inmediatas postrasplante), la responsabilidad de administrar tratamientos complejos, el realizar múltiples tareas a lo largo del día, el miedo constante ante la presencia de complicaciones y responsabilizarse de las medidas de higiene estrictas provocan alteraciones del sueño, sensación de vacío, fatiga, ansiedad y depresión⁵.

Esta condición de salud psicológica causada por la actividad de cuidar puede quedar desatendida a causa de que el cuidador tiene prioridad absoluta por el bienestar del paciente, la normalización del malestar y la negación. Los pensamientos negativos que las personas cuidadoras tienen en relación con las enfermedades de la mente, así como también el temor a la discriminación, forman parte de lo que se conoce como «estigma en salud mental»; este es un fenómeno que prevalece actualmente en la población y es la principal

barrera que ha limitado el acceso a los servicios de salud mental disponibles en el sistema de salud⁶.

Romper con el estigma en salud mental requiere que el cuidador cuente con información que le permita reconocer oportunamente los síntomas de las alteraciones en el estado de ánimo, como la ansiedad y la depresión, y de esta forma empoderarle en la ejecución de estrategias que fomenten la prevención de los principales trastornos mentales relacionados con el estés sostenido que pueden desarrollarse en la actividad de cuidar. La Organización Panamericana de la Salud, en su Plan de acción integral sobre Salud Mental 2013-2030, sostiene que las intervenciones en alfabetización en salud mental pueden proporcionar al cuidador estrategias de autocuidado para abordar los desafíos emocionales que enfrenta al incluir procesos de identificación y prevención de trastornos mentales.

Los hábitos de autocuidado en cuidadores de receptores de progenitores hematopoyéticos contribuyen a mantener un estado mental óptimo y, en consecuencia, un desempeño más eficiente en la labor de cuidar; sin embargo, existe muy poca evidencia sobre la aplicación de intervenciones estandarizadas para fomentar la salud mental del cuidador a través de acciones de alfabetización en salud⁷.

En este trabajo se hace una revisión de las acciones de alfabetización en salud mental, su aplicación en el cáncer, los modelos teóricos utilizados en la gestión del proceso y, finalmente, las intervenciones aplicadas para promover el bienestar mental en los cuidadores de pacientes con cáncer, incluyendo aquellos con trasplante de progenitores hematopoyéticos.

Alfabetización en salud y en salud mental

En 2025, la Organización Mundial de la Salud definió la alfabetización en salud como «el conjunto de conocimiento y competencias personales que se acumulan por medio de las actividades cotidianas y la interacción social y que permiten a las personas acceder a la información y a los servicios de salud, y comprenderlos, evaluarlos y utilizarlos de forma que promuevan y mantengan una buena salud y bienestar»⁸.

El término «alfabetización en salud» ha sido ampliamente descrito en una revisión sistemática realizada en 2022⁸; Urstad et al.⁹ retoman diferentes conceptos del término alfabetización en salud; Jorm et al.¹⁰ lo reconocen como «un conjunto de conocimientos y creencias de los trastornos mentales que permiten a la persona reconocerlos, gestionarlos o prevenirlos»;

y Nutbeam et al.¹¹ lo considera el «conjunto de habilidades cognitivas y sociales que determinan la motivación y la capacidad de los individuos para obtener acceso para comprender y utilizar la información de manera que promuevan y mantengan una buena salud». El enfoque hacia la salud mental considerado desde 1997 con la definición propuesta por Jorm et al.¹⁰ giró en torno al concepto principal del término «alfabetización en salud», por lo que se puede considerar que la alfabetización en salud mental es un componente de la alfabetización en salud determinante del bienestar integral de un individuo, tomando en cuenta las condiciones que influyen en la vida cotidiana de las personas durante todos los procesos que experimenta a lo largo de su ciclo de vida, pero también los factores externos, ya sean físicos, biológicos o químicos, es decir, los llamados «determinantes sociales y ambientales de la salud»¹².

Las acciones de alfabetización en salud mental están encaminadas a fomentar que los individuos sean capaces de identificar un problema de salud mental en su etapa inicial o en desarrollo, y facultarse para estar en posibilidad de solicitar y recibir ayuda. Los programas educativos son la mejor manera de materializar la alfabetización en salud mental porque incluyen acciones para incrementar los conocimientos, estrategias para aumentar la búsqueda de ayuda y herramientas de autocontrol¹³.

Actualmente existen limitaciones para medir la alfabetización en salud mental, pues la mayoría de los instrumentos disponibles están diseñados para la evaluación de una intervención determinada, con muy pocas posibilidades de generalización. Otra limitación es el interés que se brinda a estos temas de salud¹⁴. Se han priorizado acciones en salud física más que en salud mental probablemente por el estigma prevalente, aunque se han implementado estrategias para apoyar a los pacientes con alfabetización en salud deficiente, como las preguntas de detección dirigidas, que permiten calificar la confianza y la dificultad para comprender la información de salud¹⁵.

En el cáncer se ha medido la alfabetización en salud de los cuidadores para determinar su habilidad para comprender la información médica. Se cita el ejemplo de Australia, donde con un instrumento de 10 dominios denominado *Health Literacy of Caregivers Scale-Cancer* (HLCS-C) se midieron la búsqueda, la obtención, la comprensión, el procesamiento y la utilización de información, apoyo social, comunicación con el paciente, autocuidado, comprensión de las elecciones del paciente, sistema de atención médica y compromiso¹⁶. Demostró

ser una escala con una buena validez estructural, convergente y discriminante, así como también un instrumento que puede apoyar en mejorar las relaciones entre cuidadores y profesionales sanitarios para la comprensión de la información en salud.

En cuidadores informales se han validado y utilizado también la *European Health Literacy Survey Questionnaire* (HLS-EU-Q47)¹⁷, (versiones de 16, 12 y 6 ítems), la escala de aptitud para utilizar la sanidad electrónica (eHeals), que es un instrumento para evaluar o medir en los ciudadanos la aptitud para utilizar la sanidad electrónica y fue desarrollada por Norman y Skinner¹⁸ en el año 2006, y su adaptación para ser utilizada en cuidadores informales (eHeals-Carers) con dos factores importantes que se investigan: búsqueda y evaluación de información¹⁹.

El cuestionario validado para evaluar la alfabetización en salud mental MHLQ (*Mental Health Literacy Questionnaire*) considera cuatro dimensiones: 1) el conocimiento que la persona tiene con relación a los problemas de salud mental, 2) los estigmas o estereotipos, 3) la capacidad de solicitar apoyo o ayuda especializada, y 4) las estrategias de ayuda²⁰.

En 2019, en Minnesota, se evaluaron los factores asociados con la alfabetización en salud mental utilizando la *Mental Health Literacy Scale* y el «Modelo de comportamiento de salud de Andersen», y se encontró que el nivel de alfabetización en salud mental no se relaciona con el nivel de salud general en el momento de realizar la investigación, sugiriendo que se requiere una evaluación multidimensional para definir las estrategias de intervención²¹.

Aunque el estudio de la alfabetización es un área relativamente poco explorada en el cáncer, se ha demostrado que cuanto menor es el grado de alfabetización mayor es el riesgo de que se presenten complicaciones, mayor es la tasa de reingresos hospitalarios y mayores son los costos de atención²².

También se ha demostrado una correlación entre los niveles de alfabetización en salud y el uso de técnicas de autocuidado, conocimientos sobre la enfermedad específica, autoeficacia y adherencia al tratamiento en el cáncer. Poco se conoce sobre los factores que influyen en la capacidad de las personas para buscar información sanitaria utilizando fuentes digitales entre los sobrevivientes de cáncer para abordar diferentes problemas de salud (alfabetización en salud electrónica), aunque esta acción se considera un aspecto clave en la elección de comportamientos saludables. Los factores que se han considerado son la edad, el sexo, el lugar de residencia, el nivel educativo, el comportamiento de

búsqueda de información y el apoyo social. Los factores influyentes se clasifican en factores predisponentes, factores facilitadores y factores de necesidad, utilizando el modelo conductual de uso de los servicios de salud²³.

En los estudios realizados en pacientes sometidos a trasplante de progenitores hematopoyéticos con inclusión de sus cuidadores no se ha identificado una relación entre la alfabetización en salud y los resultados clínicos; sin embargo, se recomiendan las intervenciones en alfabetización en salud, sobre todo en las complicaciones a corto plazo, como la enfermedad del injerto contra el huésped y la mortalidad asociada, cuyo objetivo debe ser mejorar la usabilidad de la información de salud. También se sugiere incrementar el uso de la técnica de enseñar de nuevo o mostrar para confirmar que los pacientes comprenden la información de salud proporcionada²⁴.

Es importante mencionar que el resultado de medir la alfabetización en salud es la guía para que, mediante un modelo teórico, se diseñen políticas aplicables a la atención de las personas en el sistema de salud⁷.

Modelos teóricos de alfabetización en salud

Los modelos de alfabetización en salud basados en la evidencia que incluyen en su diseño el contexto sociocultural del paciente apoyan a las familias en la divulgación, la comunicación y la toma de decisiones relacionadas con el bienestar del paciente²⁵. También fundamentan la utilidad de usar estrategias de afrontamiento y autocuidado en el bienestar, y sirven de guía para el desarrollo y la implementación de intervenciones. El modelo transaccional del estrés y el afrontamiento de Lazarus y Folkman²⁶, en 1984, evalúa la forma en que las personas perciben y dan respuesta a los factores estresantes, considerando los recursos de que dispone quien está pasando por una situación de estrés y que le permiten afrontar la situación. En este modelo, la alfabetización en salud actúa como un recurso cognitivo y social en el mecanismo de afrontamiento, y describen dos tipos: el centrado en el problema y el centrado en la emoción. Utilizando este modelo, el profesional de la salud puede planificar el empoderamiento del cuidador ayudándole a enfrentar los desafíos visualizándolos como metas a alcanzar paso a paso, le faculta en el proceso de autogestión de su salud y predice la alfabetización exitosa en enfermedades crónicas, por lo que la capacidad de

autogestión de la salud del cuidador es un indicador de alfabetización²⁷.

Otro modelo conceptual incorpora los siguientes elementos constitutivos de la alfabetización en salud: encontrar, comprender, evaluar y usar información dirigida a los cuidadores de pacientes con cáncer. Considera un constructo multidimensional con elementos interpersonales e individuales que reciben la influencia del sistema de salud y de la comunidad. La aplicación de este modelo facilita el desarrollo de estrategias, mediciones y evaluación de programas en cuidadores de pacientes con cáncer. Se han definido seis acciones en el modelo de alfabetización en salud para los cuidadores de personas con cáncer²⁸:

- Capacidad para acceder a la información: habilidad que el cuidador tiene para buscar, investigar y obtener información relacionada con la salud del paciente y la de él mismo, convirtiéndole de una figura pasiva a un sujeto activo en el proceso de atención del paciente; es decir, le faculta para ser un cuidador proactivo.
- Comprensión de la información: habilidad para entender los conocimientos y los términos técnicos utilizados en el tratamiento del paciente, así como también en la identificación de los signos y síntomas de los trastornos mentales más comunes asociados a la actividad de cuidar.
- Comunicación asertiva y empatía: habilidades que determinan la adecuada relación del cuidador con el receptor de la atención (el paciente).
- Empatía: habilidad para comprender y compartir los sentimientos con personal de salud especializado en el cuidado de la salud mental, y la relación con los proveedores de atención médica especializada.
- Gestión de los desafíos de la prestación de cuidados y sobrecarga mental: habilidad para identificar oportunamente los síntomas iniciales asociados a sobrecarga, como trastornos del sueño, ansiedad, depresión y ausencia o pérdida de acciones de autocuidado de la salud.
- Localización de sistemas de apoyo: habilidad del cuidador para lograr fuentes de apoyo financiero, social y psicológico.

El modelo transaccional de la comunicación ha servido de base para el abordaje de la alfabetización en salud digital (e-Salud), la cual incorpora el uso de tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de autocuidado y gestión emocional²⁹. Sostiene un efecto recíproco de los factores contextuales (orientados al usuario y orientados a la tarea) sobre la participación del paciente en el proceso de atención médica. El conjunto de habilidades

intrapersonales de la alfabetización en e-Salud resulta operativo a través del desarrollo de cuatro habilidades: 1) funcional (localizar y comprender), 2) comunicativa (intercambio), 3) crítica de la información (evaluar) y 4) traslacional (aplicación)³⁰.

Los modelos teóricos de la educación permiten incorporar las herramientas que promueven el bienestar emocional de las personas cuidadoras. Los resultados han demostrado un incremento en las habilidades del cuidador para comprender, intercambiar y evaluar información en salud, y aplicarla en su contexto de cuidado en relación con las necesidades específicas tanto de él como del paciente³¹. Así, en Malasia se diseñó y desarrolló un recurso en línea dirigido a cuidadores de pacientes pediátricos con cánceres hematológicos, específicamente leucemia y linfoma, que se denominó *e-Hematological Oncology Parents Education* (e-HOPE). El recurso complementario mejoró la accesibilidad a la información y apoyó el proceso de educación en salud individualizada dirigido a los padres cuidadores de niños con leucemia y linfoma para aprender a cuidar y apoyar a sus hijos en el tratamiento de su enfermedad³².

La psicoeducación, una herramienta terapéutica utilizada por profesionales de la salud mental, ha sido un elemento clave en las acciones de alfabetización en salud mental. Considerada como un proceso terapéutico, consiste en proveer información científica en relación con la naturaleza de las enfermedades mentales y su evolución, y capacitar en la detección y el manejo del estrés y la ansiedad³³. La herramienta PEPRR (psicoeducación, respiración y relajación) tiene como fundamento el modelo cognitivo conductual y ha sido aplicada tanto a pacientes receptores de trasplante de células madre como a sus cuidadores primarios, demostrando que después de su aplicación disminuyó el uso de servicios mentales porque mejoraron los niveles de estrés y ansiedad³⁴.

La educación en resolución de problemas es otra estrategia que se ha aplicado en cuidadores de pacientes que recibieron un trasplante alogénico de progenitores hematopoyéticos; la estrategia demostró su influencia en los cuidadores para aumentar su capacidad para ejecutar y organizar acciones y superar desafíos³⁵.

La educación proporcionada a través de las intervenciones y el apoyo psicosocial que incluya a la familia, que fomente una actitud positiva, que proporcione habilidades de afrontamiento y facilite el adecuado manejo de los síntomas, es la herramienta más efectiva para lograr una calidad de vida aceptable en el cuidador. Es sabido que el apoyo social resulta benéfico para la salud en momentos de adversidad³⁶.

Alfabetización mental y autocuidado de la salud

Como ya se ha mencionado, desempeñar la actividad de cuidar en procesos complejos y de larga duración, como es el trasplante de médula ósea, expone a las personas cuidadoras a niveles elevados de estrés psicológico, ansiedad moderada y depresión³⁷. Un factor que incide en el grado en que estos trastornos mentales afectan al cuidador es la autoeficacia, competencia considerada en la teoría cognitivo-social de Albert Bandura³⁸ como la confianza que la persona tiene en desarrollar las acciones necesarias para alcanzar las metas o resolver alguna situación desafiante. En el modelo integral de alfabetización en salud, la autoeficacia en la gestión de desafíos es un atributo clave para la prestación de servicios de salud y es el motor para el autocuidado del cuidador, al ser capaz de elegir las acciones necesarias para su bienestar y entender los derechos de cuidar²⁸.

Para fomentar el autocuidado se han desarrollado programas educativos, algunos en modalidad autodirigida estandarizada al paquete de educación estándar, con la ventaja de vincular los principios de autodeterminación y autogestión en el programa de educación. También se han utilizado las tecnologías basadas en e-Salud como medio educativo³⁹.

Acciones de alfabetización en salud mental en cuidadores de receptores de trasplante de progenitores hematopoyéticos

Se distinguen cuatro intervenciones de apoyo a cuidadores de receptores de trasplante de progenitores hematopoyéticos que consideran acciones de información y salud mental: CSNAT-I (*Carer Support Needs Assessment Tool Intervention*)⁴⁰, PATH-C (*Positive Affect in the Transplantation of Hematopoietic Stem Cells*)⁴¹, CARE (Conectar, Relajarse Activamente y hacer Ejercicio)⁴² y *Roadmap mHealth app*⁴³, una aplicación digital psicosocial dirigida a la mejora de la calidad de vida relacionada con la salud. Estas intervenciones han demostrado utilidad en la salud de las personas cuidadoras.

Conclusiones y recomendaciones

Actualmente continúa siendo una necesidad el desarrollo de instrumentos para evaluar la alfabetización específica en enfermedades, para los cuidadores en cada enfermedad y contexto cultural, socioeconómico y educativo.

La relación entre el nivel de alfabetización en salud y la carga de los cuidadores requiere estudios para determinar cómo la alfabetización en salud afecta la carga de los cuidadores.

Se recomienda incluir la e-Salud en la planeación curricular de las intervenciones en salud dirigidas a los cuidadores con niveles de alfabetización bajos.

Las intervenciones psicosociales como herramientas para promover cambios de comportamiento guardan una relación interdependiente con las acciones de alfabetización en salud mental que promueven la identificación de problemas.

Las necesidades de los cuidadores deben ser evaluadas repetitivamente, dada la naturaleza cambiante y dinámica del proceso de enfermedad, para preservar la salud psicológica del cuidador con la aplicación de intervenciones que desarrollan las habilidades adecuadas de alfabetización.

Se requiere en el cuidador ir más allá de su capacidad de leer y comprender textos, resaltando la capacidad de actuar también en el mantenimiento de su salud mental.

Es fundamental reconocer la alfabetización en salud mental como un pilar del cuidado integral que empodera a los cuidadores de pacientes receptores de trasplante de progenitores hematopoyéticos.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

J. Loría-Castellanos es miembro del comité editorial de la revista *Anales Médicos*. Los demás autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales, historias clínicas ni muestras biológicas humanas, por lo que no requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Wagle NS, Nogueira L, Devasia TP, Mariotto AB, Yabroff KR, Islami F, et al. Cancer treatment and survivorship statistics, 2025. *CA Cancer J Clin*. 2025;75:308-40.
2. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Encuesta Nacional para el Sistema de Cuidados. INEGI; 2022. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/enasic/2022/>
3. Oliva-Ramírez C. Alfabetización en salud en pacientes oncológicos. [Trabajo de fin de Máster.] Universidad de La Laguna; 2021. (Consultado el 08-06-2026.) Disponible en: <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/25222>.
4. Molassiotis A, Wang M. Understanding and supporting informal cancer caregivers. *Curr Treat Options Oncol*. 2022;23:494-513.
5. Yang X, Zeng Q, Tan S, Zhou H, Qiu X, Yan J. Psychosocial situation, burden, and unmet needs among informal caregivers prior to hematopoietic stem cell transplantation: a systematic review of quantitative and qualitative data. *Support Care Cancer*. 2025;33:119.
6. Zwar L, Hajek A. It's all about the attitude: findings on internalized caregiver stigma and mental health of informal caregivers. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. 2025;80:gbaf111.
7. Sánchez-Sanabria LA, Pérez-Ramírez JE, Villavicencio-Caparó E. Alfabetización en salud en América Latina: una revisión de las intervenciones en atención primaria. *Tesla Revista Científica*. 2025;5:e477.
8. World Health Organization. Health promotion glossary of terms 2021 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021. Disponible en: <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/96da8799-4938-4d66-b171-04770ed4b243/content>
9. Urstad KH, Andersen MH, Larsen MH, Borge CR, Helseth S, Wahl AK. Definitions and measurement of health literacy in health and medicine research: a systematic review. *BMJ Open*. 2022;12:e056294.
10. Jorm AF, Korten AE, Jacomb PA, Christensen H, Rodgers B, Pollitt P. "Mental health literacy": a survey of the public's ability to recognise mental disorders and their beliefs about the effectiveness of treatment. *Med J Aust*. 1997;166(4):182-6.
11. Nutbeam D, Lloyd JE. Understanding and responding to health literacy as a social determinant of health. *Annu Rev Public Health*. 2021;42(1):159-73.
12. Soria-Martínez M, Navarro-Pérez CF, Pérez-Ardanaz B, Martí-García C. Conceptual framework of mental health literacy: results from a scoping review and a Delphi survey. *Int J Ment Health Nurs*. 2024;33:281-96.
13. Zeng S, Bailey R, Peng S, Chen X. Defining mental health literacy: a systematic literature review and educational inspiration. *J Public Ment Health*. 2024;23:189-204.
14. Zabaleta-González R, Lezcano-Barbero F, Perea-Bartolomé MV. Alfabetización en salud mental: revisión sistemática de la literatura. *Psykhé (Santiago)*. 2022;32.
15. Koay K, Schofield P, Jefford M. Importance of health literacy in oncology. *Asia Pac J Clin Oncol*. 2012;8:14-23.
16. Wittenberg E, Goldsmith JV, Kerr AM. Variation in health literacy among family caregiver communication types. *Psychooncology*. 2019;28:2181-7.
17. Sørensen K, Van den Broucke S, Fullam J, Doyle G, Pelikan J, Slonska Z, et al. Health literacy and public health: a systematic review and integration of definitions and models. *BMC Public Health*. 2012;12:80.
18. Norman CD, Skinner HA. eHealth literacy: Essential skills for consumer health in a networked world. *J Med Internet Res*. 2006;8(2):e9.
19. Efthymiou A, Papastavrou E. Informal caregivers and health literacy. En: *Informal caregivers: from hidden heroes to integral part of care*. Cham: Springer; 2023. p. 97-110.
20. Campos L, Dias P, Costa M, Rabin L, Miles R, Lestari S, et al. Mental Health Literacy Questionnaire-Short Version for Adults (MHLQ-SV): validation study in China, India, Indonesia, Portugal, Thailand, and the United States. *BMC Psychiatry*. 2022;22:713.
21. Lee HY, Hwang J, Ball JG, Lee J, Albright DL. Is health literacy associated with mental health literacy? Findings from Mental Health Literacy Scale. *Perspect Psychiatr Care*. 2020;56:393-400.
22. Papadakis JK, Hasan SM, Barnsley J, Berta W, Fazelzad R, Papadakis CJ, et al. Health literacy and cancer self-management behaviors: a scoping review. *Cancer*. 2018;124:4202-10.
23. Zhang Y, Xu P, Sun Q, Baral S, Xi L, Wang D. Factors influencing the e-health literacy in cancer patients: a systematic review. *J Cancer Surviv*. 2023;17:425-40.
24. Bezler NS, Ilowite M, London WB, Pei-Chi K, Joffe S, Mack JW. Health literacy and clinical outcomes following hematopoietic stem-cell transplantation. *JCO Oncol Pract*. 2022;18:e857-68.

25. Harding R, Salins N, Sharan K, Ekstrand ML. Health literacy in communication, decision-making and outcomes among cancer patients, their families and clinicians in India: a multicentre cross-sectional qualitative study. *Psychooncology*. 2022;31:532-40.
26. Lazarus RS, Folkman S. *Stress, appraisal, and coping*. New York: Springer Publishing Company; 1984.
27. Ochoa-Domínguez CY, Miller KA, Banegas MP, Sabater-Minarim D, Chan RY. Psychological impact and coping strategies of Hispanic parents of children with cancer: a qualitative study. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20:5928.
28. Yuen EYN, Dodson S, Batterham RW, Knight T, Chirgwin J, Livingston PM. Development of a conceptual model of cancer caregiver health literacy. *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2016;25:294-306.
29. Kemp E, Trigg J, Beatty L, Christensen C, Dhillon HM, Maeder A, et al. Health literacy, digital health literacy and the implementation of digital health technologies in cancer care: the need for a strategic approach. *Health Promot J Austr*. 2021;32(S1):104-14.
30. Paige SR, Stellefson M, Krieger JL, Anderson-Lewis C, Cheong J, Stopka C. Proposing a transactional model of ehealth literacy: concept analysis. *J Med Internet Res*. 2018;20:e10175.
31. Ramírez-Perdomo CA, Valenzuela-Mazabel AM, Flórez-Torres IE. Aplicaciones móviles y web orientadas hacia el soporte del cuidador. *Index Enferm Digital*. 2024;e14819.
32. Tan CE, Admodisastro N, Lau SCD, Tan KA, Teh KH, Lee CC, et al. Development and user evaluation of an online caregiver education resource for Malaysian parents of children with leukemia or lymphoma. *Asia Pac J Oncol Nurs*. 2024;11:100363.
33. Kusi G, Atenafu EG, Boamah Mensah AB, Lee CT, Viswabandya A, Puts M, et al. The effectiveness of psychoeducational interventions on caregiver-oriented outcomes in caregivers of adult cancer patients: a systematic review and meta-analysis. *Psychooncology*. 2023;32:189-202.
34. Ouseph R, Croy C, Natvig C, Simoneau T, Laudenslager ML. Decreased mental health care utilization following a psychosocial intervention in caregivers of hematopoietic stem cell transplant patients. *Ment Illn*. 2014;6:9-13.
35. Bevans M, Wehrle L, Castro K, Prince P, Shelburne N, Soeken K, et al. A problem-solving education intervention in caregivers and patients during allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *J Health Psychol*. 2014;19:602-17.
36. Ryff CD. Positive psychology: looking back and looking forward. *Front Psychol*. 2022;13:870717.
37. Rosich-Soteras A, Ramos-Serrano C, Serrahima-Mackay A, Miralles CG, Moliner TS, Forcada NJ, et al. Anxiety and depression in patients receiving haematopoietic stem cell transplantation and their caregivers: a dyadic longitudinal study. *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2025;2025:5744882.
38. Rodríguez-Rey R, Cantero-García M. Albert Bandura: impacto en la educación de la teoría cognitiva social del aprendizaje. *Padres Maestros*. 2020;(384):72-6.
39. Schoemans HM, Finn L, Foster J, Roche-Green A, Bevans M, Kullberg S, et al. A conceptual framework and key research questions in educational needs of blood and marrow transplantation patients, caregivers, and families. *Biol Blood Marrow Transplant*. 2019;25:1416-23.
40. Kisch AM, Bergkvist K, Adalsteinsdóttir S, Wendt C, Alvariza A, Winterling J. A person-centred intervention remotely targeting family caregivers' support needs in the context of allogeneic hematopoietic stem cell transplantation—a feasibility study. *Support Care Cancer*. 2022;30:9039-47.
41. Amonoo HL, Guo M, Boardman AC, Acharya N, Daskalakis E, Deary EC, et al. A positive psychology intervention for caregivers of hematopoietic stem cell transplantation survivors (PATH-C): initial testing and single-arm pilot trial. *Transplant Cell Ther*. 2024;30:448.e1-14.
42. Jacobs JM, Traeger L, Freese M, Barata A, Newcomb R, Rabideau D, et al. BMT-CARE App: a randomized controlled trial of a psychosocial digital application for caregivers of patients undergoing hematopoietic stem-cell transplantation. *J Clin Oncol*. 2025;43:2265-75.
43. Fauer AJ, Hoodin F, Lalonde L, Erickson J, Runaas L, Churay T, et al. Impact of a health information technology tool addressing information needs of caregivers of adult and pediatric hematopoietic stem cell transplantation patients. *Support Care Cancer*. 2019;27:2103-12.

Termorregulación en el paciente quemado

Thermoregulation in the burned patient

Marco A. Garnica-Escamilla^{1*}, Francisca A. Flores-Sandoval², Julieta Garnica-Escamilla³, Jaqueline Morales-Nuño⁴, Victoria N. Cid-Vázquez⁵, Miguel Á. Rivera-Orna⁶ y Guadalupe Rocha-Rodríguez⁷

¹Departamento de Anestesia, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Secretaría de Salud; ²Servicio de Urgencias Médico Quirúrgicas, Hospital Regional General Ignacio Zaragoza, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE); ³Dirección, Centro de Salud T-III Carmen Serdán; ⁴División de Anestesiología, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, Secretaría de Salud, Ciudad de México; ⁵Servicio de Anestesiología, Hospital Alta Especialidad, ISSSTE Morelos, Emiliano Zapata, Mor.; ⁶Terapia Intensiva, Centro Nacional de Investigación y Atención de Quemados, Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra; ⁷Departamento de Radiología, Hospital Juárez de México. Secretaría de Salud, Ciudad de México. México

Resumen

La piel es el órgano más grande del cuerpo humano. Cumple funciones esenciales como barrera protectora que impide la pérdida de fluidos corporales, la entrada de microorganismos, radiación ultravioleta y la termorregulación. Esta última se define como la capacidad que tiene el organismo para regular la temperatura, mediante la activación de mecanismos centrales y periféricos que ayudan a mantener la homeostasis corporal y con ello las funciones vitales constantes. En el paciente quemado se ve afectada principalmente la termorregulación, como consecuencia del estado hipermetabólico y de la pérdida de integridad cutánea. La pérdida de calor ocurre por medio de cuatro mecanismos: radiación, conducción, convección y evaporación. La hipotermia constituye una de las principales complicaciones en estos pacientes, sobre todo en aquellos con superficies quemadas superiores al 20%, y se asocia con incremento en la mortalidad, debido a su relación con la tríada letal: acidosis, hipotermia y coagulopatía. Las principales consecuencias abarcan alteraciones hemodinámicas, metabólicas, inmunitarias y de la coagulación. El objetivo de este estudio es describir los mecanismos fisiopatológicos por los cuales se genera alteración de la termorregulación en el paciente quemado, así como sus consecuencias clínicas y las estrategias para prevenir la hipotermia.

Palabras clave: Termorregulación. Hipermetabolismo. Hipotermia.

Abstract

The skin is the largest organ of the human body and plays essential roles as a protective barrier against fluid loss, microbial invasion, ultraviolet radiation, and thermoregulation. Thermoregulation is defined as the body's ability to maintain temperature through central and peripheral mechanisms that preserve homeostasis. In burn patients, thermoregulation is significantly impaired, mainly due to hypermetabolism and loss of skin integrity. Heat loss occurs through four mechanisms: radiation, conduction, convection, and evaporation. Hypothermia is one of the main complications, particularly in patients with burns involving more than 20% of total body surface area, and is associated with increased mortality due to its relationship with the lethal triad: acidosis, hypothermia, and coagulopathy. The consequences include hemodynamic, metabolic, immunological, and coagulation alterations. The aim of this study is to describe the pathophysiological mechanisms involved in thermoregulation impairment in burn patients, as well as its clinical consequences and preventive strategies.

Keywords: Thermoregulation. Hypermetabolism. Hypothermia.

*Correspondencia:

Marco A. Garnica-Escamilla

E-mail: teranestmarco@yahoo.com.mx

0185-3252 / © 2026 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permaner. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 23-06-2026

Fecha de aceptación: 03-08-2026

DOI: 10.24875/AMH.M26000173

Disponible en internet: 02-10-2026

An Med ABC. 2026;71(4):334-341

www.analesmedicosabc.com

Introducción

La quemadura es una lesión tisular causada por la transferencia aguda de energía (mecánica, térmica, eléctrica, química, radiación) que genera, de forma local, zonas de hiperemia, estasis, necroptosis, además de desencadenar una respuesta inflamatoria sistémica.

Las quemaduras constituyen un problema mundial de salud pública y provocan alrededor de 180,000 muertes al año, predominando en países de ingresos bajos y medios¹.

A pesar de todos los avances y las técnicas quirúrgicas, las lesiones por quemaduras continúan siendo un problema significativo, con una mortalidad y una morbilidad graves. En los países en vías de desarrollo, al afectar a la población joven y trabajadora, provoca graves pérdidas tanto médicas como laborales y económicas. Según los últimos datos de la Asociación Estadounidense de Quemaduras, en 2016 ocurrieron 486,000 casos de quemaduras en los EE.UU., y 3,275 de ellos resultaron en muerte². Se estima que el costo anual del tratamiento de estas quemaduras supera los mil millones de dólares estadounidenses, sin incluir los costos indirectos de discapacidad y rehabilitación.

En México cada año cerca de 13,000 personas sufren quemaduras; entre el 5 y 8% es población infantil, en el año 2011 el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica reportó que las quemaduras, a escala nacional, ocuparon el lugar 17 de frecuencia de nuevos casos de enfermedad, ya que hubo 129,779 pacientes con quemaduras, lo que generó una incidencia nacional general de 118.82 (113.25 en mujeres y 124.61 en varones).

Dos grandes revisiones retrospectivas de registros de trauma en EE.UU. han mostrado una asociación entre la hipotermia y la mortalidad en pacientes quemados. Estos estudios sugieren una serie de factores asociados con el desarrollo de la hipotermia, estos incluyen el tamaño de la quemadura, el tiempo de la lesión, la asociación con politraumatismos, una puntuación de coma de Glasgow inferior a 8 y una edad superior a 60 años².

La piel y sus funciones

La piel es el órgano más grande del cuerpo humano, cubre una superficie de 2 m² aproximadamente y tiene un peso de 4-5 kg, que corresponde al 6% del peso corporal total.

Sus funciones principales son:

- Impedir la pérdida de fluidos corporales.
- Evitar la entrada de microorganismos.
- Termorregulación.
- Protección de los rayos ultravioleta.

Las quemaduras pueden alterar todas estas funciones, llegando a comprometer la supervivencia del paciente.

La pérdida de una zona extensa de piel afecta la capacidad de mantener la termorregulación, por lo que la hipotermia es uno de los problemas en el manejo del paciente quemado que se presenta en aquellos con superficie corporal quemada superior al 20% y que origina incremento de la mortalidad.

La epidermis es un epitelio plano estratificado y queratinizado, con un espesor variable desde 0.1 hasta 2 mm dependiendo del sitio anatómico. Se compone de cuatro capas: córnea, granular, de células espinosas y basal. La epidermis está constituida por queratinocitos en un 80%, melanocitos 10%, células de Langerhans y células de Merkel.

La dermis da resistencia y elasticidad a la piel, así como soporte y alimento a la epidermis, con un grosor de 5 mm, formada por tejido conectivo fibroelástico. Se divide en dos capas: capilar y reticular.

La hipodermis está formada por tejido conectivo laxo, sus fibras se unen a las de la dermis, fijando la piel a fascia, periostio o pericondrio; su grosor depende del sitio anatómico, el peso, sexo o edad. Está formada por tejido adiposo, el cual sirve de almacén de energía, aislante térmico y protector mecánico².

Los pacientes quemados desarrollan hipotermia por diferentes causas, entre las cuales se incluyen:

- Hipotermia generada en lugar de la lesión: dependerá del tipo de quemadura, la superficie corporal quemada y el tiempo en la atención médica inicial.
- Hipotermia por traslado al hospital: en la mayoría de los pacientes no se cumple con un adecuado protocolo de traslado, puesto que no se cuenta con dispositivos para mantener una adecuada temperatura dentro de las unidades, ya sean terrestres o aéreas. También influye la distancia de una unidad a otra, ya que entre mayor tiempo tarde, mayor pérdida de temperatura presentará el paciente.
- Hipotermia secundaria a reanimación con líquidos: la gran cantidad de líquidos utilizados durante la reanimación regularmente no se exponen a ningún sistema de calentamiento previo a la aplicación.
- Hipotermia secundaria a procedimientos quirúrgicos: el manejo ampliamente aceptado de las quemaduras

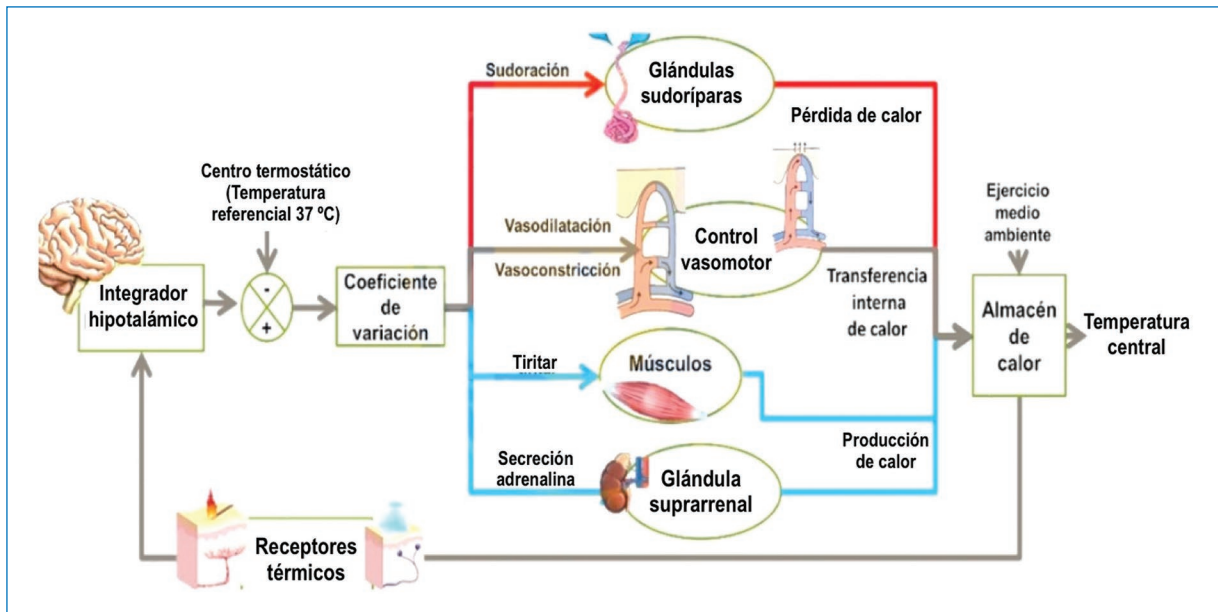


Figura 1. Proceso de regulación térmica. Capacidad para regular la temperatura mediante la activación de mecanismo central y periférico, regulado por el centro integrador, del centro regulador térmico en el hipotálamo; se activan fibras eferentes del sistema nervioso autónomo. En el hipotálamo anterior, cuando existe un aumento de la temperatura central se provoca la pérdida de calor mediante la vasodilatación y la sudoración. En el hipotálamo posterior, cuando existe una disminución de temperatura, existe secreción de adrenalina a nivel de la glándula suprarrenal, con la producción de calor, mediante actividades como ejercicio, y el medio ambiente como almacenador de calor.

es la escisión temprana y el autoinjerto, sin embargo el desbridamiento agresivo temprano expone a los pacientes a múltiples complicaciones durante el procedimiento quirúrgico.

- Hipotermia secundaria al uso de fármacos por alteraciones metabólicas: entre los cuales se encuentran los betabloqueadores, analgésicos que tienen propiedades como antipirético, antidepresivos tricíclicos, benzodiazepinas, vasodilatadores, opiáceos y anticolinérgicos.

Termorregulación

La termorregulación es la capacidad que tiene el organismo para regular la temperatura mediante la activación de mecanismos centrales y periféricos que ayudan a mantener la homeostasis corporal y con ello mantener las funciones vitales constantes. Este proceso está regulado inicialmente por el hipotálamo, ya que ahí se encuentra el centro regulador térmico, en donde se activan fibras eferentes del sistema nervioso autónomo cuando hay aumento de la temperatura central, provocando pérdida de calor³.

El proceso de regulación térmica implica una serie de reacciones que ajustan continuamente la cantidad

de calor que se produce en el organismo con la cantidad de calor que se pierde, en donde participan estructuras sensibles a cambios térmicos y se lleva a cabo en tres etapas (Fig.1):

- Detección térmica aferente: el hipotálamo recibe información de sensores de temperatura que se encuentran en el organismo; los receptores de calor se encuentran en vísceras abdominales y médula espinal, los cuales se activan cuando hay un aumento de temperatura en la sangre que los irriga, que va desde 32 hasta 40 °C. Existen dos grupos de termorreceptores: los periféricos, que se encuentran distribuidos en la piel y mucosas, los específicos para el frío reciben el nombre de terminaciones de Krause y los receptores de calor son las terminaciones de Ruffini (Fig. 2).
- Regulación central: el hipotálamo recibe la información en el centro de control térmico, se procesa la información y se lleva a cabo una respuesta para mantener la temperatura corporal de 37 °C con pequeñas variaciones de 0.5 °C. Existen dos centros hipotalámicos: uno anterior que se encarga de las respuestas de protección contra el calor, y otro

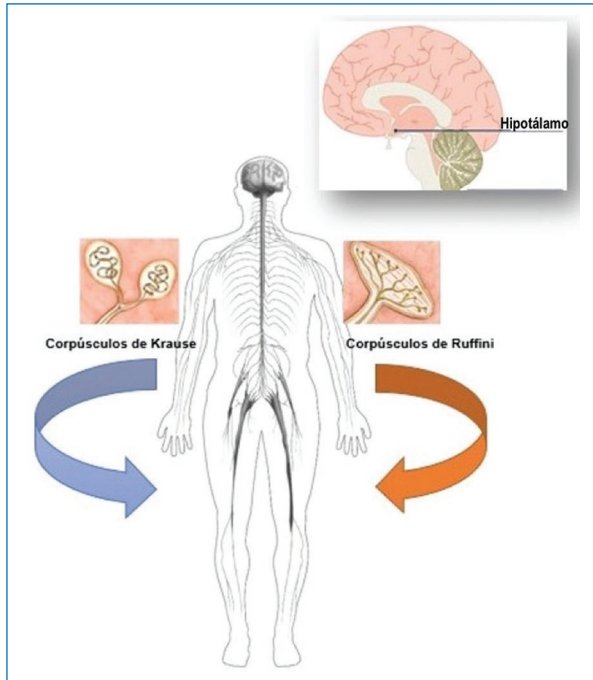


Figura 2. Termorreceptores. El hipotálamo recibe información mediante sensores de la temperatura existen a nivel periférico; distribuidos en piel y mucosas. Los sensores específicos para frío llamados corpúsculos de Krause y para el calor los corpúsculos de Ruffini.

localizado en hipotálamo posterior que está relacionado con la protección contra el enfriamiento (Fig. 3).

- Respuesta eferente: una vez que se recibe la información en el hipotálamo, este envía respuestas a diferentes puntos del organismo para mantener constante la temperatura del cuerpo, el cual se lleva a cabo mediante dos sistemas principalmente: vasodilatación y sudoración.

Regulación térmica en pacientes quemados

Después de una quemadura, se inicia un proceso de hipermetabolismo, que se caracteriza por aumento de la temperatura corporal, glucólisis, proteólisis y lipólisis, por lo que es importante mantener temperatura ambiental elevada, al menos en 33 °C, ya que esto reduce la respuesta hipermetabólica y el gasto energético en pacientes con quemaduras > 40% de SCTQ. Si no hay una adecuada temperatura ambiental hay un aumento en la tasa metabólica, teniendo como finalidad aumentar la pérdida de calor y agua. La pérdida de agua se calcula en un aproximado de 4,000 ml/m² de área quemada en 24 horas⁴.

Mecanismos de pérdida de calor

El cuerpo humano produce calor como resultado de los procesos metabólicos que se llevan a cabo, y lo debe perder en la misma cantidad, para lo cual existen cuatro mecanismos básicos (Fig. 4):

- Radiación: es el proceso en que más se pierde calor, aproximadamente en un 60%, y se lleva a cabo mediante transferencia térmica de la superficie de un cuerpo hacia otro, sin que se encuentre un medio físico entre ellos, solo se necesita que haya una diferencia de gradiente de temperatura entre dos cuerpos.
- Conducción: es cuando hay transferencia de calor entre el cuerpo y por contacto directo con algún medio como aire, ropa, agua, los cuales no deben estar en movimiento, se requiere de un gradiente de temperatura que determine el sentido en el cual se transfiera el calor.
- Convección: es la transferencia térmica entre un cuerpo y un fluido en movimiento. Como ejemplo se encuentra la pérdida de calor que ocurre durante la ventilación pulmonar, ya que se llevan a cabo una serie de movimientos del aire, que se desplaza a través de las mucosas.
- Evaporación: por este medio se pierde el 22% del calor corporal, por el gasto de energía consumida al transformar el agua que humedece la piel y las mucosas en vapor de agua. Cada gramo de agua que se evapora, absorbe 0.58 kcal y se da principalmente mediante la sudoración⁵.

Cambios fisiopatológicos en pacientes quemados

Una quemadura de forma inicial desencadena una respuesta inflamatoria sistémica, la cual será la causa primaria del hipermetabolismo, que se caracteriza por aumento de la temperatura corporal, glucólisis, proteólisis y lipólisis, por lo que de forma inicial se presentará un aumento de la temperatura superficial y central, posteriormente se lleva a cabo un agotamiento de las concentraciones plasmáticas de ATP. Por lo tanto habrá aumento del gasto cardíaco y aumento en el consumo de oxígeno, con la finalidad de incrementar la temperatura corporal⁵.

El paciente gran quemado precisa una temperatura corporal superior a 37-37.5 °C, alcanzando los 38.5 °C, mientras que la temperatura ambiental recomendada en las unidades de quemados se encuentra entre 28 y 33 °C.

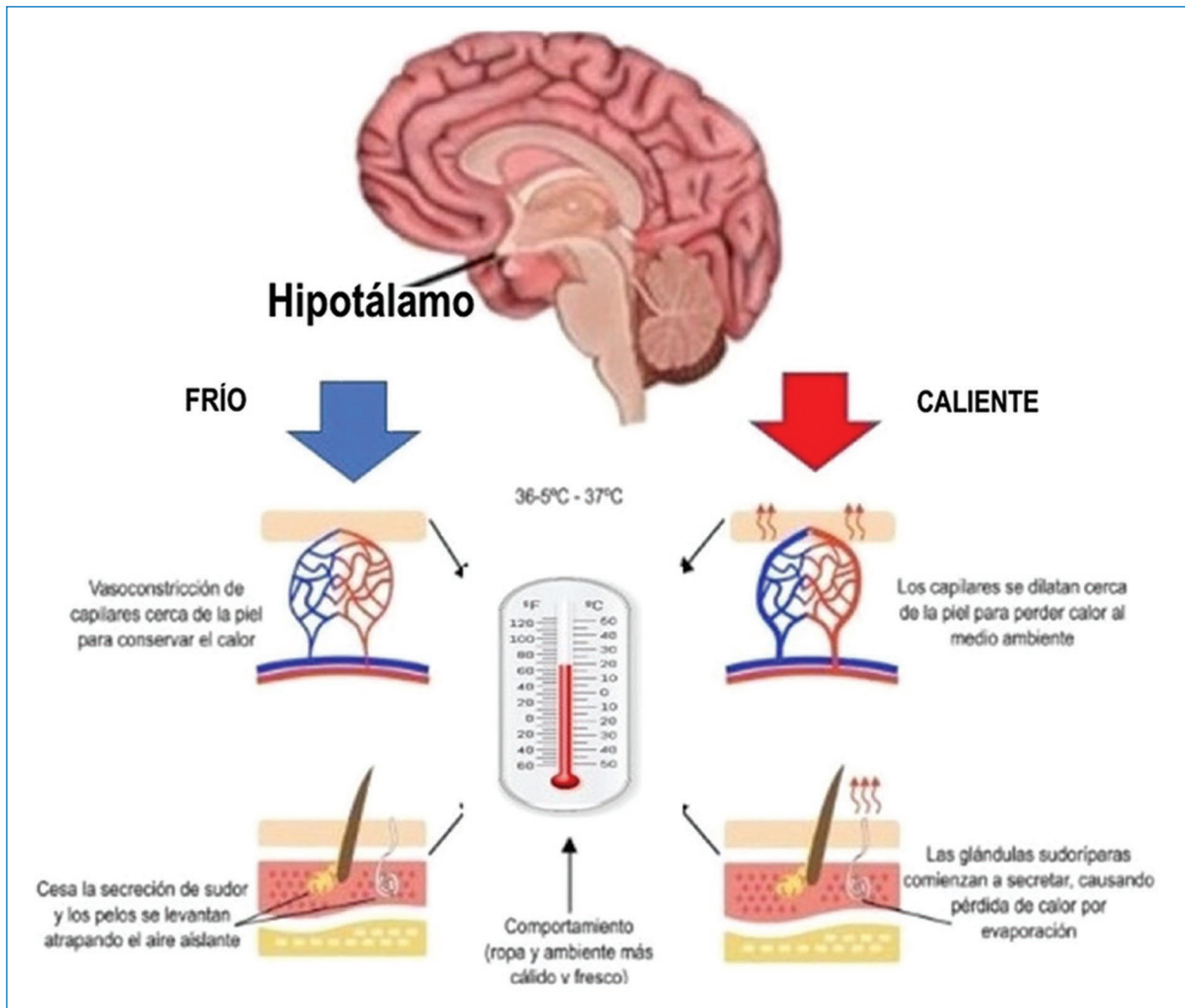


Figura 3. Regulación central. El hipotálamo es el centro de control térmico donde se procesa toda la información, para mantener una temperatura corporal de 37 °C, donde pueden existir variaciones de hasta 0.5 °C. El hipotálamo anterior se encargará de las respuestas contra el calor y el hipotálamo posterior de las respuestas contra el frío.

Hipotermia en el quemado

La hipotermia es uno de los principales problemas en el manejo del paciente quemado, sobre todo en pacientes con superficies quemadas superiores al 20%, en quienes como consecuencia se ve alterada la termorregulación continua. La termorregulación neutral ambiental es de 28.8 °C, sin embargo esto conlleva un mayor consumo de oxígeno y cuando se encuentra en estado de choque la producción de calor es insuficiente⁶.

La hipotermia está relacionada con incremento en la mortalidad en pacientes quemados, debido a su relación directa con la tríada letal: acidosis, hipotermia y coagulopatías (Fig. 5).

En los seres humanos la hipotermia se considera cuando se presenta una temperatura central por debajo de los 36.5 °C y se clasifica en:

- Hipotermia leve: temperaturas entre los 35 y 32 °C, se activan mecanismos cardiovasculares compensadores.
- Hipotermia moderada: temperatura entre 32 y 30 °C, se presentan alteraciones de la conducción cardíaca.
- Hipotermia grave: temperatura menor a 28 °C, se observan disritmias graves, que pueden condicionar asistolia y muerte.

Para los pacientes con lesiones térmicas esto se modifica y se clasifica de la siguiente manera:

- Hipotermia leve, de 36 a 34 °C.
- Hipotermia moderada, de 34 a 32 °C.
- Hipotermia grave, inferior a 32 °C.

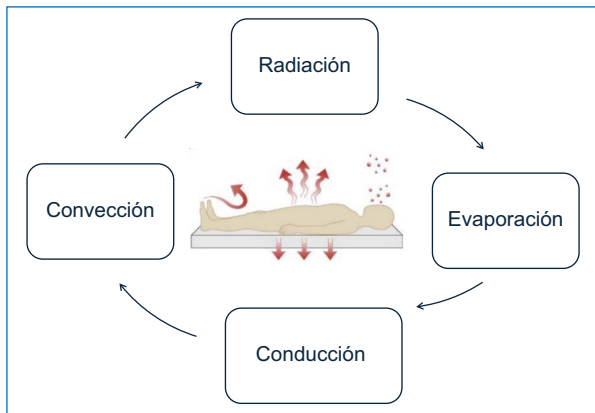


Figura 4. Mecanismos de pérdida de calor. Existen cuatro mecanismos: radiación, que se lleva a cabo mediante la transferencia térmica de la superficie de un cuerpo hacia otro; conducción, que es la transferencia de calor entre el cuerpo y contacto con algún otro objeto o medio ambiente; convección, que es la transferencia térmica entre un cuerpo y un fluido en movimiento, y evaporación, que es el gasto de energía consumida, transformada en agua, que se encuentra en piel y mucosas en vapor de agua.

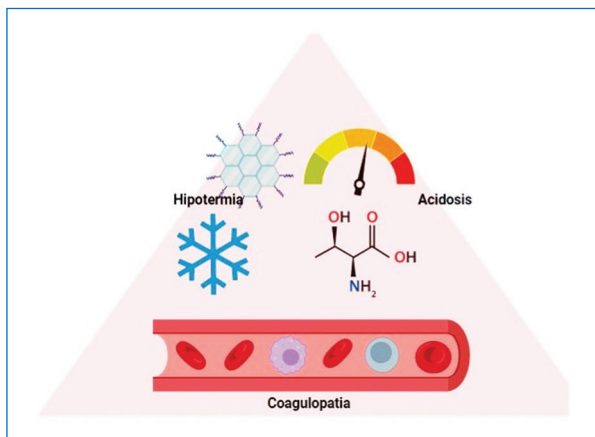


Figura 5. Tríada letal. Mediante tres mecanismos como la hipotermia, la acidosis metabólica y la coagulopatía, como consecuencia de los cambios metabólicos inducidos por el trauma.

CONSECUENCIAS DE LA HIPOTERMIA

La hipotermia afecta el sistema inmunitario, presenta alteraciones de la coagulación y de la función plaquetaria, arritmias, depresión respiratoria, reducción de la capacidad de respuesta del sistema nervioso central, alteraciones del estado ácido base, así como disminución en el proceso de cicatrización de las heridas, las cuales las podemos dividir de la siguiente manera:

– Hemodinámicas:

- Gasto cardíaco: disminuye entre un 25 y 40% por cada grado que disminuye la temperatura, se pierde el 7% del gasto cardíaco.
- Aumento de la presión venosa central.
- Aumento de las resistencias vasculares.
- Aumento de la tensión arterial ± 10 mmHg.
- Alteraciones del ritmo: bradicardia sinusal, cuando la temperatura llega a ser de 32.2°C habrá una disminución de 40-45 lpm, debido a una disminución en la repolarización diastólica del nodo sinusal.
- Alteraciones electrocardiográficas: PR prolongado, ensanchamiento del complejo QRS, alargamiento del segmento QT, presencia de ondas de Osborne, estos cambios de presentan regularmente con temperatura de 32°C y frecuencia cardíaca de 40 lpm.
- Disminución del aclaramiento de la hormona anti-diurética, por lo que se presenta aumento de la diuresis, a lo cual llamamos diuresis fría, siendo la principal consecuencia la hipovolemia, lo cual desencadena alteraciones hidroelectrolíticas y hemoconcentración.

– Alteraciones hidroelectrolíticas:

- Los niveles de potasio pueden disminuir durante las primeras horas en un paciente quemado, además pueden ser secundarias a lo que llamamos diuresis fría.

– Efectos metabólicos y en el intercambio gaseoso:

- Hiperglucemia: se asocia a desenlace adverso en pacientes críticos.
- Acidosis metabólica secundaria a incremento en la síntesis de glicerol, ácidos grasos libres, cuerpos cetónicos y lactato. Por cada grado que disminuye la temperatura el pH se incrementa 0.016 puntos.
- Disminución en la tasa metabólica: por cada grado que disminuye la temperatura hay reducción del consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono en un $\pm 8\%$.

– Alteraciones en la coagulación:

- Diátesis hemorrágica.
- Incremento en el tiempo de sangrado, secundario a efectos de la cuenta plaquetaria, cinética enzimática e inhibidores del activador del plasminógeno.
- Factores de coagulación: se afectan cuando la temperatura se encuentra por debajo de 33°C .

– Infección:

- Alteraciones inmunitarias e inhibición de los mecanismos de respuesta inflamatoria sistémica como las citocinas proinflamatorias.

- Supresión de la migración de leucocitos y fagocitos.
- La infección de heridas provoca vasoconstricción cutánea y disminuye la función leucocitaria.
- Depuración farmacológico:
 - Se presenta por reducción en la actividad de enzimas hepáticas, perfusión hepática y en la producción de bilis.
 - Disminución en la respuesta a vasopresores como la adrenalina y noradrenalina.
 - Aumento de la vida media de vasopresores⁷.

Medidas para evitar la pérdida de calor

Algunas medidas que se ocupan para mantener la temperatura corporal en el paciente quemado: uso de la lámpara térmica, sabanas reflectantes, calentadores de soluciones al momento de realizar la reanimación hídrica, y también se busca mantener temperatura de 38.8 °C en los quirófanos al momento de llevar a cabo los distintos procedimientos quirúrgicos.

De acuerdo con los mecanismos mediante los cuales hay pérdida de calor, algunas medidas que se pueden implementar son las siguientes:

- Conducción: trasladar al paciente de cualquier superficie fría y colocarlo sobre una superficie que esté más caliente y que lo proteja de la continua pérdida de calor. Esto puede ser durante el traslado de una unidad a otra, o cuando se realizan estudios de imagen que requieren movilizar al paciente dentro de la misma unidad hospitalaria.
- Convección: trasladar al paciente de cualquier atmósfera húmeda o con viento tan pronto como sea posible.
- Radiación: cubrir la mayor parte del paciente como sea posible para evitar la pérdida de calor hacia el entorno (Fig. 6).
- Evaporación: evitar la presencia de humedad o sudor, ya que llevan a la pérdida de calor corporal⁸.

Cuando fallan los métodos habituales para el control de la temperatura, podemos hacer uso de los sistemas complejos de gestión de la temperatura: los sistemas endovasculares; sin embargo, debemos considerar riesgos como la desregulación de la coagulación a la luz de la coagulación, que se encuentran alteradas en pacientes quemados y la anticoagulación (Fig. 7).

Otro método para el control de la temperatura es el uso de tubo intercambiador de calor esofágico, que regula y controla la temperatura del paciente y enfriamiento a través de un sistema cerrado que se inserta en el esófago. Presenta un calentamiento intraoperatorio a una velocidad de 0.07 °C/min, sin embargo los

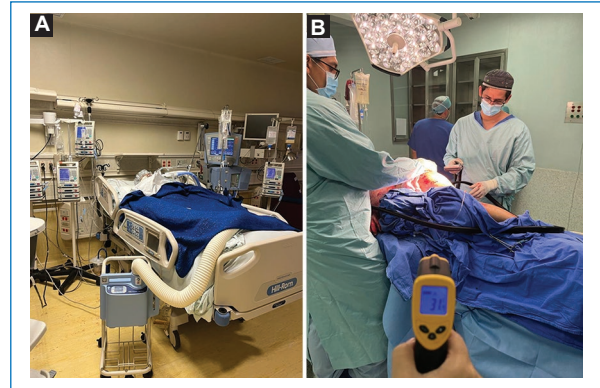


Figura 6. Mecanismos para mantener una temperatura óptima en una unidad de cuidados intensivos para pacientes quemados. **A:** uso de unidad de calentamiento por aire forzado, uso de gorra térmica y manta reflectante. **B:** uso de higómetro.



Figura 7. Uso de mediadores de temperatura en sala de quirófano.

procedimientos de calentamiento estándar conducen a una pérdida de calor intraoperatoria a una velocidad de 0.03 °C/min⁹.

Conclusiones

La termorregulación es un proceso que se ve afectado en el paciente quemado. Hay diferentes mecanismos que llevan a desarrollar hipotermia, mediante conducción, convección, radiación y evaporación. Es importante mantener una temperatura adecuada, por lo que existen diversas técnicas para evitar la pérdida de calor en estos pacientes, desde la manera en como trasladarlos, durante los procedimientos quirúrgicos y durante su estancia en hospitalización, esto con la finalidad de evitar complicaciones hemodinámicas, infecciones o alteraciones de la coagulación.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales, historias clínicas ni muestras biológicas humanas, por lo que no requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Organización Mundial de la Salud. Quemaduras [Internet]. Organización Mundial de la Salud; 2018. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/burns>
2. Merino Pérez J, Noriega Borge MJ. Fisiología general. La piel: estructura y funciones. Fisiología General, Tema 11, Bloque II. Santander: OpenCourseWare de la Universidad de Cantabria; 2011. p. 1-11. Disponible en: <https://ocw.unican.es/course/view.php?id=44>
3. Picon-Jaimes YA, Orozco-Chinome JE, Molina-Franky J, Franky-Rojas MP. Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: fiebre, hipertermia e hipotermia. MedUNAB. 2020;23(1):118-30.
4. Alcocer C. La fisiología de la termorregulación. Rev Fac Med (Méx) [Internet]. 1968;11(11). Disponible en: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/rfm/article/view/73137>
5. Kurz A. Physiology of thermoregulation. Best Pract Res Clin Anaesthesiol. 2008;22(4):627-44. doi: 10.1016/j.bpa.2008.06.004
6. Alonso-Fernández JM, Lorente-González P, Pérez-Munguía A, Cartón-Manrique AM, Peñas-Raigoso MC, Martín-Ferreira T. Análisis de la hipotermia durante la fase aguda del paciente gran quemado. Enferm Intensiva. 2020;31(3):120-30. doi: 10.1016/j.enfi.2019.03.006
7. Wilmore DW, Mason AD Jr, Johnson DW, Pruitt BA Jr. Effect of ambient temperature on heat production and heat loss in burned patients. J Appl Physiol. 1975;38(4):593-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1141088>
8. Nielson CB, Duethman NC, Howard JM, Moncure M, Wood JG. Burns: pathophysiology of systemic complications and current management. J Burn Care Res. 2017;38(1):e469-e481. doi: 10.1097/BCR.0000000000000355
9. Fuller F, Wendel-Garcia PD, Pfister P, Schuepbach R, Hofmaenner DA, David S, et al. Perioperative targeted temperature management of severely burned patients by means of an oesophageal temperature probe. Burns. 2022;48(8):1878-86. doi: 10.1016/j.burns.2022.03.015