Depósito legal DC2020001347 ISSN 2739-0012

GACETA MEDICA
DE CARACAS

Fundada el 13 de marzo de 1893

por el

DR. LUIS RAZETTI

Órgano de la Academia Nacional de Medicina
y del Congreso Venezolano de Ciencias Médicas

VOLUMEN 134 - Nº 2

Abril - Junio 2026

Caracas - Venezuela

Indizada en
AMELYCA, AURA, BASE, BASE DE DATOS PERIODICA, BIBLAT, BIREME, CABELLS SCHOLARLY ANALYTICS, CROSS REF, DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNAL(DOAJ), Elsevier Scopus, EuroPub, GOOGLE ANALYTICS, GOOGLE SCHOLAR, Latindex, LILACS, MIAR, ORCID, PUBLONS, PubMed, REDIB, Research Gate, REPOSITORIO SABER UCV, SCIELO, SCIMAGO, WEB OF SCIENCE, WORLDCAT

Gaceta Médica de Caracas

Órgano oficial de la Academia Nacional de Medicina
y del Congreso Venezolano de Ciencias Médicas
Fundada el 13 de marzo de 1893
por el

Dr. Luis Razetti

Primer número publicado el 15 de abril de 1893

Editor en Jefe
Dr. Enrique López-Loyo

Volumen **134 (2)** **Abril-junio 2026**

Í N D I C E

EDITORIAL

Algunas Líneas Maestras para la Reestructuración del Sistema de Salud de Venezuela 365
Enrique Santiago López-Loyo

CARTAS AL EDITOR

La luz fulgurante del humanismo en medicina 377
Israel Montesdeoca

ARTÍCULOS ORIGINALES

Determinantes biopsicosociales de los niveles de cortisol en pacientes con cáncer de cuello uterino: el papel de la espiritualidad, la ansiedad y la depresión durante el tratamiento con quimioterapia 384
Virgiawan Listanto, Mardiah Tahir, Syahrul Rauf, St. Nur Asni, Sharvianty Arifuddin, Rina Previana

Propiedades psicométricas de la escala breve trifactorial de divagación mental en estudiantes universitarios peruanos 391
Camila Anais Sarmiento Mamani, Gilber Chura-Quispe, Edwin Gustavo Estrada-Araoz, Glenda Rosario Vilca Coronado, Julio Verne Valencia Valencia, Ángel Deroncele-Acosta

Eficacia de un programa comunitario de rehabilitación cardíaca sobre la independencia funcional y la actividad física en pacientes con insuficiencia cardíaca: un estudio cuasiexperimental 404
Safruddin, Asri Asri, Andi Suswani, Muriyati Risman, Aszrul

Mejorando la inteligencia emocional y el bienestar psicológico: Evaluación de un programa de intervención híbrido basado en los modelos de Ryff y Salovey-Mayer 413
Diego Rivera-Porras, Astrid Rozo-Sánchez, Omar Rozo-Pérez, Daniel Cepeda-Pineda, Yulineth Gómez-Charris, Camilo A. Silvera, Sandra-Milena Carrillo-Sierra, Claudia-Carolina Cabrera-Gómez, Valmore Bermúdez

Causas de cancelación de cirugías programadas en una institución de salud regional, 2018-2019 429
Brayan Stevenn Domínguez, Martha Luz Socarras, Arleidys Patricia Herrera, Paola Andrea Díaz, Zulma María Manotas, Víctor Luis Díaz

Propiedades psicométricas de la Escala Hospitalaria de Ansiedad y Depresión en pacientes con enfermedad renal crónica de una región andina del Perú 437
Luis Orlando Silva Figueroa, Magaly Gonzales Aliaga, Ronald Miguel Linero-Racines, Johanna Moreno Villanueva, Andrés Julián Páramo Ricardo, Danitza Pucuhuayla Paucar, Andreé Salvatierra Baldeón.

Profilaxis antitrombótica y riesgo de sangrado en pacientes de cuidados intensivos 448
Kathelyn Esther Gaviria Bustamante, Miguel Pacheco Castro, Shadye Matar-Khalil, Fermina Clareth Vasquez Osorio

Ácidos grasos de cadena corta y factores de crecimiento (IGF-1, TGF-β1, leptina) en las heces de niños con retraso del crecimiento 455
Dewi Ratih Handayani, Nurpudji Astuti Taslim, Suryani As'ad, Hardinsyah Hardinsyah, Citrakesumasari, Aminuddin Aminuddin, Andi Alfian Zainuddin, Thalia Syalsabilla, Rizky Putra Raharja

Perfil sociodemográfico y clínico de pacientes con cromoblastomicosis en el municipio Torres, estado Lara, Venezuela 466
Raiza María Mujica Pérez

Segunda víctima y burnout tras eventos adversos en personal sanitario 476
Henri Emmanuel Lopez Gomez, Julia Marleni Martin Marcelo, Nataly Gabriela Solis Tapia

Caracterización del perfil clínico y nivel de conocimiento sobre autocuidado en pacientes con lupus eritematoso sistémico en una clínica de Barranquilla, Colombia 490
Judith Cristina Martínez-Royert, Karolay Paola Díaz Abdo, Luisa Fernanda Devia Araque, María Cristina Pájaro-Martínez, Crisle Tatiana Julio Corredor, Yuliana Yolith Vasques Martínez, Nicole Elizabeth Rocha Romero, Kateryn Yuneidys Dávila de la Hoz

Evaluación del impacto de una intervención optométrica en la calidad de vida relacionada con la visión en dos instituciones educativas del Distrito de Cartagena en el año 2023 498
Jorge Romero-Polo, Wesly Escobar-Vergara, Arturo Hernández-Sandoval, Jeidys Banquez-Mendoza, Carlos Alfonso-Rojas, Jaime Plazas-Román

Promoción de la convivencia saludable: intervención psicológica para el manejo de conflictos en adolescentes 508
Adriana Ximena Juárez-López, Gilber Chura-Quispe, Edwin Gustavo Estrada-Araoz, Edith Cristina Salamanca-Chura, Oscar Mamani-Aguilar

Curso temporal de la modulación del eje TLR_4/NF-κB y preservación de la matriz ósea mediante el bloqueo del receptor AT_1 en enfermedad periodontal experimental 518
María Gabriela Matos, Anita Israel, Lourdes Perdomo, Marco Álvarez, María del Rosario Garrido

Ciclo activo de la técnica respiratoria y la fisioterapia torácica sobre la eficacia de la limpieza de las vías respiratorias 527
Eppy Setiyowati, Siti Nurjanah, Chilyatis Zahroh, Mulyadi, Risti Puji Listari

REVISIONES

Papel de la microbiota en la progresión de la EPOC: Características moleculares y alternativa terapéutica 536
Carlos Silva Paredes, Guillency Briceño, Emily López, Daniel Rodríguez, Pablo Duran, Néstor Galban, Valmore Bermúdez

Calidad en el cumplimiento del proceso de esterilización a vapor en instituciones de salud: una revisión sistemática exploratoria 552
Angélica Roca Pérez, María Isabel Gina Cuello Orozco, Danna Reyes Olmos, José Agamez Arciniegas, Juan Ruiz Durán, Wendy Sidedor Varela, María José Ramírez Castillejo

Efectos de las intervenciones fisioterapéuticas en la recuperación neuronal funcional tras una lesión nerviosa periférica en modelos de roedores: una revisión sistemática 567
Dhanusia S, Prathap Suganthirababu, Kezia Jenny VM, Priyanka Bai, Yamini Umasankar, Suriya N, Priyadharshini Kumar, Vanitha Jayaraj

Herramientas de laboratorio para el diagnóstico de errores innatos de la inmunidad: Avances y desafíos 592
Soriuska J. Mayora Hernández

CASOS CLÍNICOS

Hemorragia subaracnoidea como forma inusual de presentación de trombosis venosa cerebral. Reporte de caso. 606
Jonathan Adrián Valladares-Vélez, Santiago Andrés Vintimilla-Pesántez, Juan Francisco Burgos-Aragón

Gangrena de Fournier como complicación de síndrome nefrótico idiopático en un niño 613
Eliéxer Urdaneta-Carruyo, Mayela Mora Sánchez, Carlos Marín Mata

Quemadura química en la cavidad bucal causada por contacto con la Carabela Portuguesa (*Physalia physalis*): un caso inusual 617
Andrés Acosta-Acuña, Ramón Pedraza-Parra, Jorge Pérez-Benavides, Jonathan Harris-Ricardo, Jaime Plazas-Román, Antonio Díaz-Caballero

Infarto espinal por compromiso de la arteria de Adamkiewicz: cuando pensar mal te lleva al diagnóstico correcto 624
Santiago Andrés Vintimilla-Pesántez, Fernando Patricio Villa Infante, Karla Elizabeth Escobar Bustamante, Estefani Franchesca Villa Orozco, Rita Teresa Mera Jarrín, Marco Alexander Vásquez Poveda, Luis Alfredo Masabanda Campaña, José Rodolfo Molina Melendres

Tuberculosis pulmonar en paciente con tratamiento antituberculoso con neumotórax espontáneo secundario: estudio de caso basado en el modelo de adaptación de Roy 632
I Made Kariasa, Eva Yulianti, Ratna Sitorus Sudarsono, Dennisa Faradita Aryani, I Gede Juanamasta

PERSPECTIVAS

Escepticemia: una condición deseable 644
Álvaro Bustos González

Funciones sigmoideas en medicina 649
Giuseppe Lanza-Tarricone

Desde la probeta y el diván: ¿Por qué el dilema del dolor también requiere la participación de la ciencia básica y de la psicología? 670
Víctor Tortorici, Catherine Feijoo, Gabriela Curiel, Daivery Pereira, Beatriz E. Brito

Disección virtual (digital): una herramienta complementaria en el aprendizaje de la osteología humana 681
Rafael Romero-Reverón

HISTORIA Y BIOGRAFÍAS

Dr. Víctor Raúl Soto (1882 – 1935) y la Caracas enferma 687
Geraldine Cristal Hernández Molina, Tomás González

VARIOS

La Gaceta Médica de Caracas hace... 100... 50... 25 años. 698
Enrique Santiago López-Loyo

Vida de la Academia, Resúmenes de los trabajos presentados y Notas Bibliográficas 704
Enrique Santiago López-Loyo

Gaceta Médica de Caracas

Official Journal of the National Academy of Medicine
and the Venezuelan Congress of Medical Sciences

Founded March 13, 1893

by

Dr. Luis Razetti

The first number was published on April 15, 1893.

Editor in Chief
Dr. Enrique López-Loyo

Volume 134 (2) April-June 2026

I N D E X

EDITORIAL

Some Guidelines for the Restructuring of the Venezuelan Health System 365
Enrique Santiago Lopez-Loyo

LETTERS TO THE EDITOR

The dazzling light of humanism in medicine 377
Israel Montesdeoca

ORIGINAL ARTICLES

Biopsychosocial determinants of cortisol levels in cervical cancer patients: the roles of spirituality, anxiety, and depression undergoing chemotherapy 384
Virgiawan Listanto, Mardiah Tahir, Syahrul Rauf, St. Nur Asni, Sharvianty Arifuddin, Rina Previana

Psychometric properties of the brief three-factor mind wandering scale in Peruvian university students 391
Camila Anais Sarmiento Mamani, Gilber Chura-Quispe, Edwin Gustavo Estrada-Araoz, Glenda Rosario Vilca Coronado, Julio Verne Valencia Valencia, Ángel Deroncele-Acosta

Effectiveness of a community-based cardiac rehabilitation program on functional independence and physical activity among patients with heart failure: a quasi-experimental study 404
Safruddin, Asri Asri, Andi Suswani, Muriyati Risman, Aszrul

Enhancing emotional intelligence and psychological well-being: assessing a blended Ryff's and salovey-mayer-based intervention program 413
Diego Rivera-Porras, Astrid Rozo-Sánchez, Omar Rozo-Pérez, Daniel Cepeda-Pineda, Yulineth Gómez-Charris, Camilo A. Silvera, Sandra-Milena Carrillo-Sierra, Claudia-Carolina Cabrera-Gómez, Valmore Bermúdez

Causes of cancellation of scheduled surgeries in a regional health institution, 2018–2019 429
Brayan Stevenn Domínguez, Martha Luz Socarras, Arleidys Patricia Herrera, Paola Andrea Díaz, Zulma María Manotas, Víctor Luis Díaz

Psychometric properties of the hospital anxiety and depression scale in patients with chronic kidney disease from an Andean region of Peru 437
Luis Orlando Silva Figueroa, Magaly Gonzales Aliaga, Ronald Miguel Linero-Racines, Johanna Moreno Villanueva, Andrés Julián Páramo Ricardo, Danitza Pucuhuayla Paucar, Andreé Salvatierra Baldeón.

Antithrombotic prophylaxis and bleeding risk in intensive care patients 448
Kathelyn Esther Gaviria Bustamante, Miguel Pacheco Castro, Shadye Matar-Khalil, Fermina Clareth Vasquez Osorio

Fecal Short-Chain Fatty Acids and Growth Factors (IGF-1, TGF-β1, Leptin) in Stunting Children 455
Dewi Ratih Handayani, Nurpudji Astuti Taslim, Suryani As'ad, Hardinsyah Hardinsyah, Citrakesumasari, Aminuddin Aminuddin, Andi Alfian Zainuddin, Thalia Syalsabilla, Rizky Putra Raharja

Sociodemographic and clinical profile in patients with chromoblastomycosis in the municipality of Torres, Lara state, Venezuela 466
Raiza María Mujica Pérez

Second victim and burnout after adverse events in healthcare personnel 476
Henri Emmanuel Lopez Gomez, Julia Marleni Martin Marcelo, Nataly Gabriela Solis Tapia

Characterization of the clinical profile and level of knowledge about self-care in patients with systemic lupus erythematosus at a clinic in Barranquilla, Colombia 490
Judith Cristina Martínez-Royert, Karolay Paola Díaz Abdo, Luisa Fernanda Devia Araque, María Cristina Pájaro-Martínez, Crisle Tatiana Julio Corredor, Yuliana Yolith Vasques Martínez, Nicole Elizabeth Rocha Romero, Kateryn Yuneidys Dávila de la Hoz

Evaluation of the impact of an optometric intervention on vision-related quality of life in two educational institutions in the Cartagena District in 2023 498
Jorge Romero-Polo, Wesly Escobar-Vergara, Arturo Hernández-Sandoval, Jeidys Banquez-Mendoza, Carlos Alfonso-Rojas, Jaime Plazas-Román

Promotion of healthy coexistence: psychological intervention for conflict management in adolescents 508
Adriana Ximena Juárez-López, Gilber Chura-Quispe, Edwin Gustavo Estrada-Araoz, Edith Cristina Salamanca-Chura, Oscar Mamani-Aguilar

Temporal course of the modulation of the TLR_4/NF-κB axis and bone matrix preservation by AT_1 receptor blockade in experimental periodontal disease 518
María Gabriela Matos, Anita Israel, Lourdes Perdomo, Marco Álvarez, María del Rosario Garrido

Active cycle of breathing technique and chest physiotherapy on the effectiveness of airway clearance 527
Eppy Setiyowati, Siti Nurjanah, Chilyatis Zahroh, Mulyadi, Risti Puji Listari

REVIEW ARTICLES

Role of microbiota in COPD progression: molecular characteristics and therapeutic alternatives 536
Carlos Silva Paredes, Guillency Briceño, Emily López, Daniel Rodríguez, Pablo Duran, Néstor Galban, Valmore Bermúdez

Quality of steam sterilization process compliance in healthcare institutions: An exploratory systematic review 552
Angélica Roca Pérez, María Isabel Gina Cuello Orozco, Danna Reyes Olmos, José Agamez Arciniegas, Juan Ruiz Durán, Wendy Sidedor Varela, María José Ramírez Castillejo

Effects of physiotherapy-based interventions on functional neural recovery following peripheral nerve injury in rodent models: A systematic review 567
Dhanusia S, Prathap Suganthirababu, Kezia Jenny VM, Priyanka Bai, Yamini Umasankar, Suriya N, Priyadharshini Kumar, Vanitha Jayaraj

Laboratory tools for the diagnosis of inborn errors of immunity: Advances and challenges 592
Soriuska J. Mayora Hernández

CLINICAL CASES

Subarachnoid hemorrhage as an unusual presentation of cerebral venous thrombosis. Case report. 606
Jonathan Adrián Valladares-Vélez, Santiago Andrés Vintimilla-Pesántez, Juan Francisco Burgos-Aragón

Fournier gangrene as a complication of idiopathic nephrotic syndrome in a child 613
Eliéxer Urdaneta-Carruyo, Mayela Mora Sánchez, Carlos Marín Mata

Chemical burn in the oral cavity caused by contact with a Portuguese Man-of-War (*Physalia physalis*): an unusual case report 617
Andrés Acosta-Acuña, Ramón Pedraza-Parra, Jorge Pérez-Benavides, Jonathan Harris-Ricardo, Jaime Plazas-Román, Antonio Díaz-Caballero

Spinal cord infarction due to Adamkiewicz artery involvement: when thinking the worst leads to the right diagnosis 624
Santiago Andrés Vintimilla-Pesántez, Fernando Patricio Villa Infante, Karla Elizabeth Escobar Bustamante, Estefani Franchesca Villa Orozco, Rita Teresa Mera Jarrín, Marco Alexander Vásquez Poveda, Luis Alfredo Masabanda Campaña, José Rodolfo Molina Melendres

Pulmonary tuberculosis patient on observed anti tuberculosis therapy (OAT) with secondary spontaneous pneumothorax: a case study using the Roy adaptation model 632
I Made Kariasa, Eva Yulianti, Ratna Sitorus Sudarsono, Dennisa Faradita Aryani, I Gede Juanamasta

PERSPECTIVES

Skepticism: a desirable condition 644
Álvaro Bustos González

Sigmoid functions in medicine 649
Giuseppe Lanza-Tarricone

From test tube to couch: why does the complexity of pain demand both basic science and psychology? 670
Víctor Tortorici, Catherine Feijoo, Gabriela Curiel, Daivery Pereira, Beatriz E. Brito

Virtual (digital) dissection: A complementary tool in the study of human osteology 681
Rafael Romero-Reverón

HISTORY AND BIOGRAPHIES

Dr. Víctor Raúl Soto (1882 – 1935) and the sick Caracas 687
Geraldine Cristal Hernández Molina, Tomás González

VARIOUS

The Gaceta Medica de Caracas 100, 50, 25 years ago. 698
Enrique Santiago Lopez-Loyo

Life of the Academy, Summary of the papers presented and the Bibliographic Notes 704
Enrique Santiago Lopez-Loyo

Academia Nacional de Medicina

Junta Directiva

2024-2026

Presidente:	Dr. Huníades Urbina-Medina
Vicepresidente:	Dr. Felipe Martín Piñate
Secretario:	Dr. Andrés Soyano López
Tesorero:	Dr. José Manuel De Abreu Do Monte
Bibliotecario:	Dra. Enriqueta Sileo

Individuos de Número

Sillón I: Dra. Aixa Müller de Soyano
Sillón II Dr. Miguel José Saade Aure
Sillón III Dr. Marco Sorgi Venturoni
Sillón IV: Dr. Rafael Muci Mendoza
Sillón V: Dr. José Manuel De Abreu Do Monte
Sillón VI: Dr. Saúl Krivoy
Sillón VII: Dr. Carlos Cabrera Lozada
Sillón VIII: Dr. Eduardo Morales Briceño
Sillón IX: Dr. Franco Calderaro Di Ruggiero
Sillón X: Dr. José Ramón Poleo
Sillón XI: Dr. Saúl Kizer Yorniski
Sillón XII: Dra. Enriqueta Sileo
Sillón XIII: Dr. José Francisco
Sillón XIV: Dr. Oscar Beaujón Rubín
Sillón XV: Dr. Víctor Ruesta
Sillón XVI: Dr. Harry Acquatella M
Sillón XVII: Dra. Isis Nézer de Landaeta
Sillón XVIII: Dr. José M Guevara Iribarren
Sillón XIX: Dra. Lilia Cruz de Montbrun
Sillón XX: Dr. Pedro Faneite Antique
Sillón XXI: Dra. Claudia Blandenier de Suárez
Sillón XXII: Dr. Huníades Urbina-Medina
Sillón XXIII: Dr. José A. O'Daly Carbonell
Sillón XXIV: Dr. Andrés Soyano López
Sillón XXV: Dr. Felipe Martín Piñate
Sillón XXVI: Dr. Claudio Aoün Soulie
Sillón XXVII: Vacante
Sillón XXVIII: Dr. Luis Ceballos García
Sillón XXIX: Dr. José Luis Cevallos González
Sillón XXX: Vacante
Sillón XXXI: Dr. Enrique López Loyo
Sillón XXXII: Dra. Ofelia Uzcátegui U.
Sillón XXXIII: Dra. Miriam Marcano Torres
Sillón XXXIV: Dr. Sergio Osorio Morales
Sillón XXXV: Dr. Israel Montes de Oca
Sillón XXXVI:Vacante
Sillón XXXVII: Dr. Juan Antonio Yabur Tarrazzi
Sillón XXXVIII: Dr. Rafael Apitz Castro
Sillón XXXIX: Dra. Doris Perdomo de Ponce
Sillón XL: Vacante

- Electos. Al hacer clic en el Sillón se accede al historial de Dres., que ocuparon previamente el Sillón pulsado. ** Al hacer clic sobre el nombre, la información del ocupante actual

Miembros Correspondientes Nacionales

Puesto 1. Dra. Eddy Verónica Mora (Carabobo)
Puesto 2. Dr José Alberto Briceño Polacre (Trujillo)
Puesto 3. Dr. Jorge García Tamayo (Zulia)
Puesto 4. Vacante
Puesto 5. Vacante
Puesto 6. Dr. Carlos Rojas Malpica (Carabobo)
Puesto 7. Dra. Laura C Vásquez de Ricciardi (Trujillo)
Puesto 8. Dr. Jesús Enrique González Alfonso (Caracas)
Puesto 9. Dr. Oswaldo Guerra Zagarzazu (Carabobo)
Puesto 10. Dr. Saúl Peña Arciniegas (Caracas)
Puesto 11. Dr. José Alejandro Corado Ramírez (Carabobo)
Puesto 12. Dra. Evelyn Figueroa de Sánchez (Carabobo)
Puesto 13. Dr. Alejandro Teppa (Caracas) *
Puesto 14. Dr. Rafael María Rosales Acero (Táchira)
Puesto 15. Dra. María Eugenia Landaeta (Caracas) *
Puesto 16. Dra. Carla Lozada (Carabobo)
Puesto 17. Dr. Wilmar de Jesús Briceño Rondón (Barinas)
Puesto 18. Dra. Emely Zoraida Karam Aguilar (Caracas)
Puesto 19. Dr. Jesús Eduardo Meza Benítez (Carabobo)
Puesto 20. Dr. Eliezer Briceño (Mérida)*
Puesto 21. Dr. Jesús Alfonso Osuna Ceballos (Mérida)
Puesto 22. Dr. Felipe de Jesús Díaz Araujo (Zulia)
Puesto 23. Dra. Nelly Petit de Molero (Zulia)
Puesto 24. Dra. Alba Cardozo (Caracas)
Puesto 25. Dr. Alberto Paniz-Mondolfi (Lara)
Puesto 26. Dr. César Blanco Rengel (Caracas)
Puesto 27. Dr. Raúl Díaz Castañeda (Valera)
Puesto 28. Dr. Mariano Álvarez Álvarez (Monagas)
Puesto 29. Vacante
Puesto 30. Dra. Marianella Herrera Cuenca (Caracas)
Puesto 31. Dr. Nelson Urdaneta (Caracas)
Puesto 32. Dr. Gastón Silva Cacavale (Caracas)
Puesto 33. Dr. Saturnino Fernández (Caracas) *
Puesto 34. Dra. Laddy Casanova de Escalona (Carabobo)
Puesto 35. Dr. José Ramón Guzmán (Zulia)
Puesto 36. Dra. Freda Hernández Alem de París (Zulia) *
Puesto 37. Dr. José T. Nuñez Troconis (Zulia)
Puesto 38. Vacante
Puesto 39. Dr. Marino José González Reyes (Caracas)
Puesto 40. Dr. Luzardo Canache Campos (Aragua)
Puesto 41. Vacante
Puesto 42. Dra. Susana Blanco Sobrino (Caracas)
Puesto 43. Vacante
Puesto 44. Dr. José Andrés Octavio Seijas (Caracas)
Puesto 45. Dr. Antonio De Santolo (Caracas)
Puesto 46. Dr. Aderito De Sousa (Caracas)
Puesto 47. Vacante
Puesto 48. Dra. Janice Fernández de D'Pool (Zulia)
Puesto 49. Dra. Rosa Cedeño de Rincón (Zulia)
Puesto 50. Dr. Raúl Fachin Viso (Carabobo)

*** Electos**

Miembros Correspondientes Extranjeros

1. Dr. Vladimir Hachinsky (Canadá)
2. Dr. Remigio Vela Navarrete (España)
3. Dr. Zoilo Cuellar Montoya (Colombia)
4. Dr. Alvaro Rodríguez González (Colombia)
5. Vacante
6. Dr. Igor Palacios (Estados Unidos)
7. Dr. Otto Gago (Estados Unidos)
8. Dr. Francisco López Muñoz (España)
9. Dr. Eduardo Pretell Zárate (Perú)
10. Dr. Harold Zur Hausen (Alemania)
11. Dr. Henry Lynch (Estados Unidos)
12. Dr. Vicente Gutiérrez Maxwell (Argentina)
13. Dr. J. Aurelio Usón Calvo (España)
14. Dr. José Augusto Da Silva Messias (Brasil)
15. Dr. Gianfranco Parati (Italia)
16. Dr. Juan del Rey Calero (España)
17. Dr. Jean Civatte (Francia)
18. Dra. Carmen Luisa García de Insausti (España)
19. Dr. Andrew V. Schally (Estados Unidos)
20. Dr. Terence J Ryan (Inglaterra)
21. Dr. Jean Pierre Delmont (Francia)
22. Vacante
23. Dr. Jörg G.D. Bikmayer (Austria)
24. Dr. John Uribe M. (Estados Unidos)
25. Dr. José Esparza (Estados Unidos)
26. Dr. Augusto Bonilla Barco (Ecuador)
27. Dr. Kenneth Kenyon (Estados Unidos)
28. Dr. Gabriel Carrasquilla (Colombia)
29. Dr. Janis V. Klavins (Estados Unidos)
30. Vacante

Invitados de Cortesía
(Dado su carácter todavía no son Académicos)

Dr. Arteaga Romero Rafael
Dr. Carvallo Pedro
Dr. Díaz Bolaños Jaime
Dr. Fernández S. Mariano
Dr. Gunczler Peter
Dr. Lobo David
Dra. Mondolfi Gudat María Eugenia
Dr. Orta Sibu Nelsón
Dr. Reyes Morales Omar
Dr. Rojas Loyola Germán
Dr. Romero Guarecuco Jesús
Dr. Sanabria Borjas Tomás José
Dr. Stegemann Herbert
Dra. Badell Madrid Elvia
Dra. De Abaffy Steffens Anna María
Dra. Durán Maritza
Dr. Guarapo Rodríguez Cutberto
Dra. Hernández Freda
Dr. Miranda Sigfrido
Dr. Pérez Dávila Vicente
Dr. Rísquez Alejandro
Dr. Rodríguez Jesús
Dr. Romero Reverón Rafael
Dr. Sánchez Daniel
Dr. Torres Joselit

Comité Editorial de la Gaceta Médica de Caracas (Editorial Board)

Editor en jefe (Editor in Chief)

Dr. Enrique Santiago López (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Editor Gerente (Senior Editor)

Dra. Anita Stern de Israel (Universidad Central de Venezuela, Venezuela)

Editores Honorarios (Honorary Editors in Chief)

Dr. Rafael Muci Mendoza (Neurooftalmólogo clínico. Individuo de Número IV, Academia Nacional de Medicina, Venezuela) Dra. Doris Perdomo de Ponce (Individuo de Número XXXIX, Academia Nacional de Medicina, México)

Editores Asociados (Associate Editors)

Dr. Harry Acquatella (Centro Médico de Caracas, Individuo de Número XVI, Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Dra. Lissé Chiquinquirá Angarita Dávila (Universidad Andrés Bello: Talcahuano, Concepción, Biobio, CL Chile)

Dr. Claudio Aoün (Individuo de Número XXVI, Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Dr. Gustavo Aroca (Universidad Simón Bolívar, Colombia)

Dr. Franco Calderaro di Ruggiero (Servicio Oncológico Hospitalario IVSS- Academia Nacional de Medicina, Clínica Razetti, Venezuela)

Dra. Lilia Cruz (Escuela de Medicina "José María Vargas", Universidad Central de Venezuela. Individuo de Número XIX, Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Dr. Jorge Escobedo (Academia Mexicana de Cirugía, México)

Dr. Mariano Fernández (Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela, Invitado de Cortesía de la Academia Nacional de Medicina de Venezuela., Venezuela)

Dr. José Francisco (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Dr. José María Guevara (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Dr. Saúl Kízer Yorniski (Individuo de Numero XI, Academia Nacional de Medicina, Venezuela. Presidente de la Comisión de Obstetricia y Ginecología)

Dr. Saúl Krivoy (Individuo de Número VI, Academia Nacional de Medicina, EE. UU)

Dr. Felipe Martín Piñate (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Dr. José Parra (Universidad de Guadalajara, México)

Dra. Diana Marcela Rojas (Universidad Andrés Bello: Talcahuano, Concepción, Biobio, CL, Chile)

Dr. Tomas Sanabria (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Dra. Enriqueta Sileo (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Dr. Gastón Silva (Academia Nacional de Medicina y Policlínica Metropolitana, Caracas, Venezuela

Dr. Marco Sorgi (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Dr. Andrés Soyano (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Dr. Huníades Urbina (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Dra. Ofelia Uzcátegui (Academia Nacional de Medicina Venezuela)

Dr. Juan Yabur (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Comité Editorial de la Gaceta Médica de Caracas (Editorial Board)

Editores Ejecutivos (Executive Guest Editors)

Dr. Luis Alcocer (Universidad Autónoma de México, México)
Dr. Ezequiel Bellorin Font (Universidad de Cleveland, EE. UU)
Dr. Raúl Carlini (Hospital Universitario, Caracas, Venezuela)
Dr. Guillermo Colmenares (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)
Dr. Manuel Guzmán Blanco (Centro Médico de Caracas, Venezuela)
Dr. Zafar Israili (Universidad de Emory, EE. UU)
Dra. Isis Nézer de Landaeta (Presidenta, Academia Nacional de Medicina, Venezuela)
Dra. Alicia Ponte Sucre (Instituto De Medicina-Universidad Central de Venezuela, Venezuela)
Dr. Heberto Suarez Roca (Duke University Medical Center, University of North Carolina, University of Zulia)
Dr. Herbert Stegeman (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)

Editores de Sección (Section Editors)

Dr. Oscar Aldrey (Instituto Médico, La Floresta, Venezuela)
Dr. Valmore Bermúdez (Universidad Simón Bolívar, Colombia)
Dra. Claudia Blandenier de Suárez (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)
Dr. Claudio Borghi (Universidad de Bologna, Italia)
Dr. Juan De Sanctis (Universidad de Olomouc, República Checa)
Dr. José Esparza (Academia Nacional de Medicina, EE.UU)
Dr. Luis Juncos (J Robert Cade Foundation, Argentina)
Dr. Carlos Ferrario (Universidad de Carolina del Norte, EE. UU)
Dr. Claudio Ferri (Università Degli Studi Dell'aquila, Italia)
Dr. Patricio López Jaramillo (Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB), Colombia)
Dr. Héctor Marcano (Hospital Universitario de Caracas, Venezuela)
Dr. Oscar Noya (Instituto de Medicina Tropical, UCV, Venezuela)
Dr. José Andrés Octavio (Hospital de Clínicas Caracas, Venezuela)
Dr. José A O'Daly (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)
Dr. Stefano Omboni (Italian Institute Of Telemedicine, Italia)
Dr. Gianfranco Parati (University Of Milano-Bicocca, Italia)
Dr. José Ramón Poleo (Academia Nacional de Medicina, Venezuela)
Dr. Bernardo Rodríguez Iturbe (Instituto Nacional Ignacio Chávez, México)
Dr. Félix Tapia (Instituto De Biomedicina-Universidad Central De Venezuela, Venezuela)

Editores Asistentes (Assistant Editors)

Dr. Henry Collet Camarillo (Clínica Ávila, Venezuela)
Dr. Freddy Contreras (Universidad Central de Venezuela, Venezuela)
Dr. Giuseppe Crippa (Unidad de Hipertensión Arterial Piacenza, Italia)
Dra. Maricarmen Chacín (Universidad Simón Bolívar, Colombia)
Dra. María Sofía Martínez Cruz (Universidad de Virginia, EE. UU)
Dra. Dolores Moreno (Universidad Central de Venezuela- Facultad de Medicina, Venezuela)
Dr. Alexis García (Instituto de Inmunología, Universidad Central de Venezuela, Venezuela)
Dra. Jenny Garmendia (Instituto de Biología Molecular- Universidad Central de Venezuela, Venezuela)
Dr. Edward Rojas (Universidad de Virginia, EE. UU)
Dr. Juan Salazar (La Universidad del Zulia, Venezuela)

COMISIONES DE LA ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA
2024-2026

Los miembros de las Comisiones son **árbitros de la Gaceta Médica de Caracas**

CREDENCIALES

Acquatella Monseratte Harry	hacquatella@gmail.com
Aoun Soulie Claudio	caouns@gmail.com
Beaujon Rubín Oscar	obr9773582mbb@gmail.com
López-Loyo Enrique Santiago	lopezloyoe@gmail.com
Muci-Mendoza Rafael	rafaelmuci@gmail.com
Nézer de Landaeta Isis	landaetanezer@yahoo.com
Perdomo de Ponce Doris	dorisdeponce21@gmail.com
Poleo José Ramón	jpoleo@gmail.com
Saade Aure Miguel	miguelsaade@yahoo.com

Presidente: Beaujon Rubín Oscar **Secretario:** Perdomo de Ponce Doris

.

1. COMISIÓN DE MEDICINA GENERAL Y ESPECIALIDADES MÉDICAS

Cevallos José Luis	cevalloj1@gmail.com
Durán Maritza	maritzamanueladaniela@gmail.com
Montes de Oca Israel	israelmontesdeoca18@gmail.com
Morales Briceño Eduardo	eduardomoralesb@gmail.com
Müller Aixa	asoyano@gmail.com
Poleo José Ramón	jpoleo@gmail.com
Rojas Malpica Carlos	carlucho2013@gmail.com
Rodríguez Casas José	rodriguezcasasjose@yahoo.com
Stegemann Herbert	hstegema@gmail.com |

Presidente: Poleo José Ramón **Secretario**: Morales Briceño Eduardo

2. COMISIÓN DE CIRUGÍA, ESPECIALIDADES QUIRÚRGICAS Y ANATOMÍAPATOLÓGICA

Aoün Soulie Claudio	caouns@gmail.com
Blanco Rengel César	cblanco1@hotmail.com
Blandenier de Suarez Claudia	bds.ca18@gmail.com
Calderaro Di Ruggiero Franco	francocalderarod@hotmail.com
Cardozo Alba	aeco6000@hotmail.com
De Abreu José Manuel	josemanueldeabreu@gmail.com
Díaz Bolaños Jaime	jaime.diazbolaos@gmail.com
Guarecuco Jesús Romero	jesus.jg5.jrg@gmail.com
Krivoy Saúl	alfabeta38@gmail.com
López-Loyo Enrique Santiago	lopezloyoe@gmail.com
Martín Piñate Felipe	felipemartinp@yahoo.es
Miranda Sigfrido	sigfrido.miranda@gmail.com
Mora Eddy Verónica	eddyveronica@gmail.com
O'Daly Carbonel José Antonio	jaocjesus@hotmail.com
Saade Aure Miguel	miguelsaade@yahoo.com
Sorgi Marco	marcosorgiv@gmail.com

Presidente: Calderaro Di Ruggiero Franco **Secretario:** Cardozo Alba

3. COMISIÓN DE PEDIATRÍA Y PUERICULTURA

Arteaga Romero Rafael	radar25@gmail.com
Badell Madrid Elvia	elvirenebadell@hotmail.com
Casanova Lady	lcasanova01@hotmail.com
Ceballos García Luis	luisceballosg@gmail.com
Francisco José Manuel	chenofra@gmail.com
García Tamayo Jorge	novapath@yahoo.com
Guevara Iribarren José	josemaguir@gmail.com
Hernández Freda	freda.hernández@gmail.com
Lobo David	davidloboker@gmail.com
Mondolfi María Eugenia	memondolfi@gmail.com
Orta Sibú Nelson	nelson.orta@gmail.com
Petit de Molero Nelly	nelcapetit61@gmail.com
Risquez Alejandro	risqueza@gmail.com
Rojas Loyola Germán	grojasloyola@gmail.com
Sileo Enriqueta	enriquetasileo6@gmail.com
Torres B Joselit	joselittorresb@gmail.com
Urbina-Medina Huníades	urbinamedina@gmail.com

Presidente: Rojas Loyola Germán **Secretario:** Badell Madrid Elvia

4. COMISIÓN DE OBSTETRICIA Y GINECOLOGÍA

Cabrera Lozada Carlos	carloscabreralozada@gmail.com
Calderaro Di Ruggiero Franco	francocalderarod@hotmail.com
Canache Campos Luzardo Antonio	lcanachec@gmail.com
Faneite Antique Pedro	faneitep@hotmail.com
Kizer Saúl	kizeres@gmail.com
Lozada Sánchez Carla Elizabeth	carlaelozada@gmail.com
Nuñez Troconis José	jtnunezt@gmail.com
Yabur Juan A.	jayabur@gmail.com

Presidente: Yabur Juan A. **Secretario**: Canache Campos Luzardo Antonio

5. COMISIÓN DE MEDICINA SOCIAL, SALUD PÚBLICA Y EDUCACIÓN MÉDICA

Esparza José	esparza5@live.com
Fernández Mariano	marianofernandez@ucv.ve
González Reyes Marino	marinogonzalez@gmail.com
Herrera Marianella	manyma@gmail.com
Lobo David	davidloboker@gmail.com
López-Loyo Enrique Santiago	lopezloyoe@gmail.com
Mandl Jorge	jorge_mandi@yahoo.com
Meneses José Francisco	chenofra@gmail.com
Morales Briceño Eduardo	eduardomoralesb@gmail.com
Peña Arciniegas Saul	saulpena09@gmail.com
Reyes Omar	oreyesmorales@gmail.com
Risquez Alejandro	risqueza@gmail.com
Sánchez Daniel	danielsanchez24@yahoo.com
Stegemann Herbert	hstegema@gmail.com
Yabur Juan Antonio	jayabur@gmail.com

Presidente: Peña Arciniegas Saul **Secretaria**: Herrera Marianella

6. COMISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS

Blanco Sobrino Susana	blancosobrino@gmail.com
Cevallos González José Luis	cevallosj1@gmail.com
De Abaffy Anna María	deabaffys@gmail.com
Montes de Oca Israel	israelmontesdeoca18@gmail.com
Rodríguez Ramírez Jesús	drjmrodriguezr@yahoo.es
Romero Reveron Rafael	rafa1636@yahoo.es

Presidente: Montes De Oca Israel **Secretario**: Cevallos González José Luis

7. COMISIÓN DE BIOÉTICA Y PRAXIS MÉDICA

Cabrera Lozada Carlos	carloscabreralozada@gmail.com
Díaz Araujo Felipe	felipediaz@doctor.com
Miranda Sigfrido	sigfrido.miranda@gmail.com
Nézer de Landaeta Isis	landaetanezer@yahoo.com
Rojas Loyola Germán	grojasloyola@gmail.com
Sileo Enriqueta	enriquetasileo6@gmail.com

Presidente: Nézer de Landaeta Isis **Secretario**: Cabrera Lozada Carlos

8. COMISIÓN DE CULTURA Y HUMANISMO

Canache Luzardo	Lcanachec@gmail.com
Casanova de Escalona Laddy	lcasanova01@gmail.com
Figueroa Evelyn	esfigueroa@hotmail.com
Insausti Carmen	caymed@gmail.com
López-Loyo Enrique Santiago	lopezloyoe@gmail.com
Lozada Carla	carlaelozada@gmail.com
Marcano Torres Miriam	mmarcanot@hotmail.es
Rojas Malpica Carlos	carlucho2013@gmail.com

Presidenta: Marcano Torres Miriam **Secretario:** Rojas Malpica Carlos

9. COMISIÓN DE PREMIOS Y BECAS

Cardozo Alba	aeco6000@hotmail.com
Cruz Lilia	lcr3118@gmail.com
Esparza José	jose.esparza5@live.com
Goihman Yahr Mauricio	mgoihmanyahr@yahoo.com
Krivoy Saúl	alfabeta38@gmail.com
Morales Briceño Eduardo	eduardomoralesb@gmail.com
Sorgi Marco	marcosorgiv@gmail.com

Presidente: Krivoy Saul **Secretario**: Morales Briceño Eduardo

10. COMISIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Beaujon Rubín Oscar	obr9773582mbb@gmail.com
Fernández Mariano	marianofernandez@ucv.ve
Martín Piñate Felipe	felipemartinp@yahoo.es
Mora Eddy Verónica	eddyveronica@gmail.com
Sorgi Marco	marcosorgiv@gmail.com
Perdomo de Ponce Doris	dorisdeponce21@gmail.com
Romero Reveron Rafael	rafa1636@yahoo.es

Presidente:. Sorgi Marco **Secretario**: Mora Verónica

11. COMISIÓN DE PATRIMONIO HISTÓRICO

De la Parte María Antonieta	mariantonia.delaparte@gmail.com
De Sousa Aderito	aderitodesousa@gmail.com
Insausti Carmen	caymed@gmail.com
López-Loyo Enrique Santiago	lopezloyoe@gmail.com
Marcano Torres Miriam	mmarcanot@hotmail.es
Rojas Malpica Carlos	carlucho2013@gmail.com
Romero G. Jesús	jesus.jg5.JRG@gmail.com

Presidente: De Sousa Aderito **Secretario**: Insausti Carmen

Normas para los autores de publicaciones en la **Gaceta Médica de Caracas**

1.- INTRODUCCIÓN

La revista Gaceta Médica de Caracas (GMC) es una publicación científica y divulgativa orientada a la biomedicina. Es el órgano oficial de la Academia Nacional de Medicina y del Congreso Venezolano de Ciencias Médicas. Se publica cuatro veces al año y recibe manuscritos inéditos que, de ser aceptados por el Editor Jefe para su publicación, no podrán ser publicados, total o parcialmente, en otra parte sin el consentimiento del Comité Editorial. El comité editorial de la GMC está integrado por el editor jefe y el editor gerente/editor sénior.

La GMC asume la buena fe intelectual del autor o de los autores. Por tanto, no tolera el plagio intelectual. En consecuencia, no se hace responsable el autor o los autores del plagio por las consecuencias legales. Su detección supondrá ipso facto la retractación del estudio por parte del Comité Editorial, sin menoscabo de otras sanciones.

La GMC sigue las Recomendaciones para la Preparación, Presentación, Edición y Publicación de Trabajos Académicos en Revistas Médicas, del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, conocidas como Recomendaciones ICMJE (**International Committee of Medical Journal Editors**). La versión oficial de este documento se encuentra en www.ICMJE.org y es la que debe citarse. Su revisión más reciente es de diciembre de 2019.

La GMC dará cabida a los estudios científicos realizados por profesionales de la medicina o de especialidades conexas que hayan sido presentados en la Academia Nacional de Medicina o en los Congresos de Ciencias Médicas, o que hayan sido enviados directamente al Comité Editorial.

Los manuscritos enviados a la GMC —escritos en español o en inglés— serán revisados por el Comité Editorial y, si reúnen la calidad científica y cumplen con las normas de presentación necesarias, serán sometidos a un proceso de arbitraje externo, doble ciego, por pares con competencias similares a las de los autores del trabajo (pares), para su debida evaluación. Queda entendido que el Comité Editorial puede rechazar un manuscrito sin necesidad de recurrir al proceso de arbitraje si se incumple lo establecido.

La GMC solicitará, bajo la modalidad de donación a la Academia Nacional de Medicina, una cuota que será establecida e informada al autor una vez que su artículo haya sido aceptado. Esta donación permitirá cubrir los costos de producción editorial, publicación y asignación del DOI. Los miembros de la Academia Nacional de Medicina, los docentes de universidades nacionales y los miembros de sociedades científicas pertenecientes a instituciones ubicadas en Venezuela deberán realizar su donación mediante una cuota diferenciada, la cual también será establecida e indicada al autor tras la aceptación de su artículo.

Los manuscritos destinados a números especiales serán gestionados por los Editores Ejecutivos o Invitados, a quienes el Comité Editorial encomendará la coordinación integral del proceso. Estos Editores Ejecutivos serán responsables de la revisión inicial, el arbitraje académico y la edición final, todo ello bajo la supervisión del Comité Editorial.

Las decisiones del Comité Editorial respecto a cualquier manuscrito —ya sea arbitrado o no— son definitivas e inapelables.

Los comentarios y recomendaciones de los árbitros serán recibidos por escrito y enviados de manera anónima a los autores, lo que garantizará la confidencialidad del proceso de evaluación.

La GMC considerará contribuciones para las siguientes secciones:

I. Editoriales.
II. Artículos de revisión narrativa.

III. Artículos primarios.
IV. Congreso de Ciencias Médicas.
V. Artículos por invitación del Comité Editorial
VI. Casos clínicos.
VII. Historia y filosofía de la medicina.
VIII. Información epidemiológica.
IX. Comunicaciones breves.
X. El médico y la ley
XI. Cartas al editor.
XII. Imagen médica

2.- SECCIONES DE LA GACETA MÉDICA DE CARACAS

I. Editoriales

Esta sección estará dedicada al análisis y la reflexión sobre los problemas de salud de la población, los distintos enfoques preventivos y terapéuticos, así como los avances logrados en el campo de la investigación biomédica y otros que considere el Comité Editorial. Estas contribuciones pueden ser solicitadas o no por el Comité Editorial.

II. Artículos de revisión narrativa

Esta contribución puede ser una de las clásicas revisiones narrativas, con o sin búsqueda estructurada, revisiones críticas, etc. No obstante, el autor o los autores deben contar con experiencia probada, respaldada por referencias bibliográficas, en el tema que proponen. El tema del artículo puede ser de entidades biológicas, nosológicas, farmacológicas o metodológicas. Las referencias bibliográficas deben ser relevantes y tener una antigüedad de 5 años o menos. Salvo las referencias bibliográficas clásicas, que se utilizan en la introducción del tema. Las secciones y subtítulos estarán de acuerdo con el criterio del autor. El autor o los autores deben demostrar su experticia en el tema mediante referencias bibliográficas propias. El manuscrito debe incluir un resumen en español y otro en inglés, ambos con un máximo de 150 palabras. La extensión máxima del documento será de 20 cuartillas. Las ilustraciones, de no ser propias, deben estar acompañadas de las respectivas autorizaciones del autor original o del propietario; no se admitirán más de tres ilustraciones ni más de dos diagramas. Para complementar, sugerimos la lectura de la referencia: Sutton A, Clowes M, Preston L, Booth A. Meeting the review family: Exploring review types and associated information retrieval requirements. Health Info Libr J. 2019;36(3):202-222.

III. Artículos primarios

El estudio puede ser de incidencia, de prevalencia, de casos y controles, de ensayos clínicos aleatorizados, de revisiones sistemáticas con o sin metaanálisis, de protocolos de investigación y de estudios experimentales.

Características generales de los manuscritos de artículos primarios

La GMC anima a seguir la estructura de las Recomendaciones de la ICMJE para la preparación del manuscrito.

- Todo estudio debe presentar claramente la pregunta de investigación; la ausencia de este requisito implica la devolución del manuscrito.
- Si el estudio es observacional, debe seguir las recomendaciones del grupo de trabajo STrengthening the *Reporting of OBservational Studies in Epidemiology* (Strobe).
- De tratarse de un ensayo clínico aleatorizado, el manuscrito debe acompañarse del protocolo, que debe haber sido registrado antes del inicio del ensayo clínico en Clinicaltrials.gov (https://clinicaltrials.gov/) o en la plataforma de registros de ensayos clínicos de la Organización Mundial de la Salud (https://www.who.int/ictrp/en/). Sin lo anterior, no se admitirá ningún manuscrito de ensayo clínico.

El protocolo del ensayo clínico debe seguir las recomendaciones formuladas por el grupo de trabajo Standard Protocol Items: *Recommendations for Interventional Trials (SPIRIT)*. La redacción del ensayo clínico debe seguir las recomendaciones del grupo de trabajo *Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT)* .

El ensayo clínico aleatorizado debe, por tanto, mostrar el tamaño de muestra calculado previamente y señalar en detalle cómo se implementó el mecanismo de aleatorización y cómo se ocultó la generación de la secuencia de aleatorización. Se recomienda la lectura de: Martí-Carvajal A. Proper Randomization Reduces the Chance of Waste in Biomedical Research. [Chapter 2]. In: Vance Berger (Ed). Randomization, Masking, and Allocation Concealment. London, United Kingdom: Taylor & Francis Ltd, 2017.

- Para los estudios de precisión diagnóstica debe seguir las recomendaciones del grupo de trabajo

Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy Studies (STARD) .

- En el caso de revisiones sistemáticas, con o sin metaanálisis, el protocolo debe inscribirse previamente en la plataforma International Prospective *Register of Systematic Reviews* (PROSPERO). Se sugiere seguir la metodología de la Colaboración Cochrane y los *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews* and *Meta-Analyses* (PRISMA).

En la GMC, las unidades deben presentarse de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

La GMC se abstiene de publicar valores de P, en consonancia con lo sugerido por la Asociación Americana de Estadísticos (ASA, por sus siglas en inglés) . Sugerimos utilizar los intervalos de confianza del estimador correspondiente.

IV. Congreso de Ciencias Médicas

Se publicarán únicamente las presentaciones orales libres y las conferencias. En relación con las primeras, el autor correspondiente enviará el resumen de la presentación oral conforme a las normas de la GMC (vide infra). En relación con las segundas, la contribución no excederá de 10 cuartillas y deberá ajustarse a las normas de la GMC. En cualquiera de los casos, el manuscrito deberá ser enviado a la GMC por los coordinadores de sesión, quienes se responsabilizarán de la calidad del documento, así como de la secuencia y la estructura de la sesión.

IV. Artículos por invitación del Comité Editorial

Son aquellas contribuciones solicitadas —expresamente— por el Comité Editorial a personas de trascendencia científica internacional, sean o no venezolanas. Estas contribuciones no serán arbitradas y pueden redactarse en español o en inglés.

VI. Casos clínicos

Estos artículos constarán de introducción, presentación del caso, discusión, ilustraciones y referencias, con una extensión máxima de 10 folios, y se apegarán a las instrucciones para los autores. Debe resaltarse la importancia clínica de su presentación. Por la naturaleza de la contribución, debe evitarse el uso de metodologías estadísticas. La GMC recomienda las recomendaciones de la *Consensus-based Clinical Case Reporting Guideline Development (CARE Guideline*s) .

VII. Historia y filosofía de la medicina

En esta sección se incluirán los artículos sobre aspectos relevantes de la historia, la epistemología, la antropología, la biopolítica, la ontología, las éticas y las morales de la filosofía médica. En esta sección se ofrecerá hospitalidad a traducciones al español o a análisis de artículos singulares universales en la historia y la filosofía de la medicina. El autor decidirá la estructura del manuscrito. No obstante, este deberá incluir resúmenes en español e inglés (máximo 100 palabras cada uno), referencias bibliográficas citadas en el texto y enumeradas al final del manuscrito, siguiendo las normas de GMC para los manuscritos.

VIII. Información epidemiológica

Será una sección de información periódica sobre los registros epidemiológicos nacionales e internacionales, que indique concisamente por qué debería considerarse para su publicación y destaque su comparación con estudios previos, así como sus tendencias proyectivas. La extensión máxima será de cuatro cuartillas y deberá incluir resúmenes en español e inglés (máximo 100 palabras cada uno), en formato libre, siguiendo los lineamientos para los manuscritos de GMC.

IX. Comunicaciones breves

En esta sección se considerarán manuscritos de tipo serie sobre temas metodológicos de investigación clínica. Con una breve introducción, deberán indicar la razón de la propuesta y la explicación debe basarse en un estudio clínico. Tendrán un máximo de 6 páginas. Deberán incluir hasta 10 citas bibliográficas.

X. El médico y la ley

Esta sección estará dedicada a contribuciones orientadas a informar al médico sobre las disposiciones legales, los riesgos y las omisiones de la práctica profesional que puedan derivar en problemas legales. Su extensión máxima será de seis folios y no incluirá más de cinco referencias bibliográficas.

XI. Cartas al editor

Esta sección será utilizada para presentar dos tipos de manuscritos:

- Breves informes relacionados con observaciones clínicas o de laboratorio, respaldados por los datos obtenidos, pero limitados en su alcance y sin suficiente profundidad de investigación

para calificarlos como artículos primarios. Estos manuscritos estarán sujetos a arbitraje.

- Comentarios con argumentos científicos para refutar los detalles de los artículos primarios publicados en la Gaceta Médica de Caracas.

Las características del manuscrito —dependiendo de la esencia del contenido— deben ser las siguientes:

1. No debe exceder 1200 palabras, sin incluir las leyendas, figuras ni referencias.
2. Título breve y relevante.
3. Las conclusiones del informe deben ser concisas.
4. Nombre(s) del(los) autor(es), títulos académicos, institución(es) y ubicación.
5. Un máximo de 9 referencias.
6. Se limitará a un máximo de 2 figuras y/o cuadros.

XII. Imagen médica

Se refiere a una fotografía clínica que, por su contenido —ya sea por su rareza o singularidad—, sea merecedora de publicación en la GMC.

Para ser reproducida en GMC, deben cumplirse los siguientes requisitos:

1. La imagen debe ser propia del remitente, derivada de su práctica profesional.
2. Debe declararse que se ostenta el permiso, firmado por el paciente o por su representante legal.

Debe venir acompañada de una descripción de hasta 200 palabras. Esto estimulará el aprendizaje semiológico médico del lector. Puede ir acompañada de hasta cinco referencias. De ser posible, de la referencia clásica de la entidad clínica que motivó la fotografía. Las figuras deben enviarse por separado del archivo del trabajo, en un formato de al menos 300 × 300 píxeles y dpi. Es recomendable usar el programa https://pixlr.com/es/ o, cuando las figuras son complejas, https://app.biorender.com/.

3. PRESENTACIÓN Y CONSIGNACIÓN DEL MANUSCRITO

El autor principal debe remitir la carta de presentación, la primera hoja y el corpus del manuscrito en documentos separados, pero en un único archivo.

En una carta dirigida al Editor Jefe de la GMC, los autores proponen evaluar los méritos del documento para su publicación en la GMC. El/los autor(es) debe(n) declarar que la obra presentada no ha sido publicada y que no está bajo consideración para otra publicación, periódica o no. Esta carta debe incluir el título del estudio. Todo artículo de investigación en humanos o en animales de experimentación debe consignar la carta de aprobación del comité de ética de la institución en la que se llevó a cabo.

La hoja frontal del manuscrito debe presentarse de la siguiente manera:

- El título conciso e informativo del trabajo: un título breve de no más de 40 caracteres (incluidos espacios y letras).
- El nombre(s) y apellido(s) de cada autor; los grados académicos de los autores e institución —o instituciones— en la que se realizó el trabajo.
- Todo autor debe declarar su número ORCID https://orcid.org/
- Nombre y dirección actual del autor responsable de la correspondencia;
- Palabras clave (3 a 6), según lo recomendado por Medical Subject Headings (MESH).

El *corpus* del manuscrito debe iniciarse con el título, sin incluir el nombre de los autores ni el de la institución; de esta manera se garantiza un doble enmascaramiento si el Comité Editorial decide enviarlo a arbitraje. Igualmente, las páginas del manuscrito deben estar numeradas —con excepción de la primera— y cada sección debe comenzar en una página separada. Todas las líneas del manuscrito deben estar numeradas. El tipo de letra debe ser Times New Roman, tamaño 12 e interlineado de 1,5. Las referencias deben estar interlineadas.

El resumen del manuscrito debe ser escrito en español y en inglés, independientemente del idioma del manuscrito, y debe estar estructurado como se indica a continuación:

Resumen en español

I. Debe contener un máximo de 250 palabras, distribuidas en el siguiente orden:
II. Introducción
III. Objetivo

IV. Diseño, escenario, y pacientes
V. Diseño y realización de experimentos
VI. Principales desenlaces estudiados
VII. Resultados: no incluir valores de P. Es obligatorio mostrar el estimador del intervalo de confianza. No debe mencionar expresiones como «hubo o no hubo significación estadística».
VIII. Conclusión

El resumen en inglés debe corresponder al resumen en español. Se sugiere que este haya sido revisado por un traductor experimentado, a fin de garantizar la calidad lingüística ad hoc.

Colaboración académica de los autores

En concordancia con la ética, es imperativo declarar el papel académico que desempeñó cada autor en la concepción, realización del estudio y redacción del manuscrito. Se sugiere a la GMC el siguiente formato de traducción al español de la CRediT-Taxonomía de roles de colaboración académica.

Agradecimientos

En esta sección se describirán los agradecimientos a personas e instituciones, así como los financiamientos.

Conflicto de interés

Debe declararse la existencia o ausencia de conflicto de interés por parte del autor o de los autores del estudio.

Patrocinante

Debe declararse si el estudio fue financiado por alguna institución, organización, empresa u otra entidad. Así como si el patrocinante hubiera intervenido en alguna sección del estudio.

Las tres últimas secciones deben insertarse al final de las conclusiones del estudio, inmediatamente antes de las referencias bibliográficas.

Referencias

Se presentarán de acuerdo con las recomendaciones del International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). Es decir, se debe emplear el estilo Vancouver, un sistema de citación numérica desarrollado por el ICMJE, ampliamente utilizado en publicaciones biomédicas, clínicas y científicas. Su objetivo es garantizar la claridad, la concisión y la uniformidad en la presentación de referencias bibliográficas. Se alienta a seguir las recomendaciones de "*Samples of Formatted References for Authors of Journal Articles*". Indicarlas con números arábigos entre paréntesis en forma correlativa y en el orden en que aparecen por primera vez en el texto, en los cuadros y en la leyenda de las figuras. En las citas de publicaciones con más de 6 autores, se deberán incluir únicamente los 6 primeros autores del trabajo, seguidos de et al.

a) Artículos en revistas o publicaciones periódicas (6 o menos autores):

Apellido(s) del autor(es), inicial(es) del nombre(s). Título del artículo. Abreviatura internacional de la revista: año; volumen: páginas, inicial y final. Ejemplo: Taylor LEV, Stotts NA, Humphreys J, Treadwell MJ, Miaskowski C. A biopsychosocial-spiritual model of chronic pain in adults with sickle cell disease. Pain Manag Nurs. 2013; 14(4):287-301.

b) Artículos en revistas o publicaciones periódicas (con más de 6 autores):

Thorlund K, Devereaux PJ, Wetterslev J, Guyatt G, Ioannidis JP, Thabane L, et al. Can trial sequential monitoring boundaries reduce spurious inferences from meta-analyses? Int J Epidemiol. 2009; 38(1):276-86.

c) Libros: apellido(s) del autor(es), inicial(es) del nombre(s). Título del libro. Edición. Lugar de publicación (ciudad): casa editora; año. Ejemplo: Plaza

Izquierdo F. Doctores venezolanos de la Academia Nacional de Medicina. Caracas: Fundación Editorial Universitaria, 1996. (No lleva "Edición" por tratarse de la primera).

c. Capítulo de un libro: apellido(s) del autor(es), inicial(es) del nombre(s). Título del capítulo. En: apellido(s) e inicial(es) del(los) editor(es) del libro. Título del libro. Número de edición. Lugar de publicación (ciudad): casa editora; año, páginas inicial y final. Ejemplo: Aoün-Soulie C. Estado actual de la salud en Venezuela. En: Aoün-Soulie C, Briceño-Iragorry L, editores. Colección Razetti Volumen X. Caracas: Editorial Ateproca; 2010.p.87-124 (En caso de ser la primera edición, el número puede obviarse).

Fotografías

Las fotografías de objetos incluirán una regla para calibrar las medidas de referencia.

En las microfotografías deberá aparecer la ampliación microscópica o una barra de micras de referencia. Las figuras deben enviarse por separado del archivo del trabajo, en un formato de al menos 300 × 300 píxeles y dpi. Es recomendable usar el programa https://pixlr.com/es/. Cuando las figuras son complejas, se sugiere usar https://app.biorender.com/.

Tablas

La GMC permite hasta tres tablas. Se sugiere al autor que sintetice en el texto lo presentado en las tablas. El autor puede incluir un mayor número de tablas, pero debe incluirlas en un archivo denominado "material suplementario" y mencionarlo en el texto. Ese material estará publicado en la página de la Academia Nacional de Medicina, en una sección correspondiente y debidamente identificada.

Las fotografías y las tablas no deben incluirse en el texto del manuscrito.

La GMC exhorta a los autores a que revisen la gramática, la sindéresis y la semántica de sus propuestas por un experto en el idioma del manuscrito. De no contar con él, sugerimos contactar al Comité Editorial.

La aprobación para la publicación del manuscrito implica que el o los autores ceden los derechos de autor a la GMC. No obstante, el manuscrito se podrá publicar en una página web o un blog, mas no en otra revista, sección de libro, etc. Para ello, debe solicitar por escrito permiso a la GMC y a la Academia Nacional de Medicina. La GMC no se hace responsable de las opiniones emitidas por los autores, que son responsabilidad exclusiva de estos. El orden de la autoría acreditado debe ser una decisión conjunta de los coautores.

Los trabajos se deben enviar en formato electrónico, en un archivo de Microsoft Word, a los correos electrónicos: **editorenjefegmc@gmail.com, editorseniorgmc@gmail.com y astern88@gmail.com.** De no estar preparados conforme a las instrucciones citadas, los artículos serán devueltos. Se enviará un recibo electrónico al autor y, en tiempo oportuno, se le comunicará el dictamen de los editores. La decisión editorial, basada o no en arbitraje, es inapelable. Los comentarios de los árbitros se harán del conocimiento del autor si este desea conocerlos. Para obtener información adicional sobre asuntos no cubiertos en este documento, sugerimos consultar las Recomendaciones del ICMJE.

Suscripciones, correspondencia y canjes deben solicitarse y dirigirse al Apartado de Correo 804, Caracas 1010-A Venezuela.
Academia Nacional de Medicina, Palacio de las Academias, Bolsa a San Francisco - Caracas 1010- Venezuela.
Teléfono: (+58-12) 482.18.68 (+58-12) 483.21.94 E-mail: acamedve880@gmail.com
• sitio web. https://academianacionaldemedicina.org/
Biblioteca Academia Nacional de Medicina. Teléfono: (+58-12) 481.89.39. e-mail: bibliotanm@yahoo.es
Editorial Academia Nacional de Medicina

Diagramación: Yraiceles Jiménez • E-mail: yrajimenez@gmail.com

Gac Méd Caracas 2026;134(2):365-376

Algunas Líneas Maestras para la Reestructuración del Sistema de Salud de Venezuela

Enrique Santiago López-Loyo

La salud es "*un derecho humano inalienable, un derecho que no puede ser restringido ni revocado por las leyes humanas*", tal como lo afirma Richard Foltin del Instituto Freedom Forum (1). La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que "el goce del grado máximo de salud que se pueda lograr es uno de los derechos fundamentales de todo ser humano". El derecho a la salud incluye el acceso oportuno, aceptable y asequible a servicios de atención de salud de calidad suficiente, aunque existe, de base, una inequidad en la prestación de los servicios sanitarios, ya que anualmente 100 millones de personas de todo el mundo alcanzan el umbral de pobreza como consecuencia de los gastos sanitarios. La cobertura sanitaria universal implica que todas las personas y comunidades reciban los servicios de salud que necesitan sin sacrificios financieros para pagarlos. Abarca desde la promoción de la salud hasta la prevención, el tratamiento, la rehabilitación y los cuidados paliativos. Todas las personas deben poder ejercer el derecho a la salud sin discriminación por motivos de raza, edad, pertenencia a un grupo étnico u otra condición (2).

La atención sanitaria basada en los derechos humanos se caracteriza por verificar la existencia de discriminación, así como la disponibilidad y la accesibilidad del servicio. Esta última presenta cuatro dimensiones superpuestas que incluyen la aceptabilidad por parte de todos los establecimientos, en las que los bienes y servicios de salud deberán ser respetuosos de la ética médica y culturalmente apropiados, así como sensibles a las necesidades propias de cada sexo y del ciclo vital. Por otra parte, debe procurar la calidad adecuada desde los puntos de vista científico y médico y garantizarla en el caso de los equipos.

Otro aspecto lo constituye la rendición de cuentas, siendo los Estados y otros garantes de los derechos los responsables de la observancia de los derechos humanos. Finalmente, hay que considerar el concepto de universalidad, según el cual los derechos humanos son universales e inalienables. Todas las personas, en cualquier lugar del mundo, deben poder ejercerlos (3).

Está muy claro que Venezuela ha desatendido la salud como derecho humano inalienable, y ello se debe a su persistente emergencia humanitaria compleja, a la destrucción de la infraestructura del sistema público de salud y a un déficit del 80% en los servicios básicos de agua y electricidad en los hospitales, donde se verifica la ausencia de dotación de medicamentos e insumos, así como de equipos y reactivos diagnósticos.

Destacando la masiva migración de trabajadores de la salud, contabilizada por la Federación Médica Venezolana en unos 43

ORCID: 0000-0002-3455-5894

Editor en Jefe de la Gaceta Médica de Caracas. Individuo de Número Sillón XXXI de la Academia Nacional de Medicina de Venezuela, Caracas 1012, Venezuela. E-mail: lopezloyoe@gmail.com

mil médicos que han abandonado el país. Esta situación nos deja con una población desnutrida, con ingresos miserables y sin servicios básicos eficientes (4).

Cualquier ejercicio de un proyecto de sistema de salud en Venezuela, en la situación política actual, es una utopía. Esto requiere condiciones como la eliminación de la visión ideológica y geopolítica de nuestra realidad particular. Se debe entender que las políticas de salud son, por definición, universales y no deben limitarse a visiones particulares.

Se propone la creación de un Sistema Único Nacional de Salud, es decir, una estructura operativa única, con el fin de eliminar el paralelismo que no solo plantean el Ministerio del Poder Popular para la Salud y el Instituto Venezolano de los Seguros Sociales, sino que también controlaría la proliferación de cientos de Servicios de Salud en alcaldías, gobernaciones, ministerios e institutos o entes descentralizados. Este sistema de salud eficiente y de cobertura universal gratuita minimizaría el gasto de bolsillo de los ciudadanos en medio de la crisis económica terminal que atraviesa el país.

El sistema único debe responder a la llamada Atención Centrada en la Persona, que genera un trato compasivo hacia el paciente como ser humano y una atención médica enfocada en sus necesidades como persona, en el contexto social en el que habita. Contrasta con el enfoque centrado en la enfermedad y no en el enfermo como un todo. Esto supone un cambio de paradigma hacia un modelo biopsicosocial que, idealmente, debe considerar la situación del paciente, el contexto social en el que vive y los demás elementos complementarios utilizados por el entorno para manejar los efectos disruptivos de la enfermedad. Determinar sus variables biológicas cuantificables o hallazgos imagenológicos, sin olvidar su estado emocional ligado a su familia, la soledad o los grados de depresión que se le asocian. Para instaurar el modelo centrado en la persona se requieren varios pasos que incluyen formar y sensibilizar al personal, introducir los cambios con los trabajadores que se hayan ofrecido como voluntarios para evitar las resistencias iniciales, evaluar la situación actual, definir estrategias para el cumplimiento de las metas y asignar a los profesionales de referencia, que se encargarán de facilitar que las personas que necesitan cuidados logren su mayor autonomía física y moral.

Para la instauración de este sistema único, se requiere una gestión descentralizada del Estado, con el fin de acercar los niveles de toma de decisiones a los ciudadanos y las comunidades organizadas. Los ciudadanos deberían determinar sus necesidades sentidas en materia de servicios de salud, incluyendo su capacidad de ejercer la contraloría social para asegurarse que los recursos que el Estado les asigne se inviertan de forma honesta y cabal. Esta es la estrategia de los municipios y comunidades saludables, instaurada inicialmente como uno de los Objetivos del Milenio, que consiste en fortalecer la ejecución de las actividades de promoción de la salud en el ámbito local, lo que se simplifica como "Municipalización de la Salud". Este modelo considera a los ciudadanos como actores sociales, quienes deben tener la capacidad de identificar sus necesidades y, en paralelo, dar prioridad a las actividades de las comunidades que conduzcan a mejorar su bienestar y su calidad de vida.

En la experiencia europea se denominan ciudades saludables y, en la de América Latina, municipios saludables. En su contexto, se está continuamente creando y mejorando ambientes físicos y sociales y, de igual manera, expandiendo los recursos comunitarios que habilitan a la gente para apoyarse mutuamente en el desempeño de todas las funciones de la vida y para desarrollar su máximo potencial (5,6).

A la par de esta reorganización estructural, se debe asegurar que el personal de la salud perciba una remuneración que garantice su desarrollo profesional y familiar en condiciones de dignidad. Para lograrlo, entre otras estrategias, ese Sistema Único Nacional de Salud debe estar vinculado a la seguridad social, un sistema de protección social cuyo objetivo principal es garantizar el bienestar y la calidad de vida de la población mediante un conjunto de políticas públicas y programas diseñados para proteger a los ciudadanos frente a necesidades básicas, riesgos laborales

y contingencias de la vida. Es una forma de asegurar la atención y el cuidado de las personas en situaciones de enfermedad, discapacidad, vejez o desempleo, entre otras, lo cual constituye un tema complejo que plantea muchas cuestiones a considerar en la concertación de ideas. Muchos grupos las definen como "recetas" difíciles de reproducir; sin embargo, cada país difiere en su realidad socioeconómica y cultural. En Venezuela habría que rehacerlo desde cero y ser creativos en lo gerencial, para lo cual se requiere un equipo multidisciplinario que incluya médicos sanitaristas, economistas, gerentes corporativos y empresariales, representantes del Estado y de organizaciones no gubernamentales, entre otros. Los beneficios de una seguridad social eficiente y bien estructurada incluyen la asistencia médica y sanitaria de calidad. Prestaciones económicas dignas, protección ante el desempleo, seguridad en la maternidad y la paternidad y seguridad en la vejez.

La condición fundamental es que los ciudadanos puedan acceder a un empleo de calidad, lo cual constituye la base operativa de todo programa de Seguridad Social Integral, con atención a los requisitos médicos descritos y la provisión de pensiones al momento del retiro. El punto clave es la productividad o la recuperación del aparato productivo, que actúa como un mecanismo de protección financiera y facilita el acceso a los servicios de salud. Los principios de la Seguridad Social coinciden en gran medida con los de la salud en el marco del derecho humano, destacando la universalidad, la equidad, la solidaridad y la sostenibilidad (7).

Presentamos una serie de propuestas, trazadas como líneas maestras de los aspectos más relevantes de la reconfiguración de nuestro sistema sanitario, con el objetivo de enriquecer una discusión consciente sobre los detalles más fundamentales a considerar en el marco de la reconfiguración que debe realizarse en el país a la luz de las nuevas realidades planteadas desde el 3 de enero de 2026.

Dentro de las variables a considerar como objetivos que deben alcanzarse para la modificación del estado sanitario actual de Venezuela se encuentra la optimización de la información médica y epidemiológica, para lo cual se debe mantener la publicación del Boletín Semanal de información epidemiológica oportuna por parte del Ministerio de Salud, que había sido suspendido indebidamente en los años recientes, a pasar que se trata de información de gran valor para la planificación de estrategias sanitarias y para identificar las patologías circulantes y determinar las que muestran patrón endémico o carácter episódico en grupos poblacionales que habitan áreas geográficas determinadas. Es fundamental digitalizar la estructura de registros de salud para mejorar el seguimiento y el control de los pacientes, con el objetivo de elaborar la Historia Médica Electrónica a partir de una tarjeta con un chip que contenga la información de salud de cada venezolano. Se requiere un proceso de adecuación tecnológica que incluya la dotación de equipos y la disponibilidad de redes electrónicas en todas las áreas. La Historia Médica Electrónica es un concepto en evolución que se define como la recopilación sistemática de información digital de salud de los pacientes o de las poblaciones (8).

Otro aspecto que, sin duda, debe considerarse es la recuperación profunda de la infraestructura de hospitales y ambulatorios, que incluye la puesta en marcha de servicios de agua, electricidad, aseo y telecomunicaciones en los centros de salud. Se debe reforzar la red ambulatoria mediante la construcción y la recuperación de sedes para la atención comunitaria. Por otra parte, optimizar la disponibilidad de quirófanos, unidades de emergencia y de terapia intensiva en los hospitales de la red pública.

Se requiere el control de enfermedades emergentes y reemergentes, por lo cual se debe reactivar la Dirección Nacional de Malariología y su red de vigilancia, a fin de asegurar el control de vectores mediante fumigaciones periódicas y abatizaciones, para combatir el dengue, el zika y el chikungunya, entre otras patologías. Contando con laboratorios dotados de tecnología especializada y con personal capacitado para sus respectivas tareas. Esto debe retomar la identificación de riesgos de patologías endémicas en áreas rurales

y urbanas y, en concreto, la vigilancia continua de la fiebre amarilla, la fiebre hemorrágica, la enfermedad de Chagas y otras endemias. Estas medidas deben ir de la mano con la restitución de programas de saneamiento ambiental para la distribución de agua apta para el consumo humano y de calidad sanitaria, así como de sistemas de drenaje y de disposición de excretas. Garantizando la ejecución eficiente de la potabilización de aguas que minimice la aparición de enfermedades hídricas de alta morbilidad y mortalidad en la Venezuela actual.

Hay que completar y mantener el Programa Ampliado de Vacunación para prevenir aquellas patologías que lo requieran, tales como varicela, difteria, fiebre amarilla y sarampión, e incorporar las de VPH, hepatitis y rotavirus, entre otras.

En cuanto a la salud materno-infantil y atención geriátrica, debe ser abordada desde lo inmediato, propiciando la recuperación de áreas de maternidad, neonatales y de cuidados al anciano con dotación de medicamentos básicos en unidades de atención matero-infantil y geriátrica, así como la reinstauración de las consultas prenatales y de niños sanos, que aunque existen, han dejado de tener la trascendencia de darle un carácter verdaderamente preventivo e integral con la participación de equipos médicos y técnicos multidisciplinarios.

Hay que procurar la dotación directa y gratuita de fórmulas lácteas y alimentos a niños y ancianos en programas de protección nutricional y promover la fortificación de los alimentos de consumo masivo con vitaminas, aminoácidos esenciales y oligoelementos. Los efectos devastadores de la desnutrición deben abordarse iniciando por reforzar los programas de promoción de la lactancia materna. Proponemos la elaboración de una galleta nutricional con contenidos adecuados de vitaminas, minerales y oligoelementos, para su distribución en escuelas, retenes de atención geriátrica y cárceles con alta incidencia de desnutrición y un alto porcentaje de manifestación clínica de patologías como la tuberculosis. Esto se basa en ideas propuestas por especialistas en programas de recuperación nutricional.

La salud odontológica prestada por la sanidad pública ya no alcanza la cobertura requerida para garantizar una atención óptima, lo que obliga al uso de servicios privados, lo que representa un duro desafío para la economía familiar, ya deteriorada por las bajas asignaciones de sueldos y salarios.

Es importante la asistencia oportuna a pacientes con condiciones especiales y patologías crónicas, tales como discapacidades, síndrome de Down, autismo y trastornos de la salud mental, entre otros; para ello, se deben canalizar las consultas coordinadas y las entregas de medicamentos a través de las instituciones sanitarias y reforzar los programas de rehabilitación en los casos necesarios. Canalizar las necesidades terapéuticas de los pacientes de bajos recursos con hipertensión y diabetes, de quienes requieren terapias de alto costo en patologías reumáticas, de los trasplantados, de quienes presentan trastornos neurológicos y de quienes requieren diálisis. Asegurar igualmente la dotación de medicamentos antirretrovirales a los pacientes con VIH/SIDA.

Un comentario aparte merece la recuperación del Programa oncológico nacional, con la restitución oportuna de la dotación de medicamentos de quimioterapia debidamente certificados, lo que propiciaría el regreso de las empresas proveedoras de la industria farmacéutica.

Restablecimiento de los protocolos de mantenimiento de los equipos de radioterapia mayor, de diagnóstico nuclear, morfológicos-histopatológicos y de patología molecular de la red pública oncológica, a partir de su necesaria adecuación tecnológica. Fortalecer también la red privada de salud oncológica como recurso complementario.

Hay que adecuar la infraestructura de los servicios oncológicos mediante la remodelación de las salas quirúrgicas y de terapias y la plena operatividad de los servicios complementarios de laboratorio, Anatomía Patológica y banco de

sangre. Reforzar el alcance de los programas de atención y de lucha contra el cáncer en el país, con énfasis en los principios de vida saludable y en los programas de pesquisa de las principales causas de muerte, destacando el cáncer de mama, colorrectal, pulmonar y prostático. Se debe propiciar la creación del Instituto Nacional de Cáncer, con al menos cuatro instituciones subregionales satélites, para promover la investigación científica sobre esta patología, la caracterización de los tumores y la creación de biobancos para la monitorización de los perfiles genéticos frecuentes en el país.

Es fundamental reforzar la Educación Médica y Comunitaria Integral para formar médicos que promuevan estilos de vida saludables, con énfasis en la cultura de la prevención, y se debe dar la importancia que tiene la educación preescolar, cuya optimización debe estar asociada a programas de vigilancia del desarrollo infantil, con monitoreo desde el nivel municipal, para que los niños puedan convertirse en agentes de cambio para su familia y su entorno comunitario.

En la formación de Médicos se debe iniciar un proceso de evaluación de los Médicos Integrales Comunitarios (MIC) para reinsertarlos en el sistema de salud, a través de un Consejo Nacional de Nivelación Académica, constituido por representantes de las Escuelas de Medicina de las Universidades Nacionales, a fin de establecer sus verdaderas competencias, determinar su base de preparación académica y someterlos a un Curso de Nivelación.

Los MIC deben canalizarse al programa nacional de Atención Primaria, reforzando el esfuerzo de los especialistas en Medicina Familiar. Por otra parte, hay que unificar los títulos de médicos mediante la Ley de Ejercicio de la Medicina, con la designación original de Médicos Cirujanos, ya que actualmente también existe el título de Médico Militar. Es un despropósito que grupos de poder se conviertan en administradores de la formación de profesionales altamente calificados bajo el precepto militarista que nos ha gobernado. Esto ha cesado con la incursión de enero de 2026.

La educación médica debe ser evaluada para actualizar los programas de formación tanto en pregrado como en posgrado, incorporando recursos tecnológicos, y debe estar fundamentada en el principio de la Medicina Centrada en la Persona y en competencias en su perfil curricular, así como en el establecimiento de evidencias diagnósticas.

Es necesario incentivar y proteger la investigación científica y a los investigadores nacionales mediante el otorgamiento de financiamiento a proyectos orientados a la solución de los problemas sanitarios del país.

En una nación con alta siniestralidad por desastres naturales, hay que replantear los programas de atención médica ante contingencias y desastres. Para ello, se requiere optimizar la red de asistencia inmediata, asegurando la dotación de equipos acordes con las funciones de salvamento y rescate, tanto en tierra como en espacios acuáticos. Se deben reforzar las competencias y la dotación de los centros de Protección Civil y del Cuerpo de Bomberos, con vehículos de soporte vital pertinentes, técnicos y especializados. Asimismo, se debe promover la cultura antisísmica y antidesastres mediante el diseño de protocolos para la atención de eventos de la naturaleza, tales como incendios, deslaves y terremotos, con diseños preestablecidos de mecanismos de evacuación masiva, asegurando la formación de brigadas y de facilitadores de talleres que se rotarán periódicamente en colegios y universidades.

La mortalidad por accidentes de tránsito ha ido en franco aumento, a expensas de cifras alarmantes de accidentes en motocicletas, debido a la distribución masiva de estos vehículos y a la creación de programas por parte del propio Estado, como la llamada “Misión Motopirueta”. En los últimos años, la morbimortalidad por este tipo de accidentes ha alcanzado niveles impresionantes, por lo que constituye un problema real de salud pública y amerita la intervención multidisciplinaria del Estado, mediante controles adecuados y educación continua supervisada.

De acuerdo con todo lo planteado, concluimos que la reestructuración de los sistemas de salud es vital para garantizar el derecho a la atención médica, optimizar el uso de los recursos y asegurar la sostenibilidad financiera ante el envejecimiento poblacional y las crisis sanitarias. Siendo los pilares fundamentales de esta trasformación, en primer lugar, el garantizar el acceso y la equidad para reducir las desigualdades sociales, acercando los servicios integrales de calidad a toda la población, por otra parte lograr fortalecer el primer nivel de atención dedicado a la prevención, seguido de lograr la sostenibilidad financiara, haciendo uso responsable de los recursos con la optimización de citas médicas y la vigilancia del número de estudios paraclínicos innecesarios y finalmente mantener una protección ante las crisis que permita al sistema adaptarse a las situaciones generadas por emergencias epidemiológicas e inclusive dar respuesta inmediata a futuras pandemias.

La dificultad particular que enfrenta Venezuela es el grado de destrucción actual de los servicios sanitarios, lo que hace cada vez más difícil contar con recursos tanto financieros como humanos para lograr una recuperación progresiva y definitiva, debido al altísimo nivel de emigración profesional.

REFERENCIAS

1. Trejo E. ¿A qué se refieren los principios de indivisibilidad e interdependencia? Portal Todos los Hechos. 2022. Disponible en: https://todosloshechos.es/a-que-se-refiere-el-principio-de-indivisibilidad-y-de-interdependencia
2. Naciones Unidas. La salud es un derecho humano: ¿Qué significa la cobertura sanitaria universal? Noticias ONU. 2021. Disponible en: https://news.un.org /es/story/2021/04/1490682
3. Organización Panamericana de la Salud. Derechos Humanos y Salud. Temas OPS/OMS. 2020. Disponible en: https://www.paho.org/es/temas/derechos-humanos-salud
4. Federación Médica Venezolana. Alrededor de 43 mil médicos migraron del país. Aporrea. Publicación electrónica. 2024. Disponible en: https://www.aporrea.org/trabajadores/n397096.html
5. Colomer Revuelta C, Álvarez-Dardet C. Promoción de la salud y cambio social. Madrid: Elsevier España S.L.U. 2000. ISBN: 8445824732.
6. Universidad Internacional de Valencia. Atención centrada en la persona: qué es y cómo comenzar a aplicarla. 2024. Disponible en: https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-expertos/atencion-centrada-en-la-persona-que-es-y-como-comenzar-aplicarla (universidadviu.com in Bing)
7. Hama HH, Alexiuk M, Elgubtan H, Tangri N. Seguridad del Estado, seguridad social y seguridad humana. Revista de Relaciones Internacionales de Jadavpur. 2017;21(1).
8. Hasan Hama H, Alexiuk M, Elgubtan H, Tangri N. Clinical Decision Support Tools in the Electronic Medical Record. Kidney Int Rep. 2024;9(1):29 38.

EDITORIAL

Some Guidelines for the Restructuring of the Venezuelan Health System

Enrique Santiago López-Loyo

Health is "*an inalienable human right, a right that cannot be restricted or revoked by human laws*," as Richard Foltin of the Freedom Forum Institute states (1). The World Health Organization (WHO) establishes that "the enjoyment of the highest attainable standard of health is one of the fundamental rights of every human being". The right to health includes timely, acceptable, and affordable access to health care services of sufficient quality. However, there is an inherent inequity in the provision of health services, as 100 million people worldwide fall into poverty annually due to healthcare costs. Universal health coverage means that all individuals and communities receive the health services they need without incurring financial hardship. It encompasses health promotion, prevention, treatment, rehabilitation, and palliative care. Everyone should be able to exercise the right to health without discrimination based on race, age, ethnicity, or any other status (2).

Human rights-based healthcare is characterized by determining whether discrimination exists and assessing the availability and accessibility of services. Accessibility has four overlapping dimensions, including acceptability across all healthcare facilities, where health goods and services must be respectful of medical ethics and culturally appropriate, and sensitive to the specific needs of each gender and life stage. Furthermore, it must ensure appropriate quality from scientific and medical perspectives and guarantee that quality for the equipment.

Another aspect is accountability, with States and other rights guarantors responsible for the observance of human rights. Finally, the concept of universality must be considered, establishing that human rights are universal and inalienable. All people, everywhere in the world, must be able to exercise them (3).

It is very clear that Venezuela has neglected health as an inalienable human right, and this is due to its persistent complex humanitarian emergency, the destruction of the public health system's infrastructure, an 80% deficit in basic water and electricity services in hospitals, where there is a lack of medicines and supplies, and a lack of diagnostic equipment and reagents. The massive migration of health workers is particularly noteworthy; according to the Venezuelan Medical Federation, some 43,000 doctors have left the country. This situation leaves us with a malnourished population, meager incomes, and inefficient basic services (4).

Any attempt to design a healthcare system in Venezuela under the current political conditions is utopian. It requires conditions such as eliminating ideological and geopolitical perspectives from our particular reality. It must be understood that health policies are by definition universal and should not be limited by particular viewpoints.

ORCID: 0000-0002-3455-5894

Chief Editor of the Gaceta Médica de Caracas. Chair Number Individual XXXI of the National Academy of Medicine of Venezuela, Caracas 1012, Venezuela. E-mail: lopezloyoe@gmail.com

The creation of a Unified National Health System is proposed; that is, a single operational structure to eliminate the parallel structures not only created by the Ministry of Popular Power for Health and the Venezuelan Institute of Social Security, but also to control the proliferation of hundreds of health services in municipalities, state governments, ministries, and decentralized institutes or entities. This efficient healthcare system with universal, free coverage would minimize out-of-pocket expenses for citizens amid the country's terminal economic crisis.

The unified system must adhere to the principles of Person-Centered Care, which fosters compassionate treatment of the patient as a human being and focuses medical attention on their individual needs within their social context. This contrasts with the approach that focuses on the disease rather than on the patient as a whole. This represents a paradigm shift toward a biopsychosocial model, which ideally should consider the patient's situation, the social context in which they live, and other complementary elements of the social environment that help manage the disease's disruptive effects. This includes determining quantifiable biological variables or imaging findings, without neglecting their emotional state related to their family, loneliness, or associated levels of depression. Implementing a person-centered model requires several steps, including training and raising awareness among staff, introducing changes with volunteer workers to overcome initial resistance, assessing the current situation, defining strategies for achieving goals, and assigning designated professionals who will be responsible for facilitating the greatest possible physical and emotional autonomy for those in need of care.

The establishment of this unified system requires decentralized state management to bring decision-making closer to citizens and organized communities. Citizens should identify their perceived needs for health services, including their capacity for social oversight, to ensure that state-allocated resources are invested honestly and effectively. This is the strategy for healthy municipalities and communities, initially established within the Millennium Development Goals, which focuses on strengthening the implementation of health promotion activities at the local level, often referred to as the "Municipalization of Health." This model considers citizens as social actors who must be able to identify their needs and simultaneously prioritize community activities that improve their well-being and quality of life.

In Europe, these are called healthy cities, while in Latin America, they are referred to as healthy municipalities. In this context, physical and social environments are continually being created and improved. Likewise, community resources are being expanded that enable people to support each other in performing all life functions and to develop their full potential (5,6).

Alongside this structural reorganization, it must be ensured that healthcare personnel receive remuneration that guarantees their professional and family development in dignified conditions. To achieve this, among other strategies, this Unified National Health System must be linked to social security, which is a social protection system whose main objective is to guarantee the well-being and quality of life of the population through a set of public policies and programs designed to protect citizens against basic needs, occupational risks, and life's contingencies. It is a way to ensure care and attention for people in situations of illness, disability, old age, or unemployment, among others. This is a complex issue that raises many points to consider in a collaborative effort. Many groups define these as "recipes" that are difficult to replicate; however, each country differs in its socioeconomic and cultural reality. In Venezuela, the system would have to be rebuilt from scratch, requiring creative management approaches. This necessitates a multidisciplinary team that includes public health physicians, economists, corporate managers, representatives from the state and non-governmental organizations, among others. The benefits of an efficient and well-structured social security system include quality medical and healthcare, dignified economic benefits, unemployment protection, maternity and paternity leave, and old-age security.

The fundamental condition is that citizens have access to quality employment, which is the operational basis of any comprehensive social security program that addresses the aforementioned medical requirements and provides pensions upon retirement. The key point is productivity, or the recovery of the productive sector, which provides financial protection and facilitates access to health services. The principles of social security largely coincide with those of health as a human right, emphasizing universality, equity, solidarity, and sustainability (7).

We present a series of proposals outlined as guiding principles for the most relevant aspects of reconfiguring our healthcare system. Our aim is to enrich a thoughtful discussion of the most fundamental considerations within the framework of the reconfiguration that must take place in the country in light of the new realities that have emerged since January 3, 2026.

Among the variables to be considered as objectives for achieving in modifying the current state of healthcare in Venezuela is the optimization of medical and epidemiological information. To this end, the Ministry of Health must continue to publish the Weekly Bulletin of timely epidemiological information, which was improperly suspended in recent years. This information is invaluable for planning healthcare strategies, identifying circulating diseases, and determining which exhibit endemic or episodic patterns in population groups inhabiting specific geographic areas. Digitizing the health records structure is fundamental to improving patient monitoring and control, and to developing an Electronic Health Record (EHR) on a chip-enabled card that can contain the health information of every Venezuelan. This requires a technological upgrade process, including the provision of equipment and free access to electronic networks in all areas. The Electronic Health Record is an evolving concept defined as a systematic collection of digital health information for patients or populations (8).

Another aspect that must undoubtedly be considered is the thorough restoration of hospital and outpatient clinic infrastructure, including the provision of water, electricity, sanitation, and telecommunications services to health centers. The outpatient network must be strengthened by constructing and renovating community care facilities. Furthermore, the availability of operating rooms and emergency and intensive care units in public hospitals must be optimized.

The control of emerging and re-emerging diseases requires reactivating the National Directorate of Malariology and its surveillance network to ensure vector control through periodic fumigation and larviciding, thereby combating dengue, Zika, and chikungunya, among other diseases. This requires laboratories equipped with specialized technology and staffed by trained personnel. This should include resuming the identification of risks of endemic diseases in rural and urban areas, and specifically the continuous surveillance of yellow fever, hemorrhagic fever, Chagas disease, and other endemic diseases. These measures must go hand in hand with the reinstatement of environmental sanitation programs for the distribution of safe drinking water, the provision of drainage systems, and the disposal of excreta. This ensures the efficient implementation of water treatment processes to minimize the incidence of waterborne diseases, which have high morbidity and mortality rates in present-day Venezuela.

The Expanded Program on Immunization must be completed and maintained to prevent diseases such as chickenpox, diphtheria, yellow fever, and measles, and to incorporate vaccines for HPV, hepatitis, and rotavirus, among others.

Regarding maternal and child health and geriatric care, immediate action is needed to revitalize maternity, neonatal, and elderly care areas, ensuring the provision of essential medications in maternal and child and geriatric care units. Prenatal and well-child visits, which currently exist, must be reinstated. While these services do not provide a truly comprehensive and preventative approach, they lack the necessary multidisciplinary medical and technical teams. Direct, free distribution of infant formula and food to children and the elderly through nutritional protection programs is essential, and the fortification of widely consumed foods with

vitamins, essential amino acids, and trace elements must be promoted. The devastating effects of malnutrition must be addressed by strengthening breastfeeding promotion programs. We propose developing a nutritional biscuit with adequate levels of vitamins, minerals, and trace elements for distribution in schools, geriatric care facilities, and prisons with high rates of malnutrition and a high prevalence of clinical manifestations of pathologies such as tuberculosis. This is based on ideas proposed by specialists in nutritional recovery programs.

Dental care provided by the public health system no longer provides the coverage needed to ensure optimal care, forcing reliance on private services that impose a significant financial strain on families already struggling with low wages and salaries.

It is important to provide timely assistance to patients with special needs and chronic illnesses, such as disabilities, Down syndrome, autism, and mental health disorders, among others. To this end, coordinated consultations and medication deliveries should be coordinated with health institutions, and rehabilitation programs should be strengthened where necessary. To address the therapeutic needs of low-income patients with hypertension, diabetes, and those requiring high-cost therapies for rheumatic diseases, as well as to provide care for transplant recipients, patients with neurological disorders, and those requiring dialysis. To also ensure the provision of antiretroviral drugs to HIV/AIDS patients.

The recovery of the National Cancer Program deserves special mention, with the restoration of a timely, properly certified supply of chemotherapy drugs, encouraging the return of pharmaceutical industry suppliers.

To reinstate maintenance protocols for major radiotherapy, nuclear diagnostic, morphological-histopathological, and molecular pathology equipment within the public cancer network, based on the necessary technological upgrades. To also strengthen the private oncology healthcare network as a complementary resource.

The infrastructure of oncology services must be upgraded, including the remodeling of operating rooms and therapy areas, and the full operation of complementary services such as the laboratory, pathology department, and blood bank. The reach of cancer care and control programs in the country must be strengthened, with an emphasis on healthy living principles and screening programs for the leading causes of death in the country, particularly breast, colorectal, lung, and prostate cancer. The creation of a National Cancer Institute should be promoted, along with at least four satellite subregional institutions, to foster scientific research on this disease, characterize tumors, and establish nationwide biobanks to monitor common genetic profiles.

It is essential to strengthen Comprehensive Medical and Community Education to train physicians who promote healthy lifestyles with an emphasis on a culture of prevention. The importance of preschool education must be recognized, and its optimization should be linked to municipal-level child development monitoring programs, so that children can become agents of change for their families and communities.

In medical training, an evaluation process should be initiated to reintegrate Comprehensive Community Physicians (CCPs) into the health system. This should be done through a National Academic Leveling Council, composed of representatives from the Medical Schools of National Universities, to establish their actual competencies and determine their academic preparation, through a Leveling Course.

The CCPs should be channeled into the national Primary Care program, reinforcing the efforts of Family Medicine Specialists. Furthermore, medical degrees must be unified under the Law Regulating the Practice of Medicine, using the original designation of Medical Surgeons, since the title of Military Physician currently exists. It is absurd that powerful groups should become administrators of the training of highly qualified professionals under the militaristic precept that has governed us; this ceased with the incursion of January 2026. Medical education must be

evaluated to update training programs at both the undergraduate and postgraduate levels, incorporating technological resources and grounded in the principle of Person-Centered Medicine, competency-based curriculum, and evidence-based diagnostic criteria.

It is necessary to incentivize and protect scientific research and national researchers by providing funding for projects relevant to solving the country's health problems.

In a nation with a high incidence of natural disasters, it is necessary to rethink emergency and disaster medical care programs. This requires optimizing the immediate assistance network and ensuring the provision of equipment appropriate for search-and-rescue operations both on land and in water. The capabilities and resources of Civil Protection and Fire Departments must be strengthened by providing vehicles equipped with the necessary technical and specialized life-support equipment.

Likewise, a culture of earthquake and disaster preparedness must be promoted by designing protocols for responding to natural events such as fires, landslides, and earthquakes. These protocols should include pre-established mass evacuation procedures, ensuring the training of brigades and workshop facilitators who will rotate periodically among schools and universities. Mortality from traffic accidents has been steadily increasing, driven by alarming figures for motorcycle accidents, the widespread distribution of these vehicles, and the creation of state-sponsored programs such as the so-called "Motorcycle Stunt Mission." In recent years, morbidity and mortality from these types of accidents have reached staggering levels, making it a genuine public health problem that warrants multidisciplinary state intervention through appropriate controls and supervised continuing education. Based on all of the above, we conclude that restructuring health systems is vital to guarantee the right to medical care, optimize resource use, and ensure financial sustainability in the face of population aging and health crises. The fundamental pillars of this transformation are, firstly, guaranteeing access and equity to reduce social inequalities by bringing comprehensive, high-quality services closer to the entire population; secondly, strengthening primary care focused on prevention; thirdly, achieving financial sustainability by using resources responsibly, optimizing medical appointments, and monitoring the number of unnecessary paraclinical tests; and finally, maintaining a protective framework against crises that allows the system to adapt to situations generated by epidemiological emergencies and even provide an immediate response to future pandemics.

The particular difficulty facing Venezuela is the current state of destruction of its healthcare services, which makes it increasingly difficult to secure both financial and human resources due to the extremely high level of professional emigration, hindering the achievement of a progressive and definitive recovery.

REFERENCES

1. Trejo E. ¿A qué se refieren los principios de indivisibilidad e interdependencia? Portal Todos los Hechos. 2022. Disponible en: https://todosloshechos.es/a-que-se-refiere-el-principio-de-indivisibilidad-y-de-interdependencia
2. Naciones Unidas. La salud es un derecho humano: ¿Qué significa la cobertura sanitaria universal? Noticias ONU. 2021. Disponible en: https://news.un.org /es/story/2021/04/1490682
3. Organización Panamericana de la Salud. Derechos Humanos y Salud. Temas OPS/OMS. 2020. Disponible en: https://www.paho.org/es/temas/derechos-humanos-salud
4. Federación Médica Venezolana. Alrededor de 43 mil médicos migraron del país. Aporrea. Publicación electrónica. 2024. Disponible en: https://www.aporrea.org/trabajadores/n397096.html
5. Colomer Revuelta C, Álvarez-Dardet C. Promoción de la salud y cambio social. Madrid: Elsevier España S.L.U. 2000. ISBN: 8445824732.
6. Universidad Internacional de Valencia. Atención centrada en la persona: qué es y cómo comenzar a aplicarla. 2024. Disponible en: https://www.universidadviu.com/es/actualidad/nuestros-

expertos/atencion-centrada-en-la-persona-que-es-y-como-comenzar-aplicarla (universidadviu.com in Bing)

7. Hama HH, Alexiuk M, Elgubtan H, Tangri N. Seguridad del Estado, seguridad social y seguridad humana. Revista de Relaciones Internacionales de Jadavpur. 2017;21(1).
8. Hasan Hama H, Alexiuk M, Elgubtan H, Tangri N. Clinical Decision Support Tools in the Electronic Medical Record. Kidney Int Rep. 2024;9(1):29 38.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):377-383

La luz fulgurante del humanismo en medicina

The dazzling light of humanism in medicine

Israel Montesdeoca

Apreciado Editor:

Nuestra experiencia en la práctica clínica ha puesto de relieve la importancia de establecer que todos los involucrados en el acto médico cumplimos un papel fundamentado en la necesidad de atención o en la búsqueda de respuestas al desequilibrio de la salud, que es la enfermedad, y, en otro extremo, en la capacidad de responder a ese requerimiento con una adecuada solvencia profesional a través de un ejercicio cognitivo basado en competencias. Entre estos dos elementos existe una unión indivisible que sustenta la relación médico-paciente, basada en el respeto, la confianza y el pleno ejercicio de la proximidad humana.

Por todo esto es necesario mencionar, comentar y hacer referencia de los aspectos más importantes desde el punto de vista humanístico de la medicina y además considerar como es la situación de la salud - país y del médico venezolano, muy preocupado en forma permanente, por el bienestar de nuestra población y por otra parte, dado lo complejo del tema, estoy consciente que el título de este escrito y su desarrollo no cubre la totalidad de los diferentes tópicos que me gustaría analizar.

[1] Individuo de Número Sillón XXXV Academia Nacional de Medicina.
ORCID: 0009-0007-8446-3246

Correspondencia: israelmontesdeoca18@gmail.com

Recibido: 20 de marzo 2026
Aceptado: 28 de marzo 2026

Características humanísticas de la medicina

Mente-cuerpo y espíritu son asociaciones inseparables en Medicina y la repercusión sobre el enfermo de estos eventos cubre en su totalidad un mundo psicológico y orgánico pluralístico. Recordar que cada persona enferma es diferente, indivisible y única, y que ella misma presenta variaciones en las expresiones clínicas de sus enfermedades; por ello, hay que tratar al paciente como una persona enferma, no como una cosa, y, por tal motivo, debemos evitar la cosificación como calificativo y, en este sentido, considerar su enfermedad holísticamente para poder precisar mejor su sufrimiento.

La medicina es un mundo psicopsiquiátrico y científico inconmensurable, de maravillosas sorpresas, y su progreso permite conocer cada vez más el inexplorado universo de la existencia vital, alterada o no, del ser humano. Actualmente, por rezago involuntario de las ciencias humanísticas, se hace indispensable enfatizar en la formación del médico en este especifico tópico, que envuelve numerosas propiedades del ejercicio médico, esencialmente humanas y podemos citar algunas de ellas: compasión, amor, acercamiento, ayuda, ecuanimidad, desprendimiento, conocimiento, humildad, evitar prejuicios de cualquier clase, facilitar la esperanza, tener claridad con los conceptos de eficiencia, competencia, aplicar siempre la ética-bioética, el mayor respeto al paciente y a los colegas con amistad y compañerismo.

La profesión médica tiene como misión especial una sagrada tarea de consolar por la

existencia del lamento, el dolor y el llanto y de allí sentir que pertenece a una profesión humanística y universal.

La integración de todos los componentes de la actitud y acción humanística del médico y como una consideración global de los estudios de los autores, como son los historiadores, filósofos, psico-psiquiatras, neurocientíficos; quienes ubican a la medicina como un proyecto total del estudio de la persona enferma y recomiendan la denominación de Antropología médica; ciencia que sostiene los criterios más álgidos y culminantes del humanismo y que se proyectan indefectiblemente para la profundización de la relación médico-persona o persona-médico.

El humano, lamentablemente no se verá en el futuro, libre de enfermedades; ocurrirán múltiples transformaciones científicas para controlar, mejorar o curar un porcentaje importante de ellas; pero emergerán nuevas reacciones psico-corporales y orgánicas, cada vez mas de etiopatogenia inmunogenéticas y con seguridad con predominio de ellas y también como resultados de las crisis sociales y ambientales mundiales, ocurriendo como consecuencias inevitables, evoluciones de cronicidad de las nuevas y viejas enfermedades y el incremento de longevidad que predispone inequívocamente al aniquilamiento o la muerte.

Estamos ante un gran dilema histórico de la medicina: desconocemos los dominios que se desarrollarán en beneficio o en perjuicio del ser humano, enfermo o no, hasta llegar a perderse la autonomía, la libertad, el "sí mismo". Nos referimos a los riesgos, irregularidades y alucinaciones no regulados de la computación inteligente, que actualmente predominan de forma universal, tanto entre científicos y profesionales como entre la población en general.

Somos de alguna manera optimista; porque en este siglo existe todavía una medicina donde permanece indemne el aspecto espiritual de ella; pensamos que el médico, tiene una plenitud en su contacto , no con la enfermedad, sino con la persona enferma, que es tratada, con un contenido de alma en la práctica médica y el alma más que un halito, aliento o exhalación, es un principio espiritual del médico, para hacer vibrar en forma deslumbrante e intensamente humana, la búsqueda del bienestar de la persona. En el ideario del médico se encuentra el poder mental para mejorar su competencia y el compromiso de solucionar los problemas, desde los más simples hasta los más complejos, y es la razón de recurrir a esta inspiración espiritual. El médico honesto olvida sus propios intereses personales y así resalta su eficiencia y su quehacer privado.

Los diferentes juramentos médicos han sufrido cambios asociados a los cambios educativos de las diferentes facultades del mundo; han sido sustituidos por valores morales esenciales de la existencia profesional consciente, denominados en conjunto actualmente como comportamiento, de acuerdo a la opinión de algunos estudiosos de la bioética; así el médico tiene un corazón sensible que hace recorrer el líquido mágico del alma, hasta llegar a la esperanza del arte y la ciencia y lograr el bienestar y la curación. Los distintos títulos, diplomas y méritos que recibimos nos ubican como Doctores en Medicina, cuyo esencial sentido de reconocimiento en el espacio y el tiempo es la luminosidad y la sabiduría de haber interpretado la totalidad del sufrimiento humano. Lo más humanístico de la medicina es identificarse con la única queja o con las múltiples quejas de la persona.

La vocación para ser médico es la futilidad del "sí mismo" que luego se fortalece y se siembra en el individuo una semilla representada por el ejemplarizante y humanístico actuar de un médico en la familia, hecho que ocurre con frecuencia, o por razones de tener conocimientos básicos en forma informativa de lo que significa ser profesional médico, así penetra en el pensamiento de la persona para precisar y reflexionar sobre una decisión gloriosa; como es tener el significado humano de la medicina y con dicha información descubrir sobre las cualidades psíquicas y anatomofisiológicas de esta profesión y a la vez conocerá la estructura vital más compleja del universo. El humano representa un universo dinámico, permanente, controlado por la homeostasis psico-corporal.

Desde el siglo XIX, con el desarrollo de la neurociencia y sus espectaculares avances actuales, se demuestra, con auténticos fundamentos, la integración de las funciones, estructuras y plasticidad del sistema neurológico y su expresión a través de todos los componentes de las ciencias psiquiátricas, dando origen a todo el complejo humanístico. Hipócrates pensaba con certeza que todo provenía del cerebro, teoría actualmente comprobada, y decía: "Dondequiera que se ame con el arte de la medicina, se ama también la humanidad", y agregaba: "El paciente debe combatir la enfermedad junto al médico". Haz un hábito de dos cosas: ayudar o, al menos, no hacer daño".

El médico de nuestra época está altamente informado de los cambios epistemológicos de las ciencias puras y aplicadas; pero también está centrado en todos los avances de las ciencias humanísticas, que aparentemente lucen rezagadas comparativamente con las ciencias objetivas del positivismo y con la penetración progresiva de la Inteligencia Artificial, de las comunicaciones, de la sociedad mecanizada y con el abundante e inmerso uso tecnológico, produciendo sin duda una crisis cambiante en la transformación de como conducir la profesión médica actualmente; existe una evolución dualista y transcendente del arte y la ciencia de la medicina y con la posibilidad de depender en el futuro cercano de los factores citados y temer al riesgo de perder el sentido de ser médico humanista y científico y así como consecuencia pudiera surgir una generación con declinación de su función como médico de la integralidad y cada vez más desplazado e ignorado, y especialmente cuando se consideren las grandes y difíciles decisiones médicas, con consecuencias graves para cualquier persona enferma.

A pesar de todas las inquietudes y del diacronismo que se percibe en la profesión por las consideraciones anteriores, pensamos que el objetivo de una excelente y exitosa relación médico-persona o persona- médico, está centrada, en función del tiempo de esa relación, que la persona diga ese es "mi médico" y el médico pregone ese es "mi paciente", ello demuestra esta urdimbre, que existe una relación más profunda científica-espiritual y por otra parte una demostración del profesional de humildad, sabiduría y tener orgullo de su misión.

Especialización en medicina

La intención del médico de especializarse en algún segmento de la medicina es interpretar, mejorar y ampliar sus conocimientos, no por limitaciones. Un especialista, cuando es un técnico, es por su propia selección, pero no por haber perdido su capacidad de ser médico. El rápido progreso actual de la investigación clínica, la tecnología y la información supera las posibilidades de obtener una formación completa e integral para cualquier actividad derivada de la medicina, convirtiéndose en un factor primordial para orientarse o no hacia una especialización o una subespecialización.

El especialista debe crecer con mayor interés en los conocimientos que corresponden a su especialidad, pero recordando también el daño universal de los órganos que no están dentro de su especialidad; por lo tanto, es su responsabilidad estar en capacidad de realizar un razonamiento clínico, procurando no obviar el concepto de la reacción holística del organismo, incluyendo la parte emocional, humanística o psicológica de la persona enferma. El reduccionismo ofrece su mayor ayuda en la relación mente-cuerpo cuando se realiza un estudio evolutivo y curativo del problema clínico. No es conveniente la especialización precoz debido a la posibilidad de iatrogenia latente, especialmente en las subespecialidades quirúrgicas.

Es conveniente aceptar que los colegas sean o no especialistas; tienen en común estar al servicio de la comunidad y de su actividad privada. Siempre tener una actitud de optimismo, hacer interconsulta con óptimo respeto en sus relaciones con otros colegas que soliciten sus opiniones o la posibilidad de oír la propuestas de otros diagnósticos, aplicando siempre los criterios bioéticos y que se cubra la parte humanística de la interrelación profesional, como son: generosidad, trabajo, tolerancia, honestidad, ser mentor y educador y con los pacientes referidos, recibirlos con compasión, amistad, interés, buen humor, y

recurrir en su conversación, a la palabra mágica, justa y esclarecedora propias del momento y contestar las preguntas respaldadas por la verdad y contrareferir su opinión al médico tratante original.

Es indispensable referirme en este escrito a cómo ha sido el aporte de la mujer a la Medicina de los siglos XX y XXI. Este inexcusable y provechoso cambio sociológico sucedió cuando la mujer se dio cuenta, por intuición propia de su género, de su diversidad cerebral, de su libertad y, por consiguiente, de su "sí mismo", para independizarse intelectualmente del hombre, sustituyéndolo en todas las ocupaciones y profesiones y en ese sentido, la Medicina no escapó a este progreso maravilloso y esplendoroso y con resultados positivos que se conocen actualmente; un predominio de la mujer-médico, gracias a la naturaleza de su mayor capacidad y plasticidad cerebral para abordar la profesión médica; con una dedicación imponderable, única desde el punto de vista humanístico, con la facilidad de comprender todas las dimensiones del sufrimiento y de la alteración de la salud y alcanzar así el bienestar de la población mundial.

El diagnóstico y el médico

En cada diagnóstico, el médico, en forma emocional, siente incertidumbre, aun teniendo confianza en sí mismo; el médico refleja el sustantivo fundamento profundo de su experticia y de su competencia. Se debe practicar el arte del desprendimiento y la gracia de la humildad, que se manifiestan como resultado de la integración de los sentimientos.

Oír, tocar, observar, conversar y examinar son los componentes del conjunto más emblemático y sensible para producir empatía y, por otra parte, tienen el deslumbrante resultado de detectar o no la existencia de alguna enfermedad. La incertidumbre hace sentir íntimamente su impaciencia. Es indispensable cumplir 3 etapas en el acto médico, transcrito en la historia clínica con plenitud: la autobiografía, dependiente de la persona; la biografía, explorada por el médico; y la estructura o decisión final del médico, facilitada por el razonamiento clínico y la heurística, y que conduce al diagnóstico clínico. El médico debe evaluar, sospechar y oír siempre el silencio del daño de los órganos internos, y detectar lo que el paciente olvida y omite.

Debemos ser muy cuidadosos con la información médica en las redes sociales actuales, que cumplen con compromisos de intereses creados, y el médico no debe recomendar tecnologías o fármacos hasta contar con confirmación de su efectividad. La certitud y la verdad tienen su tiempo; no obstante, las ciencias experimentales pueden revelar los factores ocultos que causan las enfermedades.

La experiencia médica indica que la consulta de una persona por un problema de órganos está precedida por una reacción psicológica causada por el mismo motivo de consulta, y es la consideración diacrónica que debe plantearse el médico para hacer indisoluble la conexión mente-cuerpo en función del tiempo; en esta situación, la intuición y la empatía prefulgente son determinantes.

Actualmente se obtiene la mayor información sobre las enfermedades con la Inteligencia Artificial (IA) y no en los libros; recordar, sin embargo, que la relación médico-persona enferma constituye una barrera para el análisis por parte de la IA; la solución está en la integración médico-paciente-máquina; esta tríada es la única forma o vía para realizar una consulta tecnológica verdadera y confiable. Los libros no desaparecerán; serán un complemento impregnado de información descriptiva sobre las enfermedades y de la aplicación inexorable e inteligente del razonamiento clínico, el final del médico.

"*La práctica de la medicina es un arte, no un trueque, no un comercio; es una llamada en la cual su corazón se ejercita igual que su cerebro*" (Osler).

El diagnóstico está concebido como una totalidad de análisis, en la que finalmente se introduce el razonamiento clínico, un indispensable núcleo mental, cuya combinación de lo cognitivo, el pensamiento clínico, la experticia y la decisión hace exitosas las conclusiones del binomio ciencia-humanismo.

Profesionalismo

A través de los siglos y por influencia y creatividad de los grandes y estelares genios de la medicina, se ha podido llegar al concepto de profesionalismo; el cual va más allá de lo holístico, la totalidad o la universalidad y actualmente se llega a establecer una concepción fundamental, que practicar el profesionalismo es tener el epílogo del ejercicio profesional y las razones de esta afirmación son las variadas características y del contenido que tiene este segmento médico en la formación y evolución del ejercicio profesional, son ellas: conocimientos científicos, humanísticos, bioética, razonamiento clínico, heurística, alta competencia, investigador clínico, educador, responsabilidad social y lograr al fin al pináculo de la eficiencia y "el médico asume un grado de responsabilidad ante la persona, que no es común conseguir en otras profesiones" (Leamus). En la interacción del profesionalismo existen siempre el arte y los conocimientos totales del ser humano.

En la ciencia médica, el profesionalismo adquiere importancia al considerar las acciones de 3 tipos de personas: las personas creativas de nuevos conocimientos médicos (investigadores de la ciencia médica), luego los transmisores y aplicadores de esas investigaciones (los médicos) y, por último, los receptores beneficiados por dichas investigaciones (personas enfermas).

Ser médico

1. Ser médico es proponerse conocer al hombre enfermo (Persona) y penetrar en todo lo trágico de su destino, sus emociones y su sufrimiento existencial, y, por sus atributos, lo transforma en un médico humano, científico, emocional y con empatía.

2. Ser médico es percibir y combatir la salud anormal del gentilicio venezolano, lo cual constituye la acción más urgente, humana, integral y holística, y que da sentido al profesionalismo y a la bioética de la medicina.

3. Ser médico es entender que el hombre y su enfermedad son indivisibles y que la persona no es un número, no es alguien impersonal, no es una enfermedad. Es alguien que espera un diagnóstico, que demanda ayuda y respeto, con un contenido de esperanza existencial.

4. Ser médico es un profesional que desarrolla el arte con la historia clínica, porque la acompaña de bondad, de humildad, de desprendimiento y de sensibilidad hacia las personas enfermas.

5. Ser médico es interpretar la multidimensionalidad de la persona enferma, en función del tiempo, tanto en lo científico como en lo humanístico, y donde siempre se cultivarán el altruismo, la amistad, la honestidad, el amor, la comprensión, la compasión y la competencia.

6. Ser médico es darle valor comunicativo a la palabra mágica del médico, cuyo significado tiene una dimensión terapéutica, educativa y de optimismo.

7. Ser médico es la figura única y genuina para defender y aplicar los principios doctrinarios y humanísticos de la Medicina.

8. Ser médico es poseer una sagrada misión, y como especialista de todos los tiempos, se responsabiliza de la salud individual y colectiva y proporciona el soporte indeleble para vencer el sufrimiento humano.

9. Ser médico es desarrollar siempre la ciencia humanística como es la Inteligencia Emocional; para ser inteligentemente emocional y lograr alcanzar el epílogo de la excelencia.

10. Ser médico es hacer el diagnóstico de la persona, por interpretar como esencia el fenómeno clínico-holístico en el recorrido analítico y consagrado por la comunicación.

11. Ser médico es conocer la tecnología médica; sin olvidar el arte y el estudio integral del sufrimiento; es establecer un equilibrio entre sus aplicaciones y beneficios.

12. Ser médico es tener conciencia, que el pasado y el presente se inscribieron en la historia gloriosa de su especialidad; pero

el futuro será más poderoso en su calidad de servicio, por el excelso alcance de su misión original.

13. Ser médico es aplicar el razonamiento clínico como método para desarrollar arte y ciencia, pero con la plenitud de la percepción humana.

14. Ser médico es aplicar su doctrina humanística, centrada en la persona enferma, ejerciendo la especialidad de por vida y entender que ella es la gran esperanza del futuro de la medicina.

15. Ser médico es entender que su especialidad y universalidad no son iguales a la suma de las partes, porque existen el sufrimiento y la soledad como componentes emocionales e imponderables de la existencia humana.

16. Ser médico, es dar origen y desarrollar una óptima relación médico-persona y persona-médico, y poder asimilar las quejas dentro de una totalidad existencial; y porque se ha podido expresar en forma sincera e interpersonal el significado profundo que tiene la empatía.

17. Ser médico es interpretar clínicamente las quejas, como el grito de un órgano enfermo o un llanto emocional o simbólico, mental, a veces no verbalizado, pero transmitido al médico, quien las conjuga de forma única, por tener siempre presente un trasfondo filosófico.

18. Ser médico es el genuino ejecutor de la doctrina de su especialidad, porque la propaga a través de sus logros y acciones, y la luz nuclear de su sabiduría sobresale para preservar y promover la salud de la sociedad.

19. Ser médico es saber que la medicina es tan difícil como la vida, porque ambas deben comprender la existencia total del hombre.

20. Ser médico es conocer que las fuerzas intrínsecas del alma son las que consolidan su infinitamente perenne formación y sensibilidad, y así vencer el sufrimiento de los demás.

Ser paciente (persona enferma)

Ser paciente, por intuición y por la expresión del dolor; sentirse enfermo.

Ser paciente es sentir un sufrimiento tan intenso que se inicia la pérdida de la libertad.

Ser paciente es interpretar su "sí mismo" alterado, que le predice el aniquilamiento.

Ser paciente es darle predominio a su problema psicológico para ocultar y tardar un déficit orgánico.

Ser paciente es autoanalizar sus quejas y pensar en el inevitable devenir y en la espera de la inmensa necesidad de la compañía esperanzadora, "mi médico".

Ser paciente es pensar que su enfermedad va más allá de las consecuencias humanas, porque ella es tan compleja como la vida misma.

Ser paciente es conocer que existe un profesional competente y eficiente y confiar en su sabiduría para sobrevivir.

Ser paciente es recibir del médico el beneficio de sus conocimientos, competencia, confianza, transparencia, amistad, amor, empatía, conversación y, posteriormente, decir: "Ese es "mi médico".

Ser paciente es ser partícipe de las decisiones, conocer en detalle el consentimiento informado y saber si existen conflictos de interés.

Ser paciente es tener derecho a explicaciones sobre sus problemas de salud, el tratamiento, la prevención y las complicaciones, y comprender así la trascendencia de la relación médico-persona y de la persona-médico.

En medicina no es fácil separar la urdimbre médico-persona y el conocimiento de ser médico

o ser paciente; aclarar estas concepciones e ideaciones, sería un motivo para realizar una investigación de tipo sociológico en las poblaciones ambulatorias, hospitalarias públicas y privadas y poder así determinar las características y el trasfondo humanístico de los pensamientos del médico que tiene sobre los pacientes y a la vez conocer los criterios y opiniones que tienen los pacientes; sobre las actuaciones de los profesionales médicos y enriquecer así el conocimiento de los factores que ayuden a mejorar las vías educativas y académicas de este tópico en beneficios de la calidad de esta relación. Desconocemos si este tema de investigación clínico-sociológica se ha abordado en el país.

Pensamientos y mensajes

"*No se sabe bien una ciencia si no se conoce su historia*". **Auguste Comte**

"*La medicina es la más humana de las ciencias, la más empírica de las artes y la más científica de las humanidades*". **Edmund Pellegrino**

"*La medicina es el arte de las incertidumbres y la ciencia de las probabilidades*". **William Osler**

Mensajes al médico y a su esencia

Si conoces la tecnología,

¡no olvides la medicina humanística!

Si conoces bien las enfermedades,

¡no olvides el arte de la medicina!

Si conoces bien a la persona enferma,

¡no olvides el estudio holístico del sufrimiento humano!

Israel Montesdeoca

Lecturas recomendadas

1. Marañón G. La medicina y nuestro tiempo. 3ª edición. España: Colección Austral; 1963.
2. Ortega y Gasset J. El libro de las misiones. 8a edición. España: Espasa-Calpe. S.A.; 1965.
3. Ortega y Gasset J. Meditación de la técnica. 1.ª edición. España: Espasa-Calpe. S.A.; 1965.
4. Ortega y Gasset J. Estudios sobre el amor. 5.ª edición. España: Espasa-Calpe. S.A.; 1983.
5. Von Weizsäcker V. El hombre enfermo. 1.ª edición. España: Luis Miracle; 1956.
6. Bryan CS. Osler's Inspiration from the Great Physician. USA: Oxford University Press; 1997.
7. Escardo F. El alma del médico. 2ª edición. Argentina: Ediciones Assandri; 1956.
8. Aristeguieta Gramcko A. Reflexiones ante la evolución del pensamiento médico. 1ª edición. Venezuela: Ediciones del Congreso de la República; 1998.
9. Benaím Pinto H. Significado de las quejas en la relación médico-paciente y del paciente con el médico. 1ªEdicion.Caracas: UCV Ediciones; 1983.
10. Lain Entralgo P. Antropología médica. 2.ª reimpresión. España: Salvat Editores. S.A.; 1985.
11. Silverman ME, Murray TJ, Bryan CS. The Quotable OSLER. 1.ª Edición. USA: ACP; 2003.
12. Lain Entralgo P. El médico y el enfermo. 1.ª edición. Madrid. Ediciones Guadarrama. S.A.; 1969.
13. Torres AT. El amor como síntoma. 1ª Edición. Caracas: Editorial Psicoanalítica; 1993.
14. Lain Entralgo P. Alma, cuerpo, persona. 1.ª Edición. Barcelona (España): Editorial Galaxia Gutenberg; 1995.
15. Montesdeoca I. Principios de la doctrina de la especialidad de Medicina Interna. Una visión ante la era de la Inteligencia Artificial. Soc Ven Med Int. 2026;42(1); 21-23.
16. Carvallo API. Ser médico. Gac Méd Caracas. 2009:117(4):273-273.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):384-390
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.2

Biopsychosocial determinants of cortisol levels in cervical cancer patients: the roles of spirituality, anxiety, and depression undergoing chemotherapy

Determinantes biopsicosociales de los niveles de cortisol en pacientes con cáncer de cuello uterino: el papel de la espiritualidad, la ansiedad y la depresión durante el tratamiento con quimioterapia

Virgiawan Listanto[1a], Mardiah Tahir[2a,b], Syahrul [3a,b], St. Nur Asni[4a], Sharvianty Arifuddin[5a,b], Rina Previana[6a]

SUMMARY

Introduction: *In patients with cancer, spirituality plays a central role in coping with the emotional, psychological, and existential burdens associated with the disease*. **Objectives**: *This study aimed to examine the relationships between spiritual well-being and psychological outcomes, specifically anxiety and depression, as well as serum cortisol levels, as physiological stress markers, in cervical cancer patients undergoing chemotherapy*. **Methods**: *Employing a cross-sectional observational design, we included patients diagnosed with advanced-stage cervical cancer at a tertiary referral hospital, Dr. Wahidin Sudirohusodo General Teaching Hospital in Makassar, Indonesia. Data were assessed using validated instruments, i.e, the Zung Self-rating Anxiety Scale (SAS), the Zung Self-rating Depression Scale (SDS), the Daily Spiritual Experience Scale (DSES), and laboratory measurements of serum cortisol levels*. **Results**: *Of 56 female patients with advanced cervical cancer, the mean age was 44.4 ± 9.1 years. Most patients reported mild to moderate anxiety (55.4%) and mild depressive symptoms (62.5%). Additionally, the majority demonstrated moderate to high levels of spirituality (94.6%), and 80.4% had cortisol levels within the normal range. Bivariate analyses revealed significant inverse associations between spiritual well-being and both anxiety ($p = 0.019$) and depression ($p = 0.011$); however, the association with cortisol levels was not statistically significant ($p = 0.361$). Although multivariate analyses did not yield statistically significant results ($p > 0.05$), the overall trends suggested a potential protective effect of spirituality*. **Conclusions**: *Our findings indicate that spirituality may play a protective role in psychological well-being and stress regulation, although further research is required to elucidate its independent effects. Incorporating spiritual assessment and supportive interventions into holistic cancer care may help enhance mental health outcomes and overall quality of life during patients' treatment*.

Keywords: *Spirituality; Anxiety; Depression; Cortisol; Cervical Cancer; Chemotherapy*

ORCID:
[1] 0000-0002-1959-3526
[2] 0009-0007-6263-5940
[3] 0009-0003-6693-8640
[4] 0009-0008-1630-4742
[5] 0009-0007-1245-6258
[6] 0009-0006-9176-5085

Corresponding author: Virgiawan Listanto. E-mail: virgilbatjo79@gmail.com

Recibido: 18 de noviembre 2025
Aceptado: 6 de marzo 2026

a Department of Obstetrics and Gynecology, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar 90245, Indonesia.
b Dr. Wahidin Sudirihusodo General Teaching Hospital, Makassar 90245, Indonesia.

RESUMEN

Introducción: *En los pacientes con cáncer, la espiritualidad desempeña un papel fundamental en el afrontamiento de las cargas emocionales, psicológicas y existenciales asociadas a la enfermedad.* **Objetivos**: *Este estudio tuvo como objetivo analizar las relaciones entre el bienestar espiritual y los resultados psicológicos —específicamente, la ansiedad y la depresión—, así como los niveles séricos de cortisol, marcadores fisiológicos de estrés, en pacientes con cáncer de cuello uterino sometidas a quimioterapia.* **Métodos**: *Se incluyeron pacientes diagnosticadas con cáncer de cuello uterino en estadio avanzado mediante un diseño observacional transversal en el Hospital General de Enseñanza Dr. Wahidin Sudirohusodo, un hospital terciario de referencia en Makassar, Indonesia. Los datos se evaluaron mediante instrumentos validados: la Zung Self-Rating Anxiety Scale (SAS), la Zung Self-Rating Depression Scale (SDS), la Daily Spiritual Experience Scale (DSES) y las determinaciones de laboratorio de los niveles séricos de cortisol.* **Resultados**: *De 56 pacientes con cáncer cervicouterino avanzado, la edad media fue de 44,4± 9,1 años. La mayoría presentó niveles de ansiedad de leves a moderados (55,4%) y síntomas depresivos leves (62,5%). Asimismo, la mayoría mostró niveles de espiritualidad moderados a altos (94,6%) y el 80,4% presentó niveles de cortisol dentro del rango normal. Los análisis bivariados revelaron asociaciones inversas significativas entre el bienestar espiritual y tanto la ansiedad ($p = 0,019$) como la depresión ($p = 0.011$); sin embargo, la asociación con los niveles de cortisol no fue estadísticamente significativa ($p = 0,361$). Aunque los análisis multivariados no mostraron resultados estadísticamente significativos ($p > 0,05$), las tendencias observadas sugirieron un posible efecto protector de la espiritualidad.* **Conclusiones**: *Nuestros hallazgos indican que la espiritualidad puede desempeñar un papel protector en el bienestar psicológico y en la regulación del estrés, aunque se requiere investigación adicional para esclarecer sus efectos independientes. La incorporación de la evaluación espiritual y de intervenciones de apoyo en un enfoque holístico de la atención oncológica podría mejorar los resultados en salud mental y la calidad de vida de las pacientes durante el tratamiento.*

Palabras clave: *Espiritualidad; Ansiedad; Depresión; Cortisol; Cáncer de cuello uterino; Quimioterapia*

INTRODUCTION

Mental health is a dynamic state of well-being that enables individuals to cope with life stressors, realize their abilities, learn, work productively, and contribute meaningfully to their communities. It encompasses more than the mere absence of mental disorders and is fundamental to overall health and quality of life. In 2019, approximately 970 million people worldwide were affected by mental disorders, with a notable increase following the COVID-19 pandemic. Mental health is influenced by individual vulnerability and exposure to life stressors, including chronic illnesses such as cancer (1). Cervical cancer is a malignancy affecting the uterine cervix, with infection by the human papillomavirus (HPV) accounting for approximately 70% of cases. In 2020, cervical cancer was the fourth most common cancer among women globally, with an estimated 604,000 new cases and 342,000 deaths, predominantly in low- and middle-income countries. In Indonesia, there were 32,469 new cases and 18,279 deaths reported in the same year (2).

Cervical cancer not only increases mortality but also adversely affects the quality of life of survivors. Patients may experience sleep disturbances, fatigue, urological and gastrointestinal problems, sexual dysfunction, and psychological issues such as anxiety and depression. Anxiety and depression are highly prevalent among cancer patients, with a substantial burden observed in cervical cancer survivors (3,4).

If left unaddressed, anxiety and depression can exacerbate patients' conditions, reduce treatment adherence, and further impair quality of life. Survivors may experience persistent fatigue, heightened anxiety, and difficulties with concentration, which negatively impact both physical well-being and social functioning. Early identification of psychological disorders is therefore critical, despite challenges such as social stigma and limited time for healthcare providers (5). Screening and timely interventions for anxiety and depression are essential to optimize patient outcomes. Moreover, spirituality has been shown to alleviate anxiety and may contribute to improved survival and quality of life (6). Currently, data on anxiety, depression, and spiritual well-being among cervical cancer patients in Indonesia are limited. This study aimed to evaluate anxiety, depression, spirituality, and cortisol levels in patients before undergoing chemotherapy.

METHODS

This single-center, cross-sectional study included patients with advanced-stage cervical cancer who were consecutively recruited at the tertiary referral Dr. Wahidin Sudirohusodo General Teaching Hospital in Makassar, Indonesia, between January 2024 and January 2025. Psychological and spiritual assessments were conducted using validated instruments, including the Zung Self-Rating Anxiety Scale (SAS), the Zung Self-Rating Depression Scale (SDS), and the Daily Spiritual Experience Scale (DSES), as well as laboratory measurement of serum cortisol levels.

The study protocol was approved by the Biomedical Research Ethics Commission on Humans, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar (Letter of Recommendation No. 263/UN4.6.4.5.31/PP36/2022; Protocol No. UH22050205), and was conducted in accordance with ethical standards for research involving human participants.

Statistical Analysis

Univariate analysis was performed to examine the distribution and frequency of the variables, and the results were presented in tabular form. In addition, bivariate analyses were conducted to assess relationships between variables. The Chi-square test was used to evaluate associations between categorical variables; if these assumptions were not met, Fisher's Exact test was applied. For numerical variables, Pearson correlation was used when the data were normally distributed, whereas Spearman's rank correlation was applied for non-normally distributed data. A p-value <0.05 indicated a statistically significant result. All data were analyzed using SPSS ver.26.

RESULTS

Of 56 female patients with advanced cervical cancer, the mean age was 44.4 ± 9.1 years. Most patients were aged 40-60 years, accounting for 66.1% of the group. Most patients had a history of multiple births (multiparity and grand multiparity). Many patients started sexual intercourse at a young age, with 45.6% at age ≤18 years. The majority of patients were married (69.6%) and had more than 9 years of education. More than half of the patients were unemployed, as presented in Table 1.

Table 1. Baseline Characteristics of Study Participants

Characteristics	N = 56
Age (years)	44.4 ± 9.1
• Adults (18-39 Years)	17 (30.4%)
• Middle Age (40-60 Years)	37 (66.1%)
• Elderly (>60 years)	2 (3.5%)
Parity (ACOG)	
• Nulliparous (P0)	6 (10.7%)
• Primipara (P1)	4 (7.1%)
• Multipara (P2 – P4)	24 (42.9%)
• Grand Multipara (≥P5)	22 (39.3%)
Age of First Sex	
• Never	1 (1.8%)
• Middle Age (≤ 18 years)	25 (44.6%)
• Early adulthood (19 – 24 years)	25 (44.6%)
• Adult age (≥ 25 years)	5 (8.9%)
Marital status	
• Not married yet	2 (3.6%)
• First	39 (69.6%)
• Second	15 (26.8%)
Education	
• ≤ 9 Years	21 (37.5%)
• > 9 Years	35 (62.5%)
Employment status	
• Employed	32 (57.1%)
• Unemployed	24 (42.9%)

Values are n (%) and mean ± SD

Table 2 shows the distribution of anxiety, depression, spirituality, and cortisol levels among study participants. The psychospiritual health characteristics of cervical cancer patients show

Table 2. Distribution of Anxiety, Depression, Spiritual, and Cortisol Level among Study Participants

Characteristics	N = 56
Anxiety Level (SAS)	
• Normal (<45)	16 (28.6%)
• Mild to Moderate (45-59)	31 (55.4%)
• Severe (60 – 74)	9 (16.1%)
Depression Level (SDS)	
• Normal (<50)	12 (21.4%)
• Mild (50 – 59)	35 (62.5%)
• Moderate to Severe (60 – 69)	9 (16.1%)
Spiritual Aspects (DSES)	
• Low (15 – 40)	3 (5.4%)
• Intermediate (41-65)	26 (46.4%)
• High (66 – 90)	27 (48.2%)
Cortisol Levels	15.32 (0.76-50.97)
• Low (< 3.95 g/dL)	3 (5.4%)
• Normal (3.95-28.0 g/dL)	45 (80.4%)
• High (> 28.00 g/dL)	8 (14.3%)

Values are n (%) and median (Q1-Q3)

that most patients experience mild to moderate anxiety (55.4%), while 28.6% have normal anxiety levels, and 16.1% experience severe anxiety. Depression levels are more dominant in the mild category (62.5%), followed by normal depression (21.4%) and moderate-to-severe depression (16.1%). In terms of spirituality, the majority of patients have high (48.2%) or intermediate (46.4%) levels, with only 5.4% having low spirituality. Patients' cortisol levels were generally normal (80.4%), while 18.6% had abnormal cortisol levels, indicating stress-response problems.

The relationship analysis showed that patients with lower spirituality were more likely to experience higher levels of anxiety and depression, as presented in Tables 3 and 4. Patients with low spirituality also tended to have higher cortisol levels, although this relationship was not statistically significant.

Table 5 showed the logistic regression analysis with anxiety and depression levels as determinants and spiritual aspects as outcomes; the results were not significant.

DISCUSSION

Spirituality can protect individuals from anxiety and depression by increasing resilience to stress through social, emotional, and cognitive aspects. Spiritual practices, including meditation and prayer, have been shown to mitigate stress by activating the parasympathetic nervous system, thereby promoting physiological relaxation and emotional regulation. Cortisol, a hormone closely linked to the physiological stress response, can disrupt multiple aspects of brain function when elevated. Dysregulation of cortisol secretion has been associated with increased vulnerability to anxiety and depressive symptoms, underscoring its detrimental impact on mental health (6,7).

The results of the study show that most cervical cancer patients are aged 40–60 years, with a proportion of 66.1%. Cervical cancer is often diagnosed in women aged 35 to 44 years. The main risk factors include Human Papillomavirus (HPV) infection, hormonal changes, and lifestyle. Many patients began sexual activity at a young age. The majority of patients in this study were multiparous and grand multiparous, who are at higher risk due to physical changes caused by pregnancy. Marital status also had an effect, with married patients having a better prognosis. Most patients had more than 9 years of education, but many were unemployed. The low rate of early detection was due to limited awareness and access to health services (8).

Table 3. Relationship between Spiritual Aspects and Anxiety Levels in Cervical Cancer Patients

Normal		Anxiety Level			Total	p-value
		Mild to Moderate	Severe			
Spiritual Aspect	Low	0 (0.0)	1 (1.8)	2 (3.6)	3 (5.4)	0.019*
	Intermediate	4 (7.1)	18 (32.1)	4 (7.1)	26 (46.4)	
	High	12 (21.4)	12 (21.4)	3 (5.4)	27 (48.2)	
Total		16 (28.6)	31 (55.3)	9 (16.1)	56 (100.0)	

Values are n (%). *p < 0.05

Table 4. Relationship between Spiritual Aspects and Depression Levels in Cervical Cancer Patients

Normal		Depression Level			Total	p-value
		Mild	Moderate to Severe			
Spiritual Aspect	Low	0 (0.0)	1 (1.8)	2 (3.6)	3 (5.4)	0.011*
	Intermediate	2 (3.6)	20 (35.7)	4 (7.1)	26 (46.4)	
	High	10 (17.9)	14 (25.0)	3 (5.4)	27 (48.2)	
Total		12 (21.4)	35 (62.5)	9 (16.1)	56 (100.0)	

Values are n (%). *p < 0.05

Evidence suggests a significant association between spirituality and psychological well-being in cancer patients. Several studies report that individuals with higher levels of spirituality tend to exhibit lower levels of anxiety and depression. However, this relationship is not consistently observed across all investigations, indicating that the influence of spirituality on mental health may vary depending on methodological and contextual factors. Cortisol, a biomarker closely linked to stress, has also been associated with anxiety and depressive symptoms. Higher levels of spirituality have been shown to reduce cortisol concentrations, although these effects are not always statistically significant (9,10).

Research indicates that cancer patients with higher levels of spirituality tend to report lower levels of anxiety and depression. Anxiety commonly intensifies at the time of diagnosis, and adverse experiences during treatment further contribute to psychological distress and depressive symptoms. Spirituality appears to buffer these effects by fostering a sense of calm, enhancing meaning-making, and helping patients reinterpret their life purpose, thereby reducing anxiety. Similarly, spiritual beliefs and practices promote a more positive outlook that can mitigate depressive symptoms and improve overall quality of life. Despite these benefits, studies have not consistently demonstrated a

Table 5. Relationship between Anxiety Level and Depression Level with Spiritual

Variables	OR (95% CI)	Exp(B)	p-value
Anxiety level	0.826 (0.565—9.241)	2,285	0.246
Depression Level	1.753 (0.985—33.833)	5,773	0.052

significant association between spirituality and cortisol levels, even though spirituality is known to reduce perceived stress. Moreover, anxiety and depression do not appear to influence levels of spirituality, as patients often remain primarily focused on their illness. Neurobiological evidence suggests that spiritual activities—such as prayer and meditation—stimulate the release of neurotransmitters involved in mood regulation, attenuate stress responses, and enhance autonomic balance, thereby supporting more effective stress management and emotional regulation (11).

This study highlights the importance of a holistic approach to cervical cancer care, emphasizing the role of spirituality in reducing anxiety and depression. Spiritual support programs and psychosocial counseling can improve patients' quality of life. Policies should also focus on early detection and patient nutritional status. Research suggests a link between spirituality and anxiety, but some cases show discrepancies. Other factors, such as socioeconomic status and family support, may also influence outcomes. Further analysis is needed to understand this relationship (12).

CONCLUSION

These findings suggest that spirituality may play a protective role in psychological well-being and stress regulation, though further research is needed to confirm its independent effect. Incorporating spiritual assessments and interventions into holistic cancer care may help improve patients' mental health outcomes and overall quality of life during treatment.

ABBREVIATIONS

BDNF	Brain-derived neurotrophic factor
CIN	Cervical intraepithelial neoplasia
DSM-5:	Diagnostic and statistical manual of mental disorders
HADS	Hospital anxiety and depression scale
HPV	Human papillomavirus
HR-HPV	High-risk Human Papillomavirus
IMS	Sexually transmitted infections
LCR	Long control region
MDD	Major depressive disorder
PPDGJ	Guidelines for the classification and diagnosis of mental disorders in Indonesia
QoL	Quality of life
SAD	Separation anxiety disorder
SAS	Zung's Self-rating Anxiety Scale
SDS	Self-Rating Depression Scale
SIL	Squamous intraepithelial lesions
SSRI	Selective serotonin receptor inhibitors

Acknowledgments

We want to express our sincere thanks to all participants in our study, who generously shared their time, experiences, and insights with us. Their

willingness to engage in our research was essential to the success of this project, and we are deeply grateful for their participation.

Authors' contribution

Conceptualization: VL, AMT, SR; Methodology: SNA; formal analysis and investigation: VL; writing-original draft: VL; writing—review and editing: VL, AMT, SR; resources and supervision: AMT, SR, SNA, SA, and RP; Validation: SA and RP. The authors read and approved the final manuscript.

Funding

Funding for this research comes from the research team. This research was supported by the Department of Obstetrics and Gynecology Medicine, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar, South Sulawesi, Indonesia.

Availability of data and materials

Applicable upon request.

DECLARATIONS

Ethics approval and consent to participate

This research was approved by the Biomedical Research Ethics Commission on Humans of the Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar, South Sulawesi, Indonesia. Based on a letter of recommendation number: 263/ UN4.6.4.5.31/PP36/ 2022, protocol number: UH22050205.

Competing interest

The authors declare that they have no competing interests.

REFERENCES

1. WHO. Cervical Cancer. World Health Organization. 2022. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cervical-cancer
2. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA Cancer J Clin. 2021;71(3):209-49.
3. Shyu IL, Hu LY, Chen YJ, Wang PH, Huang BS. Risk factors for developing depression in women with cervical cancer: A nationwide population-based study in Taiwan. Int J Womens Health. 2019;11:135-41.
4. Anuk D, Özkan M, Kizir A, Özkan S. The characteristics and risk factors for common psychiatric disorders in patients with cancer seeking help for mental health. BMC Psychiatry. 2019;19(1):269.
5. Hamka, Suen MW, Ramadhan YA, Yusuf M, Wang JH. Spiritual well-being, depression, anxiety, and stress in Indonesian Muslim communities during COVID-19. Psychol Res Behav Manag. 2022;15:3013-25.
6. Bożek A, Nowak PF, Blukacz M. The relationship between spirituality, health-related behavior, and psychological well-being. Front Psychol. 2020;11:Article 1997.
7. Dziurkowska E, Wesolowski M. Cortisol as a biomarker of mental disorder severity. J Clin Med. 2021;10(21):5204.
8. Delam H, Izanloo S, Bazrafshan MR, Eidi A. Risk factors for cervical cancer: An epidemiological review. J Health Sci Surveill Syst. 2020;8(3):105-9.
9. Dunn KS, Robinson-Lane SG. A philosophical analysis of spiritual coping. Adv Nurs Sci. 2020;43(3):239-50.
10. Herweijer E, Wang J, Hu K, Valdimarsdóttir UA, Adami HO, Sparén P, et al. Overall and cervical cancer survival in patients with and without mental disorders. JAMA Netw Open. 2023;6(9):e2336213.
11. Dhakal K, Chen C, Wang P, Mboineki JF, Adhikari B. Existing psychological supportive care interventions for cervical cancer patients: A systematic review and meta-analysis. BMC Public Health. 2024;24(1):1419.
12. Supatmi S, Yumni FL, Reliani R, Priyantini D. Spiritual needs and resilience in women with cervical cancer. Babali Nursing Research. 2025;6(1):66-75.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):391-403
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.3

Propiedades psicométricas de la escala breve trifactorial de divagación mental en estudiantes universitarios peruanos

Psychometric properties of the brief three-factor mind wandering Scale in peruvian university students

Camila Anais Sarmiento Mamani[1a], Gilber Chura-Quispe[2b], Edwin Gustavo Estrada-Araoz[3c*], Glenda Rosario Vilca Coronado[4a], Julio Verne Valencia Valencia[5a], Ángel Deroncele-Acosta[6d]

RESUMEN

Introducción: *La divagación mental es un fenómeno cognitivo frecuente, asociado a dificultades atencionales y de control ejecutivo, que afectan el rendimiento académico. No obstante, en el contexto peruano su evaluación se ve limitada por la escasez de instrumentos psicométricos culturalmente adaptados.* **Objetivo**: *Determinar las propiedades psicométricas de la Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3) en estudiantes peruanos de educación superior.* **Métodos**: *Se realizó un estudio cuantitativo de tipo instrumental, con diseño transversal. Participaron 303 estudiantes de una Escuela Superior Tecnológica de Tacna, elegidos mediante muestreo no probabilístico con aproximación censal. La evidencia de validez de contenido se evaluó mediante el juicio de expertos, utilizando el coeficiente V de Aiken; la evidencia de validez estructural, mediante análisis factorial confirmatorio; y la consistencia interna, mediante los coeficientes alfa de Cronbach y omega de McDonald.* **Resultados**: *La evaluación por expertos evidenció valores óptimos de evidencias de validez de contenido en todos los ítems (V de Aiken = 1,00). El análisis factorial confirmatorio confirmó la estructura trifactorial original de 12 ítems, con índices de ajuste incremental adecuados (CFI = 0,993; TLI/NNFI = 0,991), RMSEA aceptable (0,080) y un SRMR aceptable (0,059). La confiabilidad global fue alta (α = 0,901; ω = 0,905). A nivel dimensional, las subescalas de divagación mental, tanto intencional como no intencional, mostraron consistencias satisfactorias, mientras que la metaconciencia presentó valores moderados, acordes con su carácter breve.* **Conclusiones**: *La Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3) presenta propiedades psicométricas adecuadas para su uso con estudiantes peruanos de educación superior, lo que la convierte en una herramienta válida y confiable para evaluar la divagación mental en contextos educativos.*

Palabras clave: *Salud mental, psicología, procesos mentales, atención, psicometría*

SUMMARY

Introduction: *Mind wandering is a frequent cognitive phenomenon associated with attentional and executive control difficulties that negatively affect academic performance. However, in the Peruvian context, its assessment is limited by the scarcity of culturally adapted psychometric instruments.* **Objective**: *To determine the psychometric properties of the Brief Three-Factor Mind*

ORCID:
[1] 0009-0004-4513-3744
[2] 0000-0002-3467-2695
[3] 0000-0003-4159-934X
[4] 0000-0003-0551-7722
[5] 0000-0001-5804-0388
[6] 0000-0002-0413-014X

[*]**Autor de correspondencia:** Edwin Gustavo Estrada-Araoz. E-mail: gestrada@unamad.edu.pe

Recibido: 12 de febrero 2026
Aceptado: 6 de marzo 2026

[a] Universidad Privada de Tacna, Perú.
[b] Escuela de Posgrado Newman, Perú.
[c] Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Perú.
[d] Universidad San Ignacio de Loyola, Perú.

Wandering Scale (BMW-3) in Peruvian higher-education students. **Methods***: A quantitative instrumental study with a cross-sectional design was conducted. A total of 303 students from a Higher Technical School in Tacna participated, selected using non-probabilistic sampling with a census approximation. Evidence of content validity was assessed by expert judgement, using Aiken's V coefficient; evidence of structural validity was assessed by confirmatory factor analysis; and internal consistency was assessed using Cronbach's alpha and McDonald's omega coefficients*. **Results***: The expert evaluation showed optimal evidence of content validity values for all items (Aiken's V = 1.00). Confirmatory factor analysis confirmed the original three-factor structure of 12 items, with adequate incremental fit indices (CFI = 0.993; TLI/NNFI = 0.991), acceptable RMSEA (0.080), and acceptable SRMR (0.059). Overall reliability was high (α = 0.901; ω = 0.905). At the dimensional level, the unintentional and intentional mind-wandering subscales showed satisfactory consistency, whereas metaconsciousness showed moderate consistency, consistent with its brief nature*. **Conclusions***: The Brief Three-Factor Mind Wandering Scale (BMW-3) demonstrates adequate psychometric properties for use among Peruvian higher-education students and constitutes a valid and reliable tool for assessing mind wandering in educational contexts*.

Keywords: *Mental health, psychology, mental processes, attention, psychometrics*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el interés por comprender la atención ha llevado a observar con mayor detalle lo que ocurre cuando la mente deja de seguir de forma continua la actividad en curso. En esas situaciones, los pensamientos pueden apartarse del momento presente y orientarse hacia contenidos internos que no guardan relación directa con la tarea. Este fenómeno, denominado divagación mental, puede presentarse sin intención explícita o adoptarse deliberadamente, y su expresión varía según el contenido del pensamiento, su relación con la tarea y el grado de control voluntario ejercido sobre el episodio (1). En consecuencia, la divagación mental no se presenta de una única forma, sino que puede adoptar distintas expresiones a lo largo del tiempo.

Se ha señalado que la divagación mental es frecuente durante la vigilia y se asocia con consecuencias que exceden el ámbito estrictamente cognitivo (2,3). Específicamente, se han observado relaciones entre una mayor frecuencia de divagación, la sensación de soledad y el malestar psicológico, así como la caracterización de la divagación como una distracción atencional interna que reduce los recursos disponibles para el procesamiento activo de la información. En el contexto de la educación superior, esta desconexión interna se ha vinculado con dificultades para mantener la atención y comprender los contenidos durante actividades de aprendizaje prolongadas (4).

Un aspecto relevante del constructo es la distinción entre la divagación mental como rasgo y como estado (5). En el primer caso, se alude a una tendencia relativamente estable del individuo a desconectarse de la tarea, mientras que en el segundo, a episodios situacionales que emergen en condiciones específicas. En la educación superior, esta diferenciación permite comprender por qué las demandas atencionales no afectan de la misma manera a todos los estudiantes.

La evidencia empírica internacional ha documentado asociaciones entre la divagación mental y un desempeño más bajo en tareas que requieren control ejecutivo y atención selectiva (6). Estos efectos se observan con mayor claridad en actividades que requieren supervisión continua del foco atencional, en las que la interrupción del procesamiento sostenido interfiere con la ejecución eficiente de la tarea. Asimismo, se han reportado dificultades en los procesos de memoria, en particular en la codificación de información relevante, cuando los episodios de divagación son frecuentes (7).

En el plano socioemocional, la divagación mental se ha asociado con indicadores de malestar psicológico y aislamiento subjetivo (2). De manera específica, la expresión no intencional se ha relacionado con síntomas depresivos y dificultades en la regulación emocional, lo que sugiere que este tipo de desconexión atencional puede intensificar las experiencias emocionales negativas en contextos académicos exigentes (8). Desde etapas educativas tempranas, se ha observado que un incremento en la frecuencia de episodios de divagación se asocia con un menor

aprendizaje y un peor rendimiento en tareas de memoria, lo que indica que su impacto puede manifestarse a lo largo del desarrollo (9).

En el contexto peruano, la preocupación por las dificultades atencionales y su relación con el rendimiento académico ha aumentado en los últimos años. Al respecto, se ha descrito que la ansiedad, el estrés y la desmotivación en los estudiantes se asocian con limitaciones en la memoria de trabajo, la atención sostenida y la concentración, con repercusiones directas en la calidad del aprendizaje y en la comprensión de los contenidos académicos (10). Estas limitaciones afectan procesos cognitivos básicos necesarios para la adquisición de aprendizajes complejos.

Asimismo, el monitoreo de la atención y de los procesos vinculados con la memoria de trabajo se ha relacionado con la comprensión lectora y la integración de la información; cuando estos procesos fallan, se ve comprometida la construcción del conocimiento (11). Sin embargo, en el país persisten limitaciones en la disponibilidad de instrumentos psicométricos adaptados que permitan evaluar procesos atencionales con suficiente precisión, lo que restringe tanto la investigación como la evaluación aplicada en contextos educativos.

En Perú se ha reportado evidencia inicial de fiabilidad y evidencias de validez de una versión breve de la *Mindful Attention Awareness Scale* en estudiantes universitarios (12). Este antecedente refleja el interés por evaluar procesos atencionales en el país, aunque también muestra que los instrumentos disponibles se han centrado en constructos relacionados, como la atención plena, sin abordar específicamente la divagación mental y sus distintas manifestaciones. A nivel internacional, la medición de la divagación mental se ha abordado mediante instrumentos con diversas estructuras psicométricas. En España, se ha validado una versión revisada de la *Mind Excessively Wandering Scale* que propone una estructura bifactorial, así como un modelo unidimensional aplicado a contextos específicos de Educación Física (13,14). Mientras que en Alemania se han desarrollado instrumentos que diferencian la divagación mental como estado y como rasgo, distinguiendo, además, entre expresiones deliberadas y espontáneas, lo que ha permitido ampliar su medición en situaciones asociadas al uso de tecnologías (15).

En Sudamérica, se han realizado adaptaciones al portugués brasileño del *Mind Wandering Questionnaire*, así como validaciones de la *Mind Excessively Wandering Scale* (MEWS) en población brasileña, ambas con índices elevados de consistencia interna (16,17). A pesar de estos avances, una parte importante de las escalas disponibles se ha centrado en estructuras unidimensionales o en aproximaciones parciales al fenómeno, lo que limita la evaluación simultánea de las distintas facetas de la divagación mental.

La evaluación de la divagación mental desde un enfoque trifactorial distingue entre episodios que ocurren sin control voluntario, aquellos que son adoptados de manera deliberada y la capacidad de advertir conscientemente dicho desvío atencional (8). Esta diferenciación permite examinar la experiencia de divagar considerando no solo la frecuencia del fenómeno, sino también su intencionalidad y el grado de conciencia que el estudiante tiene sobre su propia desconexión durante la actividad académica. En la educación superior, la pérdida de atención puede responder a procesos distintos y presentar implicancias diferenciadas para el aprendizaje y la autorregulación.

En el Perú, los antecedentes empíricos centrados específicamente en la divagación mental son todavía escasos y se concentran en variables relacionadas, como la atención plena (12) o los distractores cognitivos (18). A ello se suma que el desarrollo y uso de pruebas psicológicas en el país ha sido señalado como un ámbito con limitaciones técnicas, asociadas a la formación psicométrica y a la adopción de estándares internacionales de investigación (19), así como a la modernización de los procesos de medición (20). Estas limitaciones evidencian la necesidad de contar con instrumentos psicométricos breves y adaptados que permitan evaluar la divagación mental de manera diferenciada en el contexto educativo.

Ante este panorama, el objetivo de la presente investigación fue determinar las propiedades psicométricas de la Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3) en estudiantes peruanos de educación superior.

MATERIALES Y MÉTODOS

Método

El estudio fue de tipo instrumental, orientado a la traducción y a la evaluación de las propiedades psicométricas de una escala de medición, con énfasis en el análisis de su evidencia de validez y confiabilidad en un contexto específico (21). Se empleó un diseño no experimental, de corte transversal y de nivel descriptivo, dado que la información se recogió en un único momento y el objetivo se centró en examinar el comportamiento psicométrico del instrumento, sin manipular variables ni intervenir en los participantes (22).

La muestra estuvo conformada por 303 estudiantes de una Escuela Superior Tecnológica de la ciudad de Tacna. El estudio se realizó mediante muestreo no probabilístico con aproximación censal, ya que se invitó a todos los estudiantes de la población presentes al momento de la aplicación. El 76,6% fueron varones y el 23,4% mujeres, con una edad promedio de 19,9 años (DE = 2,54). La mayoría se declaró soltero (81,8%) y perteneciente al estrato socioeconómico medio (65,7%). Respecto a las especialidades, la mayor proporción correspondió a Arquitectura de Plataformas y Servicios de Tecnologías de la Información (35,6%), seguida de Mecánica Automotriz (24,1%) y de Contabilidad (16,5%). En cuanto al año académico, el 35% cursaba el primer año, el 25,4% el segundo y el 39,6% el tercero. La afiliación religiosa predominante fue la católica (59,7%).

Instrumentos

Se utilizó la Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3), un instrumento diseñado para evaluar la tendencia a la desconexión atencional desde un enfoque multidimensional, que considera tanto procesos automáticos como deliberados y de monitoreo cognitivo (8). La escala está compuesta por 12 ítems distribuidos en tres dimensiones: divagación mental no intencional, divagación mental intencional y metaconciencia, con cuatro ítems por factor. Las respuestas se registran mediante una escala tipo Likert de cinco puntos, que va de 0 (totalmente en desacuerdo) a 4 (totalmente de acuerdo), lo que permite estimar la frecuencia e intensidad de los episodios de divagación mental percibidos por los participantes. En su versión original, el instrumento presentó adecuados niveles de consistencia interna (α = 0,73–0,83) y una estructura trifactorial confirmada mediante análisis factorial confirmatorio, con índices de ajuste satisfactorios tanto en la versión en inglés como en la versión en alemán (CFI = 0,92–0,96; RMSEA = 0,05–0,08), además de una estabilidad temporal aceptable en evaluaciones test–retest (0,41–0,73).

En una fase preliminar, la Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3) fue adaptada al español a partir de su versión original, siguiendo recomendaciones internacionales sobre traducción y adecuación lingüística de instrumentos de autoinforme (23). La traducción fue realizada de manera independiente por dos traductores bilingües cuya lengua materna era el español. Posteriormente, ambas versiones fueron comparadas y consensuadas, resolviéndose las discrepancias hasta obtener una versión preliminar en español que preservara la equivalencia semántica y conceptual de los ítems (24). Esta versión fue revisada por un grupo de especialistas con experiencia en evaluación psicométrica, quienes sugirieron ajustes lingüísticos menores orientados a mejorar la claridad y la adecuación del instrumento al contexto educativo peruano, manteniéndose la estructura y el formato de respuesta del cuestionario original.

Después, se evaluaron las evidencias de validez de contenido mediante el juicio de expertos. Para ello, participaron cinco especialistas con grado de maestría, al menos cinco años de experiencia y al menos haber sido asesores o asesoras de tres tesis, quienes valoraron cada ítem en función de su claridad, pertinencia y relevancia mediante una escala dicotómica (Sí = 1 y No = 0) para medir el constructo. A partir de esta evaluación, se

calculó el coeficiente V de Aiken para cada ítem y se reportó el intervalo de confianza al 95 %, por lo que no fue necesario realizar modificaciones ni eliminar reactivos, ya que todos los ítems alcanzaron valores óptimos. Posteriormente, el instrumento se aplicó a estudiantes de una Escuela Superior Tecnológica de Tacna. La participación fue voluntaria y se obtuvo el consentimiento informado mediante un formulario digital previo a la aplicación. La escala se administró de manera virtual durante el horario regular de clases y el tiempo estimado de respuesta fue de aproximadamente 10 a 15 minutos. Finalizada la recolección de datos, las respuestas se exportaron, codificaron y organizaron para su análisis estadístico.

Análisis de datos

Los datos recolectados fueron organizados, codificados y analizados utilizando Microsoft Excel y los paquetes estadísticos SPSS (versión 26) y Jamovi. En una primera etapa, se realizaron análisis descriptivos de los ítems mediante el cálculo de medidas de tendencia central y dispersión, así como de los coeficientes de asimetría y curtosis, con el propósito de examinar el comportamiento distribucional de las respuestas. La evidencia de validez basada en el contenido se obtuvo mediante jueces expertos y se estimó mediante el coeficiente V de Aiken y el intervalo de confianza del 95 % con el método score (25) en el que se esperaban puntuaciones por encima de 0,70, a partir de las valoraciones de cinco jueces expertos, quienes consideraron criterios de claridad, pertinencia y relevancia de cada ítem.

Posteriormente, se evaluó el funcionamiento de los ítems mediante el análisis de índices de homogeneidad corregida, comunalidades y estadísticos descriptivos, con el fin de determinar su contribución a cada una de las dimensiones del instrumento. La evidencia de validez de la estructura interna se examinó mediante un análisis factorial confirmatorio (AFC), en el que se contrastó el modelo trifactorial propuesto para la escala (26). Para la estimación del modelo se consideraron índices de ajuste absoluto e incremental, incluyendo χ^2/gl, CFI (índice de ajuste comparativo), TLI (índice de ajuste de Tucker-Lewis) y NNFI (índice no normado de Bentler-Bonett) ($\geq 0,90$), RMSEA (error cuadrático medio de aproximación) ($\leq 0,08$) y SRMR (error cuadrático medio de aproximación) ($\leq 0,06$), los cuales se interpretaron de acuerdo con los criterios psicométricos vigentes (27). Finalmente, la confiabilidad interna del instrumento se evaluó mediante los coeficientes alfa de Cronbach (α) y omega de McDonald (ω), tanto para la escala total como para cada una de sus dimensiones, considerando valores aceptables iguales o superiores a 0,70.

Aspectos éticos

El estudio se realizó de acuerdo con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki para la investigación con seres humanos y se registró ante el comité de ética con el código 005-2025-CEIEPN. Se garantizaron la confidencialidad y el anonimato de la información recolectada. Antes de la aplicación del instrumento, todos los participantes otorgaron su consentimiento informado, en el que se explicaron el propósito del estudio, el carácter voluntario de la participación y el derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presenta la formulación original en inglés de los ítems de la Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3), junto con la versión adaptada al español utilizada en el presente estudio.

La evidencia de validez de contenido se evaluó mediante el coeficiente V de Aiken, considerando los criterios de pertinencia, relevancia y claridad. Los resultados mostraron valores de $V = 1,00$ en los 12 ítems evaluados, tanto a nivel de cada criterio como a nivel global (Cuadro 2). Además, debido a la escasa variabilidad, se evidenciaron intervalos de confianza al 95 % [0,53 – 1]. Este análisis se realizó con la participación de cinco

Cuadro 1. Ítems de la Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3) en inglés y español

Código	Inglés	Español
EDM1	While listening to a presentation, my thoughts start to trail off unintentionally.	Mientras escucho una presentación, mis pensamientos comienzan a divagar sin querer.
EDM2	When watching TV, other things inadvertently cross my mind.	Cuando miro televisión, pienso en otras cosas inadvertidamente.
EDM3	I am often absent-minded.	Estoy distraído a menudo.
EDM4	When I am engaged in an activity, my thoughts wander to other things all by themselves.	Cuando estoy comprometido con una actividad, mis pensamientos divagan por su cuenta hacia otras ideas.
EDM5	I make my thoughts wander so that time passes faster.	Hago que mis pensamientos divaguen para que el tiempo pase más rápido.
EDM6	I deliberately allow my mind to wander to escape the daily grind.	Permito que mi mente divague deliberadamente para escapar de la rutina diaria.
EDM7	I distract myself in monotonous situations by letting my thoughts run free.	Me distraigo en situaciones monótonas para que mis pensamientos fluyan libremente.
EDM8	I actively use the time during routine tasks to mull over other things in the meanwhile.	Uso el tiempo activamente durante las tareas rutinarias para reflexionar sobre otras cosas mientras tanto.
EDM9	It takes a very long time for me to notice that my thoughts have wandered off.	Me toma bastante tiempo darme cuenta de que mis pensamientos han divagado.
EDM10	I quickly catch myself when I am not listening attentively.	Me doy cuenta rápidamente cuando no estoy escuchando atentamente.
EDM11	It takes me a while before I realize that I zoned out.	Me toma tiempo darme cuenta de que me he distraído.
EDM12	I immediately notice when my thoughts are not in the here and now.	Me doy cuenta de inmediato cuando mis pensamientos no están en el presente.

especialistas, quienes coincidieron plenamente en la adecuación de los reactivos al constructo evaluado. Estos valores superaron el umbral mínimo de aceptabilidad establecido para la V de Aiken, por lo que no se realizaron modificaciones ni se eliminaron ítems tras la revisión por expertos (28).

El análisis de ítems mostró un comportamiento adecuado de los reactivos en las tres dimensiones evaluadas (Cuadro 3). En la divagación mental, tanto intencional como no intencional, las medias indicaron niveles moderados del constructo, con distribuciones levemente asimétricas y platicúrticas, así como índices de homogeneidad y comunalidad consistentes con un funcionamiento apropiado de los ítems. Aunque un reactivo de la dimensión intencional presentó una contribución menor (INT8), su eliminación no generó mejoras sustantivas en los coeficientes de fiabilidad. En la dimensión de metaconciencia, los ítems mostraron una cohesión interna más moderada, sin que la supresión de reactivos incrementara la fiabilidad, lo que respalda su permanencia en la estructura actual y sugiere la conveniencia de ajustes futuros en su formulación.

El modelo trifactorial inicial mostró un patrón de ajuste incremental pertinente, pero un RMSEA absoluto elevado (RMSEA ≥ 0,080). En concordancia con las prácticas psicométricas, se revisaron los índices de modificación (IM ≥ 20) y se permitieron covarianzas residuales entre ítems del mismo factor cuando existía proximidad semántica y redacción similar. Primero, se verificó la covarianza entre los ítems 5 y 6, pertenecientes a la dimensión de divagación mental no intencional, dado que ambos evalúan la divagación mental como estrategia de afrontamiento ante el tedio y describen una decisión deliberada de "dejar de divagar" la mente para regular la experiencia de situaciones monótonas o desagradables. Esta finalidad común hace que compartan varianza específica (8). Segundo, entre los ítems 10 y 12 pertenecen a la dimensión metaconciencia y evalúan la atención inmediata de un lapsus

Cuadro 2. Resultados de evidencias de validez de contenido con el cálculo de la V de Aiken

Pertinencia							Relevancia						Claridad						
ítem	J1	J2	J3	J4	J5	V de Aiken	J1	J2	J3	J4	J5	V de Aiken	J1	J2	J3	J4	J5	V de Aiken	V de Aiken en general
1	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
2	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
3	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
4	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
5	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
6	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
7	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
8	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
9	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
10	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
11	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
12	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1	1	1	1	1	1,00	1,00
V de Aiken en general																			1,00

Nota. V de Aiken ≥ 0,80 = validez aceptable; V = 1,00 = validez excelente

Cuadro 3. Resultados descriptivos del análisis de ítems

Ítems	Frecuencia					ME	DE	g^1	g^2	IHC	h^2	Si se elimina	
	0	1	2	3	4							α	ω
EDM1	15,2	12,9	34,0	21,8	16,2	2,11	1,26	-0,18	-0,85	0,644	0,636	0,83	0,834
EDM2	15,2	15,5	29,0	26,4	13,9	2,08	1,26	-0,2	-0,93	0,664	0,658	0,821	0,828
EDM3	11,6	20,1	31,7	26,1	10,6	2,04	1,16	-0,12	-0,77	0,729	0,737	0,795	0,797
EDM4	19,5	18,5	27,1	25,1	9,9	1,87	1,26	-0,05	-1,06	0,728	0,739	0,793	0,795
EDM5	16,50	19,80	27,10	23,40	13,20	1,97	1,27	-0,04	-1,03	0,7	0,723	0,759	0,772
EDM6	21,50	13,50	29,70	21,50	13,90	1,93	1,33	-0,06	-1,09	0,75	0,775	0,733	0,763
EDM7	14,20	16,80	29,00	31,40	8,60	2,03	1,18	-0,27	-0,84	0,72	0,737	0,751	0,782
EDM8	8,90	13,90	40,90	27,10	9,20	2,14	1,06	-0,26	-0,29	0,45	0,406	0,86	0,862
EDM9	14,20	20,80	34,70	23,80	6,60	1,88	1,13	-0,0803	-0,731	0,422	0,731	0,582	0,656
EDM10	8,3	13,90	29,70	30,40	17,80	2,36	1,17	-0,36	-0,621	0,348	0,774	0,632	0,68
EDM11	17,2	16,20	31,70	27,40	7,60	1,92	1,19	-0,188	-0,889	0,466	0,770	0,55	0,572
EDM12	11,9	10,90	32,70	26,10	18,50	2,28	1,23	-0,34	-0,691	0,474	0,699	0,544	0,612

Nota. ME = media; DE = desviación estándar; g1 = asimetría; g2 = curtosis; IHC = índice de homogeneidad corregida; H2 = comunalidad; α = alfa; ω = omega

atencional y del alejamiento de "aquí y ahora", asimismo, comparten formulación casi paralela ("me doy cuenta" y marcador temporal [rápidamente o inmediatamente]), lo que genera similitud semántica y en redacción, por lo que es teóricamente posible establecer una covarianza residual (8)

Con base en la corrección realizada, la captura de esta varianza residual compartida mejoró los índices de ajuste del instrumento, dado que $\chi 2/gl = 2{,}938$ fue menor que el valor esperado (< 3). En cuanto a los índices de CFI $> 0{,}993$; TLI $> 0{,}991$ y NNFI $> 0{,}991$, superaron el umbral de 0,95 y, finalmente, SRMR $= 0{,}059$ y RMSEA $= 0{,}080$ son aceptables al ser $\leq 0{,}08$ (Cuadro 4). Además, el criterio de Akaike indica que el modelo corregido presenta mejor parsimonia frente al modelo original y la diferencia es fuerte ($\Delta AIC \geq 10$). Esta corrección mejora los ajustes del modelo sin alterar su estructura factorial ni comprometer su interpretación.

El análisis factorial confirmatorio (Figura 1) mostró cargas factoriales estandarizadas superiores a λ ($>0{,}30$) en casi todos los ítems, con excepción de un ítem corregido (EDM10) que, aunque en el modelo original tenía 0,31, tras identificar la varianza compartida con el ítem 12 disminuyó a 0,26. Sin embargo, aunque el ítem presentó una carga factorial baja, se mantuvo por tres razones: primero, el número 0,30 representa una guía, mas no un criterio absoluto, principalmente en escalas breves. En segundo lugar, representa un contenido nuclear de la metaconciencia y su eliminación reduciría la cobertura del constructo. Tercero, el ítem no mostró problemas de sesgos extremos en el análisis de los ítems y contribuyó a la varianza del factor. Las dimensiones de divagación mental, tanto intencional como no intencional, presentaron cargas elevadas y homogéneas, mientras que la dimensión de metaconciencia registró cargas de magnitud moderada. Las correlaciones positivas entre los tres factores latentes indican una relación teórica coherente entre las dimensiones evaluadas, sin solapamientos que comprometan la diferenciación factorial. Este patrón fue consistente con la estructura trifactorial propuesta originalmente y sugiere un ajuste estructural adecuado del modelo en la muestra analizada (8).

En el Cuadro 5 se observa que la versión adaptada de la Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3) presenta una fiabilidad

Cuadro 4. Índices de ajuste del análisis factorial confirmatorio

Índice de ajuste	Original	Corregida $_{(5\ y\ 6;\ 10\ y\ 12)}$	Valor de referencia	Decisión
χ^2 (gl)	257,136(51)	143,998(49)	< 3 (aceptable), ideal < 2	Corregida
CFI	0,985	0,993	$\geq 0{,}95$ excelente; $\geq 0{,}90$ aceptable	Corregida
TLI	0,98	0,991	$\geq 0{,}95$ excelente; $\geq 0{,}90$ aceptable	Corregida
NNFI	0,98	0,991	$\geq 0{,}95$ excelente; $\geq 0{,}90$ aceptable	Corregida
SRMR	0,076	0,059	$\leq 0{,}08$ aceptable; $\leq 0{,}05$ excelente	Corregida
RMSEA	0,116	0,080	$\leq 0{,}08$ aceptable; $\leq 0{,}05$ excelente	Corregida
AIC	383,136	273,998	Menor AIC = mejor (comparativo)	Corregida

Nota. χ^2/gl = Chi-Cuadrado entre grados de libertad; CFI = índice de ajuste comparativo; TLI = índice de ajuste de Tucker-Lewis; NNFI = índice no normado de Bentler-Bonett; SRMR = residuo cuadrático medio estandarizado; RMSEA = error cuadrático medio de aproximación; AIC = Criterio de información de Akaike

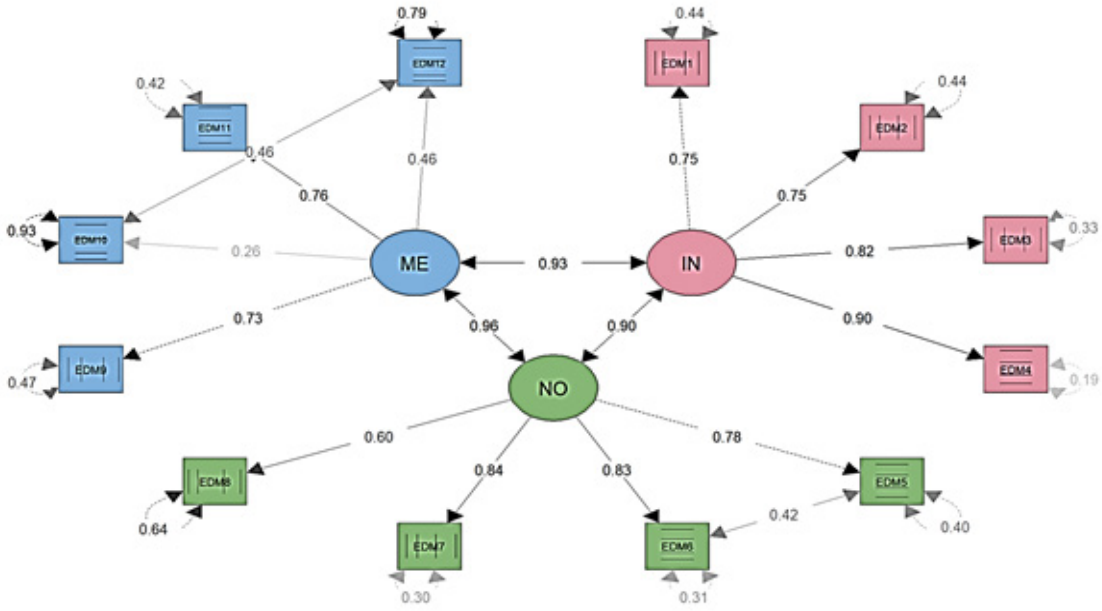


Figura 1. Diagrama de senderos de la Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3)

Nota: ME = metaconciencia, NO = divagación mental no intencional, IN = divagación mental intencional

global adecuada. El alfa de Cronbach (α = 0,901) y el omega de McDonald (ω = 0,905) indican una consistencia interna elevada. Al examinar las dimensiones por separado, la divagación mental no intencional (α = 0,851; ω = 0,853) y la divagación mental intencional (α = 0,827; ω = 0,834) alcanzaron valores considerados satisfactorios para instrumentos en fase de traducción y adecuación lingüística. En cuanto a la dimensión de metaconciencia, los coeficientes obtenidos evidenciaron una consistencia interna moderada (α = 0,647; ω = 0,652), lo que sugiere cautela para usos individuales y respalda su empleo principalmente en estudios o tamizajes grupales. Este resultado es esperable en subescalas breves y sugiere que esta faceta del constructo podría beneficiarse de evaluaciones adicionales, del refinamiento lingüístico y de nuevas validaciones en futuras investigaciones.

DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar las propiedades psicométricas de la Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3) en estudiantes peruanos de educación superior. Los resultados indican que la versión en español del instrumento presenta un desempeño psicométrico satisfactorio en términos de evidencias de validez y consistencia interna. Estos hallazgos respaldan su uso para evaluar la divagación mental, considerando sus distintas dimensiones, en línea con las aproximaciones actuales al pensamiento espontáneo.

En una primera etapa, se realizó una traducción directa al español y una adecuación lingüística, manteniendo el sentido original de los ítems, tanto en su formulación como en el concepto que representan, lo cual resulta necesario al evaluar procesos cognitivos de carácter autorreferencial. Se ha advertido que una traducción meramente literal, sin considerar el significado psicológico subyacente, puede afectar las evidencias de validez del instrumento al aplicarlo en contextos culturales diferentes (24). Estos procesos pueden compararse con trabajos previos desarrollados en América Latina, en los que se ha señalado la importancia de ajustar el lenguaje y considerar matices culturales para evaluar adecuadamente

Cuadro 5. Resultados de confiabilidad de cada factor

Consistencia interna	α Cronbach	Ω de McDonald
Escala general	0,901	0,905
Divagación mental no intencional	0,851	0,853
Divagación mental intencional	0,827	0,834
Metaconciencia de la divagación mental	0,647	0,652

Nota. Valores ≥ 0,70 indican una consistencia interna aceptable; valores entre 0,60 y 0,69 sugieren una consistencia moderada, especialmente en subescalas breves, por lo que su interpretación debe realizarse con cautela

fenómenos vinculados con la atención y la metacognición (16,17).

En relación con las evidencias de validez de contenido, la evaluación por jueces expertos mostró valores óptimos en todos los ítems, lo que sugiere una adecuada representatividad del constructo y coherencia entre los reactivos y las dimensiones teóricas propuestas. Este hallazgo coincide con estudios de validación transcultural que destacan el juicio experto como un criterio central para asegurar la pertinencia conceptual de los instrumentos psicológicos (29). En el contexto peruano, resultados metodológicamente comparables han sido reportados en estudios de validación de escalas vinculadas a procesos atencionales y a la autorregulación cognitiva, en los que el juicio experto permitió asegurar la pertinencia semántica y conceptual de los ítems (12), lo que refuerza la consistencia metodológica del presente estudio.

El análisis de ítems mostró un funcionamiento adecuado de los reactivos en las dimensiones de divagación mental no intencional e intencional, con índices de homogeneidad y comunalidad satisfactorios. En contraste, la dimensión de metaconciencia presentó indicadores más moderados, un comportamiento que ha sido documentado en investigaciones previas que evalúan procesos metacognitivos mediante escalas breves (30). Dado que la metaconciencia implica un nivel reflexivo más complejo, es esperable que sus indicadores psicométricos sean menos homogéneos, especialmente en poblaciones jóvenes y en contextos educativos con altas demandas cognitivas.

En cuanto a las evidencias de validez estructural, el análisis factorial confirmatorio respaldó la estructura trifactorial propuesta original integrada por las dimensiones de divagación mental no intencional, intencional y metaconciencia (8). Si bien algunos índices de ajuste absoluto no alcanzaron los valores considerados óptimos, al realizar la corrección con base en los índices de modificación (5 y 6; 10 y 12), todos los índices de ajuste mejoraron notablemente. Esta corrección se realizó debido a que los ítems mostraban similitud semántica al asumir la divagación como estrategia de afrontamiento que permite la regulación de experiencias monótonas (5 y 6) y la detección rápida del lapsus atencional y del alejamiento del "aquí y ahora". En ambos casos hay una similitud no explicada por el factor latente. Este patrón ha sido descrito en estudios psicométricos similares, en los que la estructura factorial del fenómeno varía según el contexto cultural, el tipo de muestra y las características educativas (13,17). En este sentido, la confirmación del modelo trifactorial en la población peruana aporta evidencia relevante sobre la estabilidad conceptual del constructo en contextos latinoamericanos.

Desde una perspectiva teórica, la confirmación de la estructura trifactorial respalda los modelos que conciben la divagación mental como un fenómeno heterogéneo, que integra procesos automáticos, deliberados y de monitoreo metacognitivo. Estos hallazgos fueron coherentes con la distinción entre episodios involuntarios de pérdida de control atencional y formas deliberadas de desconexión cognitiva, así como con explicaciones neurocognitivas que vinculan

la divagación mental con la interacción entre las redes de control ejecutivo y el pensamiento autorreferencial (5,31,32).

Respecto a la confiabilidad, la escala presentó una consistencia interna global alta y las dimensiones de divagación mental, tanto intencional como no intencional, mostraron coeficientes de consistencia adecuados. En cambio, la subescala de metaconciencia registró valores más bajos, aunque similares a los observados en otros estudios que han evaluado esta dimensión mediante medidas breves (12,17). Esto indica que, aunque la subescala alcanza niveles aceptables, sería conveniente que trabajos posteriores la revisen o consideren incorporar más reactivos para mejorar su desempeño psicométrico. Por lo tanto, es aconsejable tomarlo con cautela para usos aplicados de manera individual en sectores educativos, pero este estudio respalda su utilidad en tamizajes grupales.

Desde una perspectiva de salud pública, contar con un instrumento breve y con evidencia de validez para evaluar la divagación mental puede aportar información útil sobre procesos atencionales vinculados al bienestar psicológico en estudiantes (33). Se han reportado asociaciones entre una mayor frecuencia de divagación mental, síntomas depresivos, dificultades en la regulación emocional y una mayor sensación de aislamiento social (1,6). En la población joven, esto indica que el constructo se relaciona con dimensiones cognitivas y emocionales que también pueden afectar el rendimiento académico. En contextos educativos, su medición puede apoyar la identificación temprana de patrones atencionales asociados a dificultades de aprendizaje y de bienestar.

Finalmente, deben considerarse algunas limitaciones. La recolección de datos mediante una aplicación virtual pudo verse influida por dificultades de conectividad, lo que podría afectar la representatividad de la muestra. Además, no se evaluó la invarianza factorial, por lo que no es posible determinar si la escala funciona de manera similar en distintos subgrupos. Trabajos posteriores podrían ampliar estos análisis con muestras provenientes de más de una institución, incorporar pruebas de invarianza y examinar la relación entre la divagación mental y variables clínicas, académicas y de salud mental. Esto permitiría contar con un mayor respaldo para el uso de la BMW-3 en poblaciones latinoamericanas.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio evidencian que la Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3) presenta propiedades psicométricas adecuadas en estudiantes peruanos de educación superior tecnológica. Las evidencias de validez de contenido se confirmaron mediante el juicio de expertos, con valores óptimos del coeficiente V de Aiken, lo que respalda la coherencia conceptual y semántica de los ítems que componen el instrumento. Estos resultados indican que la escala evalúa de manera consistente el constructo propuesto en el contexto analizado. Por su parte, el análisis factorial confirmatorio corroboró la estructura trifactorial teórica de la escala, lo cual se vio respaldado por índices de ajuste incremental satisfactorios y una consistencia interna global elevada. Las dimensiones de divagación mental intencional y no intencional mostraron niveles de fiabilidad adecuados, mientras que la subescala de metaconciencia presentó valores moderados, acordes con su carácter breve, lo que sugiere la conveniencia de futuras revisiones orientadas a su fortalecimiento psicométrico.

En términos generales, los hallazgos respaldan el uso de la Escala Breve Trifactorial de Divagación Mental (BMW-3) como una herramienta válida y confiable para evaluar la divagación mental en contextos educativos superiores. La disponibilidad de este instrumento aporta una opción psicométrica culturalmente pertinente para el estudio de los procesos atencionales y cognitivos en la población universitaria peruana, lo que amplía las posibilidades de investigación en los ámbitos académico y educativo.

REFERENCIAS

1. Konjedi S, Maleeh R. The dynamic framework of mind wandering revisited: How mindful meta-awareness affects mental states' constraints. Conscious Cogn. 2021;95:103194.
2. Liu S, Zhao M, Li R, Chuanning H, Du J, Schad DJ, et al. A wandering mind reflects a lonely mind: a cross-cultural study. Curr Res Behav Sci. 2024;6:100153.
3. Perché L, Yennek N, Léger L. Interest and mind wandering: how individual and situational characteristics affect learning. Learn Motiv. 2025;92:102177.
4. Risko EF, Buchanan D, Medimorec S, Kingstone A. Everyday attention: variation in mind wandering and memory in a lecture setting. Psychol Sci. 2012;23(9):1141–1147.
5. Smallwood J, Schooler JW. The restless mind. Psychol Bull. 2006;132(6):946–958.
6. Hawkins GE, Mittner M, Forstmann BU, Heathcote A. Self-reported mind wandering reflects executive control and selective attention. Psychon Bull Rev. 2022;29(5):1881–1894.
7. Blondé P, Girardeau JC, Sperduti M, Piolino P. A wandering mind is a forgetful mind: a systematic review on the influence of mind wandering on episodic memory encoding. Neurosci Biobehav Rev. 2022;134:104502.
8. Schubert AL, Frischkorn GT, Sadus K, Welhaf MS, Kane MJ, et al. The brief mind wandering three-factor scale (BMW-3). Behav Res Methods. 2024;56(8):8720–8744.
9. Cherry J, McCormack T, Graham AJ. The link between mind wandering and learning in children. J Exp Child Psychol. 2022;217:105367.
10. Vera MJ, Mendoza AJ. La atención como proceso cognitivo para estimular el aprendizaje de los estudiantes. Rev Scientific. 2024;9(32):320–339.
11. Barreyro JP, Injoque-Ricle I, Formoso J, Burin DI. El rol de la memoria de trabajo y de la atención sostenida en la generación de inferencias explicativas. Liberabit. 2017;23(2):211–226.
12. Caycho-Rodríguez T, García-Cadena CH, Reyes-Bossio M, Cabrera-Orosco I, Oblitas Guadalupe LA, Arias-Gallegos WL. Evidencias psicométricas de una versión breve de la Mindful Awareness Attention Scale en estudiantes. Rev Argent Cienc Comport. 2019;11(3):19–32.
13. Morillas-Romero A, De la Torre-Luque A, Mowlem FD, Asherson P. Spanish and cross-cultural validation of the mind excessively wandering scale. Front Psychol. 2023;14:1181294.
14. Trigueros R, Aguilar-Parra JM, Álvarez JF, Cangas AJ. Adaptation and validation of the Mind-Wandering Questionnaire (MWQ) in physical education classes and analysis of its role as mediator between teacher and anxiety. Sustainability. 2019;11(18):5081.
15. Oschinsky FM, Klesel M, Niehaves B. Mind wandering in information technology use: scale development and cross-validation. Database Adv Inf Syst. 2023;54(2):53–76.
16. Figueiredo T, Erthal P, Fortes D, Asherson P, Mattos P. Transcultural adaptation to Portuguese of the Mind Excessively Wandering Scale (MEWS) for evaluation of thought activity. Trends Psychiatry Psychother. 2018;40(3):241–249.
17. Peloso FC, Zibetti MR, Nardi AE, Catelan RF. Cross-cultural adaptation of the Mind-Wandering Questionnaire (MWQ) for Brazilian Portuguese and evidence of its validity. Braz J Psychiatry. 2024;46:e20233312.
18. Mamani-Benito O, Llaguento Zurita JM, García Vásquez OL, Guerrero F, Morales-García WC, et al. Adaptation and validation of the Research Task Distractor Scale among Peruvian university students. Front Educ. 2023;8:1171938.
19. Merino-Soto C, Oakland T, Domínguez-Lara S, Copez-Lonzoy A. Estatus internacional sobre el desarrollo y uso de los tests: posibles implicaciones para el Perú. Rev Interam Psicol. 2021;55(1):1–27.
20. Burga A. Aplicaciones de la tecnología a la evaluación psicométrica. Propósitos Represent. 2019;8(1):e318.
21. Ato M, López JJ, Benavente A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. An Psicol. 2013;29(3):1038–1059.
22. Kerlinger FN, Lee HB. Investigación del comportamiento: métodos de investigación en ciencias sociales. 4ª ed. México: McGraw-Hill; 2002.
23. International Test Commission. The ITC guidelines for translating and adapting tests. 2nd ed. International Test Commission; 2017. Available from: https://www.intestcom.org/files/guideline_test_adaptation_2ed.pdf.
24. Hambleton RK. Issues, designs, and technical guidelines for adapting tests into multiple languages and cultures. In: Hambleton RK, Merenda PF, Spielberger CD, editors. Adapting educational and psychological tests for cross-cultural assessment. 1st ed. New York: Psychology Press; 2005. p. 3–38.

25. Penfield RD, Giacobbi PR Jr. Applying a score confidence interval to Aiken's item content-relevance index. Meas Phys Educ Exerc Sci. 2004;8(4):213-225.
26. Kline RB. Principles and practice of structural equation modeling. 4th ed. New York: Guilford Press; 2016.
27. Hu LT, Bentler PM. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: conventional criteria versus new alternatives. Structural Equation Modeling. 1999;6(1):1-55.
28. Aiken LR. Psychological testing and assessment. 11th ed. Boston: Allyn & Bacon; 2003.
29. Aksoy UM, Günay Aksoy Ş, Semerci B. Linguistic equivalence, validity, and reliability study of the Mind Excessively Wandering Scale. Noro Psikiyatri Arsivi. 2022;59(3):201–209.
30. DeVellis RF. Scale development: theory and applications. 4th ed. Thousand Oaks (CA): SAGE Publications; 2016.
31. McVay JC, Kane MJ. Does mind wandering reflect executive function or executive failure? Comment on Smallwood and Schooler (2006) and Watkins (2008). Psychol Bull. 2010;136(2):188–197.
32. Mittner M, Boekel W, Tucker AM, Turner BM, Heathcote A, Forstmann BU. When the brain takes a break: a model-based analysis of mind wandering. J Neurosci. 2014;34(49):16286–16295.
33. Chura-Quispe G, Bullon YSNR, Estrada-Araoz EG, Pujaico-Espino JR, Mamani-Velasquez DE. Phubbing and feelings of loneliness: a study with future health professionals. Educ Process Int J. 2025;15(1).

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):404-412
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.4

Effectiveness of a community-based cardiac rehabilitation program on functional independence and physical activity among patients with heart failure: a quasi-experimental study

Eficacia de un programa comunitario de rehabilitación cardíaca sobre la independencia funcional y la actividad física en pacientes con insuficiencia cardíaca: un estudio cuasiexperimental

Safruddin[1a], Asri Asri[2b*], Andi Suswani[3a], Muriyati Risman[4b], Aszrul[5a]

SUMMARY

Introduction: *Heart failure (HF) is a leading cause of disability and mortality worldwide, especially in low-resource settings where access to hospital-based rehabilitation is limited. Community-based cardiac rehabilitation (CBCR) offers a practical and affordable model to enhance self-care and daily functioning among patients with HF. Objective: To determine the effectiveness of a six-week CBCR program in improving functional independence and physical activity in patients with chronic heart failure.* **Methods**: *A quasi-experimental pretest–posttest control-group study was conducted at two primary healthcare centers in Bulukumba, Indonesia, involving 252 stable HF patients (126 in the intervention group, 126 in the control group). The intervention group participated in a structured CBCR program comprising supervised aerobic and functional exercises, self-care education, and behavioral reinforcement. The control group received usual care. Outcomes were assessed using the Functional Independence Measure (FIM) and Short-Form International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-SF). Data were analyzed with ANCOVA, adjusting for demographic and clinical covariates.* **Results**: *The intervention significantly improved FIM scores (106.02 ± 12.63 vs. 98.10 ± 20.80; $p < 0.001$) and physical activity levels ($\chi^2 = 13.98$; $p < 0.001$). The adjusted ANCOVA remained significant ($F(1,246) = 10.03$; $p = 0.002$; partial $\eta^2 = 0.039$).* **Conclusion**: *CBCR effectively enhances functional independence and activity levels among patients with heart failure, supporting its integration into community health systems.*

Keywords: *Heart failure; cardiac rehabilitation; functional independence; physical activity; community-based intervention*

ORCID:
[1] 0009-0009-0924-2069
[2] 0000-0002-0172-1905
[3] 0000-0002-0405-8600
[4] 0000-0002-8379-6467
[5] 0000-0001-6714-5675

[*]**Corresponding Author:** Safruddin Kep. Community and Family Nursing Department, Panrita Husada College of Health Sciences. Bulukumba, South Sulawesi, Indonesia. l. Pendidikan No. 4, Bulukumba, South Sulawesi, Indonesia. Email: safaryahya1@gmail.com

[a] Community and Family Nursing Department, Panrita Husada College of Health Sciences, Bulukumba, South Sulawesi, Indonesia
[b] Medical Surgical Nursing Department, Panrita Husada College of Health Sciences Bulukumba, South Sulawesi, Indonesia

Recibido: 16 de noviembre 2025
Aceptado: 7 de marzo 2026

RESUMEN

Introducción*: La insuficiencia cardíaca (IC) es una de las principales causas de discapacidad y mortalidad en todo el mundo, especialmente en entornos con escasos recursos, donde el acceso a la rehabilitación hospitalaria es limitado. La rehabilitación cardíaca comunitaria (CBCR) ofrece un modelo práctico y asequible para mejorar el autocuidado y el funcionamiento diario de los pacientes con insuficiencia cardíaca.* **Objetivo***: Determinar la efectividad de un programa de CBCR de seis semanas para mejorar la independencia funcional y la actividad física en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica.* **Métodos***: Se realizó un estudio cuasiexperimental de pretest-postest con un grupo de control en dos centros de atención primaria de salud en Bulukumba, Indonesia, con 252 pacientes estables con insuficiencia cardíaca (126 en intervención, 126 en control). El grupo de intervención participó en un programa estructurado de CBCR que incluía ejercicios aeróbicos y funcionales supervisados, educación en autocuidado y refuerzo conductual. El grupo de control recibió atención habitual. Los resultados se evaluaron mediante la Medida de Independencia Funcional (FIM) y el Cuestionario Internacional de Actividad Física de Forma Breve (IPAQ-SF). Los datos se analizaron mediante ANCOVA, ajustando por covariables demográficas y clínicas. Resultados: La intervención mejoró significativamente las puntuaciones de FIM (106,02 ± 12,63 vs. 98,10 ± 20,80; p <0,001) y los niveles de actividad física (χ^2 = 13,98; p < 0,001). El ANCOVA ajustado se mantuvo significativo (F(1,246) = 10,03; p = 0,002; η^2 parcial = 0,039).* **Conclusión***: El CBCR mejora de manera efectiva la independencia funcional y los niveles de actividad en pacientes con insuficiencia cardíaca, lo que respalda su integración en los sistemas de salud comunitarios.*

Palabras clave: *Insuficiencia cardíaca, rehabilitación cardíaca, independencia funcional, actividad física, intervención comunitaria*

INTRODUCTION

Heart failure (HF) remains a worldwide public health issue and a main contributor to morbidity, hospital readmissions, and premature mortality (1). The World Health Organization (WHO) estimates that more than 64 million people worldwide are impacted by heart failure (HF), with increasing prevalence due to demographic changes and improved survival rates from ischemic and hypertensive heart diseases (2). Despite advances in pharmacological therapy, many patients experience persistent functional limitations, reduced exercise capacity, and diminished quality of life (3). These results are primarily attributable to physical deconditioning, muscular weakness, and inadequate adherence to self-care guidelines, underscoring the importance of non-pharmacological strategies that complement conventional medical treatment (4).

Cardiac rehabilitation (CR) is a multidisciplinary approach demonstrated to enhance exercise capacity, psychological health, and long-term survival in individuals with heart failure (5). Evidence from meta-analyses and international guidelines, including the American Heart Association (AHA, 2025) (6) and the European Society of Cardiology (ESC, 2023) (7), indicates that exercise-based cardiac rehabilitation reduces all-cause mortality and hospitalization by 20–30%, whilst enhancing functional ability and quality of life. Nevertheless, in numerous low- and middle-income nations, the implementation of formal hospital-based cardiac rehabilitation programs is constrained by insufficient facilities, labor shortages, and financial barriers (8). In Indonesia and other resource-limited settings, less than 10% of eligible HF patients have access to structured rehabilitation programs.

Community-based cardiac rehabilitation (CBCR) has emerged as a feasible, cost-effective alternative that decentralizes cardiac rehabilitation services to primary care and community settings (9). CBCR combines supervised physical activity, patient education, and behavioral support to enhance accessibility for a broader population while preserving therapeutic efficacy. Prior research in Europe, Latin America, and Southeast Asia has shown that CBCR can yield outcomes comparable to those of hospital-based programs when established protocols and trained personnel are employed (10). However, the evidence from Indonesia, particularly within community and primary healthcare contexts, remains scarce.

Functional independence is a vital measure of the effectiveness of rehabilitation. The Functional Independence Measure (FIM) is widely used to assess an individual's capacity to perform activities of daily living (ADLs) autonomously, encompassing both motor and

cognitive rehabilitation (11). Improvements in FIM scores in patients with heart failure indicate greater autonomy and improved integration into social and occupational activities. Similarly, the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-SF) provides a standardized assessment of patients' physical activity level, which correlates strongly with cardiovascular prognosis and overall health status (12). The integration of these two variables for a thorough assessment of the effects of community-based therapies on both physiological and functional aspects of rehabilitation.

Despite growing global interest in CBCR, there is limited empirical evidence on its implementation and outcomes in Indonesia's primary healthcare system (13). Prior local research has predominantly concentrated on pharmaceutical adherence or health education, with minimal incorporation of scheduled physical activity or assessment of functional outcomes. This study aims to address the existing gap by implementing a comprehensive six-week community-based cardiac rehabilitation program that includes aerobic and functional exercises, education, and behavioral reinforcement, specifically designed for heart failure patients in a low-resource setting.

This study assessed the hypothesis that a structured CBCR program can markedly enhance functional independence and physical activity compared with usual care, even after adjusting for confounding demographic and physiological factors. The results are expected to provide evidence for policymakers and healthcare practitioners to incorporate CBCR as a sustainable component of primary cardiovascular care in Indonesia and similar resource-constrained settings.

METHODS

The study employed a quasi-experimental design with ANCOVA to control for baseline differences in age, gender, blood pressure, and body weight, thereby ensuring a rigorous review, and was implemented at two basic healthcare centers in Bulukumba Regency, Indonesia. The study sought to assess the efficacy of a community-based cardiac rehabilitation (CBCR) program in enhancing functional independence and physical activity in individuals with chronic heart failure. Participants were randomly assigned to two groups: an intervention group that received the CBCR program and a control group that received routine treatment. The intervention lasted six weeks. A total of 252 clinically stable heart failure patients participated, with 126 in the intervention group and 126 in the control group. Eligibility requirements encompassed: diagnosed heart failure class II–III (NYHA classification), clinical stability for a minimum of two weeks, capability to communicate and execute fundamental mobility tasks, and willingness to furnish informed permission. Individuals experiencing acute decompensation, cognitive deficits, or significant comorbidities (e.g., renal failure, stroke) were excluded. Baseline comparability across groups was assessed using independent t-tests for continuous data and Mann–Whitney U tests for categorical data.

The intervention phase comprised a six-week community-based cardiac rehabilitation program incorporating three elements:

1. *Aerobic and Functional Exercise*: Moderate-intensity walking (50–70% HRmax), respiratory regulation, and limb mobilization, conducted thrice weekly for 30–45 minutes under the supervision of a nurse or physiotherapist.

2. *Self-Care Education*: Weekly 45-minute sessions focusing on fluid balance, medication compliance, symptom surveillance, and stress alleviation.

3. *Behavioral Reinforcement*: Implementation of goal-setting, diary-based activity monitoring, and motivational interviews to improve compliance.

The control group got routine medical management and brief counseling according

to clinical guidelines, but lacked a systematic rehabilitative component.

Statistical Analysis

Data analysis was conducted using SPSS version 25.0. Descriptive statistics included participant attributes. Baseline differences were assessed using t-, U-, or χ^2 tests, with significance set at $p < 0.05$. An Analysis of Covariance (ANCOVA) was used to compare post-intervention FIM scores between groups, adjusted for age, gender, systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), and body weight. Adjusted means and 95% confidence intervals (CI) were calculated. Partial eta-squared (η^2) was employed to assess effect size (0.01 = minor, 0.06 = moderate, 0.14 = big). Effect sizes for pairwise comparisons were represented as Cohen's d for continuous data and Cramer's V for categorical data.

The institutional ethics committee of STIKES Panrita Husada Bulukumba approved the study protocol (approval No. 001927/KEP/2024). All participants furnished written informed consent. The research complied with the Declaration of Helsinki.

RESULTS

Table 1 shows the baseline characteristics of the two groups. Both groups were comparable in most sociodemographic and clinical characteristics, indicating sufficient baseline equivalence. The average age of participants was 59.07 ± 10.35 years in the intervention group and 56.54 ± 13.60 years in the control group ($p = 0.098$). No notable disparities were detected in educational attainment, employment status, marital condition, or duration of hypertension.

Notable disparities were observed in weight ($p = 0.022$), systolic blood pressure (SBP) ($p < 0.001$), diastolic blood pressure (DBP) ($p < 0.001$), and gender distribution ($p = 0.034$), with a marginally higher proportion of females in the control group. These factors were subsequently included as covariates in the ANCOVA model to mitigate potential confounding.

As shown in Table 2, post-intervention Functional Independence Measure (FIM) scores were significantly higher in the intervention group than in the control group (106.02 ± 12.63 vs. 98.10 ± 20.80; $t(250) = 3.66$; $p < 0.001$). The mean difference (95% CI) was 8.04 (3.65 to 11.19), corresponding to a medium effect size (Cohen's $d = 0.46$).

This finding indicates a clinically meaningful improvement in functional independence among participants who received the community-based rehabilitation program.

Table 3 shows the changes in physical activity levels. At baseline, no significant differences in activity categories were observed between the two groups ($\chi^2 = 5.64$, $p = 0.06$). After six weeks, a considerable increase in activity levels was noted in the intervention group, with the percentage of participants partaking in moderate-to-vigorous activity rising from 58.7% to 77.0%. The alteration was statistically significant ($\chi^2 = 13.98$, $p < 0.001$; Cramer's $V = 0.26$, signifying a moderate correlation).

After controlling for age, gender, blood pressure, and weight using ANCOVA (Table 4), the difference between groups remained statistically significant ($F(1,246) = 10.03$; $p = 0.002$; partial $\eta^2 = 0.039$). None of the covariates had a significant effect on post-intervention FIM, confirming that the improvement was attributable to the intervention.

DISCUSSION

This study assessed the efficacy of a community-based cardiac rehabilitation (CBCR) program on functional independence and physical activity in individuals with chronic heart failure. The results indicated that the intervention markedly improved Functional Independence Measure (FIM) scores and physical activity levels compared with conventional care. After controlling for

Table 1. Baseline Characteristics of Patients with Heart Failure (n = 252)

Variable	Intervention Group (n = 126)	Control Group (n = 126)	Test statistic	p-value	Effect size (95% CI)
Age (years)	59.07 ± 10.35	56.54 ± 13.60	t = 1.66	0.098	d = 0.20 (–0.03 to 0.44)
Weight (kg)	60.77 ± 11.96	56.54 ± 9.28	U = 6610	0.022*	r = 0.19 (0.02 to 0.35)
SBP (mmHg)	144.2 ± 20.04	152.4 ± 15.01	t = –3.67	<0.001**	d = 0.53 (0.27 to 0.79)
DBP (mmHg)	84.67 ± 9.49	90.44 ± 10.13	t = –4.67	<0.001**	d = 0.66 (0.39 to 0.93)
Gender					
Male	35 (27.8%)	21 (16.7%)	χ^2 = 4.50	0.034*	V = 0.13
Female	91 (72.2%)	105 (83.3%)			(0.01 to 0.26)
Marital status					
Married	123 (97.6%)	124 (98.4%)	χ^2 = 0.20	0.651	V = 0.03
Single	3 (2.4%)	2 (1.6%)			(0.00 to 0.09)
Occupation					
Housewife	88 (69.8%)	88 (69.8%)	χ^2 = 0.07	0.995	V = 0.02
Entrepreneur	14 (11.1%) 1	15 (11.9%)			(0.00 to 0.05)
Farmer	5 (11.9%)	14 (11.1%)			
Civil Servant	9 (7.1%)	9 (7.1%)			
Education level					
Literate					
Primary	20 (15.9%)	24 (20.2%)	χ^2 = 2.72	0.436	V = 0.08
Middle	25 (19.8%)	15 (12.6%)			(0.00 to 0.18)
High	58 (46.0%)	56 (47.1%)			
	23 (18.3%)	24 (20.2%)			
Duration of Hypertension (years)	20 (15.9%)	30 (23.8%)	χ^2 = 2.50	0.114	V = 0.10
≤1 year	106 (84.1%)	96 (76.2%)			(0.00 to 0.21)
>1 year					

Note: t = Independent t-test; U = Mann–Whitney U; χ^2 = Chi-square. $p < 0.05$*; $p < 0.001$** = significant. Effect sizes: Cohen's d for continuous data, r for Mann–Whitney, Cramer's V for categorical data, SBP=Systolic Blood Pressure, DBP=Diastolic Blood Pressure

Table 2. Functional Independence Measure (FIM) Scores After Intervention

Outcome	Intervention (X ± SD)	Control (X ± SD)	t (df)	95% CI of Mean Difference	p-value	Effect size (d)
Post-intervention FIM	106.02 ± 12.63	98.10 ± 20.80	3.66 (250)	3.65 to 11.19	<0.001**	0.46 (0.23 to 0.69) – medium

Table 3. Secondary Outcome: Physical Activity Level (IPAQ-SF)

Activity Level	Intervention Group n (%)	Control Group n (%)	χ^2 (2)	p-value	V (95% CI)
Pre-test					
Light	52 (41.3%)	35 (27.8%)	5.64	0.060	0.15 (0.00 to 0.29)
Moderate	30 (23.8%)	24 (19.1%)			
Vigorous	44 (34.9%)	67 (53.2%)			
Post-test					
Light	29 (23.0%)	40 (31.7%)	13.98	<0.001**	0.26 (0.12 to 0.39) – medium
Moderate	21 (16.7%)	27 (21.4%)			
Vigorous	76 (60.3%)	59 (46.8%)			

potential confounders—age, gender, systolic and diastolic blood pressure, and body weight—the intervention effect remained significant, with a partial η^2 of 0.039, indicating a small-to-moderate yet clinically relevant enhancement.

These results are consistent with previous studies emphasizing the importance of structured rehabilitation and exercise-based interventions for patients with heart failure (14,15). Indeed, Dribben et al. (2023) reported in a Cochrane review that exercise-based cardiac rehabilitation reduces hospital readmissions and improves quality of life by enhancing exercise tolerance and physical autonomy. In a comparable manner, McMillan Boyles (16) stated that community-based rehabilitation is as successful as hospital-based programs when appropriately designed and supervised. This work contributes to the expanding evidence base by presenting data from a resource-constrained population in Indonesia, where access to conventional cardiac rehabilitation is restricted.

The inclusion of FIM as a primary outcome provides a functional perspective that reflects daily living abilities rather than merely physiological metrics. Improvements in FIM scores indicate that individuals not only increased their exercise capacity but also regained independence in activities such as ambulation, bathing, and stair climbing. This aligns with the findings of Brown et al. (2024), who emphasized that rehabilitation therapies focusing on functional and behavioral elements provide superior real-world benefits compared to aerobic-only regimens (17). The observed mean difference of approximately 8 points in FIM exceeds the commonly used least clinically important difference (MCID) for functional recovery in patients with chronic cardiac disease.

Table 4. ANCOVA Results for Post-intervention FIM

Source	SS (Type III)	df	MS	F	p-value	Partial η^2
Group (Intervention vs control)	2933.41	1	2933.1	10.030	0.002	0.039
Age (years)	3.098	1	3.098	0.010	0.919	4.187
Gender (male=1)	202.577	1	202.577	0.692	0.406	0.003
SBP (mmHg)	1.082	1	1.082	0.006	0.938	2.435
DBP (mmHg)	1071	1	1070.7	3.655	0.057	0.014
Weight (kg)	548.1	1	548.1	1.858	0.174	0.007
Error	7192.46	246	292.45	—	—	—
Total	—	252	—	—	—	—

Notes: SS = Sum of Squares; MS = Mean Square; η^2 = eta squared (partial). $p < 0.05$*; $p < 0.001$**. Coding: Group (Intervention=1, Control=0); Gender (Male=1, Female=0)

The observed improvements may be attributable to increased peripheral muscle perfusion, improved cardiac efficiency, and enhanced energy-conservation strategies implemented during the program (17). The combination of moderate-intensity aerobic exercise, functional strength training, and self-management education likely facilitated both physiological and behavioral changes (18). The absence of significant effects of age, gender, blood pressure, or weight indicates that the intervention's benefits extend beyond demographic and physiological differences, rendering it widely applicable across diverse patient populations (19).

The increase in physical activity levels (IPAQ-SF) within the intervention group enhances the sustainability of exercise habits and self-efficacy (20). Behavioral reinforcement measures, including goal setting, weekly follow-up calls, and symptom self-monitoring, were essential for sustaining adherence. Previous studies corroborate this process; Kroesen et al. (21) demonstrated that adherence-focused methods improve long-term engagement and diminish relapse in sedentary behavior among cardiac patients. The present data confirm that behavioral support is a crucial component of effective cardiac rehabilitation, particularly in community-based settings.

Although the partial η^2 value of 0.039 indicates a moderate effect, its clinical impact is considerable given the chronic nature of heart failure and the challenges of patient adherence. Small but sustained functional gains can meaningfully reduce dependency and hospital readmissions. Moreover, the simplicity and cost-effectiveness of the community-based model offer strong potential for scalability in low- and middle-income settings. Trained nurses and physiotherapists led the program, which required minimal equipment and incorporated family and peer support factors known to enhance long-term outcomes.

However, the study possesses drawbacks. The lack of randomization introduces a risk of selection bias, despite the use of ANCOVA to adjust for baseline differences. The follow-up period was limited to six weeks; the long-term sustainability of functional improvement required further study. Third, the absence of biochemical or echocardiographic information hinders the assessment of the underlying physiological mechanisms. Subsequent research should

incorporate longer follow-up periods and objective assessments of cardiac function to strengthen causal inferences.

Despite these limitations, this study provides robust evidence supporting the feasibility and effectiveness of CBCR in primary care and community settings. It aligns with global cardiac rehabilitation frameworks by the World Health Organization (2024) (22) and the American Heart Association (2021), which emphasize the decentralization of rehabilitation services and their integration into community-based healthcare (23).

The findings possess multiple implications for clinical practice and health policy. Integrating structured community-based rehabilitation into primary healthcare could markedly enhance patient outcomes in resource-limited areas. The noted improvement in FIM underscores that even minimal-intensity, supervised exercise, coupled with education, can restore independence in daily tasks, alleviate caregiver strain, and improve overall quality of life.

Finally, given the increasing prevalence of heart failure in aging populations, integrating community-based rehabilitation into national health policies could offer a sustainable and scalable solution. Using primary care networks and digital follow-up tools could reduce hospitalizations and associated healthcare costs.

CONCLUSION

The six-week community-based cardiac rehabilitation (CBCR) program markedly enhanced functional independence and physical activity among patients with heart failure, even after controlling for demographic and clinical factors. This intervention is a clinically successful and cost-effective addition to medical management, as it improves self-care, physical function, and exercise adherence. CBCR can mitigate functional deterioration and avert hospital readmissions by engaging a multidisciplinary team of nurses, physiotherapists, and community health workers.

From a policy standpoint, integrating CBCR into primary healthcare systems is a scalable, sustainable approach to improving cardiovascular outcomes in resource-constrained environments. Integrating this strategy with national non-communicable disease (NCD) control initiatives and WHO guidelines would enhance the accessibility and continuity of cardiac care. In conclusion, CBCR is clinically advantageous and policy-relevant, offering an effective framework for improving heart failure management in the community.

Acknowledgments

Gratitude is expressed to the community nurses, health personnel, and heart failure patients in Bulukumba Regency who willingly participated and facilitated this study.

Conflict of Interest

The author(s) declared no potential conflicts of interest regarding the research authorship and/or publication of this study.

Funding

This study has been financed by the Ministry of Research and Technology of the Republic of Indonesia in 2024.

Conflict of Interest

The author(s) declared no potential conflicts of interest regarding the research authorship and/or publication of this study.

Ethical Approval

Approved by the Research Ethics Committee of STIKES Panrita Husada Bulukumba (Approval No. 001927/KEP/2024) All participants provided written informed consent before enrollment.

REFERENCES

1. Shahim B, Kapelios CJ, Savarese G, Lund LH. Global public health burden of heart failure: an updated review. Cardiac failure review. 2023;9:e11.

2. Di Cesare M, Perel P, Taylor S, Kabudula C, Bixby H, Gaziano TA, et al. The heart of the world. Global heart. 2024;19(1):11.
3. Schlöglhofer T, Gross C, Moscato F, Neumayer A, Kandioler E, Leithner D, et al. Exercise performance and quality of life of left ventricular assist device patients after long-term outpatient cardiac rehabilitation. Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention. 2023;43(5):346–53.
4. Alanazi MA. The role of physical activity in adjunctive nursing management of neuro-degenerative diseases among older adults: A systematic review of interventional studies. Life. 2024;14(5):597.
5. Zaree A, Dev S, Yaseen Khan I, Arain M, Rasool S, Khalid Rana MA, et al. Cardiac rehabilitation in the modern era: optimizing recovery and reducing recurrence. Cureus. 2023;15(9):e46006.
6. Martin SS, Aday AW, Allen NB, Almarzooq ZI, Anderson CA, Arora P, et al. 2025 heart disease and stroke statistics: a report of US and global data from the American Heart Association. Circulation. 2025;151(8):e41–660.
7. Bauersachs J, Soltani S. Heart failure: update of the ESC 2023 guidelines. Herz. 2023;
8. Mbau L, Prabhakar PM, Khan Z. Effectiveness of cardiac rehabilitation services in low-and middle-income countries: a systematic review. Cureus. 2023;15(12):e50953.
9. Hernández-Sevillano J, Feinman C, McLaughlin MA. Home-Based Cardiac Rehabilitation. In: Lifestyle Medicine: Closing Research, Practice, and Knowledge Gaps. Springer; 2025. p. 671–85.
10. Abdul-Rahman T, Badar SM, Lee S, Wolfson M, Kundu M, Zivcevska M, et al. Current status of neurotrauma management in resource-limited settings. Annals of Medicine and Surgery. 2025;87(2):673–83.
11. Zeltzer L. Functional Independence Measure (FIM). 2024.
12. Blasco-Peris C, Climent-Paya V, Vetrovsky T, García-Álvarez MI, Manresa-Rocamora A, Beltrán-Carrillo VJ, et al. International Physical Activity Questionnaire Short Form and accelerometer-assessed physical activity: concurrent validity using six cut-points in HF patients. ESC Heart Failure. 2024;11(1):126–35.
13. Sambodo NP, Bonfrer I, Sparrow R, Pradhan M, van Doorslaer E. Effects of performance-based capitation payment on the use of public primary health care services in Indonesia. Social Science & Medicine. 2023;327:115921.
14. Hua C, Huang W, Chen Z, Cao D, Jia J, Chen X, et al. Effects of exercise based cardiac rehabilitation delivery modes on chronic heart failure: a systematic review and network meta-analysis. Scientific Reports. 2024;14(1):31246.
15. Dibben GO, Faulkner J, Oldridge N, Rees K, Thompson DR, Zwisler AD, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: a meta-analysis. European Heart Journal. 2023;44(6):452–69.
16. McMillan Boyles C. An interpretive description of health equity in chronic obstructive pulmonary disease (COPD) Clinical Practice Guidelines. 2023. Available at: https://laurentian.scholaris.ca/handle/10219/4070
17. Brown TM, Pack QR, Aberegg E, Brewer LC, Ford YR, Forman DE, et al. Core components of cardiac rehabilitation programs: 2024 update: a scientific statement from the American Heart Association and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Circulation. 2024;150(18):e328–47.
18. Lo YP, Chiang SL, Lin CH, Liu HC, Chiang LC. Effects of individualized aerobic exercise training on physical activity and health-related physical fitness among middle-aged and older adults with multimorbidity: a randomized controlled trial. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021;18(1):101.
19. Magomadov RZ, Bakharchieva MA, Bersanov AIl, Butsaev UA, Makarchuk TM, Makarchuk YV, et al. Individualized approaches to managing arterial and cerebral blood pressure. Revista Latinoamericana de Hipertensión. 2024;19(5):239–43.
20. Da Ros Vettoretto P, Bouffart AA, Gourronc Y, Baron AC, Gaume M, Congnard F, et al. Change in exercise capacity, physical activity and motivation for physical activity at 12 months after a cardiac rehabilitation program in coronary heart disease patients: a prospective, monocentric and observational study. PeerJ. 2025;13:e18885.
21. Kroesen SH, van Bakel BM, de Bruin M, Günal A, Scheepmaker A, Aengevaeren WR, et al. A cardiac-rehab behaviour intervention to reduce sedentary time in coronary artery disease patients: the SIT LESS randomized controlled trial. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity. 2024;21(1):90.
22. Vaughn S, Cournan M. World health organization rehabilitation 2030: call to action update. Rehabilitation Nursing Journal. 2024;49(5):143–6.
23. Omole TD, Mrkva A, Ferry D, Shepherd E, Caratelli J, Davis N, et al. Augmenting engagement in decentralized clinical trials for atrial fibrillation: development and implementation of a programmatic architecture. JMIR Cardio. 2025;9(1):e66436.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):413-428
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.5

Enhancing emotional intelligence and psychological well-being: assessing a blended ryff's and salovey-mayer-based intervention program

Mejorando la inteligencia emocional y el bienestar psicológico: evaluación de un programa de intervención híbrido basado en los modelos de ryff y salovey-mayer

Diego Rivera-Porras[1a*], Astrid Rozo-Sánchez[2b], Omar Rozo-Pérez[3c], Daniel Cepeda-Pineda[4d], Yulineth Gómez-Charris[5a], Camilo A. Silvera[6a], Sandra-Milena Carrillo-Sierra[7b], Claudia-Carolina Cabrera-Gómez[8e], Valmore Bermúdez[9f]

SUMMARY

Objective: *To evaluate the effectiveness of the experiential program HEART: Harnessing Emotional Awareness and Resilience for Transformation in strengthening emotional intelligence and psychological well-being in first-semester university students.* **Method**: *A randomized, double-blind experimental design was implemented with two groups: control (n=27) and experimental (n=27). Both groups completed the Meta-State of Mood Scale (TMMS-24) and the Ryff Psychological Well-Being Scale in two phases: pre-intervention (pretest) and post-intervention (posttest).* **Results**: *An improvement in psychological well-being was observed in both groups after the intervention, with a higher percentage of students at higher levels. No significant differences were found between the control and experimental groups in terms of improved emotional intelligence or psychological well-being.* **Conclusions**: *Both the HEART program and the conventional treatment received by the control group were effective in strengthening students' emotional intelligence and psychological well-being.*

Keywords: *Emotional Intelligence, Psychological Well-Being, Experiential Program, University Students*

ORCID:
[1*] 0000-0003-2169-3208
[2] 0000-0002-3286-7632
[3] 0000-0002-2348-2810
[4] 0009-0006-8677-2731
[5] 0000-0003-3630-3276
[6] 0000-0003-4867-2175
[7] 0000-0001-9848-2367
[8] 0000-0002-2845-9994
[9] 0000-0003-1880-8887

a Universidad de la Costa, Departamento de Productividad e Innovación, Barranquilla 080001, Atlántico, Colombia
b Universidad de Pamplona, Facultad de Salud, Pamplona 543050, Colombia
c Universidad Simón Bolívar, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, Centro de Investigación en Estudios Fronterizos, Cúcuta 540001, Colombia
d Universidad de la Sabana, Facultad de Ciencias del Comportamiento; Chía 250001, Cundinamarca, Colombia;
e Universidad Mariana, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Programa de Psicología, Pasto 520001
f Universidad Simón Bolívar, Facultad de Ciencias de la Salud, Centro de Investigaciones en Ciencias de la Vida, Barranquilla 080001, Colombia

[*]**Corresponding Author:** Diego Rivera-Porras, E-mail: drivera23@cuc.edu.co

Recibido: 29 de octubre 2025
Aceptado: 9 de marzo 2026

RESUMEN

Objetivo*: Evaluar la efectividad del programa experiencial HEART: Harnessing Emotional Awareness and Resilience for Transformation para fortalecer la inteligencia emocional y el bienestar psicológico en estudiantes universitarios de primer semestre*. **Método***: Se implementó un diseño experimental aleatorizado y doble ciego con dos grupos: control (n = 27) y experimental (n = 27). Ambos grupos completaron la Meta-State of Mood Scale (TMMS-24) y la Escala de Bienestar Psicológico de Ryff en dos fases: preintervención (pretest) y postintervención (postest)*. **Resultados***: Se observó una mejora del bienestar psicológico en ambos grupos tras la intervención, con un mayor porcentaje de estudiantes en niveles superiores. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos control y experimental en cuanto a la mejora de la inteligencia emocional ni del bienestar psicológico*. **Conclusiones***: Tanto el programa HEART como el tratamiento convencional del grupo control demostraron ser efectivos para fortalecer la inteligencia emocional y el bienestar psicológico en los estudiantes.*

Palabras clave*: Inteligencia emocional, bienestar psicológico, programa experiencial, estudiantes universitarios*

INTRODUCTION

Since its initial conceptualization by Salovey and Mayer (1) in the 1990s, Emotional Intelligence (EI) has become a central construct for understanding human adaptation, well-being, and performance. Extensive empirical evidence indicates that low levels of EI are associated with adverse personal and social outcomes, including reduced motivation, frustration, and difficulties in achieving goals (2). In this regard, Malinauskas and Malinauskiene (3) found a positive correlation among university students between EI, perceived social support, and psychological well-being, underscoring EI's mediating role in emotional regulation and life satisfaction.

The development of emotional intelligence and psychological well-being is rooted in early life. During childhood, particularly in the first years, the family environment plays a critical role in emotional development (4). Through observing and imitating adult behavior, children learn to recognise, express, and regulate their emotions. However, when caregivers fail to manage their own emotional states effectively, children often reproduce these maladaptive patterns, which can hinder their emotional learning. This vulnerability is further amplified in stressful or traumatic environments, where exposure to intense negative emotions without adequate coping strategies may result in dysfunctional emotional responses or the onset of affective disorders (5). During adolescence, the complexity of this process increases due to hormonal, social, and emotional changes (6).

Substantial empirical evidence supports the effectiveness of interventions to enhance EI. In a meta-analysis conducted by Molero et al. (7), which included 47 studies and 8,336 participants, emotional training, emotional education, and mindfulness-based programmes were found to significantly improve academic performance, psychological well-being, and social skills. Educational emotional programmes had the greatest impact on academic achievement and wellbeing, whereas mindfulness interventions were particularly effective in strengthening social competencies (8).

In university contexts, students face multiple challenges that can lead to emotional and physical exhaustion, procrastination, and interpersonal conflicts (9). Numerous studies (3, 10-12) have established associations among EI, psychological well-being (PW), and academic performance. Students with lower levels of EI or PW often experience greater stress and anxiety, which may undermine emotional stability and academic achievement (13). Conversely, higher levels of EI and PW are associated with greater engagement, resilience, and academic success (14).

Individuals with high emotional intelligence demonstrate skills such as self-awareness, self-regulation, and empathy, which foster resilience, positive self-esteem, and healthy interpersonal relationships (15). In contrast, those with lower EI and wellbeing are more prone to depres-sion, anxiety, mood disorders, and behavioral problems (15-17). From an integrative perspective, Ryff's (17) model of psychological well-being proposes a multidimensional approach encompassing autonomy, environmental mastery, personal

growth, and positive relations with others. Along these lines, Ferrari et al. (18) conducted a systematic review and meta-analysis of digital interventions targeting psychological well-being among university students. Their results revealed small yet significant improvements, highlighting the potential of technology-based approaches in promoting mental health.

Given this evidence, educational environments should promote evidence-based psychoeducational and experiential interventions to develop emotional competencies and resilience (19,20). Over the past decade, such programmes have expanded considerably due to their demonstrated impact. For instance, Năstasă et al. (21) showed that socio-emotional training effectively enhances the ability to identify, understand, and manage one's own emotions and those of others, contributing to better social and academic adjustment.

Recent studies (22-25) further confirm that social and emotional learning interventions significantly improve EI and psychological well-being. Contemporary systematic reviews and meta-analyses recommend comparing traditional educational or training approaches (control group) with active intervention programmes (experimental group) (26,27). While traditional approaches focus on didactic instruction and cognitive restructuring, experiential interventions emphasise practical activities that enhance emotional awareness and acceptance of both positive and negative emotions (21,28.29).

Despite the growing recognition of these constructs, no randomized controlled trials (RCTs) have yet explored the effects of experiential intervention programmes on EI and psychological wellbeing among university students. To address this gap, the present study aims to evaluate the effectiveness of the "Harnessing Emotional Awareness and Resilience for Transformation" (HEART) programme, compared with traditional training or education, in first-year university students. The main hypothesis proposes that the HEART programme is more effective than traditional education in improving EI and PW. Demonstrating its efficacy could position the HEART programme as an innovative and complementary alternative to conventional education, fostering healthier, more resilient, and emotionally competent learning environments in higher education.

MATERIALS AND METHODS

This study used a Randomized Controlled Trial (RCT) design, with the main objective of comparing the effectiveness of two interventions: the standard intervention, called "Training", and the experimental intervention, called HEART, specifically designed by the researchers. To ensure comparability between groups and minimize potential bias, participants were randomly allocated to the interventions. An independent researcher, not involved in the study, selected participants at random from the registration list, ensuring random assignment to treatments and the confidentiality of the information (30).

To avoid bias in the evaluation of the results, a double-blind design was adopted. In this way, neither the participants nor the researchers responsible for implementing the interventions and evaluating the results were aware of each participant's assignment. Both interventions were administered in similar formats (training vs. experiential workshop), and the techniques used were concealed. Finally, to minimize the impact of external variables on the results, the environmental conditions during intervention implementation were controlled. Classrooms with comparable characteristics (size, lighting, furniture) were used, and the sessions were scheduled at equivalent times and durations for both groups. This ensured that implementation conditions were consistent and comparable for all participants (30).

Instruments for Participant Evaluation

Trait Meta-Mood Scale (TMMS-24)

The TMMS-24, is an instrument that assesses emotional intelligence based on the model of Salovey and Mayer (31). This questionnaire consists of 24 items divided into three dimensions: Emotional Attention (items 1-8), Emotional

Clarity (items 9-16), and Emotional Repair (items 17-24) (33). The scale is Likert-type, with response options ranging from "strongly disagree" to "strongly agree". TMMS-24 assesses emotional states and the skills that enable individuals to be aware of and regulate their own emotions (32).

Ryff's Psychological Well-being Scale (33)

Ryff's Psychological Well-being Scale (SPW), originally called the Scales of Psychological Well-being, was translated into Spanish by Díaz et al. (33). This scale, is a suitable tool for studying psychological well-being from a positive psychological perspective. SPW has undergone several modifications to improve its internal consistency while maintaining a good fit between the data and the six-dimensional theoretical model. These dimensions are: Self-Acceptance (Cronbach's $\alpha=0.78$), Positive Relationships ($\alpha=0.83$), Autonomy ($\alpha=0.69$), Environmental Mastery ($\alpha = 0.69$), Personal Growth ($\alpha=0.68$), and Purpose in Life ($\alpha=0.78$) (34). The instrument consists of 39 items divided into six dimensions: Self-acceptance (items 1, 7, 13, 19, 25 and 31), Positive Relationships (items 2, 8, 14, 20, 26 and 32), Autonomy (items 3, 4, 9, 10, 15, 21, 27 and 33), Mastery of the Environment (items 5, 11, 16, 16, 22, 28 and 39), Personal Growth (items 24, 30, 34, 35, 36, 37 and 38) and Purpose in Life (items 6, 12, 17, 18, 23 and 29) (34). The scale is Likert-type and has five response alternatives: Never (1), Rarely (2), Sometimes (3), Almost Always (4), Always (5).

Selection of participants

For the study, 54 first-semester psychology students from two private universities in the city of Cúcuta were randomly selected. The students had to meet the inclusion criteria to be chosen as participants in the study: a) be enrolled as first-semester students in the psychology program, b) be enrolled in one of the two selected universities, c) have completed the informed consent and/or assent form, d) have completed the pre-and post-assessments, and e) have participated in the planned interventions. The selection process was developed in several stages, beginning with recruitment, where contact was established with the selected universities to explain the study and request the collaboration of first-semester psychology students. Then, in the pre-selection stage, eligibility criteria were applied to students interested in participating. This process included reviewing enrollment records and applying informed consent and/or assent forms. Finally, to determine the appropriate sample size to detect changes in the dependent variables, G*Power 3.0.10 was used. A confidence level of 0.95, a power of 0.95, and an effect size of 0.25 were considered. The sample size calculation was performed "a priori", considering various input data. Applying the sample size calculation for repeatedmeasures ANOVA with within- and between-subjects effects, the resulting sample size was 54 participants across 2 groups, with a true power of 0.950077.

Allocation of interventions

Participants were randomly assigned. From a preselected group of 54 individuals who met all eligibility criteria, they were assigned to the intervention groups. To prepare for the selection, the students' names were placed in a bag, and an external researcher, unrelated to the students, randomly selected them, ensuring impartiality in the process. Once the names were selected, the students were randomly assigned to the control and experimental groups. This assignment process continued until both groups had 27 participants each.

Implementation of interventions

An experiment was designed with two groups: a control group and an experimental group (Table 1). Each group participated in six 60-minute intervention sessions, held twice a week over two weeks. Initial measurements (PRETEST) were taken to establish a baseline for each group.

Table 1. General outline of experimental design

Sample	PRETEST	Random allocation	Groups		Treatment		POS-TEST
Sample chosen	Evaluation instruments	R	A	→	X1	→	A
			B	→	X2	→	B

R: Random assignment. A: Control group. B: Experimental group. X1: Baseline intervention. X2: Experimental intervention

Then, the respective treatments were applied to each group. Finally, new measurements (POST-TEST) were performed to evaluate the effects of the treatments and identify any significant changes. To reduce bias, the interventions were administered in a masked manner, meaning both the professionals delivering the treatments and the participants were unaware of the specific treatment each participant received and the group to which they belonged.

The sessions focused on specific aspects of Emotional Intelligence (EI) and Psychological Well-Being (PW). In the control group, a coaching method was applied. The first two sessions focused on EI, addressing attention to emotions and emotional clarity, and emotional repair. The remaining four sessions focused on BP, exploring themes such as self-acceptance, autonomy, positive relationships with others, purpose in life, personal growth, mastery of the environment, positive outlook on life, joy of living, personal fulfillment, and satisfaction with life. In the experimental group, an experiential workshop was applied. As in the control group, the first two sessions focused on EI, while the remaining four sessions focused on the same aspects of PW as in the control group (Table 2).

Note: Of the 130 participants initially recruited for selection, 97 were eligible. A total of 54 participants were selected. The population was reduced to 27 individuals per group, for a total of 54 (7 males and 47 females), because the remaining individuals did not complete the treatment.

Statistical analysis

Three statistical programs, IBM SPSS version 27, PAST and RStudio, were used to analyze the results of the experiment, making initial and final measurements of the variables under study for the control and experimental groups with validated instruments; the qualitative variables were analyzed using absolute frequencies and the quantitative variables using arithmetic means and standard deviations (SD), verifying the normality of the distribution of the quantitative variables with the Shapiro-Wilk test and Q-Q graphs. Subsequently, the reliability of the instruments was validated in both phases of the study and the assumptions of normality and homogeneity of variances were verified, allowing the calculation of descriptive measures to provide an overview of the results and, finally, to determine the impact of the intervention and compare the means using the repeated measures ANOVA test, establishing a value of $p < 0.05$ as the threshold for statistical significance.

RESULTS

Sample characteristics

In the control group, most participants were female, representing 85.2% (23) of the total, while males constitute 14.8% (4). Regarding age distribution, 44% (12) were 17 years old, 25.9% (7) were 18 years old, 14.8% (4) were 19 years old, and 7.4% (2) were 16 or 20 years old. Regarding the educational institution, the participants were

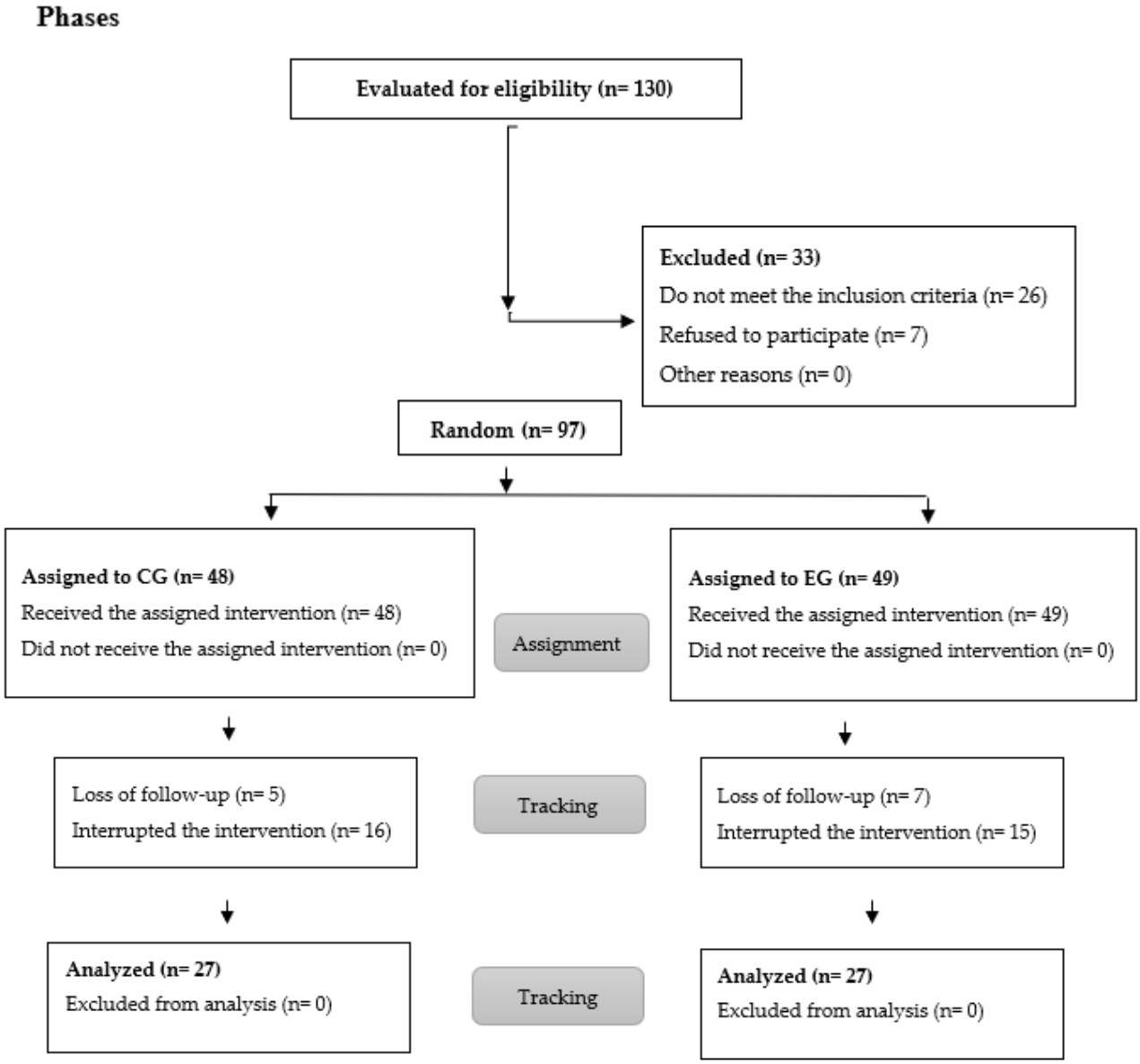
Table 2. Session design (Referral and Treatment)

Group	Meeting	Variable	Theme	Methodology	Duration
Control	Session 1	Emotional intelligence	Attention to emotions and emotional clarity	Training	60 minutes
	Session 2	Emotional intelligence	Emotional repair		
	Session 3	Psychological well-being	Self-acceptance, autonomy, and positive relationships with others		
	Session 4	Psychological well-being	Purpose in life, personal growth, and mastery of the environment		
	Session 5	Psychological well-being	Positive outlook on life and joie de vivre		
	Session 6	Psychological well-being	Personal fulfilment and life satisfaction		
Experimental	Session 1	Emotional intelligence	Attention to emotions and emotional clarity	Experiential workshop	60 minutes
	Session 2	Emotional intelligence	Emotional repair		
	Session 3	Psychological well-being	Self-acceptance, autonomy, and positive relationships with others		
	Session 4	Psychological well-being	Purpose in life, personal growth, and mastery of the environment		
	Session 5	Psychological well-being	Positive outlook on life and joie de vivre		
	Session 6	Psychological well-being	Personal fulfilment and life satisfaction		

almost equally divided between two institutions, with 48.1% (13) in one and 51.9% (14) in the other. In the experimental group, females were also in the majority, accounting for 88.9% (24) of the total, while males represented 11.1% (3). In terms of age, 55.6% (15) were 17 years old, 18.5% (5) were 18 or 19 years old, and 3.7% (1) were 21 or 40 years old. As in the control group, the participants were almost equally distributed between the two educational institutions, with 48.1% (13) in one and 51.9% (14) in the other (Table 3).

Scores of the variables studied

This study focused on the analysis of the behavior of two variables: Emotional Intelligence (EI) and Psychological Well-Being (PW), and their respective components, evaluated in two groups: the control and experimental. Qualitative variables were described using frequencies and percentages. In the case of EI, three levels of classification were established: "Needs improvement - Little", "Adequate" and "Needs improvement - Too much"; while, for PW, six



(b): Before; (a): After

levels were established: "Very low", "Low", "Moderate-low", "Moderate-high", "High" and "Very high" (Table 4). Quantitative variables were analyzed using measures of central tendency and dispersion, specifically, arithmetic means and standard deviations (SD) (Table 5).

In the initial analysis of Emotional Intelligence (EI) and Psychological Well-Being (PW) expressed as qualitative variables, it was found that in the control group, 48.10% (n=13) of the participants needed "Improvement (Little)" in EI, 40.70% (n=11) were classified as "Adequate" and 11, 10% (n=3) required "Improvement (Too Much)", while in the experimental group, a lower percentage (22.20%, n=6) needed "Improvement (Little)", a higher number (44.40%, n=12) were classified as "Adequate" in IE. There were no participants (0%) in the "Improvement (Too Much)" category. As for PW, no cases were observed in the negative categories ("Very low" or "Low") in either group and the majority of participants in both groups were in the "Moderate-high" categories (control: 48.10%, n=13; experimental: 40.70%, n=11) and "High" (control: 29.60%, n=8; experimental: 33.30%, n=9), indicating a positive level of psychological well-being, with a lower percentage of participants in both groups

Table 3. The demographic characteristics of the participants are expressed in absolute and relative frequencies

Characteristic	Control Group			Experimental Group		
	Category	n	%	Category	N	%
Sex	Female	23	85.20	Female	24	88.90
	Male	4	14.80	Male	3	11.10
Age	16	2	7.40	17	15	55.60
	17	12	44.40	18	5	18.50
	18	7	25.90	19	5	18.50
	19	4	14.80	21	1	3.70
	20	2	7.40	40	1	3.70
Educational Institution	1	13	48.10	1	13	48.10
	2	14	51.90	2	14	51.90

Table 4. Scores of the variables "Emotional intelligence" and "Psychological well-being" were expressed qualitatively

Variable		Control				Experimental			
		(b)		(a)		(b)		(a)	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Emotional intelligence	Needs improvement (Little)	13	48.10	6	22.20	16	59.30	7	25.90
	Adequate	11	40.70	12	44.40	10	37.00	20	74.10
	Needs improvement (Too much)	3	11.10	9	33.30	1	3.70	0	0.00
	Total	27	100.00	27	100.00	27	100.00	27	100.00
Psychological well-being	Very low	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	Under	0	0.00	1	3.70	0	0.00	0	0.00
	Moderate-Low	6	22.20	5	18.50	7	25.90	3	11.10
	Moderate-High	13	48.10	11	40.70	13	48.10	17	63.00
	High	8	29.60	9	33.30	7	25.90	7	25.90
	Very high	0	0.00	1	3.70	0	0.00	0	0.00
	Total	27	100.00	27	100.00	27	100.00	27	100.00

(b): Before; (a): After

Table 5. The scores for the variables "Emotional intelligence" and "Psychological well-being" were quantified

Group		$\bar{x}$	DE	n
Emotional intelligence (b)	Control	73.81	20.59	27
	Experimental	68.74	16.2	27
Emotional intelligence (a)	Control	84.70	24.78	27
	Experimental	78.00	13.77	27
Psychological well-being (b)	Control	162.00	29.27	27
	Experimental	155.67	22.38	27
Psychological well-being (a)	Control	163.44	31.58	27
	Experimental	160.85	20.79	27

(b): Before; (a): After. $\bar{x}$: Mean. SD: Standard deviation. n: Sample

classified as "Moderate-low" (control: 22.20%, n=6; experimental: 18.50%, n=5). When comparing the groups, the experimental group presented a higher percentage of participants with an "Adequate" level of EI. In terms of PW, both groups showed a similar distribution, with most participants concentrated in the "Moderate-high" and "High" categories (Table 4).

The means ($\bar{x}$) and standard deviations (SD) of the variables "Emotional Intelligence" (EI) and "Psychological Well-Being" (PW) were analyzed, considering possible changes between the initial (b) and final (a) measurements. In the initial EI measurement, the control group had a mean of 73.81 (SD=20.59), and the experimental group had a lower mean of 68.74 (SD=16.20). Still, in the final measurement, both groups experienced an increase in mean EI, with the control group reaching a mean of 84.70 (SD=24.78) and the experimental group a mean of 78.00 (SD=13.77). As for PW, no significant differences were observed in the initial means between groups, with the control at 162.00 (SD=29.27) and the experimental at 155.67 (SD=22.38), but as with EI, both groups showed a slight increase in the final mean PW, with the control at 163.44 (SD=31.58) and the experimental at 160.85 (SD=20.79) (Table 5).

The analysis of the Repeated Measures ANOVA results focused on the variables "Emotional Intelligence" (EI) and "Psychological Well-Being" (PW) across two groups: control and experimental. Both within-group differences (before and after the intervention) and between-group differences (control vs. experimental) were evaluated at both measurement moments (pre- and post-intervention) (Table 6).

Regarding Emotional Intelligence (EI), statistically significant differences were observed in both groups after the intervention. The control group showed an improvement in EI, from a mean of 73.81 (SD=20.59) to 84.70 (SD=24.78), with a p-value of 0.000108. Similarly, the experimental group also showed an increase in EI, from a mean of 68.74 (SD=16.20) to 78.00 (SD=13.77), with the same statistical significance. In the between-group analysis, no significant differences in EI were detected between groups before or after the intervention (p=0.736 in both cases). Therefore, although both groups experienced an increase in EI, no significant differences were observed between them.

Regarding Psychological Well-Being (PW), no significant changes were detected in any of the groups after the intervention. The PW means of the control group remained practically unchanged, going from 162.00 (SD=29.27) to 163.44 (SD=31.58), and the same occurred in the experimental group, which went from 155.67 (SD=22.38) to 160.85 (SD=20.79). In

Table 6. Hypothesis testing - Repeated measures ANOVA for the variables "Emotional Intelligence" and "Psychological Well-being" with intra- and inter-group comparison before and after the interventions in the control and experimental group

Variable	Type of Hypothesis	Null Hypothesis (H0)	Alternative Hypothesis (H1)
Emotional Intelligence (EI)	Intra-Group	$\mu(a) = \mu(d)$	$\mu(a) \neq \mu(d)$
Psychological Well-Being (PW)	Intra-Group	$\mu(a) = \mu(d)$	$\mu(a) \neq \mu(d)$
Emotional Intelligence (EI) (before vs. after)	Between-Groups	$\mu(a) = \mu(d)$	$\mu(a) \neq \mu(d)$
Psychological Well-Being (PW) (before vs. after)	Between-Groups	$\mu(a) = \mu(d)$	$\mu(a) \neq \mu(d)$

H0: Null hypothesis: States that there is no significant difference between the means. H1: Alternative hypothesis: States that there is a significant difference between the means. μ: Arithmetic mean. (a)Before the intervention. (d): After the intervention.

this case, the statistical significance was $p=0.16$ for both groups. As with EI, the between-group analysis of PW showed no significant differences between groups before or after the intervention, with p-values of 0.16 in both cases. This indicates that although EI improved in both groups after the intervention, no significant changes in BP or significant differences between groups were observed in either variable.

DISCUSSION

This study evaluated the effectiveness of the intervention program HEART in strengthening emotional intelligence and psychological well-being. The study was conducted with first-semester students from two private higher-education institutions. However, the results are mediated by several key characteristics of the sample. The participants are in a transitional stage of adapting to university life (34); they are in a new environment, moving from school life to a context with higher demands, where their social relationships must be modified. Some are still minors and form their personalities, during which students construct imaginaries of the new environment, and difficulties arise due to the extensive academic load (35). In addition, the transition stage following the social isolation during the COVID-19 pandemic transformed society at the social, family, work, and educational levels. In the educational context, classes were taught virtually, significantly reducing social interaction. Therefore, with the return to face-to-face teaching, there is a possibility that emotional skills may need retraining (36).

Regarding emotional intelligence, the research showed that in the control group, the dimension was slightly strengthened from before to after the assessment. In contrast, in the experimental group, the strengthening of emotional intelligence was evident in more participants. According to Ghelbash et al. (37), an EQ-based training program effectively develops social skills during adolescence. Regarding emotional attention between the groups, variability is observed, with a notable strengthening in the experimental group. Relating to emotional clarity, this dimension was fostered and strengthened in the control group, although some participants need to improve, as they have an excess of it. In the experimental group, many participants achieved adequate clarity. In addition, changes were observed in both treatments in emotional repair, with greater effectiveness in the experimental group.

In agreement with Suárez Cretton & Castro Méndez (24), a social skills program that included emotional intelligence did not yield a significant increase in the variable; rather, it showed only a slight increase in some dimensions. Similarly, Martínez-Monteagudo et al. (38) point out that the various contexts of social interaction generate multiple reactions in individuals. In addition, people respond to these situations or demands subjectively, depending on their resources. Such interaction is mediated by emotional control, self-relationships, attention, clarity, and emotional repair in each situation, thus highlighting the importance of adequate emotional intelligence. On the other hand, Gilar-Corbi et al. (39) report in their quasi-experimental study that developing an intervention on emotional intelligence for highereducation students without affecting the acquisition of specific career competencies is effective. That is, without interfering in their academic performance, but rather fostering new personal competencies that strengthen their adequate development.

In agreement with the study by Morales-Rodríguez et al. (40), after implementing a series of practical workshops, only a slight improvement in psychological well-being was observed, even when individual activities were carried out. Likewise, in the present study, psychological well-being improved in both the control and experimental groups, although the scores were slightly higher than those observed previously. In addition, a program developed by García-Álvarez et al. (41) indicates that, after applying it to two groups of educational personnel comprising teachers, students, and administrative staff, an improvement in the evaluation of their optimal functioning was observed. Therefore, they recognize that they are beings in constant development, growth, and updating, building their best version from their potential. Likewise, Kyun Lee (42), in a systematic review of multiple studies on interventions for psychological well-being, highlighted that higher levels of this variable are associated with better physical health and, in addition, reduce the risk of subsequent disorders. This behavior is because people with high levels of psychological well-being are more resilient to the changes and adversities in their daily lives.

It is important to mention that, according to Luna et al. (43), adolescents want to integrate into a social group in their new environment. There are polarized thoughts about transforming themselves to achieve integration into a group or, on the contrary, continuing their way of being and strengthening their acceptance in line with their abilities and skills. In this study, the dimension of self-acceptance in the control group was strengthened. In the experimental group, the moderate-high level was maintained, the high level increased, and the low level decreased, indicating that both types of treatment strengthened this dimension.

In addition, an improvement in the dimension of positive relationships was observed in both the control and experimental groups, from before to after the treatment, with higher percentages in the high and very high levels. According to Bi and Li (22), in their study on psychological well-being among students, students highlight the importance of belonging to a group and, to this end, maintain positive relationships with their peers. That is, in a stage of transition and adaptation, as in the first semester, it is key to foster interpersonal relationships through experiential workshops and training, since this study observed that both types of treatment contribute to strengthening positive relationships. On the other hand, Capode et al. (44) point out that autonomy obtained the lowest mean score and was the dimension most affected by university students. This observation stems from adolescents being easily influenced, sometimes struggling to make independent decisions, and often failing to express their thoughts. However, this research found that although there were movements in the control group's scores, the dimension's mean remained unchanged. In addition, a slight decrease from moderate-high to moderate-low was identified in the experimental group, and the low level was eliminated; however, the high level maintained its percentage. In other words, this dimension was among the least impactful across both treatment types.

Likewise, in the mastery-of-the-environment dimension, the control group showed slight variations between pre- and post-intervention levels. However, positive modifications were identified in the experimental group, strengthening moderate-high and high levels among participants in this dimension. Under this, García-Álvarez et al. (41) identified in their developed program that it was possible to increase the mastery of the environment through workshops. This phenomenon occurs because it increases students' perceptions of environmental management, allowing them to adapt or modify it, generating a sense of opportunity for growth, fostering their sense of independence, and increasing their competence in the new social environment. Regarding the personal growth dimension, there were variations across levels in the control group before and after the intervention. Some high levels decreased, and the moderate-high level improved. However, in the experimental group, scores were more stable, with only a slight shift from the very high to the moderate-high level. In agreement with this, Rand et al. (45) found a moderate-to-high level of psychological well-being and academic performance in this dimension. In addition, they state that the academy is responsible for providing an environment that fosters students' personal growth and enhances their optimistic acceptance of their lives through various actions.

Regarding the purpose-in-life dimension, García-Álvarez et al. (41) identified favorable levels within the educational community in their study. Similarly, in the present study, the control group showed greater improvement from before to after, as did the experimental group, which increased the percentage at the moderate-high and high levels after the intervention. This indicates that the participants have adequate life projects, a defined direction in their lives, and perceive a purpose they should work toward, considering their capabilities and the environment in which they find themselves. About the hypotheses posed for the emotional intelligence variable, the comparison of intragroup arithmetic means confirmed the alternative hypothesis for both the control and experimental groups, i.e., a statistically significant difference was observed. However, no statistically significant difference was observed in psychological well-being, confirming the null hypothesis. This indicates that although participants showed significant improvement in the emotional intelligence variable, the increase in the psychological well-being variable was not significant.

On the other hand, when comparing the intergroup arithmetic means before and after the emotional intelligence and psychological well-being variables, the null hypothesis was confirmed for both groups, i.e., no statistically significant difference was observed. Although both variables showed slight increases after the intervention, the dynamics remained unchanged, as the control group started at a higher level than the experimental group. This trend was maintained after the intervention, with both groups showing an increase. However, the control group continued to score higher. Given the above, it is relevant to note that both treatments were effective in strengthening emotional intelligence and psychological well-being, as evidenced by increased scores. However, they maintained the same tendency, suggesting that it may be necessary to increase the number of sessions to determine whether this is a predisposing factor for this result. This behavior occurs because increasing exposure time can corroborate whether adding more elements yields statistically significant differences. It should be noted that the study conducted by Cabrera-Gómez et al. (46), which focused on strengthening psychological well-being and was developed over a longer period, obtained significant results. They found that the control group entered with a higher level of well-being than the experimental group. At the end of the program, the experimental group showed a significant increase in well-being compared to the control group. However, Herpertz et al. (47) concluded that scores remained stable after 6 months of training. The authors highlighted that although emotional intelligence can be fostered through training, it is important to remember that personality traits and individual characteristics moderate the program's effectiveness.

Finally, as mentioned by Kyun Lee (42), it is important to highlight the need to continue deepening the strengthening of emotional intelligence and psychological well-being in students from the beginning of their professional training. This objective can be achieved through different designs or methodological approaches, expanding the number of participants, and collaborating with other university careers. The objective is for students to develop skills and competencies to adapt effectively to their social environment. Various studies (38,48) indicate that adolescents face problems in the social, family, academic, and personal domains, which can negatively affect their emotional health and, consequently, reduce their psychological well-being. Furthermore, Yuan-Yuan et al. (34) highlight that well-being interventions equip first-year college students with the skills to adapt to the new environment effectively. Likewise, emotion management will help them reduce the emotional distress they experience from the new academic responsibilities of the college campus.

CONCLUSIONS

A program was developed to enhance emotional intelligence and psychological well-being for first-semester students at two Higher Education Institutions in Cúcuta, Norte de Santander, Colombia. This program was based on Salovey and Mayer's Trait MetaMood Scale (TMMS-24) and Ryff's (1989) Multidimensional Model of Well-being. The intervention program HEART met the criteria set by experts for its implementation among first-semester students at two private higher education institutions.

In the pretest, both the control and experimental groups had low overall emotional intelligence scores, which increased to high scores in the post-test. Regarding psychological well-being, in the pretest, participants in the control group were distributed into moderate-low, moderate-high, and high levels. In the post-test, in addition to these levels, a small proportion were in the low and very high levels, with the moderate-high and high levels predominating. In the experimental group, participants were at the same levels in the pretest, but in the post-test, although these levels were maintained, the percentages within them varied: the high level remained, the moderate-low level decreased, and the moderate-high level increased.

The research led to the rejection of the null hypothesis when comparing the intra-group arithmetic means of the emotional intelligence variable, finding statistically significant differences in the scores obtained before and after the intervention in both groups. However, no statistically significant differences were observed for the psychological well-being variable when comparing the intra-group arithmetic means before and after the intervention. When arithmetic mean comparisons were made between groups, no statistically significant differences were found in the scores obtained before and after the intervention for either variable in either the control or the experimental groups.

It is important to note that both treatments were effective in strengthening emotional intelligence and psychological well-being, though not significantly so. In addition, the control group showed higher levels of both variables in the pretest, a trend that was maintained in the post-test. As the experimental group strengthened, the control group also increased its score. It should be noted that the population under study is in the process of adaptation, so it is relevant to continue promoting programs that strengthen emotional intelligence and psychological well-being to facilitate effective adaptation to university life and to face the challenges the context demands in a healthy way.

Author Contributions

Conceptualization: D.R.-P., A.R.-S., O.R.-P., D.C.-P., Y.G.-C., C.A.S., S.-M.C.-S., C.-C.C.-G., and V.B.; Investigation: D.R.-P., D.C.-P., and Y.G.-C.; Methodology: D.R.-P., C.-C.C.-G., and V.B.; Writing—original draft: D.R.-P., A.R.-S., O.R.-P., D.C.-P., Y.G.-C., C.A.S., S.-M.C.-S., C.-C.C.-G., and V.B.; Writing—review and editing: D.R.-P., A.R.-S.,

O.R.-P., D.C.-P., Y.G.-C., C.A.S., S.-M.C.-S., C.-C.C.-G., and V.B.; Funding acquisition: D.R.-P. and V.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding. Not applicable.

Institutional Review Board Statement. Not applicable.

Informed Consent Statement. Both adults and minors were asked to consent or to assent, as appropriate, before participating in the study. The investigators explained the research in detail and provided copies of the relevant documents so that participants and their families could make an informed decision. Confidentiality of all information provided was maintained. Although participation in the study offered no direct benefits, participants may have experienced improvements in their emotional intelligence and psychological well-being. Risks were minimal, though participants may have felt uncomfortable answering questions or participating in activities. Participants' right to withdraw from the study without incurring costs was respected.

Data Availability Statement: The data are stored in Mendeley Data. Rivera-Porras, Diego (2024), "Control group "ANALYSE, KNOW YOURSELF AND GROW"", Mendeley Data, V1, doi: 10.17632/pfcxmzf2n4.1 and Rivera-Porras, Diego (2024), "Experimental group "ANALYSE, KNOW YOURSELF AND GROW"", Mendeley Data, V1, doi: 10.17632/43yzj2mprk.1.

Acknowledgements. This article results from doctoral training in the psychology program at the University of Baja California (UBC), Mexico.

Conflicts of Interest. The authors declare no conflicts of interest.

REFERENCES

1. Salovey P, Mayer JD. Emotional intelligence. Imagination Cogn Pers. 1990;9(3):185-211.
2. Goleman D. Inteligencia emocional. Barcelona: Kairós; 1995.
3. Malinauskas R, Malinauskiene V. The relationship between emotional intelligence and psychological well-being among male university students: the mediating role of perceived social support and perceived stress. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(5):1605.
4. Gassman-Pines A, Ananat EO, Fitz-Henley J. COVID-19 and parent-child psychological well-being. Pediatrics. 2020;146(4):e2020007294.
5. Feng Q, Cui M. Indulgent parenting and the psychological well-being of adolescents and their parents. Children (Basel). 2023;10(3):451.
6. Frase RT, Bauldry S, Suitor JJ, Gilligan M, Ogle D. Adult children's education and mothers' psychological well-being: do adult children's problems mediate this relationship? J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci. 2023;78(3):496-505.
7. Puertas Molero P, Zurita-Ortega F, Chacón-Cuberos R, Castro-Sánchez M, Ramírez-Granizo I, González-Valero G. Emotional intelligence in the educational field: a meta-analysis. An Psicol. 2020;36(1):84-91.
8. Budak T, Mede E. The relationship between emotional intelligence, foreign language anxiety, and demotivational factors in an English preparatory language program. Colomb Appl Linguist J. 2022;24(1):6-22.
9. Brett CE, Mathieson ML, Rowley AM. Determinants of wellbeing in university students: the role of residential status, stress, loneliness, resilience, and sense of coherence. Curr Psychol. 2023;42(23):19699-708.
10. Baradaran Bazaz S, Yaghobi Hasankala Q, Asghar Shojaee A, Unesi Z. The effects of traditional games on preschool children's social development and emotional intelligence: a two-group, pretest-post-test, randomized, controlled trial. Mod Care J. 2018;15(1):e66605.
11. Ang WHD, Lau Y. How does trait emotional intelligence predict undergraduate nursing students' resilience? A structural equation modelling approach. Nurse Educ Today. 2024;132:106132.
12. Gupta R, Singh N, Kumar R. Longitudinal predictive validity of emotional intelligence on first year medical students' perceived stress. BMC Med Educ. 2017;17:139.

13. Zhoc KC, King RB, Chung TS, Chen J. Emotionally intelligent students are more engaged and successful: examining the role of emotional intelligence in higher education. Eur J Psychol Educ. 2020;35(4):839-63.
14. Suleman Q, Hussain I, Syed MA, Parveen R, Lodhi IS, Mahmood Z. Association between emotional intelligence and academic success among undergraduates: a crosssectional study in KUST, Pakistan. PLoS One. 2019;14(7):e0219468.
15. Sánchez-Álvarez N, Extremera N, Fernández-Berrocal P. The relation between emotional intelligence and subjective well-being: a meta-analytic investigation. J Posit Psychol. 2016;11(3):276-85.
16. Duffy A, Keown-Stoneman C, Goodday S, Horrocks J, Lowe M, King N, et al. Predictors of mental health and academic outcomes in first-year university students: identifying prevention and early-intervention targets. BJPsych Open. 2020;6(3):e46.
17. Ryff CD. Happiness is everything, or is it? Explorations on the meaning of psychological well-being. J Pers Soc Psychol. 1989;57(6):1069-81.
18. Ferrari M, Allan S, Arnold C, Eleftheriadis D, Alvarez-Jimenez M, Gumley A, Gleeson JF. Digital interventions for psychological well-being in university students: systematic review and meta-analysis. J Med Internet Res. 2022;24(9):e39686.
19. Khorasani EC, Ardameh M, Sany SBT, Tehrani H, Ghavami V, Gholian-Aval M. The influence of emotional intelligence on academic stress among medical students in Neyshabur, Iran. BMC Psychiatry. 2023;23:848.
20. Cosmas G. First-year university students' psychological well-being through seven weeks of online learning during the COVID-19 pandemic. Postmodern Openings. 2022;13(1 Suppl 1):465-79.
21. Năstasă LE, Zanfirescu ȘA, Iliescu D, Farcaș AD. Improving emotional intelligence in adolescents: an experiential learning approach. Curr Psychol. 2023;42(11):9119-33.
22. Bi D, Li X. Psychological flexibility profiles, college adjustment, and subjective well-being among college students in China: a latent profile analysis. J Contextual Behav Sci. 2021;20:20-6.
23. Cantero MJ, Bañuls R, Viguer P. Effectiveness of an emotional intelligence intervention and its impact on academic performance in Spanish pre-adolescent elementary students: results from the EDI program. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(20):7621.
24. Suárez Cretton X, Castro Méndez N. Effectiveness of a programme to stimulate socioemotional skills in first-year university students. Rev Cub Educ Super. 2022;41(2).
25. Ryff CD, Keyes CLM. The structure of psychological well-being revisited. J Pers Soc Psychol. 1995;69(4):719-27.
26. Kraiss J, Redelinghuys K, Weiss LA. The effects of psychological interventions on well-being measured with the Mental Health Continuum: a meta-analysis. J Happiness Stud. 2022;23(7):3655-89.
27. Oliveira S, Roberto MS, Pereira NS, Marques-Pinto A, Veiga-Simão AM. Impacts of social and emotional learning interventions for teachers on teachers' outcomes: a systematic review with meta-analysis. Front Psychol. 2021;12:677217.
28. Deslauriers L, McCarty LS, Miller K, Callaghan K, Kestin G. Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. Proc Natl Acad Sci U S A. 2019;116(39):19251-7.
29. Reuell P. Study shows students in 'active learning' classrooms learn more than they think. Harvard Gazette. 2019.
30. de Vocht F, Katikireddi SV, McQuire C, Tilling K, Hickman M, Craig P. Conceptualising natural and quasi experiments in public health. BMC Med Res Methodol. 2021;21:96.
31. Salovey P, Mayer J. Inteligencia emocional. Imagin Cogn Pers. 1990;9(3):185-211.
32. Sánchez-Cabrero R, Arigita-García A, Gil-Pareja D, Sánchez-Rico A, Martínez-López F, Sierra-Macarrón L. Measuring the relation between academic performance and emotional intelligence at the university level after the COVID-19 pandemic using TMMS-24. Sustainability. 2022;14(6):3142.
33. Díaz D, Rodríguez R, Blanco A, Moreno B, Gallardo I, Valle C, Dierendonck D. Adaptación española de las escalas de bienestar psicológico de Ryff. Psicothema. 2006;18(3):572-7.
34. Xu YY, Wu T, Yu YJ, Li M. A randomized controlled trial of well-being therapy to promote adaptation and alleviate emotional distress among medical freshmen. BMC Med Educ. 2019;19:182.
35. Santana-Monagas E, Nunez JL. Predicting students' basic psychological need profiles through motivational appeals: relations with grit and well-being. Learn Individ Differ. 2022;97:102162.
36. Rogowska AM, Meres H. The mediating role of job satisfaction in the relationship between emotional intelligence and life satisfaction among teachers during the COVID-19 pandemic. Eur J Investig Health Psychol Educ. 2022;12(7):666-76.
37. Ghelbash Z, Zarshenas L, Dehghan Manshadi Z. A trial of an emotional intelligence intervention in an

Iranian residential institution for adolescents. Clin Child Psychol Psychiatry. 2021;26(4):993-1002.
38. Martínez-Monteagudo MC, Inglés CJ, Suriá R, Lagos N, Delgado B, García-Fernández JM. Emotional intelligence profiles and self-concept in Chilean adolescents. Curr Psychol. 2021;40:3860-7.
39. Gilar-Corbi R, Pozo-Rico T, Pertegal-Felices ML, Sánchez B. Emotional intelligence training intervention among trainee teachers: a quasi-experimental study. Psicol Reflex Crit. 2019;31:33.
40. Morales-Rodríguez FM, Espigares-López I, Brown T, Pérez-Mármol JM. The relationship between psychological well-being and psychosocial factors in university students. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(13):4778.
41. García-Álvarez D, Soler MJ, Achard-Braga L, Cobo-Rendón R. Program of positive psychology applied to education on the psychological wellbeing of educational actors. Rev Electr Educare. 2020;24(1):370-93.
42. Kyun Lee J. The effects of social comparison orientation on psychological well-being in social networking sites: serial mediation of perceived social support and self-esteem. Curr Psychol. 2022;41(9):6247-59.
43. Luna D, Vargas-de la Cruz I, Núñez-Gaytán ÓA, Figuerola-Escoto RP, Barrera-Hernández LF, Meneses-González F, Lezana-Fernández MA. Association between empathy, anxiety and psychological well-being in Mexican medical students. Cir Cir. 2023;91(5):685-9.
44. Capone V, Caso D, Donizzetti AR, Procentese F. University student mental well-being during COVID-19 outbreak: what are the relationships between information seeking, perceived risk and personal resources related to the academic context? Sustainability. 2020;12(17):7039.
45. Rand KL, Shanahan ML, Fischer IC, Fortney SK. Hope and optimism as predictors of academic performance and subjective well-being in college students. Learn Individ Differ. 2020;81:101906.
46. Cabrera-Gómez CC, Caldas-Luzeiro J, Rivera-Porras D, Carrillo-Sierra SM. Influencia del programa "Florece" en el bienestar psicológico de jóvenes universitarios. Arch Venez Farmacol Ter. 2019;38(5):553-62.
47. Herpertz S, Schütz A, Nezlek J. Enhancing emotion perception, a fundamental component of emotional intelligence: using multiple-group SEM to evaluate a training program. Pers Individ Dif. 2016;95:11-9.
48. Cuartero N, Tur AM. Emotional intelligence, resilience and personality traits neuroticism and extraversion: predictive capacity in perceived academic efficacy. Nurse Educ Today. 2021;102:104933.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):429-436
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.6

Causas de cancelación de cirugías programadas en una institución de salud regional, 2018-2019

Causes of cancellation of scheduled surgeries in a regional health institution, 2018–2019

Brayan Stevenn Domínguez[*1a], Martha Luz Socarras[2b], Arleidys Patricia Herrerac[3c], Paola Andrea Diaz[4d], Zulma María Manotas[5e], Víctor Luis Diaz[6f]

RESUMEN

Introducción: *En Colombia, la proporción de cancelaciones de cirugías programadas es un indicador de la calidad del sistema de información en salud.* **Materiales y métodos:** *Estudio observacional retrospectivo; se eligieron todos los procedimientos cancelados de una institución de salud en Ciénaga, Magdalena, durante el período enero 2018 - diciembre 2019, para un total de 214 casos. Se analizaron las cancelaciones en función de variables sociodemográficas y clínicas, así como de factores atribuibles.* **Resultados**: *De los 214 procedimientos cancelados, 125 (58,4%) ocurrieron en 2018 y 89 (41,4%) en 2019, con proporciones de cancelación de 4,5 y 3,8, respectivamente, para los años de estudio. Con respecto al sexo, la mayoría fueron mujeres: 60 (48%) en 2018 y 49 (55,1%) en 2019; masculinos: 57 (45,6%) en 2018 y 37 (41,6%) en 2019. Se programaron procedimientos quirúrgicos en todos los grupos etarios de 0 a 99 años, con promedios de 49,8 y 50,7 años en 2018 y 2019, respectivamente. Los meses con mayor cancelación fueron enero y mayo, con 18 (14,4%) en 2018, y enero, con 14 (15,7%) en 2019. El mayor porcentaje de cancelaciones se registró en ortopedia: 11% en 2018 y 23% en 2019.* **Discusión**: *Se observaron similitudes entre los años comparados respecto al sexo femenino y las causas del paciente, siendo las festividades propias de la región las fechas de mayor cancelación.* **Conclusión**: *Se recomienda continuar con esta línea de investigación para determinar las causas y, por ende, los planes de acción de mejora en la institución de salud.*

Palabras clave: *Quirófano, cirugía, seguridad del paciente, control de calidad, administración de los servicios de salud*

ORCID:
[1*] 0000-0002-0158-7515
[2] 0000-0003-2083-9818
[3] 0000-0002-5048-7916
[4] 0000-0001-9212-7567
[5] 0000-0001-6046-8092
[6] 0000-0002-1505-3944

[*]**Autor de correspondencia:** Brayan Stevenn Domínguez.
E-mail: brayans.dominguezl@unilibre.edu.co

Recibido: 5 de agosto 2025
Aceptado: 10 de marzo 2026

a. Instrumentador Quirúrgico. Magíster en Salud Pública. Estudiante de doctorado en Ciencias de la Salud. Profesor investigador en la Universidad Libre y la Universidad Simón Bolívar. Barranquilla, Colombia.
b. Enfermera, Magíster en Auditoría y Sistemas de la Calidad en el Servicio de Salud. Profesora de Cuidados Básicos, Universidad Simón Bolívar. Barranquilla, Colombia.
c. Instrumentadora Quirúrgica. Magíster en Auditoría y Sistemas de Calidad en Servicios de Salud. Profesora de Procesos en Cirugía Cardiovascular y Prácticas clínicas. Universidad Simón Bolívar. Barranquilla, Colombia.
d. Odontóloga. Magíster en Auditoría y Sistemas de Calidad en Servicios de Salud. Barranquilla, Colombia.
e. Abogada. Magíster en Auditoría y Sistemas de Calidad en Servicios de Salud. Jefe de la Oficina Asesora de Control Interno del Instituto de Patrimonio y Cultura. Cartagena, Colombia.
f. Instrumentador Quirúrgico. Magíster en Gerencia del Talento Humano en Salud. Profesor Investigador Universidad Simón Bolívar. Barranquilla, Colombia

SUMMARY

Introduction: *In Colombia, the proportion of scheduled surgical cancellations is an indicator of the quality of the health information system.* **Materials and methods**: *Retrospective observational study; all canceled procedures from a health institution in Ciénaga, Magdalena, were selected for the period January 2018 - December 2019, totaling 214 cases. Cancellations were analyzed in relation to sociodemographic and clinical variables, as well as attributable factors.* **Results***: Of the 214 canceled procedures, 125 (58.4%) occurred in 2018 and 89 (41.4%) in 2019, with cancellation rates of 4.5 and 3.8, respectively, for the years of the study. Regarding sex, the majority were women: 60 (48%) in 2018 and 49 (55.1%) in 2019; Males: 57 (45.6%) in 2018 and 37 (41.6%) in 2019. Surgical procedures were scheduled across all age groups from 0 to 99 years, with average ages of 49.8 and 50.7 years in 2018 and 2019, respectively. The months with the highest cancellation rates were January and May, with 18 (14.4%) in 2018 and 14 (15.7%) in 2019. The highest percentage of cancellations was recorded in orthopedics: 11% in 2018 and 23% in 2019.* **Discussion***: Similarities were observed across years in female sex and patient reasons, with regional festivities showing the highest cancellation rates.* **Conclusion***: It is recommended to continue this line of research to determine the causes and, therefore, improve action plans at the health institution.*

Keywords*: Operating room, surgery, patient safety, quality control, health services management*

INTRODUCCIÓN

La cancelación de eventos quirúrgicos puede alcanzar hasta el 14% en cirugías electivas a nivel global (1). Estas son procedimientos quirúrgicos planificados con cita previa, que cubre la preparación preoperatoria del paciente, el suministro de equipos y materiales relacionados con la enfermedad quirúrgica y el equipo médico para la intervención de la patología, por lo tanto, la cancelación del procedimiento quirúrgico tiene un impacto negativo en el desempeño de cualquier institución prestadora de salud y requiere el compromiso de todos los involucrados en el proceso, por consiguiente, puede representar un mal uso de recursos y una pérdida de tiempo tanto para el personal, así como del paciente (2,3).

En Estados Unidos, la cancelación de procedimientos quirúrgicos varía entre 1,96 y 16,5%; además, se ha observado que las tasas más altas de cancelación a nivel mundial se registran en países de ingresos bajos y medios (4). En Colombia, la tasa de cancelación varía entre 2,7 y 7,6%; sin embargo, estudios realizados en Barranquilla durante 2016 encontraron que el porcentaje de cancelación en esta ciudad fue de alrededor de 7,6% (1,5) y que las causas de cancelación fueron: atribuibles a la institución en 38,1%, al usuario en 40,6% y por orden médica en 21,3% (5).

La cancelación de cirugías tiene causas que trascienden la institución de salud, los pacientes y sus familiares; en la institución, por ejemplo, el retraso de eventos por procedimientos de urgencia es una causa en la que el personal de salud se programa y puede presentar demoras al iniciar la agenda quirúrgica, lo que se traslada al paciente programado (6).

Son muchas las causales atribuibles a la cancelación de cirugías descritas en estudios realizados en Colombia, los cuales se enfocan en descifrar la problemática y su relación causa-efecto. Esto puede tener un impacto negativo en las finanzas de las entidades hospitalarias, en el paciente, en el aumento del riesgo de infección, en la progresividad de la patología y en la inseguridad en la prestación del servicio de salud (7).

Este evento provoca una pérdida significativa de recursos sanitarios, incrementa los costos del servicio y disminuye la eficiencia. Las instalaciones y los equipos subutilizados se suman al costo de los servicios, que finalmente se transfiere a los pacientes (8). Por lo tanto, evitar la cancelación es un paso fundamental para reducir estos costos relacionados con la ineficiencia de la gestión, toda vez que se trata de un consumo económico identificado, lo que evidencia ineficacia en el servicio, ya que no se generan los ingresos esperados con la planeación de procedimientos quirúrgicos (9). Debido a esta problemática, se contempla el efecto psicológico negativo en la satisfacción del paciente, lo que provoca una gran decepción y frustración para el paciente y sus familias, considerando que afecta la moral del personal y dificulta el trato con el paciente estresado que ha esperado a que se programe la cirugía (10).

La cancelación de cirugías es uno de los indicadores de calidad ampliamente utilizados para evaluar e informar sobre la eficiencia y la atención preoperatoria, así como medir los resultados de los desarrollos en el entorno de atención en salud, tal como lo refiere la Resolución 256/16 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (11). Debido a lo anterior, es importante analizar en detalle los factores prevenibles o no que propicien la cancelación de los procedimientos quirúrgicos, lo cual afecta directamente la calidad de la atención en salud (12).

METODOLOGÍA

Estudio descriptivo, retrospectivo, con enfoque cuantitativo, en el que se identifica la presencia, las características o la distribución del objetivo del estudio durante 2018 y 2019. Los datos se obtuvieron a partir de fuentes secundarias, utilizando herramientas estadísticas y matemáticas para cuantificar el problema de investigación. La información provino de registros previamente existentes, los cuales fueron organizados en una base de datos en Excel y posteriormente clasificados por especialidad quirúrgica, edad, sexo, EPS (Entidad Promotora de Salud) y motivo específico de cancelación. Posteriormente, fue analizada con el programa IBM SPSS Statistics, versión 29. Se realizaron análisis individuales por variable, buscando porcentajes en cada una; luego, se realizaron análisis bivariados con tablas cruzadas y se aplicó la prueba de Chi-Cuadrado para evaluar la significancia estadística.

Consideraciones éticas

Teniendo en cuenta los principios establecidos en el Informe Belmont titulado "Principios éticos y pautas para la protección de los seres humanos en la investigación" y la Resolución 008430 de octubre 4 de 1993, esta investigación se consideró sin riesgo, donde se emplearon técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y no se realizó ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, sicológicas o sociales de los individuos que participaron en el estudio entre los que se consideran revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta. Se cuenta con la autorización de la institución de salud de la ciudad de Ciénaga, Magdalena, y con la aprobación del proyecto por parte del comité de ética de la Universidad Simón Bolívar.

RESULTADOS

En una institución de salud en Ciénaga, Magdalena, entre 2018 y 2019 se programaron en total 5.078 cirugías; en 2018 se cancelaron 4,5% de 2.737, y en 2019 fue menor, con 3,8% de 89 cirugías. La edad promedio fue de 49,8 años en 2018 y de 50,7 años en 2019, con medianas de 55 y 52 años, respectivamente. A su vez, para cada uno de estos periodos de tiempo se encontró que el grupo etario que reportó más casos fue el de [60 – 69] años, con 16,8%, mientras que para 2019 se encontró que 15,7% y 14,6% corresponden a los grupos de [40 – 49] y [50 – 59] años, respectivamente. En relación con el sexo, se observa en el Cuadro 1 que en el 2019 el 48% fue femenino y el 45,6% masculino, mientras que en el 2019 el 55,1% fue femenino y el 41,6% masculino.

Cuadro 1. Sexo de los pacientes con procedimientos quirúrgicos cancelados

Año	2018		2019	
Sexo	n	%	n	%
Femenino	60	48,0	49	55,1
Masculino	57	45,6	37	41,6
Sin dato	8	6,4	3	3,4
Total	125	100,0	89	100,0

Fuente: Elaboración propia

Análisis de casos por mes

Durante 2018, con una media mensual de 10,4 casos, se evidenció que en enero y mayo se registraron los mayores niveles de cancelación, con 14,4%, seguidos de julio con 12,8%; a su vez, noviembre fue el mes con menor frecuencia, con 4,8%. En 2019, se observó un comportamiento similar en enero (15,7%), mayo (12,4%) y noviembre (3,4%), siendo este último el mes con menor frecuencia registrada, con un promedio mensual de 7,4 casos (Figura 1).

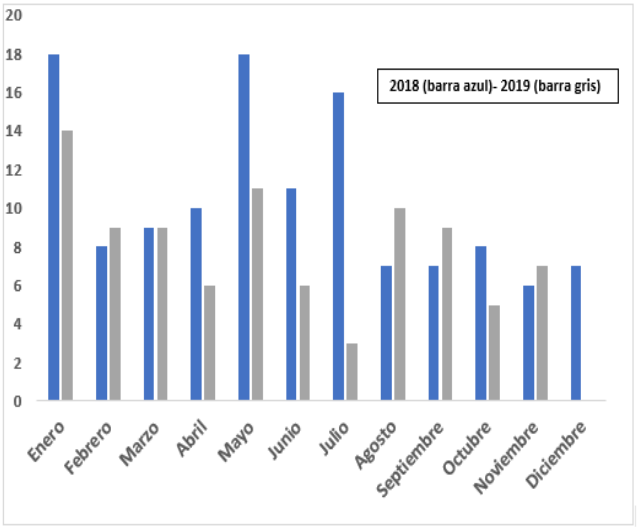


Figura 1. Cancelación de cirugías por mes en una institución de salud de Ciénaga, Magdalena, 2018-2019. Fuente: Propia

Cancelación de cirugías según especialidad quirúrgica

Durante 2018 se determinó que la especialidad de ortopedia presentó un 11 % de cancelaciones y la cirugía plástica, el 10 %. Para 2019, se encontró que en ortopedia fueron mayores los casos en un 23%, observándose también un aumento en otras especialidades, como cirugía general, con 17% (n=15) de los casos, seguido de maxilofacial y cirugía plástica, con 10% (n=9) en ambas especialidades (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cancelación de cirugías por especialidad

2018			2019		
Especialidad	**n**	**%**	**Especialidad**	**n**	**%**
General	4	3,2	General	15	17
Maxilofacial	3	2,4	Maxilofacial	9	10
Neurología	3	2,4	Neurología	5	5,6
Obstetricia + maxilofacial	1	0,8	-	-	-
Oncología	1	0,8	-	-	-
Ortopedia	14	11	Ortopedia	20	23
Otorrino-laringología	1	0,8	-	-	-
Pediatría	1	0,8	Ginecología	1	1,1
Plástica y reconstructiva	13	10	Plástica y reconstructiva	9	10
Sin dato	84	67	Sin dato	30	34
Total	125	100	Total	89	100

Fuente: Propia

Cancelación de cirugías: factores atribuibles a las causas de cirugía cancelada

Los factores atribuibles a la cancelación de cirugías se clasificaron en tres grandes grupos:

a) Factores relacionados con el paciente incluyen motivos clínicos o personales que impidieron la realización del procedimiento (diarrea, fiebre, no asistencia del paciente a la cirugía, activación de código rojo, presión arterial elevada); b) Factores relacionados con la clínica que corresponden a limitaciones operativas o administrativas de la institución (no disponibilidad de quirófano, equipos averiados, falta de material quirúrgico, no autorización por parte de medicina interna, ausencia de cama disponible); y c) Factores relacionados con el sistema de salud, asociados a fallas en los procesos de aseguramiento y autorizaciones (Suspensión de

servicios a la EPS, Orden errada, No aparición de la autorización del procedimiento, Orden vencida y Consumo del (Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito, SOAT). Al determinar el valor promedio de cirugías según sus causas y considerando los grupos de clasificación, se encontró que los factores relacionados con el paciente fueron mayores en ambos años, con una media de 59 y 54 casos en 2018 y 2019, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Factores atribuibles a las causas de cirugía cancelada

Factores atribuibles	2018		2019	
	N	%	n	%
Sin dato	2	1,6	3	3,4
Paciente (estado de salud)	59	47,2	54	61
Por la clínica	44	35,2	26	29,2
Sistema de salud	20	16	6	6,7
Total	125	100	89	100

Fuente: Propia

Al establecer la posible asociación entre los diferentes factores evaluados y las especialidades, se encontró que, para 2018, las cancelaciones asociadas al paciente fueron mayores: 47,2% (n=59); a la institución de salud: 35,2% (n=44); y al sistema de salud: 16% (n=20). Se encontró que, en un gran porcentaje de cirugías canceladas, estas estuvieron relacionadas con la especialidad de ortopedia; y correspondieron al paciente en 9,1% y solamente 1% estuvieron relacionadas con la institución y el sistema de salud, por lo que, en este caso, se identificaron las causas más puntuales como: ingesta de alimentos previa al procedimiento, agotamiento del cupo SOAT, cambios hemodinámicos y cambio de material de osteosíntesis.

En la especialidad de cirugía plástica y reconstructiva, 10,2% de las cancelaciones se debieron al estado del paciente, 25% al sistema de salud y 4,5% a causas propias de la clínica. Además, se evidenció un subregistro de n=84 (67,2%) de los procedimientos cancelados sin especialidad médico-quirúrgica registrada; sin embargo, se tomaron en cuenta en el análisis por estar categorizados como cancelados y por contar con las demás variables de estudio. Se realizó un análisis bivariado para evaluar la significancia, hallando un valor $p < 0,05$; por lo anterior, se puede aceptar la hipótesis atribuible a la cancelación por especialidad médico-quirúrgica (Cuadro 4).

DISCUSIÓN

La cancelación de procedimientos quirúrgicos programados genera costos directos e indirectos para la institución de salud, además de generar estrés económico y emocional en el paciente y su familia. Debido a su impacto asistencial, financiero y humano, este fenómeno se considera un indicador de la calidad en la prestación de los servicios de salud (13).

En relación con la edad, nuestros hallazgos indican que durante 2018, el grupo etario con mayores casos de cancelación fue el de pacientes entre [60 – 69] años (n=21), con un total acumulado de 56% de cancelaciones en pacientes de [50 – 99] años, y en 2019 se presentaron con mayor frecuencia en pacientes entre [40 – 49] años (n=14), con un acumulado de 65% de los casos de [40 – 99] años. Un estudio realizado en el Medio Oriente (14) identificó que la frecuencia más alta de cancelaciones se observó en pacientes mayores de 50 años. También se demostró que los procedimientos quirúrgicos con alta cancelación se relacionaron con adultos mayores de 46 años (15).

Al considerar el sexo, en el presente estudio se evidenció que hay un número importante de mujeres: para 2018 se encontró en el 48% (n=60); sin embargo, para 2019 hubo un aumento de casos, representados por el 55,1% (n=49). En apoyo a nuestros hallazgos, en un hospital de III nivel de complejidad se evidenció que la tasa de cancelación total fue de 5,2% y, de estos, 52,2% (n=259) de los pacientes eran mujeres, lo que

Cuadro 4. Análisis bivariado de especialidad médico-quirúrgica con motivos de cancelación

Especialidad	n %	Sin dato	Paciente (estado de salud)	Por la clínica	Sistema de salud	Total	Chi cuadrado
General	n	0	1	2	1	4	
	%	0,00	1,70	4,50	5,00	3,20	
Maxilofacial	n	0	1	2	0	3	
	%	0,00	1,70	4,50	0,00	2,40	
Neurología	n	0	1	2	0	3	
	%	0,00	1,70	4,50	0,00	2,40	
Obstetricia + maxilofacial	n	0	0	1	0	1	
	%	0,00	0,00	2,30	0,00	0,80	
Oncología	n	0	1	0	0	1	0,001 significancia asintótica
	%	0,00	1,70	0,00	0,00	0,80	
Ortopedia	n	0	9	4	1	14	
	%	0,00	15,30	9,10	5,00	11,20	
Otorrinolaringología	n	0	0	1	0	1	
	%	0,00	0,00	2,30	0,00	0,80	
Pediatría	n	0	0	1	0	1	
	%	0,00	0,00	2,30	0,00	0,80	
Plástica y reconstructiva	n	0	6	2	5	13	
	%	0,00	10,20	4,50	25,00	10,40	
Sin Dato	n	2	40	29	13	84	
	%	100,00	67,80	65,90	65,00	67,20	
Total	n	2	59	44	20	125	
	%	100	100	100	100	100	

Fuente: Propia

indica una mayor frecuencia de cancelación en el sexo femenino (2).

Al evaluar los motivos de la cancelación, los datos arrojaron que la mayor frecuencia de cancelaciones se debe al paciente, con 47,2% (n=59) en 2018 y 61% (n=54) en 2019, en los que se hallaron motivos como diarrea, fiebre, no llegó a la cirugía o presentaba hipertensión. En línea con estos resultados, un estudio realizado en Turquía (16) arrojó que el 31,3% (n=155) de las cirugías fueron canceladas por motivos relacionados con el paciente y el 29,2% (n=145) por falta de disponibilidad de sala de cirugía (17). Asimismo, en un estudio observacional retrospectivo (7) se evidenció que las causas atribuibles al usuario fueron del 40,6% (n=99), en el que resultó muy común que el paciente no se presentara o no firmara el consentimiento; las por orden médica fueron del 21,3% (n=52), en las que

se encontraron pacientes con presión arterial alta, fiebre, vómito, diarrea, glicemia alta, hipertensión arterial y fallecimiento antes del procedimiento.

Cuando se revisan los períodos frecuentes de cancelación, se observa que en las cirugías electivas programadas, canceladas y ausentes en enero y mayo, se registró un mayor porcentaje de cancelación en 2018: 14,4% en ambos casos y 12,4%, siendo enero el mes de mayor cancelación en 2019. Además, en la búsqueda de las actividades y festividades de la ciudad en el mes de enero, por la celebración del Festival Nacional de la Leyenda y Danza del Caimán 'Cienaguero' del 17 al 20 de enero, que pudo ser un factor para que los pacientes no se presentaran, se realizan cirugías de urgencia y la logística de materiales en estos días presenta mayores dificultades. Esto difiere del estudio reportado (7), que indica que, entre el período de referencia (marzo a mayo de 2016) y el período de intervención (marzo a mayo de 2017), se registró un mes con mayor prevalencia de cancelaciones: abril, con 2,8%, lo que da un porcentaje de 4,3%.

En relación con las especialidades y la cancelación, en nuestro estudio se registró que la de ortopedia presentó el mayor porcentaje de cancelaciones: 11 % (n = 14) en 2018 y 23% (n=20) en 2019. Lo cual es similar a lo observado en Europa, en un estudio en el que se encontraron 290 procedimientos cancelados, se generó una tasa de cancelación del 9,5% (11). A su vez, un estudio realizado en Uganda determinó que la especialidad de ortopedia presentó la mayor tasa de cancelación, con 40,9% (18). También en el Reino Unido se registraron 10% (n=1499) de cancelaciones en el servicio de cirugía, lo que corresponde al 26,4 % de la especialidad de ortopedia (19).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la presente investigación se identificaron elementos reflexivos clave para la toma de decisiones en las instituciones de salud, a partir del análisis de las causas de la cancelación de cirugías como indicador de la calidad de la atención. El estudio permitió caracterizar, desde una perspectiva sociodemográfica y procedimental, a los pacientes con procedimientos quirúrgicos cancelados. Se observó que las mujeres representaron la mayor proporción de cancelaciones en ambos años analizados, estuvieron presentes en todos los grupos etarios y presentaron una mayor frecuencia en personas mayores de 40 años.

La tasa de suspensión quirúrgica de la institución hospitalaria fue de 4,5% en 2018 y de 3,8% en 2019, lo que evidencia una disminución entre ambos periodos. En cuanto a las causas de cancelación, se identificó que las más frecuentes estuvieron relacionadas con el usuario (47,2% en 2018 y 61% en 2019), seguidas de las atribuibles a la especialidad quirúrgica, entre las cuales la de ortopedia presentó la mayor proporción (11% en 2018 y 23% en 2019). Por su parte, las causas atribuibles a la institución representaron el 35,2% de las cancelaciones en 2018 y el 29,2% en 2019, lo que evidencia una reducción entre un año y otro.

Los resultados obtenidos evidencian la necesidad de implementar programas de capacitación dirigidos a los profesionales de la salud y a los especialistas involucrados en el proceso quirúrgico, con el fin de fortalecer la toma de decisiones, optimizar los procesos institucionales y mejorar la calidad de la prestación del servicio. Asimismo, este estudio constituye un referente local, dado que no se habían realizado investigaciones previas sobre esta temática en la ciudad de Ciénaga, Magdalena.

Se recomienda desarrollar nuevos estudios que profundicen en esta temática a nivel local, departamental y nacional, con el fin de evaluar la magnitud del problema y analizar la efectividad de las medidas implementadas para reducir este indicador de calidad en las instituciones de salud. Asimismo, resulta fundamental divulgar los resultados entre los profesionales involucrados y la comunidad científica, de manera que puedan fortalecer la toma de decisiones en los equipos multidisciplinarios responsables de la gestión de la calidad en los servicios de salud de las instituciones sanitarias.

Consideraciones éticas: Aval científico por parte de la institución con acta 01 del 27 de octubre de 2021

Conflicto de intereses: Los investigadores declaran no tener conflictos de intereses.

Financiación: La presente investigación fue autofinanciada.

REFERENCIAS

1. Segnini FJ, Domínguez-Torres LC, Vega-Peña NV. Cancelación de procedimientos quirúrgicos electivos: una agenda para la investigación en Colombia. Iatreia. 2022;35(2):175–82.
2. Yıldız Altun A, Özer AB, Turhan Aksoku B, Karatepe Ü, Kilinç M, Erhan ÖL, et al. Evaluation of the Reasons for the Cancellation of Elective Procedures at Level 3 University Hospital on the Day of Surgery. J Perianesthesia Nurs Off J Am Soc PeriAnesthesia Nurses. 2020;35(5):514–7.
3. Sweetman S, Sharkey AR, Thomas K, Dhesi J. Reduction of last-minute cancellations in elective urology surgery: A quality improvement study. Int J Surg Lond Engl. 2020;74:29–33.
4. Abate SM, Chekole YA, Minaye SY, Basu B. Global prevalence and reasons for case cancellation on the intended day of surgery: A systematic review and meta-analysis. Int J Surg Open. 2020;26:55–63.
5. Domínguez-Lozano B, Ortega-Crespo G, Díaz-Pérez A, Broullón Dobarro A. Incidencias y causas de la cancelación de cirugía en un hospital universitario, Barranquilla, Colombia 2016. Enferm Glob. 2020;19(57):507–26.
6. Olguín-Juárez P. El análisis factorial para aumentar el rendimiento del quirófano y disminuir la cancelación de cirugía electiva. Cir Gen. 2018;40(2):78–86.
7. Díaz-Pérez A, Vega-Ochoa A, Dominguez-Lozano B, Carrillo-González S, González-Puertas J. Factors attributable to the cancellation of programmed surgeries. Cir Cir. 2020;88(4):489–99.
8. Muñoz-Caicedo A, Sarmiento CP, Torres MS. Cancelación de cirugía programada en una institución de III nivel de atención. Rev Fac Cienc Salud Univ Cauca. 2011;13(3):10–5.
9. Hajiaghapour K, Sepehri MM, Khasha R. Designing a cost-driven mechanism to reduce cancellation of elective surgeries. Perioper Care Oper Room Manag. 2020;18:100085.
10. Al Talalwah N, McIltrot KH. Cancellation of Surgeries: Integrative Review. J Perianesthesia Nurs Off J Am Soc PeriAnesthesia Nurses. 2019;34(1):86–96.
11. Turunen E, Miettinen M, Setälä L, Vehviläinen-Julkunen K. Elective Surgery Cancellations During the Time Between Scheduling and Operation. J Perianesthesia Nurs Off J Am Soc PeriAnesthesia Nurses.2019;34(1):97–107.
12. Torres Montes de Oca A, Durand Moran Y, Ramírez López B, Puentes Téllez H, Leyva Fernández I, Causas implicadas en la suspensión de pacientes tributarios para cirugía electiva. Rev Cuba Anestesiol Reanim. 2020;19(3).
13. Hänninen-Khoda L, Koljonen V, Ylä-Kotola T. Patient-related reasons for late surgery cancellations in a plastic and reconstructive surgery department. JPRAS Open. 2018;18:38–48.
14. Al Talalwah N, McIltrot KH, Al Ghamdi A. Elective Surgical Cancellations in a Tertiary Hospital in the Middle East: Quality Improvement Process. J Perianesthesia Nurs Off J Am Soc PeriAnesthesia Nurses. 2019;34(2):310–21.
15. Petrone B, Fakhoury J, Matai P, Bitterman A, Cohn RM, Lutsky L. Predicting Elective Orthopaedic Sports Medicine Surgical Cancellations Based on Patient Demographics. Arthrosc Sports Med Rehabil. 2020;2(2):e83–9.
16. Iqbal U, Talbot C, Kulkarni R, Gallagher J. Cancellations in Head and Neck (H&N) Elective Surgery. Br J Oral Maxillofac Surg. 2017;55(10):e92–3.
17. Yıldız Altun A, Özer AB, Turhan Aksoku B, Karatepe Ü, Kilinç M, Erhan ÖL, et al. Evaluation of the Reasons for the Cancellation of Elective Procedures at Level 3 University Hospital on the Day of Surgery. J Perianesthesia Nurs Off J Am Soc PeriAnesthesia Nurses. 2020;35(5):514–7.
18. Ogwal A, Oyania F, Nkonge E, Makumbi T, Galukande M. Prevalence and Predictors of Cancellation of Elective Surgical Procedures at a Tertiary Hospital in Uganda: A Cross-Sectional Study. Surg Res Pract. 2020;2020(1):1464098.
19. Wong DJN, Harris SK, Moonesinghe SR, Moonesinghe SR, Wong DJN, Harris SK, et al. Cancelled operations: a 7-day cohort study of planned adult inpatient surgery in 245 UK National Health Service hospitals. Br J Anaesth. 2018;121(4):730–8.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):437-447
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.7

Propiedades psicométricas de la escala hospitalaria de ansiedad y depresión en pacientes con enfermedad renal crónica de una región andina del Perú

Psychometric properties of the hospital anxiety and depression scale in patients with chronic kidney disease from an Andean region of Peru

Luis Orlando Silva Figueroa[1a], Magaly Gonzales Aliaga [2b], Ronald Miguel Linero-Racines[3ce], Johanna Moreno Villanueva[4d], Andrés Julián Páramo Ricardo[5d], Danitza Pucuhuayla Paucar[6a], Andreé Salvatierra Baldeón[7c]

RESUMEN

Introducción: *La enfermedad renal crónica (ERC) representa una carga física y emocional considerable, especialmente en pacientes sometidos a terapias de reemplazo renal. En regiones andinas, las particularidades culturales influyen en la expresión del malestar emocional, lo que resalta la necesidad de validar instrumentos sensibles a dicho contexto.* **Objetivo**: *Evaluar las propiedades psicométricas de la Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) en pacientes con ERC sometidos a terapia de reemplazo renal en un contexto andino en el año 2024.* **Metodología**: *Estudio instrumental con 111 pacientes. La validez de contenido se examinó mediante jueces expertos y entrevistas cognitivas. La consistencia interna se evaluó con Omega de McDonald, la estructura interna mediante análisis factorial confirmatorio (AFC) y la validez convergente con la Escala de Adherencia Terapéutica (EAT).* **Resultados**: *El omega de McDonald global ($\omega = 0,806$) y de ansiedad ($\omega = 0,757$) fueron adecuados, aunque el factor depresión mostró menor consistencia ($\omega = 0,680$). El AFC respaldó parcialmente la estructura bifactorial, siendo el mejor ajuste el modelo con correlaciones de errores ($\chi^2/gl = 1,362$; CFI = 0,923; TLI = 0,904; RMSEA = 0,057; SRMR = 0,0729). Se encontraron correlaciones negativas y significativas entre la ansiedad ($r = -0,227$, $p = 0,017$) y la depresión ($r = -0,360$, $p = 0,001$) y la adherencia terapéutica.* **Conclusión**: *HADS presenta propiedades psicométricas aceptables en pacientes con ERC de la zona andina peruana; no obstante, se requiere revisar algunos ítems y enfatizar la adaptación cultural para optimizar su sensibilidad.*

Palabras clave: *Insuficiencia renal crónica, terapia de reemplazo renal, psicometría, ansiedad, depresión*

SUMMARY

Introduction: *Chronic kidney disease (CKD) represents a considerable physical and emotional burden, especially in patients undergoing renal replacement therapies. In Andean regions, cultural particularities influence the expression of emotional distress, underscoring the need*

ORCID:
[1*]-0000-0001-6678-1311
[2] 0009-0001-1394-6466
[3] 0000-0001-9246-0212
[4] 0009-0009-4461-4614
[5] 0009-0008-8248-8041
[6] 0009-0004-6937-6492
[7] 0000-0002-0638-563X

[*]**Autor de correspondencia:** Luis Orlando Silva Figueroa. Dirección: Av. Mariscal Castilla 2736, El Tambo-Huancayo. Celular: +51915354124. Escuela de Psicología, Universidad Continental, Huancayo, Perú E-mal: lsilvaf@continental.edu.pe

Recibido: : 5 de febrero 2026
Aceptado: 30 de marzo 2026

a. Universidad Continental, Huancayo, Perú
b. Seguro Social de Salud EsSalud. Hospital Nacional Ramiro Prialé Prialé
c. Universidad para el Desarrollo Andino, Perú
d. Universidad de la Costa
e. Dpto de investigación, Consultoría Psicoeducativa CPE, Barranquilla, Colombia.

to validate instruments that are sensitive to this context. **Objective***: To evaluate the psychometric properties of the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) in CKD patients undergoing renal replacement therapy in an Andean context in 2024.* **Methodology***: An instrumental study was conducted with 111 patients. Content validity was examined through expert judgment and cognitive interviews. Internal consistency was assessed using McDonald's Omega, internal structure via confirmatory factor analysis (CFA), and convergent validity using the Therapeutic Adherence Scale (EAT).* **Results***: Global McDonald's Omega ($\omega = 0.806$) and the anxiety factor ($\omega = 0.757$) showed adequate consistency, although the depression factor presented lower reliability ($\omega = 0.680$). CFA partially supported the bifactorial structure, with the best fit obtained for the model including error correlations ($\chi^2/df = 1.362$; CFI = 0.923; TLI = 0.904; RMSEA = 0.057; SRMR = 0.0729). Significant negative correlations were found between anxiety ($r = -0.227$, $p = 0.017$) and depression ($r = -0.360$, $p = 0.001$) with therapeutic adherence.* **Conclusion***: The HADS shows acceptable psychometric properties in CKD patients from an Andean region, although some items require revision and cultural adaptation to optimize its sensitivity.*

Keywords*: Renal insufficiency chronic, renal replacement therapy, psychometrics, anxiety and depression*

INTRODUCCIÓN

La psiconefrología es una rama de la psicología orientada al estudio de los aspectos emocionales y conductuales de los pacientes con enfermedad renal crónica (ERC). No obstante, esta área se encuentra aún en una fase incipiente en América Latina (1). Su desarrollo resulta crucial para evaluar, diagnosticar y tratar los trastornos mentales asociados a la ERC, especialmente en un contexto caracterizado por el incremento global de enfermedades crónicas y del envejecimiento poblacional (2–7).

En este escenario epidemiológico, la ERC constituye un problema de salud pública de creciente relevancia. Actualmente afecta al 10 % de la población mundial, con cerca de 850 millones de casos reportados en 2023. Además, se posiciona como la novena causa de mortalidad global y se proyecta que ocupará el quinto lugar hacia 2040 (7,8). En América Latina, la prevalencia presenta variaciones entre países: Bolivia y Ecuador reportan índices elevados y en aumento, mientras que Colombia y Argentina registran cifras menores, aunque con tendencia ascendente (9).

En el caso de Perú, Loza (10) estimó que en 2021 existían 3.084.212 pacientes con ERC en estadios 3 a 5. Si bien la incidencia nacional no figura entre las más altas de la región, la coexistencia de comorbilidades como diabetes tipo 2 e hipertensión arterial, junto con el incremento sostenido de casos, evidencian la necesidad de fortalecer la detección temprana (9). A nivel local, en Huancayo se notificaron 402 casos ese mismo año (11), cifra que probablemente aumentó como consecuencia del impacto de la pandemia (12) y a factores contextuales como la contaminación ambiental (7). A pesar de esta creciente carga epidemiológica, la atención psicológica sigue siendo limitada, lo que genera una brecha importante en el abordaje integral de la ERC.

En ese sentido, resulta pertinente atender también las particularidades socioculturales del contexto en el que se desarrolla la enfermedad. Huancayo, al ser una zona andina, presenta particularidades culturales que influyen en la expresión del malestar psicológico. En estos contextos, la comunicación afectiva suele ser más contenida y socialmente regulada (13), lo que podría dificultar la identificación de síntomas de ansiedad y depresión. Las cuales refuerzan la importancia de contar con instrumentos de evaluación psicológica culturalmente sensibles, capaces de garantizar mediciones pertinentes y válidas en esta población (14).

No obstante, más allá de estas particularidades culturales, es importante señalar que el impacto de la ERC no se limita a complicaciones físicas o médicas. Su carácter crónico, progresivo e incapacitante expone a los pacientes a una elevada carga emocional, en la que los síntomas de ansiedad y depresión destacan como los más frecuentes y clínicamente relevantes (15). Estas condiciones no solo afectan la calidad de vida, sino también la adherencia al tratamiento y la evolución de la enfermedad, lo que justifica su análisis específico en este contexto clínico (1).

En relación con la ansiedad, una revisión sistemática y metaanálisis que incluyó 61

estudios con más de 11.800 pacientes reportó que el 43% presentó sintomatología elevada y el 19% cumplió los criterios diagnósticos de un trastorno de ansiedad. La prevalencia fue consistente tanto en prediálisis como en diálisis, con cifras particularmente altas en Europa (49%) y en Asia (44%). Entre los factores de riesgo se identificaron depresión concomitante, baja calidad de vida, elevada comorbilidad, hospitalizaciones prolongadas y bajos niveles de vitalidad (16).

De manera similar, la depresión presenta una elevada prevalencia en pacientes con ERC; los estudios reportan cifras entre el 20% y el 47% en pacientes en hemodiálisis de mantenimiento, porcentajes considerablemente superiores a los de la población general. Entre los factores etiológicos descritos se encuentran alteraciones cerebrovasculares inducidas por diálisis, inflamación crónica, malnutrición proteico-calórica, disfunción autonómica y aislamiento social, entre otros; los cuales impactan negativamente en la adherencia terapéutica, el sueño, la alimentación, la energía y el pronóstico clínico (15). A nivel global, un metaanálisis con 80.932 pacientes estimó una prevalencia de depresión del 26,5%, siendo más frecuente en hemodiálisis (29,9%) y diálisis peritoneal (30,6%) que en prediálisis (18,5 %) (17).

Ahora, son diversos los modelos psicológicos que permiten comprender estos hallazgos. La teoría del estrés de Lazarus y Folkman (18) explica cómo el diagnóstico y el tratamiento de la ERC se perciben como amenazas persistentes, lo que favorece la aparición de ansiedad y depresión. La indefensión aprendida de Seligman (19) aporta un marco para comprender la desesperanza generada por la falta de control ante una enfermedad progresiva e irreversible. Mientras que el modelo cognitivo de Beck (20) describe cómo los esquemas negativos sobre el yo, el futuro y el mundo se activan en este contexto clínico. Finalmente, el modelo de carga alostática de McEwen (21) plantea que la exposición crónica al estrés fisiológico y psicológico deteriora los sistemas de regulación, lo que incrementa la vulnerabilidad emocional en pacientes sometidos a terapias invasivas.

Desde una perspectiva clínica, la identificación de síntomas de ansiedad y depresión en pacientes con ERC resulta fundamental, dado que estas alteraciones no solo afectan la calidad de vida y la adherencia al tratamiento, sino que además suelen interferir con la evaluación psicológica. Esto ocurre porque los instrumentos de uso habitual, como el Beck Anxiety Inventory (BAI) o el State-Trait Anxiety Inventory (STAI), tienden a solaparse con síntomas físicos propios de la ERC, como cefaleas, molestias torácicas, fatiga o alteraciones del sueño, lo que introduce sesgos en los resultados (15,22). Una situación semejante se observa en los cuestionarios de depresión, como el PHQ-9 (Patient Health Questionnaire-9), el BDI-R (Beck Depression Inventory – Revised) o el HAMD-24 (Hamilton Depression Rating Scale – 24 ítems), cuyos ítems de carácter somático pueden afectar la validez de los resultados en este grupo clínico (15).

Frente a estas limitaciones, la Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) (23) se ha consolidado como una alternativa más apropiada, ya que fue diseñada para reducir la interferencia de los síntomas somáticos y centrarse en aspectos emocionales y cognitivos. Diversas investigaciones en pacientes con enfermedades crónicas respaldan su utilidad diagnóstica y validez psicométrica (24,25). Sin embargo, aún es necesario acreditar si esta validez se mantiene en pacientes con ERC.

En este contexto, esta investigación tuvo como objetivo evaluar las propiedades psicométricas del HADS en pacientes con enfermedad renal crónica sometidos a terapia de reemplazo renal, con el propósito de establecer la validez y la confiabilidad de este instrumento en una población andina y aportar evidencia que respalde su uso clínico. Asimismo, en línea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (Salud y Bienestar), se buscó facilitar la detección temprana de síntomas emocionales y

promover intervenciones psicológicas oportunas que contribuyan a mejorar la calidad de vida de los pacientes.

METODOLOGÍA

Se adoptó un diseño instrumental para evaluar las propiedades psicométricas del HADS (26), utilizando la versión original en inglés de la escala desarrollada por Zigmond y Snaith (23). El proceso de adaptación lingüística se realizó mediante una traducción independiente al español por tres investigadores, a partir de la cual se elaboró una versión consensuada. Posteriormente, uno de los autores del estudio efectuó una retrotraducción al idioma original con el propósito de verificar la equivalencia conceptual de los ítems.

La validez de contenido fue evaluada mediante un panel de expertos conformado por un nefrólogo investigador, tres psicólogos clínicos investigadores y dos psicólogos revisores, todos con al menos cinco años de experiencia en trabajo clínico o en investigación en contextos socioculturales de la zona andina del Perú. Los expertos valoraron la claridad, pertinencia y representatividad de los ítems, obteniéndose un índice V de Aiken de 1 (IC:95%: 0,82–1,00) (27), lo que respalda la validez teórica y la claridad del instrumento.

Con el fin de evaluar la comprensión de los ítems en la población objetivo, diez pacientes participaron en entrevistas cognitivas estructuradas en las que se comparó la interpretación de cada ítem con el significado esperado por los autores del instrumento. Este procedimiento permitió verificar la equivalencia semántica de los enunciados y la adecuación de las opciones de respuesta al contexto cultural de los participantes. Posteriormente, la recolección de datos fue realizada por dos investigadores previamente entrenados en el uso del HADS.

La validez convergente se evaluó mediante la Escala de Adherencia Terapéutica (EAT) (28), previamente adaptada y validada en población peruana (29). Para estimar la relación entre las variables se empleó el coeficiente r de Pearson, dado que las variables eran continuas y la relación observada fue lineal, sin evidencia de valores atípicos extremos. La normalidad no se consideró un criterio de elección del coeficiente, ya que el estadístico de Pearson muestra robustez frente a desviaciones moderadas de normalidad en muestras grandes (30,31).

La fiabilidad del instrumento se estimó mediante el coeficiente omega de McDonald, mientras que la estructura interna se examinó mediante un análisis factorial confirmatorio (AFC) con el estimador de máxima verosimilitud (ML). La normalidad de los datos se evaluó a nivel univariado mediante los índices de asimetría y curtosis de los ítems; no se realizó un análisis multivariado de normalidad. No obstante, se mantuvo el uso del estimador ML debido a su adecuada robustez frente a desviaciones moderadas de la normalidad en muestras de tamaño moderado a grande. Los análisis estadísticos se realizaron con los programas IBM SPSS Statistics v.26 e IBM SPSS AMOS v.26.

La población estuvo compuesta por 300 pacientes con enfermedad renal crónica sometidos a terapia de reemplazo renal atendidos en un hospital nacional. La recolección de datos se llevó a cabo durante el año 2024, obteniéndose una muestra final de 111 pacientes. El tamaño muestral se determinó siguiendo el criterio metodológico recomendado para el análisis factorial confirmatorio, de entre 5 y 10 participantes por ítem del instrumento (14 ítems en total) (32,33), lo que establece un rango adecuado de 70 a 140 participantes. Los criterios de inclusión fueron: tener 18 años o más, otorgar consentimiento informado, no presentar alteraciones cognitivas y encontrarse en terapia de reemplazo renal.

El estudio contó con la aprobación del Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI–Junín) y se desarrolló conforme a las normativas del Código Deontológico del Colegio de Psicólogos del Perú (34) y la Declaración de Helsinki (35).

RESULTADOS

Cuadro 1. Características sociodemográficas de la muestra

Variable	Categoría	n=111	%
Sexo	Mujeres	50	45,0
	Hombres	61	55,0
Tipo de terapia de reemplazo renal	Hemodiálisis	85	76,6
	Trasplante renal	1	0,90
	Diálisis peritoneal	25	22,5

En cuanto a la edad, la muestra presentó una media de 61,0 años (D.E. = 14,93), con un rango de 18 a 86 años.

En el Cuadro 2 se observa que el instrumento presenta un funcionamiento general adecuado y una estructura factorial acorde con el modelo teórico del HADS. Sin embargo, el factor Depresión muestra cargas factoriales más bajas y heterogéneas, lo que sugiere una menor precisión en la detección de síntomas depresivos en esta muestra.

La Figura 1 presenta el modelo confirmatorio bidimensional del HADS propuesto por los autores, compuesto por los factores de ansiedad (F1) y depresión (F2), con cargas factoriales estandarizadas y una correlación moderada entre ambos factores. El modelo incorpora correlaciones entre errores, lo que contribuye a mejorar el ajuste global del instrumento en la muestra evaluada (36).

El Cuadro 3 muestra que el modelo sin modificaciones presenta un ajuste limitado. El modelo con eliminación de ítems ($\lambda < 0,40$) evidencia mejoras en los índices incrementales y de parsimonia, aunque mantiene un RMSEA elevado. El modelo con correlación de errores alcanza mejores índices de ajuste absoluto, pero en conjunto los resultados indican que ningún modelo logra un ajuste óptimo en todos los indicadores, por lo que deben interpretarse con cautela (36).

En el Cuadro 4 se presentan los coeficientes omega de McDonald del HADS total y de sus dimensiones. El puntaje global del instrumento muestra una consistencia interna adecuada ($\omega = 0,806$). La subescala de ansiedad presenta una fiabilidad aceptable ($\omega = 0,757$), mientras que la subescala de depresión alcanza un omega menor ($\omega = 0,680$), lo que sugiere una consistencia interna moderada y coherente con la menor precisión observada en esta dimensión (36).

El Cuadro 5 muestra relaciones negativas y estadísticamente significativas entre las dimensiones del HADS y la adherencia al tratamiento (36), observándose una asociación más marcada en la dimensión de depresión.

DISCUSIÓN

Este estudio evaluó las propiedades psicométricas de la *Hospital Anxiety and Depression Scale* (HADS) en pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) sometidos a terapia de reemplazo renal en un contexto sociocultural andino. En términos generales, los resultados respaldaron parcialmente la estructura bifactorial del instrumento y evidenciaron niveles adecuados de fiabilidad para la puntuación global y el factor ansiedad, aunque con menor estabilidad en el factor depresión. Asimismo, se observaron asociaciones negativas entre los síntomas emocionales evaluados con el HADS y la adherencia terapéutica. En conjunto, estos hallazgos aportan evidencia preliminar sobre el funcionamiento del instrumento en esta población clínica y contribuyen a la literatura sobre la evaluación del distrés emocional en enfermedades crónicas.

En cuanto a la muestra, presentó una distribución relativamente equilibrada entre géneros: 55 % de hombres (n=61) y 45 % de mujeres (n=50), con una edad media de 61 años (D.E. = 14,93). La hemodiálisis fue la modalidad de tratamiento predominante (76,6 %; n=85), lo que refleja la

Cuadro 2. Cargas factoriales y estadísticos descriptivos de los ítems del HADS (n = 111)

Reactivo	Carga factorial	Media	D.E.	Asimetría	Curtosis	Varianza
Factor 1: Ansiedad		8,20	4,61	0,27	-0,35	26,74
Ítem 1	0,82	1,04	0,95	0,63	-0,49	0,91
Ítem 3	0,61	1,38	1,17	0,06	-1,49	1,36
Ítem 5	0,56	1,18	0,97	0,47	-0,72	0,93
Ítem 7	0,47	0,77	0,93	1,03	0,09	0,87
Ítem 9	0,37	1,13	1,14	0,58	-1,08	1,29
Ítem 11	0,52	1,13	0,94	0,56	-0,48	0,87
Ítem 13	0,53	1,59	1,14	-0,10	-1,40	1,30
Factor 2: Depresión		6,36	4,07	0,53	-0,30	15,94
Ítem 2	0,78	1,00	1,04	0,70	-0,70	1,07
Ítem 4	0,46	0,84	1,03	0,94	-0,39	1,06
Ítem 6	0,61	0,85	0,99	1,01	0,01	0,97
Ítem 8	0,30	1,66	1,16	-0,16	-1,43	1,34
Ítem 10	0,64	0,64	0,92	1,35	0,82	0,85
Ítem 12	0,10	0,93	1,17	0,90	-0,77	1,38
Ítem 14	0,45	0,45	0,77	1,68	2,05	0,59
Varianza total explicada			42,683 %			

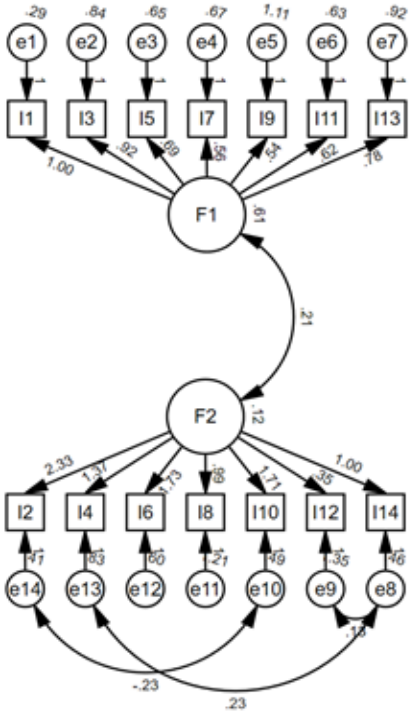


Figura 1. Modelo confirmatorio del HADS propuesto por los autores

limitada disponibilidad de alternativas terapéuticas como el trasplante renal (10). Este patrón coincide con lo reportado en distintos sistemas de salud donde el acceso a procedimientos especializados continúa siendo restringido.

Por otro lado, la enfermedad renal crónica tiende a intensificarse con la edad, siendo especialmente frecuente en personas mayores de 75 años debido al deterioro progresivo de la función renal y a la presencia de comorbilidades como hipertensión y diabetes mellitus (4,5,37). En estas etapas del ciclo vital, factores como el aislamiento social, la dependencia funcional y la acumulación de enfermedades crónicas pueden favorecer la aparición de ansiedad, depresión y angustia, afectando tanto la adherencia al tratamiento como la calidad de vida (38).

Aunque los menores de 30 años representan una proporción reducida de los casos de ERC

Cuadro 3. Índices de bondad de ajuste de los modelos confirmatorios del HADS

	Medidas de ajuste absoluto				Medidas de ajuste incremental			Medidas de ajuste de la parsimonia			
	X^2	gl	RMSEA	SRMR	CFI	TLI	NFI	PCFI	PNFI	AIC	X^2 Normado
Modelo 1: Sin modificación	<0,001	76	0,080	0,0854	0,842	0,811	0,700	0,585	0,703	188,104	1,712
Modelo 2: Eliminando ítems (λ< .40)	<0,001	43	0,093	0,0782	0,868	0,831	0,770	0,678	0,602	129,834	1,950
Modelo 3: Propuesto por los autores (Correlación de errores)	0,022	73	0,057	0,0729	0,923	0,904	0,771	0,740	0,618	163,439	1,362

Cuadro 4. Índices de bondad de ajuste de los modelos confirmatorios del HADS

	ω	*K*
Global	0,806	14
Factor 1: Ansiedad	0,757	7
Factor 2: Depresión	0,680	7

(7,2%) (39), investigaciones recientes sugieren que este grupo también puede experimentar niveles relevantes de malestar emocional, en algunos casos comparables o incluso superiores a los observados en adultos mayores (40,41). Estos antecedentes resaltan la importancia de contar con instrumentos válidos para la detección temprana de síntomas emocionales en pacientes con ERC a lo largo del ciclo vital.

En relación con la estructura interna del instrumento, el análisis factorial confirmatorio respalda parcialmente la estructura bifactorial originalmente propuesta para el HADS. El modelo con mejor ajuste incorporó correlaciones entre los errores residuales y alcanzó índices de ajuste aceptables (RMSEA = 0,057; CFI = 0,923). Estos valores se encuentran dentro de los rangos recomendados en la literatura psicométrica, donde valores de CFI iguales o superiores a 0,90 y de RMSEA iguales o inferiores a 0,08 indican un ajuste adecuado del modelo.

En ese sentido, la presencia de correlaciones residuales puede deberse a la proximidad conceptual entre algunos reactivos. Varios ítems del factor ansiedad evalúan sensaciones fisiológicas o estados de inquietud, mientras que algunos reactivos del factor depresión se centran en manifestaciones de anhedonia o pérdida de

Cuadro 5. Correlación del HADS con la adherencia al tratamiento

Variable	r	IC 95% inferior	IC 95% superior	p	N
Ansiedad	-0,227	-0,396	-0,041	0,017	111
Depresión	-0,360	-0,510	-0,184	0,001	111

interés. Esta similitud semántica puede generar varianza compartida entre ítems más allá del factor latente, lo que se refleja en correlaciones residuales dentro del modelo.

No obstante, se observaron cargas factoriales débiles en algunos reactivos, en particular en los ítems 12 ($\lambda = 0,105$) y 8 ($\lambda = 0,299$), lo que sugiere que estos ítems podrían no captar plenamente los constructos evaluados en esta población. Este hallazgo coincide con investigaciones que han cuestionado la estabilidad factorial del HADS en distintos contextos clínicos, señalando que el instrumento puede mostrar mayor robustez como medida general de distrés emocional que como diferenciador específico entre ansiedad y depresión (36,42,43).

En cuanto a la consistencia interna, el HADS mostró niveles adecuados de fiabilidad cuando se considera como medida global de malestar emocional ($\omega = 0,806$). De manera similar, el factor ansiedad presentó una consistencia interna satisfactoria ($\omega=0,757$), mientras que el factor depresión mostró un valor más limitado ($\omega=0,680$). Este resultado coincide con estudios previos que han señalado una menor estabilidad del componente depresivo del HADS en poblaciones con enfermedades crónicas. Una posible explicación radica en la superposición entre síntomas somáticos y emocionales, lo que puede dificultar la diferenciación entre manifestaciones físicas de la enfermedad y síntomas afectivos (42,44).

Otra posible explicación para la menor consistencia observada en el factor depresión podría deberse a limitaciones en la alfabetización en salud. Niveles reducidos de alfabetización pueden dificultar la identificación y verbalización de síntomas emocionales en contextos clínicos (45). Cuando los pacientes presentan menores niveles de comprensión de conceptos relacionados con la salud mental, pueden experimentar dificultades para reconocer o etiquetar estados afectivos como la ansiedad o la depresión, lo que podría influir en la forma en que responden a instrumentos de autoinforme como el HADS.

Respecto a la validez convergente, se observaron correlaciones negativas entre la ansiedad ($r = -0,227$, IC 95% [-0,396, -0,041], $p = 0,017$) y la adherencia al tratamiento, así como entre la depresión ($r = -0,360$, IC 95% [-0,510, -0,184], $p = 0,001$) y dicha adherencia. Aunque estas asociaciones corresponden a magnitudes pequeñas a moderadas (44), su relevancia clínica resulta significativa considerando que la adherencia terapéutica es un fenómeno multifactorial influido por variables médicas, psicológicas y contextuales. En este sentido, el malestar emocional puede afectar la motivación, la percepción de autoeficacia y la constancia en las conductas de autocuidado necesarias para el manejo de enfermedades crónicas. Estos resultados coinciden con investigaciones recientes que han documentado asociaciones entre síntomas ansiosos y depresivos y una menor adherencia a tratamientos en diversas condiciones crónicas (46-49).

Es preciso mencionar que el contexto sociocultural en el que se desarrolló el estudio también puede haber influido en los resultados observados. En el entorno andino, la expresión emocional suele ser más contenida y socialmente regulada, lo que puede influir en la forma en que los participantes reportan su malestar psicológico. La evidencia ha señalado que las normas culturales modulan la comunicación emocional (14), y en poblaciones andinas se han descrito patrones de mayor reserva en la exteriorización afectiva (13). Estas particularidades refuerzan la importancia de considerar factores socioculturales en los procesos de validación psicométrica.

Desde una perspectiva clínica, la validación preliminar del HADS en esta muestra constituye un avance relevante para evaluar el distrés emocional en pacientes con ERC. La disponibilidad de instrumentos válidos permite mejorar la detección temprana de síntomas psicológicos en contextos clínicos donde el malestar emocional suele permanecer subdiagnosticado. En este sentido, el HADS puede considerarse una herramienta útil de tamizaje inicial para identificar síntomas de ansiedad y depresión en pacientes con enfermedad renal crónica.

No obstante, los puntos de corte originalmente propuestos para la escala deben interpretarse con cautela en esta población, dado que factores culturales y clínicos pueden influir en la forma en que los pacientes reportan sus síntomas. Por ello, futuras investigaciones deberían evaluar la sensibilidad y la especificidad de distintos puntos de corte del HADS en pacientes con ERC, con el fin de optimizar su utilidad diagnóstica en este contexto clínico.

Entre las limitaciones del estudio, la varianza explicada por el modelo (42,68%) puede considerarse aceptable, aunque no óptima, y la consistencia interna del factor depresión sugiere la necesidad de continuar examinando su estabilidad. Asimismo, aunque el tamaño muestral cumple criterios psicométricos comúnmente aceptados para estudios de validación, resulta relativamente ajustado para modelos confirmatorios que incorporan correlaciones entre errores, lo que podría afectar la estabilidad de las estimaciones. Estudios futuros con muestras de mayor tamaño permitirán corroborar con mayor precisión la estructura factorial del instrumento. Además, la distribución no normal de algunos ítems podría haber influido en los índices de ajuste del modelo, lo que sugiere la conveniencia de utilizar estimadores robustos en investigaciones posteriores.

En cualquier caso, los resultados aportan evidencia preliminar sobre el funcionamiento psicométrico del HADS en pacientes con enfermedad renal crónica en contextos socioculturales andinos, contribuyendo a la literatura sobre la evaluación del distrés emocional en enfermedades crónicas y resaltando la importancia de desarrollar instrumentos culturalmente sensibles para poblaciones subrepresentadas.

REFERENCIAS

1. García-Arista A, De A, Arredondo-Pantaleón J. La psiconefrología: un campo de estudio en desarrollo. Psicol Salud. 2018;28(2):261-269.
2. Ortiz A, Mattace-Raso F, Soler MJ, Fouque D. Ageing meets kidney disease. Age Ageing. 2022;51(8):523-526.
3. Hossain MJ, Al-Mamun M, Islam MR. Diabetes mellitus, the fastest growing global public health concern: early detection should be focused. Health Sci Rep. 20241;7(3):e2004.
4. Kumar M, Dev S, Usman Khalid M, Siddenthi SM, Noman M, John C, et al. The bidirectional link between diabetes and kidney disease: mechanisms and management. Cureus. 2023;15(9):e45615.
5. Burnier M, Damianaki A. Hypertension as cardiovascular risk factor in chronic kidney disease. Circ Res. 2023;132(8):1050-1063.
6. World Health Organization. Hypertension. Geneva: WHO; 2023. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension.
7. Francis A, Harhay MN, Ong ACM, Tummalapalli SL, Ortiz A, Fogo AB, et al. Chronic kidney disease and the global public health agenda: an international consensus. Nat Rev Nephrol. 2024;20(7):473-485.
8. International Society of Nephrology. Global kidney health atlas. Brussels: ISN; 2023. Available from: https://www.theisn.org/wp-content/uploads/media/ISN%20Atlas_2023%20Digital_REV_2023_10_03.pdf
9. Rosas-Valdez FU, Aguirre-Vázquez AF, Agudelo-Botero M. Cuantificación de la carga de la enfermedad renal crónica en América Latina: una epidemia invisibilizada. Rev Panam Salud Pública. 2024;48:e41.
10. Loza C. Situación de la enfermedad renal crónica en el Perú y análisis de la mortalidad por falla renal durante la pandemia del COVID-19. Lima: Sociedad Peruana de Nefrología; 2022. Available from: https://www.spn.pe/archivos/SITUACION-DE-LA-ENFEREMEDAD-RENAL-CRONICA-EN-EL-PERU-2020-2021.pdf
11. Arellan-Bravo L, León-Gonzales R. Situación de la enfermedad renal crónica en la región Junín, Perú. Rev Cuerpo Med Hosp Nac Almanzor Aguinaga Asenjo. 2022;15(2):300-301.
12. Prieto Rodríguez MÁ, March Cerdá JC, Martín Barato A, Escudero Carretero M, López Doblas M, Luque Martín N. Repercusiones del confinamiento por COVID-19 en pacientes crónicos de Andalucía. Gac Sanit. 2022;36(2):139-145.
13. Cueto M, Lossio J, Pasco C. El rastro de la salud en el Perú. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2009.
14. Markus HR, Kitayama S. Culture and the self: implications for cognition, emotion, and motivation. Psychol Rev. 1991;98(2):224-253.
15. Li Y, Zhu B, Shen J, Miao L. Depression in maintenance hemodialysis patients: what do we need to know? Heliyon. 2023;9(9):e19383.

16. Huang CW, Wee PH, Low LL, Koong YLA, Htay H, Fan Q, et al. Prevalence and risk factors for elevated anxiety symptoms and anxiety disorders in chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. Gen Hosp Psychiatry. 2021;69:27-40.
17. Adejumo OA, Edeki IR, Oyedepo DS, Falade J, Yisau OE, Ige OO, et al. Global prevalence of depression in chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. J Nephrol. 2024;37(9):2455-2472.
18. Lazarus RS, Folkman S. Stress, appraisal, and coping. New York: Springer; 1984.
19. Seligman MEP. Helplessness: on depression, development, and death. New York: WH Freeman; 1975.
20. Beck AT, Rush AJ, Shaw BF, Emery G. Cognitive therapy of depression. New York: Guilford Press; 1979.
21. McEwen BS. Protective and damaging effects of stress mediators. N Engl J Med. 1998;338(3):171-179.
22. Alshogran OY, Altawalbeh SM, Khalil AA. Comparison of two self-report scales to assess anxiety and depressive symptoms in hemodialysis patients. Arch Psychiatr Nurs. 2022;41:208-213.
23. Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. Acta Psychiatr Scand. 1983;67(6):361-370.
24. Madrigal González AV, Díaz P, Flores Juárez J, Herrera EU, Rivas GL, et al. Propiedades psicométricas de la escala de ansiedad y depresión hospitalaria en pacientes mexicanos con enfermedades respiratorias. Psicol Salud. 2021;31(2):323-332.
25. Orozco MR, Galindo Vázquez O, Rocha JE, Costas Muñiz R, Bernal LS, et al. Propiedades psicométricas de la escala hospitalaria de ansiedad y depresión en sobrevivientes de cáncer de mama mexicanas. Psicol Salud. 2022;32(2):313-324.
26. Ato M, López JJ, Benavente A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. An Psicol. 2013;29(3):1038-1059.
27. Penfield RD, Giacobbi PR. Applying a score confidence interval to Aiken's item content-relevance index. Meas Phys Educ Exerc Sci. 2004;8(4):213-225.
28. Soria R, Vega CZ, Nava C. Escala de adherencia terapéutica para pacientes con enfermedades crónicas basada en comportamientos explícitos. Altern Psicol. 2009;14(20):89-103.
29. Chalco Flores ME, López Villavicencio C, Pascual Rivera JV. Propiedades psicométricas de la escala de adherencia terapéutica basada en comportamientos explícitos en pacientes con insuficiencia renal crónica. Rev Investig Psicol. 2023;26(1):43-60.
30. Lumley T, Diehr P, Emerson S, Chen L. The importance of the normality assumption in large public health data sets. Annu Rev Public Health. 2002;23:151-169.
31. Ventura-León J, Peña-Calero BN, Burga-León A. The effect of normality and outliers on bivariate correlation coefficients in psychology: a Monte Carlo simulation. J Gen Psychol. 2023;150(4):405-422.
32. Tinsley HEA, Tinsley DJ. Uses of factor analysis in counseling psychology research. J Couns Psychol. 1987;34(4):414-424.
33. Mann S, Joseph J, Malik YK, Devi R. Development and validation of a treatment compliance assessment scale for clients with mental illnesses. J Ment Health Hum Behav. 2023;28(1):42-47.
34. Colegio de Psicólogos del Perú. Código deontológico del psicólogo. Lima: Colegio de Psicólogos del Perú; 2013.
35. World Medical Association. Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human participants. Helsinki: WMA; 2024.
36. Nunnally JC, Bernstein IH. Psychometric theory. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 1994.
37. Sundström J, Bodegard J, Bollmann A, Vervloet MG, Mark PB, Karasik A, et al. Prevalence, outcomes, and cost of chronic kidney disease in a contemporary population of 2.4 million patients from 11 countries: the CaReMe CKD study. Lancet Reg Health Eur. 2022;20:100438.
38. Jalali A, Ziapour A, Karimi Z, Rezaei M, Emami B, Kalhori RP, et al. Global prevalence of depression, anxiety, and stress in the elderly population: a systematic review and meta-analysis. BMC Geriatr. 2024;24(1):809.
39. Zhang QL, Rothenbacher D. Prevalence of chronic kidney disease in population-based studies: systematic review. BMC Public Health. 2008;8:117.
40. Al-Talib M, Caskey FJ, Inward C, Ben-Shlomo Y, Hamilton AJ. Psychosocial health among young adults with kidney failure: a longitudinal follow-up of the SPEAK study. Kidney Med. 2023;6(2):100763.
41. Ofori-Ansah S, Evans M, Baillie L, Moorley C. Young adults with kidney failure lived experiences of kidney replacement therapy decision-making. J Ren Care. 2024;50(4):454-467.
42. Lloyd M, Sugden N, Thomas M, McGrath A, Skilbeck C. The structure of the hospital anxiety and

depression scale: theoretical and methodological considerations. Br J Psychol. 2023;114(2):457-475.
43. Cosco TD, Doyle F, Ward M, McGee H. Latent structure of the hospital anxiety and depression scale: a 10-year systematic review. J Psychosom Res. 2012;72(3):180-187.
44. González F, Escoto MC, Chávez J. Estadística aplicada en psicología y ciencias de la salud. 2nd ed. Ciudad de México: Editorial El Manual Moderno; 2017.
45. De Jesus PR, Bianchini BV, Ziegelmann PK, Dal Pizzol TS. Low health literacy in Latin America and the Caribbean: a systematic review and meta-analysis. BMC Public Health. 2024;24(1):1478.
46. Cardol CK, Meuleman Y, van Middendorp H, van der Boog PJM, Hilbrands LB, Navis G, et al. Psychological distress and self-management in CKD: a cross-sectional study. Kidney Med. 2023;5(10):100712.
47. Huang P, Huang HT, Ma J, Pang J, Zhang YY, Ma CH, et al. Impact of anxiety symptoms on dialysis adherence and complication rates: a longitudinal observational study. World J Psychiatry. 2024;14(12):1918-1924.
48. Fotaraki ZM, Gerogianni G, Vasilopoulos G, Polikandrioti M, Giannakopoulou N, Alikari V. Depression, adherence, and functionality in patients undergoing hemodialysis. Cureus. 2022;14(2):e21872.
49. Fuertes JN, Friedman OB, Moore MT, Rubinstein S. CKD patients' emotional well-being: an examination of psychological stressors and support factors. Kidney Dial. 2025;5(2):26.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):448-454
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.8

Profilaxis antitrombótica y riesgo de sangrado en pacientes de cuidados intensivos

Antithrombotic prophylaxis and bleeding risk in intensive care patients

Kathelyn Esther Gaviria Bustamante[1a], Miguel Pacheco Castro[2b], Shadye Matar-Khalil[3c], Fermina Clareth Vasquez Osorio[4d]

RESUMEN

Introducción: *El uso de anticoagulantes en pacientes críticos conlleva el riesgo de sangrado como la principal complicación. La tromboprofilaxis busca prevenir eventos tromboembólicos, pero su aplicación conlleva la necesidad de un control riguroso de la hemostasia. A pesar del uso generalizado de heparinas de bajo peso molecular y de antiagregantes plaquetarios, existen escasos estudios que analicen su impacto conjunto sobre el riesgo de sangrado.* **Objetivo**: *Evaluar el riesgo de sangrado en dos grupos de pacientes críticos sometidos a distintos tratamientos farmacológicos de tromboprofilaxis en la Unidad de Cuidados Intensivos de Montería, Colombia.* **Métodos**: *Se realizó un estudio transversal analítico con 52 pacientes, divididos en dos grupos: pacientes tratados con heparinas de bajo peso molecular y con combinación de heparinas y antiagregantes plaquetarios. Se recolectaron datos sobre edad, sexo, condiciones clínicas, tratamiento y resultados de las pruebas de coagulación (TP, TTPA, INR).* **Resultados**: *El 26,9% de los pacientes presentó riesgo de sangrado, sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p=0,211). Se observó que las malas condiciones clínicas predominaron en ambos grupos y que la vía extrínseca de la coagulación fue la más afectada.* **Conclusiones**: *No se evidenció un mayor riesgo de sangrado en pacientes tratados con terapia combinada frente a monoterapia.*

Palabras clave: *Hemorragia, Pruebas de Coagulación Sanguínea, Tiempo de Protrombina, Tiempo de Tromboplastina Parcial; Anticoagulantes, críticos*

SUMMARY

Background: *The use of anticoagulants in critically ill patients carries the risk of bleeding as a major complication. Thromboprophylaxis aims to prevent thromboembolic events, but its use requires rigorous hemostatic control. Despite the widespread use of low-molecular-weight heparins and antiplatelet agents, few studies have analyzed their combined impact on bleeding risk.* **Objective**: *To evaluate the risk of bleeding in two groups of critically ill patients undergoing different*

ORCID:

[1] 0000-0002-2116-4907

[2] 0000-0003-2269-2768

[3] 0000-0002-2250-9794

[4] 0000-0003-4841-9022

[*]**Autor de correspondencia:** Kathelyn Esther Gaviria Bustamante, Facultad de Ciencias Básicas de la Salud, Universidad del Sinú, kathelyngaviria@unisinu.edu.co

Recibido: 21 de enero 2026
Aceptado: 29 de marzo 2026

a Fisioterapeuta. Especialista en Neurorehabilitación. Magíster en Salud Pública. Universidad del Sinú, Montería (Colombia). E-mail: kathelyngaviria@unisinu.edu.co

b Químico Farmacéutico. Magíster en Bioquímica Clínica. Universidad del Sinú, Montería (Colombia). E-mail miguelpacheco@unisinu.edu.co

c Doctora en Psicología. Esp. en Psicología Médica y de la Salud. Psicóloga. Bióloga. Universidad del Sinú, Montería (Colombia). E-mail: sharomakha@gmail.com

d Fisioterapeuta. Especialista en fisioterapia en ortopedia. Magíster en Actividad física y Salud. Universidad del Sinú, Montería (Colombia). E-mail: ferminavasquez@unisinu.edu.co

pharmacological thromboprophylaxis treatments in the Intensive Care Unit of Montería, Colombia. **Methods***: An analytical cross-sectional study was conducted with 52 patients divided into two groups: those treated with low-molecular-weight heparins and those treated with a combination of heparins and antiplatelet agents. Data were collected on age, sex, clinical conditions, treatment, and coagulation test results (PT, APTT, INR).* **Results***: Bleeding risk was identified in 26.9% of patients, with no significant differences between groups (p=0.211). Poor clinical conditions were predominant in both groups, with the extrinsic coagulation pathway most affected. Conclusions: No increased bleeding risk was observed with combined therapy compared to monotherapy.*

Keywords*: Bleeding; Blood Coagulation Tests; Prothrombin Time; Partial Thromboplastin Time; Anticoagulants; Critical Care (Source: DeCS)*

INTRODUCCIÓN

La evidencia destaca que el tromboembolismo venoso (TEV) sigue siendo una condición de alto riesgo para los pacientes hospitalizados; se documenta un aumento significativo del riesgo en dicha población (1). Como consecuencia, en los últimos años el uso de anticoagulantes para la prevención de eventos tromboembólicos ha aumentado considerablemente. En este contexto, el descubrimiento de los anticoagulantes clásicos, como los antagonistas de la vitamina K y la heparina no fraccionada (HNF), representó durante largo tiempo la única opción terapéutica para la prevención y el tratamiento de la enfermedad tromboembólica venosa (ETV) (2).

No obstante, el uso de anticoagulantes en pacientes críticos conlleva un aumento del tiempo de coagulación, lo que incide directamente en el riesgo de sangrado, considerado su principal complicación. Si bien la tromboprofilaxis tiene como objetivo prevenir eventos tromboembólicos, su implementación requiere un control riguroso de la hemostasia para minimizar los riesgos asociados (3). A pesar del uso extendido de heparinas de bajo peso molecular (HBPM) y antiagregantes plaquetarios, la evidencia sobre su uso combinado y los estudios que analizan su impacto en el tiempo de coagulación siguen siendo limitados (4).

Actualmente, existen diversas opciones terapéuticas para el manejo del ETV. En pacientes hospitalizados, el tratamiento inicial suele incluir HNF o HBPM, ya que estas presentan una semivida de eliminación más corta que otras alternativas, lo que facilita su manejo ante complicaciones hemorrágicas o en caso de requerir procedimientos diagnósticos o terapéuticos invasivos (5).

El riesgo de sangrado sigue siendo la principal complicación del tratamiento anticoagulante en pacientes con factores de riesgo transitorios de TEV. En estos casos, la terapia no solo busca prevenir complicaciones tromboembólicas, sino también reducir la mortalidad y evitar secuelas a largo plazo, como el síndrome postrombótico (4).

En este sentido, los fármacos antitrombóticos desempeñan un papel fundamental en la prevención y el tratamiento de la trombosis, una condición que puede derivar en complicaciones graves e incluso fatales. Estos medicamentos actúan interfiriendo en distintos procesos de la coagulación, como la adhesión, la activación y la agregación plaquetaria, así como en la formación de fibrina. Su propósito principal es reducir el riesgo de eventos trombóticos, como infartos y enfermedades cerebrovasculares (EVC), sin comprometer el equilibrio frente al riesgo potencial de sangrado (6).

En el departamento de Córdoba, Colombia, no se han identificado investigaciones formales que caractericen las alteraciones de la hemostasia ni que evalúen los riesgos asociados a la profilaxis antitrombótica en la población local. La implementación de programas de farmacovigilancia en las instituciones prestadoras de salud (IPS) se evalúa mediante la aplicación de la "Escala de HENRI - PIFv para la calificación de la implementación del programa de farmacovigilancia en IPS", cuyos resultados indican el nivel de cumplimiento de los criterios evaluados. En Colombia, diversos estudios han evidenciado un bajo nivel de implementación de los programas de farmacovigilancia en instituciones prestadoras de salud, asociado a deficiencias estructurales, limitaciones en el talento humano y fallas en los procesos de seguimiento y análisis de

eventos adversos a medicamentos (EAM). Estas debilidades pueden comprometer la gestión del riesgo farmacológico y la seguridad del paciente en el ámbito hospitalario (7).

Dado este panorama, resulta fundamental generar evidencia que permita comprender mejor los efectos de la terapia antitrombótica en los pacientes críticos y su impacto en los procesos de coagulación. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar si el uso combinado de heparinas y antiagregantes plaquetarios aumenta el tiempo de coagulación en pacientes críticos de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) de una IPS de Montería, Colombia.

MÉTODOS

Tipo de estudio

Se realizó un estudio observacional, analítico, de diseño no experimental y de corte transversal. El objetivo fue comparar el comportamiento del riesgo de sangrado según los resultados de las pruebas de coagulación en pacientes sometidos a esquemas de tromboprofilaxis con heparinas de bajo peso molecular (HBPM) en monoterapia frente a quienes recibieron HBPM en combinación con antiagregantes plaquetarios (AAP). No se manipuló intencionalmente ninguna variable y el análisis se realizó en un único momento en pacientes hospitalizados en la unidad de cuidados intensivos.

Población y muestra

La población estuvo conformada por 102 pacientes mayores de 18 años, de ambos sexos, hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos de una IPS de Montería. La muestra, obtenida por conveniencia, estuvo compuesta por 52 pacientes que cumplieron los criterios de inclusión: hospitalización superior a 48 horas, sin antecedentes de tromboembolismo venoso previo y con esquema documentado de profilaxis antitrombótica.

La muestra fue equiparada según el tipo de tratamiento, distribuyéndose en dos grupos: Grupo A (HBPM, n=26) y Grupo B (HBPM + AAP, n=26).

Instrumentos y variables

Se revisaron historias clínicas y resultados de laboratorio. Las variables principales incluyeron pruebas de coagulación: tiempo de protrombina (TP), tiempo parcial de tromboplastina activado (TTPa) e International Normalized Ratio (INR), considerados variables cuantitativas de intervalo.

El riesgo de sangrado se definió operativamente como la alteración de al menos una de las pruebas de coagulación (TP, TPTa o INR) fuera de los rangos de referencia establecidos por el laboratorio clínico institucional. Se clasificó el compromiso según la vía de coagulación afectada: intrínseca, extrínseca o ambas.

Los datos fueron procesados con Microsoft Excel 2010®. Las mediciones de laboratorio se obtuvieron mediante el analizador automático STA®, que permite realizar ensayos simultáneos de coagulación, pruebas cromogénicas e inmunológicas.

Procedimiento

Se obtuvo la aprobación de la coordinación médica de la institución y del comité de ética en investigación de la Universidad de San Buenaventura – Cartagena.

La recolección de datos se realizó mediante la revisión del sistema institucional, accediendo a información anonimizada de las historias clínicas, de los resultados de pruebas de coagulación y de los esquemas de tromboprofilaxis.

El procesamiento de los datos incluyó las siguientes fases: selección y tamizaje de historias clínicas, diseño de la base de datos, codificación de los participantes, análisis de las mediciones disponibles y consolidación de la información para el análisis final.

Consideraciones éticas

La investigación fue clasificada como de riesgo mínimo, conforme al artículo 11 de la Resolución N.º 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, al tratarse de un estudio retrospectivo basado en revisión documental sin intervención sobre los sujetos. Se garantizó la confidencialidad mediante datos anonimizados.

Análisis estadístico

Se emplearon técnicas de estadística descriptiva para caracterizar la muestra y analizar la distribución de las variables. Asimismo, se realizó un análisis bivariado para evaluar la asociación entre el tipo de esquema terapéutico y el riesgo de sangrado, utilizando tablas de contingencia para las diferentes pruebas de coagulación. Las categorías de riesgo se establecieron según rangos clínicamente aceptados para TP, TPTa e INR.

RESULTADOS

Durante los cinco meses de estudio, se seleccionaron 52 pacientes con profilaxis antitrombótica, quienes presentaron una mediana de edad de 64 años (rango intercuartílico = 51 a 77 años; KS p=0,02) y una mayoría de sexo femenino (55,8 %; 29/52; IC95% 42,3 % a 68,4%). De estos pacientes, aproximadamente el 51,9% (27/52; IC95%: 38,7% a 64,9%) presentaron malas condiciones clínicas al momento de realizar las pruebas de coagulación.

En los pacientes del grupo A, el sexo más frecuente fue el femenino, con 65,38%, mientras que en el grupo B correspondió al masculino, con 53,85%.

Tanto en los pacientes del grupo A como en los del grupo B prevalecieron las malas condiciones clínicas. De igual forma, se observó homogeneidad entre ambos grupos en relación con la edad (p=0,998) y el sexo (p=0,163) (Figura 1 y Cuadro 1).

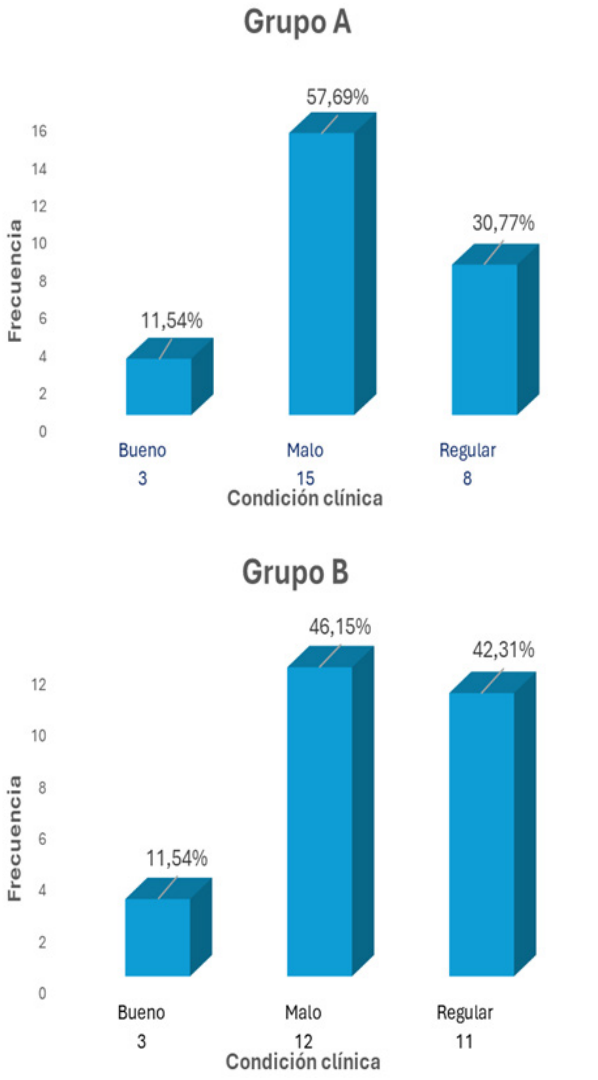


Figura 1. Distribución de la condición clínica del grupo A y B de pacientes que recibieron tratamiento con HBPM. Categorías condición: "Bueno", "Malo" y "Regular"; muestra la frecuencia y el porcentaje de pacientes en cada categoría

Aunque la mayoría de los pacientes estudiados no presentaron riesgo de sangrado, tanto en el grupo A como en el grupo B, la vía de coagulación más afectada fue la extrínseca, con 15,38% y 7,69%, respectivamente (Figura 2).

De acuerdo con la interpretación de los valores obtenidos de las dos pruebas de coagulación (tiempo de tromboplastina, TPT, y tiempo de protrombina, TP) y del índice internacional normalizado (INR), el 26,9% (14/52; IC95%

Cuadro 1. Comparación de las variables de interés entre los dos grupos de pacientes del estudio

Variable		Grupo A	Grupo B	p-valor
Edad	Mediana	64	65	0,998
	RIC	56 – 77	34 – 77	
Sexo	Masculino	9	14	0,163
	Femenino	17	12	
Riesgo	Con riesgo	17	21	0,211
	Sin riesgo	9	5	
Condición clínica	Malo	11	14	0,405
	No malo	15	12	

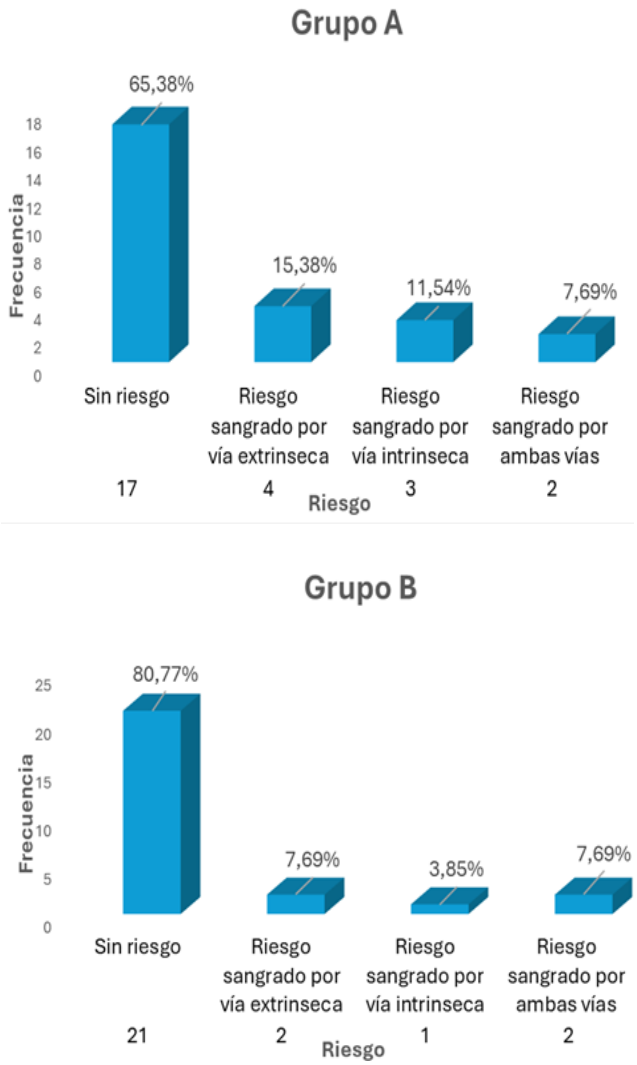


Figura 2. Frecuencia del tipo de riesgo de sangrado encontrado en los pacientes del grupo A y B

16,8% a 40,3%) de los casos presentaron algún riesgo de sangrado, siendo la vía extrínseca la más frecuentemente afectada (19,2%; 10/52; IC95% 10,8% a 31,9%). Adicionalmente, cuatro pacientes presentaron riesgo de sangrado debido a compromiso de ambas vías de la coagulación y se evidenció sangrado en dos de ellos (3,8%).

No se encontró una diferencia estadísticamente significativa al comparar los dos grupos de estudio en cuanto a la presencia de riesgo de sangrado (IC95% dif: -8,7% a 37,4%; X2=1,56; p=0,211). En coherencia con esto, no se encontró asociación entre el tratamiento asignado y la vía de coagulación comprometida (p=0,999).

Adicionalmente, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre el tipo de tratamiento farmacológico y la condición clínica del paciente al estimar el riesgo de sangrado (IC95%: -14,7% a 35,7%; X2=0,69; p=0,405).

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio sugieren que la combinación de heparinas y antiagregantes plaquetarios no incrementa el tiempo de coagulación en pacientes críticos, en comparación con los tratados solo con heparinas de bajo peso molecular. Estos resultados coinciden con estudios previos que indican la necesidad de un monitoreo

constante, pero no evidencian diferencias significativas en el riesgo de hemorragia (4, 9).

A pesar de estas observaciones, se recomienda un seguimiento clínico riguroso en pacientes ancianos o con insuficiencia renal, quienes podrían presentar una mayor predisposición a eventos hemorrágicos (8). Teniendo en cuenta que clopidogrel presenta características farmacodinámicas muy especiales y complejas, entre las que se incluyen: metabolismo hepático de primer paso, variaciones en la absorción, metabolismo de fármacos y SNPs en las enzimas responsables de su metabolismo. Como resultado, se observa una respuesta interindividual muy variable e impredecible a esta terapia, lo que favorece el fracaso del tratamiento. La resistencia estimada a clopidogrel oscila entre el 4% y el 30% (3). No obstante, es necesario obtener una mayor experiencia con su utilización en la práctica clínica para solventar los problemas derivados de su comercialización (2).

CONCLUSIÓN

No se evidenció un aumento del riesgo de sangrado en pacientes tratados con terapia combinada de heparinas y antiagregantes plaquetarios en comparación con aquellos tratados con heparinas en monoterapia. Estos hallazgos respaldan la seguridad relativa de la terapia combinada en el contexto evaluado.

Contribución de los autores

Todos los autores participaron en el diseño del estudio, recolección de datos, análisis e interpretación de resultados y redacción del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Financiamiento

Este estudio no recibió financiamiento externo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la institución donde se desarrolló el estudio por su apoyo en la recolección de la información.

REFERENCIAS

1. Sánchez Madriz LJ, Soto Benavides DC, Palma González LD, Camacho Arias NP, Shion Pérez JF. Tromboprofilaxis en pacientes hospitalizados: una revisión actualizada. Rev Cient Salud Desar Hum. 2024;5(2):920-933.
2. Martín Marrero C. Análisis comparativo: anticoagulantes clásicos frente a los nuevos anticoagulantes [tesis de grado]. La Palma (España): Universidad de La Laguna; 2022.
3. Ruiz GO, Cadena FA, Trujillo A, Bejarano A, Gutiérrez JM, Gálves K, et al. Manejo del sangrado y la coagulación en la práctica clínica: evaluación de la evidencia y recomendaciones mediante estrategia GRADE. Acta Colomb Cuid Intensivo. 2016;16(3):172-194.
4. Gabara Xancó C. Evaluación de factores de riesgo de retrombosis y sangrado en pacientes con enfermedad tromboembólica venosa [tesis doctoral]. Barcelona: Universidad de Barcelona; 2024.
5. Marín Ortega CG. Antitrombóticos: investigación y aplicaciones en la atención médica. Rev Méd Risaralda. 2024;30(1):155-174.
6. Rodríguez Bermejo M, Alguacil Guillén M. Utilización de las heparinas en la profilaxis y tratamiento del tromboembolismo venoso y su lugar en la terapéutica actual [tesis de grado]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2015.
7. Castro Espinosa J, Estupiñán Cabrera H, Gil Pineda MA, Moreno Posso LV, Donoso Huertas MC, Pino Quinto D, et al. Nivel de implementación del programa de farmacovigilancia y sus factores asociados en instituciones de salud en el Valle del Cauca. Rev Colomb Cienc Quim Farm. 2024;53(2):488-512.
8. Arnold DM, Donahoe L, Clarke FJ, Tkaczyk AJ, Heels-Ansdell D, Zytaruk N, et al. Bleeding

during critical illness: a prospective cohort study using a new measurement tool. Clin Invest Med. 2007;30(2):E93-E102.
9. Úbeda Iglesias A. Coagulopatía del paciente crítico. En: León Gil C, editor. Shock hemorrágico. Barcelona: Universidad de Sevilla; 2021. p. 1-24.
10. Panizo García A. Regulación básica de la anestesia pediátrica. Pediatr Integral. 2021;25(5):e1-e11.
11. Nieto Rodríguez JA, Ramírez Luna JC. Anticoagulant therapy duration: in favor of short-term courses. Rev Clin Esp (Engl Ed). 2017;217(6):365-369.
12. Maldonado HEM, Carranco AO, Quiroz PVO, Ludeña MEI, Vivanco DRB, Ruales OAB, et al. Riesgo de tromboembolismo venoso y uso adecuado de terapia tromboprofiláctica. Rev Med Cient CAMbios HECAM. 2021;20(1):26-32.
13. Urbina VG, Robles Arce V, Rojas Vázquez S. Presentación, diagnóstico y tratamiento del tromboembolismo venoso. Rev Med Sinergia. 2020;5(2):e350.
14. Chicaiza Chisag BI, Quenorán Almeida VS. Profilaxis del tromboembolismo venoso en la unidad de cuidados intensivos: estrategias actuales y perspectivas futuras. Iberoam J Health Sci Res. 2025;5(1):272-281.
15. Delrue M, Stepanian A, Siguret V. Tratamiento con heparinas. EMC Trat Med. 2024;28(3):1-10.
16. Vallejos Narváez A, Bello Benavides A, Domínguez Salgado MDM, Cuervo Medina MP, Fajardo Granados DE, Quiroga Luque CA, et al. Perfil de uso de anticoagulantes en pacientes hospitalizados, interacciones farmacológicas y reacciones adversas identificadas. Rev Colomb Cienc Quim Farm. 2020;49(1):137-158.
17. Ramírez-Acuña JM, Alonso-Gálvez D, Coronado-Rosales AA, Norzagaray-Orduño F, Sánchez-Soltero A, Martínez-Vivanco MI, et al. Manejo del sangrado en pacientes con terapia anticoagulante. Hematol Méx. 2023;24(2):89-100.
18. Vázquez FJ, Korin J, Baldessari EM, Capparelli FJ, Gutiérrez P, Pale C, et al. Recomendaciones actualizadas para profilaxis de la enfermedad tromboembólica venosa en Argentina. Med (B Aires). 2020;80(1):69-80.
19. Vázquez FJ, Grande Ratti MF, Posadas-Martínez ML, Elizondo CM, Giunta D, Rodríguez V. Tromboprofilaxis en pacientes hospitalizados: implementación de un programa multifacético. Med (B Aires). 2022;82(2):223-230.
20. Souza APCD, Gabriel FC, Fontes-Mota GCH, Silva MDS, Ribeiro E. Evidence-based pharmacological prophylaxis recommendations for venous thromboembolism in hospitalized acutely ill medical patients: a systematic review of clinical practice guidelines. J Vasc Bras. 2023;22:e20230067.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):455-465
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.9

Fecal short-chain fatty acids and growth factors (IGF-1, TGF-β1, Leptin) in stunting children

Ácidos grasos de cadena corta y factores de crecimiento (IGF-1, TGF-β1, leptina) en las heces de niños con retraso del crecimiento

Dewi Ratih Handayani[1ab], Nurpudji Astuti Taslim[2c], Suryani As'ad[3c], Hardinsyah Hardinsyah[4d], Citrakesumasari[5e], Aminuddin Aminuddin[6c], Andi Alfian Zainuddin[7c], Thalia Syalsabilla[8g], Rizky Putra Raharja[9g]

SUMMARY

Background: *Stunting is not only caused by macronutrient deficiencies but also involves impaired metabolic signaling through the gut-bone axis. Short-Chain Fatty Acids (SCFAs) from the gut microbiota are strongly suspected to influence the secretion of bone growth regulators, including IGF-1, TGF-β1, and leptin. This study aims to analyze the simultaneous effects of SCFA (acetate, propionate, butyrate) on three biomarkers in children with stunting.* **Method**: *A cross-sectional study involving 50 children (25 stunting, 25 non-stunting) aged 36–60 months in West Bandung Regency. SCFA concentrations in feces were measured by gas chromatography, and ELISA analyzed serum biomarkers (IGF-1, TGF-β1, leptin). Data analysis used comparative tests, bivariate correlations, and path analysis.* **Results**: *No significant differences were found in absolute SCFA levels or serum biomarkers between the two groups. However, path analysis showed that in the stunting group, acetic acid exclusively had a strong positive effect on the release of TGF-β1 ($O = 0.751$; $p < 0.001$) and leptin ($O = 0.595$; $p = 0.046$). The effect of SCFA on IGF-1 did not reach statistical significance ($p = 0.143$).* **Conclusion**: *There are changes in metabolic responses in stunting children, in which acetic acid functions as a key signaling molecule that mediates compensatory mechanisms to repair the mucosa (via TGF-β1) and to adapt to malnutrition (via leptin). The failure of the acetate signal to translate into IGF-1 confirms growth hormone resistance due to systemic inflammation (leaky gut).*

Keywords: *IGF-1, Gut-Bone Axis, SCFA, Stunting, TGF-β1*

ORCID:
[1*] 0000-0002-4135-0248
[2] 0000-0003-1349-5367
[3] 0000-0001-7302-1468
[4] 0000-0002-0748-4373
[5] 0000-0003-2136-3890
[6] 0000-0001-8564-7847
[7] 0000-0003-4436-3906
[8] 0009-0008-6020-6170
[9] 0009-0005-4943-2458

a. Doctorate Program, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar, Indonesia
b. Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Indonesia
c. Department of Nutrition, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar, Indonesia
d. Department of Community Nutrition, Faculty of Human Ecology, IPB University, Bogor, Indonesia
e. Department of Nutrition, Faculty of Public Health, Hasanuddin University, Makassar, Indonesia
f. Department of Public Health and Community Medicine, Faculty of Medicine, Hasanuddin University, Makassar, Indonesia
g. Medical Education Program, Faculty of Medicine, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Indonesia

[*]**Corresponding Author:** Dewi Ratih Handayani: E-mail: dewi.ratih@lecture.unjani.ac.id

Recibido: 08 de marzo 2026
Aceptado: 31 de marzo 2026

RESUMEN

Antecedentes*: El retraso del crecimiento no solo se debe a deficiencias de macronutrientes, sino que también implica una alteración de la señalización metabólica a través del eje intestino-hueso. Se sospecha que los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) de la microbiota intestinal influyen en la secreción de reguladores del crecimiento óseo, entre ellos IGF-1, TGF-β1 y leptina. Este estudio tiene como objetivo analizar los efectos simultáneos de los AGCC (acetato, propionato y butirato) sobre tres biomarcadores en niños con retraso del crecimiento.* **Método***: Estudio transversal que incluyó a 50 niños (25 con retraso del crecimiento, 25 sin retraso del crecimiento) de 36 a 60 meses de edad en la Regencia de Bandung Occidental. Las concentraciones de AGCC en las heces se midieron mediante cromatografía de gases y los biomarcadores séricos (IGF-1, TGF-β1, leptina) se analizaron mediante ELISA. El análisis de datos utilizó pruebas comparativas, correlaciones bivariadas y análisis de ruta.* **Resultados***: No se encontraron diferencias significativas en los niveles absolutos de AGCC ni en los biomarcadores séricos entre los dos grupos. Sin embargo, el análisis de trayectorias mostró que, en el grupo con retraso del crecimiento, el ácido acético tuvo un fuerte efecto positivo en la liberación de TGF-β1 ($O = 0,751$; $p < 0,001$) y de leptina ($O = 0,595$; $p = 0,046$). El efecto de los AGCC sobre el IGF-1 no alcanzó significación estadística ($p = 0,143$).* **Conclusión***: Existen cambios en las respuestas metabólicas en niños con retraso del crecimiento, en los que el ácido acético actúa como una molécula de señalización clave que media mecanismos compensatorios para reparar la mucosa (mediante TGF-β1) y para adaptarse a la desnutrición (mediante leptina). La incapacidad de la señal del acetato para traducirse en IGF-1 confirma la resistencia a la hormona del crecimiento debido a la inflamación sistémica (intestino permeable).*

Palabras clave: *IGF-1, Eje intestino-hueso, AGCC, Retraso del crecimiento, TGF-β1*

INTRODUCTION

Stunting is a global nutritional problem with lasting effects on human development. In 2017, about 150 million toddlers worldwide experienced stunting (1). This large number emphasizes the need for a detailed assessment of etiologic factors that extend beyond macronutrient consumption to the molecular and metabolic levels. Stunting has long been linked to inadequate nutritional intake and repeated infections. However, a new perspective suggests that bone health is strongly influenced by the gut microbiota, a concept known as the gut-bone axis. Nutritional intake affects the composition of the microbiota, which in turn plays a crucial role in digestion and absorption. Numerous studies connect the human gut microbiota to health status, including growth, endocrine signaling, and metabolism processes (2,3). Dysbiosis, or an imbalance in the microbiota of stunted children, leads to decreased SCFA, which is thought to be the initial step in disrupting growth signals.

The IGF-1 molecule plays a central role in bone elongation by stimulating the growth plate to expand via increased chondrocyte proliferation and hypertrophy (4,5). SCFAs, especially butyrate, are important natural inhibitors of histone deacetylase (HDAC) enzymes. Normally, HDAC activity deacetylates histones, making chromatin (heterochromatin) more compact and hindering gene transcription. When SCFAs are present, they inhibit HDAC activity, leading to increased histone acetylation (hyperacetylation). This process relaxes chromatin into a more open state called euchromatin, making it easier for genes such as IGF-1 in the liver to be transcribed. In children with stunting and dysbiosis, lower SCFA production may lead to dominant HDAC activity. This can epigenetically suppress IGF-1 gene expression, thereby inhibiting proper growth (6,7).

In addition to acting as signaling molecules, SCFAs—particularly butyrate—serve as the primary energy source for colonocytes and are essential for maintaining gut barrier integrity. In children with stunting, reduced butyrate availability compromises epithelial tight junctions, facilitating the translocation of bacteria and endotoxins such as lipopolysaccharide (LPS) into the bloodstream. This microbial translocation promotes low-grade systemic inflammation. Persistent inflammation is known to induce hepatic resistance to Growth Hormone (GH), thereby impairing IGF-1 synthesis and contributing to growth failure (7,8).

Beyond hormonal pathways, SCFAs also promote bone growth through immune regulation, especially by influencing Transforming Growth Factor Beta-1 (TGF-β1). Both bone and cartilage produce TGF-β1 and are key targets of its

effects. When 9 SCFAs bind to G-protein coupled receptors (GPR43) on immune cells, they activate regulatory T cells (Tregs). These Treg cells are the main producers of the versatile cytokine TGF-β1, which helps decrease systemic inflammation—a common problem in stunting children caused by environmental enteric dysfunction (EED). This decrease creates a more supportive environment for bone formation. Specifically, in bone tissue, TGF-β1 plays a crucial role in starting endochondral ossification, partly by promoting the Wnt-dependent pathway of osteogenesis (9).

Leptin is a hormone predominantly secreted by white adipose tissue, although it is also produced in skeletal muscle, the placenta, and the pituitary gland. As an adipokine, leptin functions as a key regulator of energy availability and metabolic status (10). Short-chain fatty acids (SCFAs), particularly acetate and propionate, activate the G protein–coupled receptors GPR41 (FFAR3) and GPR43 (FFAR2) expressed in adipose tissue. Activation of these receptors stimulates leptin secretion into the circulation. Leptin contributes to bone growth through two complementary mechanisms: it modulates Growth Hormone (GH) secretion via hypothalamic pathways, and it acts directly on growth plate chondrocytes by binding to leptin receptors, thereby promoting chondrocyte proliferation, differentiation, and endochondral bone formation (11-13).

In stunted children, reduced fat mass and gut dysbiosis markedly limit adipose GPR receptor stimulation, primarily due to insufficient SCFA availability. This impaired receptor activation contributes to persistently low leptin levels, which the body interprets as a signal of energy scarcity. Under these conditions, the endocrine system shifts toward conserving energy for essential metabolic functions rather than supporting growth. This adaptive response ultimately exacerbates growth failure (14,15).

IGF-1, TGF-β1, and leptin act synergistically to regulate bone growth. IGF-1 and leptin promote the proliferation and differentiation of bone cells, whereas TGF-β1 stimulates extracellular matrix synthesis and contributes to early proliferative signaling within the growth plate (4,11,16). Although the association between gut dysbiosis and stunting has been widely documented, most studies have focused primarily on alterations in bacterial taxonomic composition or on overall SCFA levels. Consequently, the specific contributions of individual SCFA types to key bone-growth regulators remain poorly understood. This study therefore aimed to simultaneously evaluate the effects of acetate, propionate, and butyrate on three major regulators of bone growth—IGF-1, TGF-β1, and leptin—to elucidate the molecular mechanisms linking the gut–bone axis to stunting pathogenesis.

METHOD

This cross-sectional study included children aged 36–60 months in West Bandung Regency, classified as stunted or non-stunted. Data on the characteristics of both groups were collected during integrated health services (Posyandu).

The sample size was selected using statistical calculations to estimate the mean difference at the 95% confidence level. This study involved 50 children, comprising 25 stunted and 25 non-stunted, selected using consecutive sampling. Stunting criteria were determined based on World Health Organization (WHO) standards: a height-for-age (H/A) z-score $<$ -2 SD, with non-stunting children having a z-score $\geq$ -2 SD. Exclusion criteria included children with low TSH concentrations (<0.90 μIU/mL), undergoing steroid treatment, or having congenital disabilities. Written consent from the parents of these children was obtained before the study's initiation.

Subject characteristics included age, gender, weight, and height, measured during activities at the integrated health post (posyandu). The independent variable was the fecal concentration of SCFAs (acetic acid, propionic acid, and butyric acid), and the dependent variables were the serum concentrations of IGF-1, TGF-β1, and leptin.

Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA)

Circulating concentrations of IGF-1, TGF-β1, and leptin were quantified using a commercial double-sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) kit from ELK Biotechnology (Wuhan, China). All reagents and 96-well microplates coated with specific capture antibodies were conditioned at room temperature before use. Specifically, for TGF-β1 analysis, serum samples were first acid-activated using 1N HCl and neutralized with 1.2N NaOH/0.5M HEPES to separate the active form of the cytokine from the Latency-Associated Peptide (LAP) bond.

A total of 100 μL of serum sample (diluted with Assay Diluent to fall within the kit's detection range) and the standard solution were added to the appropriate microplate wells. The plate was covered and incubated for 80 minutes at 37°C to facilitate antigen-antibody binding. After discarding the solution (without washing), 100 μL of biotin-conjugated specific detection antibody (Biotin-conjugated Detection Antibody) was added to each well, followed by incubation for 50 minutes at 37°C. The microplate was washed three times with 1X Wash Buffer. Next, 100 μL of the Horseradish Peroxidase (HRP)-Streptavidin conjugate was added to each well to bind the biotinylated antibody, and the wells were incubated in the dark at 37°C for 50 minutes. After five washes, the colorimetric reaction was initiated by adding 90 μL of the tetramethyl-benzidine (TMB) substrate. The plate was incubated again in the dark at 37°C for 20 minutes until a blue color gradient was formed, proportional to the amount of antigen. The enzymatic reaction was precisely stopped by adding 50 μL of a sulfuric acid-based stop solution, which instantly changed the solution's color from blue to yellow. The optical absorbance (OD) of each well was measured immediately at 450 nm using a microplate reader. The actual concentrations of IGF-1, TGF-β1, and leptin in the samples were calculated from the standard calibration curve using 4-parameter logistic regression (4-PL) software.

Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) method

The fecal SCFA concentrations (acetic acid, propionic acid, and butyric acid) were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). A 100 mg fecal sample was placed in a centrifuge, 0.25 mL of 50% sulfuric acid was added, and the mixture was vortexed for 3 minutes. Next, 1 mL of diethyl ether was added, and the mixture was vortexed again for 3 minutes. The suspension was then centrifuged at 6000 rpm for 5 minutes. The organic phase was removed and transferred to a separate centrifuge tube. After the organic phase was collected and homogenized, the solution was injected into the GC-MS. The GC-MS instrument was first conditioned to its optimum condition. Inject 1 μL of sample at an inlet temperature of 160°C with a split ratio of 1:10 and using helium carrier gas (1.0 mL/min). The oven temperature program started at 80°C (held for 1 min), increased by 15°C/min to 115°C (held for 3 min), then by 3°C/min to 130°C, and finally by 15°C/min to 230°C (held for 3 min). Molecular detection was carried out using the Electron Impact ionization mode (EI, 70 eV) and Selected Ion Monitoring (SIM) to monitor specific ions precisely: m/z 60 (acetic acid), 74 (propionic acid), and 88 (butyric acid and IS). Final quantification was calculated based on the regression of the internal standard calibration curve and expressed in mM.

Statistical Analysis

Data analysis was performed using SPSS version 25 software (IBM Corp.). Descriptive statistics were used to assess baseline characteristics. Independent t-tests and Mann-Whitney tests were used to compare mean differences between groups. Relationships between variables were evaluated using bivariate correlations (Pearson/Spearman), followed by path analysis using structural equation modeling to examine the simultaneous effects of SCFAs on biomarkers. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

Ethical Clearance

This research has received ethical approval from the Research Ethics Committee of the Faculty of Medicine, Hasanuddin University, with the recommendation No. 893/UN4.6.4.5.31/ PP36/2024 dated October 22, 2024, and was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki.

RESULTS

Table 1 shows that height (89.71 ± 5.13 cm vs. 98.75 ± 3.86 cm; $p < 0.001$) and weight (11.94 ± 1.38 kg vs. 14.02 ± 1.44 kg; $p < 0.001$) were significantly lower in the stunting group. The mean age of the stunting group (44.64 months) was also younger than that of the non-stunting group ($p = 0.026$). No significant differences were found in birth weight ($p = 0.183$) and birth length ($p = 0.148$), indicating that stunting in these subjects was postnatally acquired faltering.

Measurement of gut microbiota metabolites, as reflected in Short-Chain Fatty Acid (SCFA) profiles in feces, showed no significant differences between the two study groups. Median values for acetic acid concentrations (39.29 and 42.82; $p = 0.923$), propionic acid (20.29 and 22.28; $p = 0.877$), and butyric acid (20.42 and 22.37; $p = 0.318$) were comparable between stunting and non-stunting children. Although the non-stunting group tended to have slightly higher absolute values for these three short-chain fatty acids, the very wide ranges in both groups prevented this difference from reaching statistical significance.

In line with the fecal metabolite findings, evaluation of systemic biochemical parameters in the blood circulation also showed no significant differences. Concentrations of the growth hormone IGF-1 were equivalent between the stunting and non-stunting groups (0.52 and 0.65, respectively; $p = 0.265$). A similar pattern was observed for measurements of the immune-regulating cytokine TGF-β1 (0.07 and 0.06; $p = 0.676$) and the energy metabolism-regulating adipokine leptin (2.18 and 1.79; $p = 0.980$). Overall, these comparative

Table 1. Characteristics, anthropometric measurements

Variable	Stunting Group (n=25)	Non-Stunting Group (n=25)	p-value
	Mean ± SD	Mean ± SD	
Age	44.64 ± 7.93	49.08 ± 5.45	0.026
Birth weight	2904 ± 293.66	3004 ± 371.35	0.183
Birth length	47.92± 2.93	49.12 ± 1.51	0.148
height	89.71 ± 5.13	98.75 ± 3.86	0.0001
weight	11.94 ± 1.38	14.02 ± 1.44	0.0001
	Median (Min-Max)	Median (Min-Max)	
Acetic acid	39.29 (2.04-138.08)	42.82 (5.07-141.48)	0.923
Propionic acid	20.29 (7.29-89.23)	22.28 (4.69-85.19)	0.877
Butyric acid	20.42 (7.03-69.02)	22.37 (1.18-55.76)	0.318
IGF-1	0.52 (0.28-2.44)	0.65 (0.36-1.07)	0.265
TGF-β1	0.07 (0.04-0.14)	0.06 (0.05-0.19)	0.676
Leptin	2.18 (0.56-4.92)	1.79 (0.04 -7.40)	0.980

baseline data indicate that absolute values of metabolic and immunological biomarkers did not differ between groups.

Bivariate correlation analysis was performed to evaluate the relationship between Short-Chain Fatty Acids (SCFA) levels, including acetic acid, propionic acid, and butyric acid, with growth biomarkers (IGF-1), immunomodulators (TGF-β1), and energy metabolism regulators (leptin). Comparison of correlation outcomes between stunting and non-stunting children revealed significantly different patterns of metabolic interactions, as presented in Table 2.

The main findings of this study showed a highly statistically significant positive correlation between the entire SCFA profile and TGF-β1 levels, which occurred only in the stunting children group. Acetic acid showed the strongest positive correlation ($r = 0.796$; $p < 0.001$), followed by butyric acid ($r = 0.618$; $p = 0.001$) and propionic acid ($r = 0.546$; $p = 0.005$). In contrast, in the non-stunting children group, all SCFA variants showed a weak, negative, non-significant correlation. This suggests that increased SCFA production in stunting children is directly related to increased TGF-β1 cytokine secretion.

In contrast to the TGF-β1 profile, analysis of the growth hormone IGF-1 did not find a significant correlation with SCFA levels in either group. In the stunting group, acetic, propionic, and butyric acids showed only very weak positive correlations ($r = 0.155$, 0.152, and 0.271), with p-values that were not significant.

The correlation between SCFAs and leptin levels showed a similar pattern to that of IGF-1. No statistically significant correlation was found between acetic, propionic, and butyric acids and circulating leptin in either the stunting group ($p = 0.161$; $p = 0.239$; $p = 0.180$) or the non-stunting group ($p = 0.243$; $p = 0.203$; $p = 0.196$). In the stunting group, the correlation coefficient was weak and positive ($r < 0.300$), whereas in the non-stunting group it was weak and negative ($r < -0.300$).

Path analysis was used to examine the direct effects in a multivariate way, as shown in Table 3, and Figures 1 and 2. In the stunting group, acetic acid was the only predictor with a positive and statistically significant effect on two parameters. First, acetic acid had a very strong positive effect on increasing TGF-β1 levels ($O = 0.751$; $p < 0.001$). Second, acetic acid also showed a significant positive effect on leptin secretion

Table 2. Relationship between SCFA and growth factors

Biomarkers / SCFAs	Stunting Group		Non-Stunting Group	
	r	p-value	r	p-value
IGF-1				
Acetic acid	0.155	0.46	-0.23	0.269
Propionic acid	0.152	0.469	-0.159	0.264
Butyric acid	0.271	0.19	-0.043	0.838
TGF-β1				
Acetic acid	0.796	0.001*	-0.32	0.119
Propionic acid	0.546	0.005*	-0.377	0.099
Butyric acid	0.618	0.001*	-0.267	0.198
Leptin				
Acetic acid	0.289	0.161	-0.242	0.243
Propionic acid	0.245	0.239	-0.264	0.203
Butyric acid	0.277	0.18	-0.268	0.196

Table 3. Effect of SCFA on Growth Factor

	Stunting Group		Non-Stunting Group	
	Original sample (O)	p-value	Original sample (O)	p-value
IGF-1				
Acetic acid	0.582	0.143	-0.361	0.253
Propionic acid	-0.361	0.467	0.242	0.633
Butyric acid	-0.083	0.862	0.008	0.932
TGF-β1				
Acetic acid	0.751	0.0001*	-0.031	0.932
Propionic acid	-0.359	0.204	-0.115	0.793
Butyric acid	0.388	0.285	-0.305	0.308
Leptin				
Acetic acid	0.595	0.046*	-0.145	0.679
Propionic acid	-0.13	0.803	0.14	0.745
Butyric acid	-0.241	0.687	-0.349	0.174

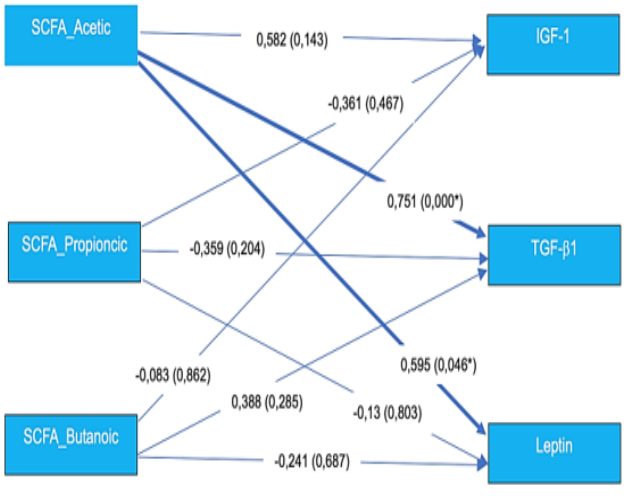


Figure 1. Path Analysis in the stunting group

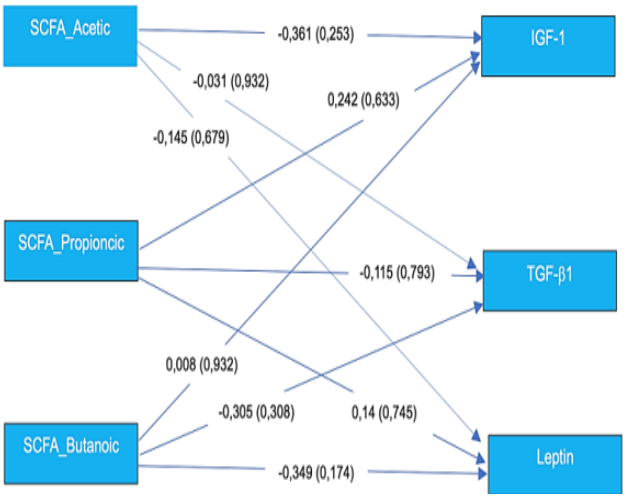


Figure 2. Path analysis in the non-stunting group

(O=0.595; p=0.046). In contrast, propionic acid and butyric acid did not have a significant effect on any parameters in this group (p >0.05).

Regarding IGF-1, no significant effect was observed for any SCFA in the stunting group. Although acetic acid showed a positive path coefficient (O = 0.582), this value was not statistically significant (p = 0.143).

In the non-stunting group, analysis showed no significant effect of any SCFA variant (acetate, propionate, and butyrate) on circulating IGF-1 or TGF-β1. All path coefficients in this group had p-values > 0.05, indicating that fluctuations in fecal SCFA levels during eubiosis (healthy gut) do not directly affect systemic growth factor secretion.

DISCUSSION

This study demonstrates the complex interaction between SCFA production and growth factors in children with stunting, from the perspective of the gut-bone axis. Our data show no significant differences in SCFA levels between the two groups. Interestingly, although total fecal SCFA concentrations were fairly equal between stunting and non-stunting children, there were significant changes in the body's response to these metabolites. These results suggest that stunting is not solely related to decreased SCFA production in the intestinal lumen but also involves disruptions in systemic immunometabolic signaling. In this chronic malnutrition, acetic acid plays a key role in mediating physiological adaptation mechanisms.

These results are particularly interesting, demonstrating equivalence in fecal concentrations of acetic, propionic, and butyric acids between the two study groups.

It is known that the intestines of stunting children have a different microbiota composition (dysbiosis) and are very lacking in bacterial metabolites (17). However, from a clinical-pathophysiological perspective, this same condition provides valuable clues about the disorder's true locus. In stunting toddlers in developing countries, persistent exposure to enteric pathogens during the complementary feeding period often triggers a condition known as Environmental Enteric Dysfunction (EED). EED is characterized by villous atrophy, crypt hyperplasia, and, most importantly, a loss of the protective barrier provided by the intestinal epithelial cell tight-junction protein network, leading to leaky gut syndrome (18).

Under eubiotic conditions, a healthy gut, such as that in the non-stunting group, produces SCFAs, particularly butyrate, which colonocytes use directly as a primary energy source through beta-oxidation. SCFAs improve barrier function by reducing intestinal epithelial permeability and strengthening tight junctions (19). In contrast, in children who experience stunting with EED, acetic acid, the smallest SCFA and the one with the highest concentration in the lumen, is not converted much by colonocytes. Hence, it undergoes massive translocation through the leaky epithelium (leaky gut) into the lamina propria and the bloodstream (20). This is why, even though SCFA levels in the lumen (feces) appear normal, the flow of SCFAs into the bodies of stunting children can be altered, potentially resulting in a signal deficit needed to trigger the IGF-1 growth axis (21).

Through pathway analysis, this study clearly demonstrates a close relationship between all SCFAs and TGF-β1, primarily due to the direct influence of acetic acid. TGF-β1 is a pleiotropic cytokine critical for immune regulation and mucosal tissue repair. The significant effect of acetate on TGF-β1 in the stunting group suggests a defence mechanism that helps the body cope with this condition.

Molecularly, high levels of acetate that penetrate the intestinal lamina propria will be recognized and bind specifically to G-protein coupled receptors, namely FFAR 1 (GPR41) and FFAR2 (GPR43), which are widely expressed on the surface of local immune cells, including macrophages and T-regulatory cells (Treg) (6,2). This ligand-receptor binding functions as a Histone Deacetylase (HDAC) inhibitor that epigenetically changes chromatin, stimulates Treg cell differentiation and secretion of the anti-inflammatory cytokine TGF-β1, and controls the chondrogenesis process (22-24). Therefore, the effect of acetate on TGF-β1 production in stunted children is not pathological but rather a precise compensatory mechanism. The body actively utilizes acetate as a signal to reduce local inflammation and stimulate structural protein synthesis to repair the intestinal mucosa damaged by EED (8,25).

The research results reveal a new finding: acetic acid positively affects leptin secretion, especially in children with stunting. Physiologically, we know that leptin levels are usually proportional to the amount of white adipose tissue (26). Children with stunting typically have very low-fat reserves, leading to low leptin levels. Interestingly, however, the fact that acetate can significantly increase leptin suggests that leptin in stunting acts as an immunomodulator (27).

Systemic acetate can reach adipose tissue and activate FFAR2 receptors on adipocytes (24). In the context of stunting, the interaction between acetate and leptin suggests a broader physiological role for leptin beyond its classical function as a satiety hormone. Under these conditions, leptin acts primarily as an immunomodulatory adipokine (27). During periods of energy scarcity and increased risk of microbial translocation from the gut, acetate stimulates the remaining adipose tissue to release leptin. This leptin response contributes to the regulation of innate immune function and supports the maintenance of basal metabolic rate (28,29). Such adaptations indicate that, in stunted children, the endocrine system prioritizes energy allocation toward immune defense rather than anabolic growth, thereby reinforcing growth impairment.

Growth hormone (GH) resistance and suppression of the IGF-1 axis are central components of the gut–bone axis hypothesis. This model proposes that SCFAs can enhance hepatic IGF-1 production, thereby promoting longitudinal bone growth by stimulating the epiphyseal growth plate (30). In the present study, the pathway coefficient linking acetic acid to IGF-1 in stunted children was positive and of considerable magnitude, yet it did not reach statistical significance. This pattern suggests that, despite the presence of an upstream acetate signal, the downstream hepatic response is blunted. Such a disconnect is consistent with the classical pathophysiology of stunting, in which chronic inflammation contributes to hepatic GH resistance, ultimately impairing IGF-1 synthesis.

Although acetate-derived signals from the intestine may attempt to stimulate hepatic IGF-1 gene transcription, stunting occurs within a systemic pro-inflammatory cytokine environment—characterized by elevated IL-6 and TNF-α—originating from increased intestinal permeability. This low-grade inflammation is known to inhibit the JAK2/STAT5b signaling pathway in hepatocytes, thereby reducing the liver's responsiveness to both GH and SCFA-mediated stimulation. As a result, IGF-1 synthesis becomes suboptimal despite the presence of upstream metabolic cues (11,31). These findings underscore a critical implication: nutritional interventions aimed at promoting linear growth are unlikely to be fully effective unless the gut environment and its associated inflammatory processes are clinically addressed.

In a state of eubiosis, intestinal and systemic homeostasis are maintained. Consistent with this, our analysis showed that none of the SCFA variants had a significant effect on IGF-1, TGF-β1, or leptin levels in the non-stunted group. This finding is biologically plausible: in adequately nourished children with an intact intestinal mucosa, immunometabolic balance has already been achieved. The production of TGF-β1 and energy-regulating hormones such as leptin follows physiological circadian patterns and endocrine feedback loops, independent of fluctuations in SCFA concentrations. Under these conditions, SCFAs primarily support routine digestive and metabolic functions rather than activating compensatory signaling pathways in bone or adipose tissue.

While this study introduces a novel mechanism regarding the role of acetic acid in stunting, several limitations should be acknowledged. First, the cross-sectional design restricts causal inference and prevents assessment of temporal relationships. Additionally, we were unable to directly measure systemic inflammatory markers such as IL-6 or CRP, or specific indicators of intestinal permeability such as fecal zonulin. These biomarkers would have strengthened the interpretation of our findings, particularly regarding the contribution of microbial translocation and hepatic GH resistance to impaired IGF-1 synthesis.

CONCLUSION

This study demonstrates that the role of short-chain fatty acids (SCFAs) extends beyond serving as an energy substrate for colonocytes to functioning as systemic signaling molecules that support metabolic adaptation during chronic malnutrition. Our findings suggest that, in

stunted children, acetic acid acts as a central mediator of the adaptive response associated with Environmental Enteric Dysfunction (EED). The selective increase in TGF-β1 and leptin secretion in response to acetate indicates a compensatory mechanism in which the body prioritizes mucosal repair and innate immune support over anabolic growth. Furthermore, the inability of acetate to effectively stimulate the IGF-1 axis is consistent with hepatic hormone resistance driven by persistent low-grade systemic inflammation.

These observations have important clinical implications: nutritional interventions aimed at promoting linear growth in stunted toddlers are unlikely to achieve optimal outcomes unless intestinal inflammation is concurrently addressed. Future strategies for stunting management should therefore emphasize restoration of gut barrier integrity and targeted nutritional approaches that modulate the SCFA ecosystem and its downstream signaling pathways.

Acknowledgements

The author sincerely appreciates and thanks everyone involved and assisted with this research.

Conflicts of Interest

All authors declare that there is no conflict of interest in this research.

REFERENCES

1. WHO. Reducing stunting in children: equity considerations for achieving the Global Nutrition Targets 2025. 2018. Available from: https://www.who.int/publications/ i/item/9789241513647%0AAccessed on 18th February 2022.
2. Beam A, Clinger E, Hao L. Effect of Diet and Dietary Components on the Composition of the Gut Microbiota. 2021;1–15.
3. Surono IS, Widiyanti D, Kusumo PD, Venema K. Gut microbiota profile of Indonesian stunting children and children with normal nutritional status. PLoS One. 2021;16(1):1–18.
4. Guntur AR, Rosen CJ. IGF-1 regulation of key signaling pathways in bone. Bonekey Rep. 2013;2.
5. Racine HL, Serrat MA. The Actions of IGF-1 in the Growth Plate and Its Role in Postnatal Bone Elongation. Curr Osteoporos Rep. 2020;18(3):210–27.
6. Huang SC, He YF, Chen P, Liu KL, Shaukat A. Gut microbiota as a target in the bone health of livestock and poultry: roles of short-chain fatty acids. Anim Dis. 2023;3(1):1–13.
7. Zaiss MM, Jones RM, Schett G, Pacifici R. The gut-bone axis: How bacterial metabolites bridge the distance. J Clin Invest. 2019;129(8):3018–28.
8. Venegas DP, Fuente MK De, Landskron G, González MJ, Quera R, Dijkstra G, et al. Short Chain Fatty Acids (SCFAs) -Mediated Gut Epithelial and Immune Regulation and Its Relevance for Inflammatory Bowel Diseases. 2019;10.
9. Chen G, Deng C, Li Y ping. TGF-□ and BMP Signaling in Osteoblast Differentiation and Bone Formation. 2012;(3).
10. Gabriel FC, Fantuzzi G. The association of short-chain fatty acids and leptin metabolism: a systematic review. Nutr Res. 2019;72:18–35.
11. Upadhyay J, Farr OM, Mantzoros CS. The role of leptin in regulating bone metabolism. Metabolism. 2015;64(1):105–13.
12. Reid IR, Baldock PA, Cornish J. E ff ects of Leptin on the Skeleton. 2017;938–59.
13. Chen XX, Yang T. Roles of leptin in bone metabolism and bone diseases. J Bone Miner Metab. 2015;33(5):474–85.
14. Hossain M, Nahar B, Haque MA, Mondal D, Mahfuz M, Naila NN, et al. Serum adipokines, growth factors, and cytokines are independently associated with stunting in Bangladeshi children. Nutrients. 2019;11(8):1–16.
15. Ilyés T, Grama P, Gheorghe SR, Anton V, Silaghi CN, Cr AM. Fatty Acids in Colon Cancer and Inflammatory Bowel Disease. 2025;1–12.
16. Wu M, Chen G, Li YP. TGF-□ and BMP signaling in osteoblasts, skeletal development, and bone formation, homeostasis, and disease. Bone Res. 2016;4.
17. Hardjo J, Selene NB. Stunting and gut microbiota: a literature review. Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr. 2024;27(3):137-45.
18. Budge S, Parker AH, Hutchings PT, Garbutt C. Environmental enteric dysfunction and child stunting. 2019;77(4):240–53.

19. Martin-gallausiaux C, Marinelli L, Blottière HM. Conference on ' Diet and digestive disease' Symposium 2: Sensing and signalling of the gut environment SCFA : mechanisms and functional importance in the gut Proceedings of the Nutrition Society. 2021;(December 2019):37–49.
20. Indrio F, Salatto A. Gut Microbiota-Bone Axis. 2025;0(0):1–10.
21. Mohanraj L, Oh Y. Impact of IGF system on dietary short chain fatty acid-induced anti- inflammatory and anti-tumor effects. 2012;23.
22. Licciardi P V, Ververis K, Karagiannis TC. Histone Deacetylase Inhibition and Dietary Short-Chain Fatty Acids. ISRN Allergy. 2011;2011:1–8.
23. Bradley EW, Mcgee-lawrence ME, Westendorf JJ. Hdac-Mediated Control of Endochondral and Intramembranous Ossification. 2011;21(2):101–13.
24. Hsu CY, Khachatryan LG, Younis NK, Mustafa MA, Ahmad N, Athab ZH, et al. Microbiota-derived short-chain fatty acids in pediatric health and diseases: from gut development to neuroprotection. Front Microbiol. 2024;15.
25. Sankarganesh P, Bhunia A, Kumar AG, Babu AS, Gopukumar ST, Lokesh E. Medicine in Microecology Short-chain fatty acids (SCFAs) in gut health : Implications for drug metabolism and therapeutics. Med Microecol. 2025;25:100139.
26. Hardjo J, Selene NB. Stunting and Gut Microbiota: A Literature Review. Pediatr Gastroenterol Hepatol Nutr. 2024;27(3):137–45.
27. Procaccini C, Jirillo E, Matarese G. Molecular Aspects of Medicine Leptin as an immunomodulator. Mol Aspects Med. 2012;33(1):35–45.
28. Ladhani S, Roilides E, Syrogiannopoulos G, Ayieko P, Gwela A, Mupere E. Childhood undernutrition and infection. Pediatr Infect Dis J. 2019;38(8):e175–7.
29. Xiong Y, Miyamoto N, Shibata K, Valasek MA, Motoike T, Kedzierski RM, et al. Short-chain fatty acids stimulate leptin production in adipocytes through the G protein-coupled receptor GPR41. Proc Natl Acad Sci U S A. 2004;101(4):1045–50.
30. Jensen EA, Young JA, Mathes SC, List EO, Carroll RK, Kuhn J, et al. Crosstalk between the growth hormone/insulin-like growth factor-1 axis and the gut microbiome: A new frontier for microbial endocrinology. Growth Horm IGF Res. 2020;53–54:101333.
31. Perakakis N, Mantzoros CS. Evidence from clinical studies of leptin: current and future clinical applications in humans. Metabolism. 2024;161:156053.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):466-475
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.10

Perfil sociodemográfico y clínico de pacientes con cromoblastomicosis en el Municipio Torres, estado Lara, Venezuela

Sociodemographic and clinical profile in patients with chromoblastomycosis in the municipality of Torres, Lara state, Venezuela

Raiza María Mujica Pérez

RESUMEN

Introducción: *La cromoblastomicosis se considera una enfermedad huérfana desatendida. Su carga global es comparable o mayor que la del micetoma. Es una enfermedad fúngica ocupacional. Su impacto en personas de bajos recursos y su refractariedad requieren tratamientos prolongados y costosos. La vigilancia epidemiológica actual se caracteriza por registros fragmentados y por una desactualización estadística que invisibiliza la magnitud real del problema.* **Objetivo**: *Describir las características epidemiológicas, clínicas y sociodemográficas de los casos de cromoblastomicosis registrados en el Municipio Torres, del estado Lara, Venezuela, en el periodo comprendido entre 2016 y 2026.* **Métodos**: *Se trata de un estudio descriptivo, retrospectivo, observacional, de corte transversal, realizado con datos provenientes de las historias clínicas de la unidad dermatológica Dra. Raiza Mujica. La población estuvo constituida por los pacientes que asistieron durante el periodo de estudio, con un total de 10.849, de los cuales 24 cumplían los criterios diagnósticos de cromoblastomicosis.* **Resultados**: *el género masculino fue el más afectado, con un 75%; la edad promedio de afectación fue de 50,9 años; se describe un nicho o conglomerado de alta relevancia epidemiológica en la zona fronteriza entre los municipios Torres y Urdaneta, del estado Lara; el 45,8% se dedicaba a la crianza de ganado caprino. La zona anatómica más afectada fue el miembro superior (70,8%), y el germen aislado en el 100% de los pacientes en quienes se realizó cultivo micológico fue Cladophialophora carrionii.* **Conclusión**: *La cromoblastomicosis se comporta como una patología ocupacional y ambiental, estrechamente ligada a la vida rural y al trabajo manual; solo a través de una caracterización estadística sólida será posible estructurar políticas de salud pública que mitiguen su estatus de enfermedad históricamente desatendida.*

Palabras clave: *Cromoblastomicosis, perfil epidemiológico, estado Lara*

SUMMARY

Introduction: *Chromoblastomycosis is considered a neglected orphan disease; its global burden is comparable to or greater than that of mycetoma, it is an occupational fungal disease, its impact on low-income people and its refractoriness require prolonged and costly treatments; current epidemiological surveillance is characterized by fragmented records and statistical out-of-datedness that make the real magnitude of the problem invisible.* **Objective**: *To describe the epidemiological, clinical, and sociodemographic characteristics of the cases of chromoblastomycosis recorded in the Municipality of Torres, Lara State, Venezuela, in the period between 2016 and 2026.* **Methods**: *This is a descriptive, retrospective, observational, cross-sectional study conducted using*

ORCID:
0009-0005-6691-8185

Médico dermatóloga, UCLA; Máster en alergología, Tech University. UDERM Carora, estado Lara, Venezuela

Correspondencia: raizammujica@hotmail.com

Recibido: 10 de marzo 2026
Aceptado: 1 de abril 2026

data from the medical records of the dermatology unit of Dr. Raiza Mujica. The population comprised patients who attended during the study period; a total of 10,849 patients, of whom 24 met the criteria for chromoblastomycosis. **Results***: males were most affected, at 75%. The average age of affection was 50.9 years. A niche or conglomerate of high epidemiological relevance is described in the border area between the municipalities of Torres and Urdaneta in Lara State. 45.8% were engaged in livestock raising, with goat farming. The most affected anatomical area was the upper limb, with 70.8%, and the germ isolated in 100% of patients undergoing mycological culture corresponded to Cladophialophora carrionii.* **Conclusion***: Chromoblastomycosis behaves like an occupational and environmental pathology, closely linked to rural life and manual labor; only through solid statistical characterization will it be possible to structure public health policies that mitigate its status as a historically neglected disease.*

Keywords: *Chromoblastomycosis, epidemiological profile, Lara state*

INTRODUCCIÓN

La cromoblastomicosis es una enfermedad tropical declarada desatendida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2017 y fue incluida en la hoja de ruta de atención 2021-2030, con el fin de darle mayor visibilidad, priorización de políticas, acceso a medicamentos, diagnóstico y fomento de la investigación. A pesar de esta declaración, en nuestro país persiste una brecha significativa en la atención integral. La vigilancia epidemiológica actual se caracteriza por registros fragmentados y por una desactualización estadística que invisibiliza la magnitud real del problema. Esta situación se agrava debido a las barreras estructurales de acceso a la medicina especializada y a la terapia antifúngica prolongada, especialmente en poblaciones rurales de estratos socioeconómicos vulnerables. En este contexto, la distancia geográfica y la precariedad económica no solo postergan el diagnóstico precoz, sino que perpetúan el ciclo de cronicidad y discapacidad.

Fue descrita en 1911 por Alejandro Pedroso, quien le dio el nombre de blastomicosis negra; posteriormente, en 1914, Max Rudolf describió algunos casos en pacientes de Minas Gerais, Brasil, dándoles el nombre de Figueira. En nuestro país, los primeros escritos pertenecen a O'Daly, en un paciente proveniente del estado occidental de Yaracuy, quien postuló que una planta espinosa, *Opuntia caribaea* (guazábara), era la transmisora del hongo (1), estableciendo que la patología podría estar asociada a la inoculación transcutánea por la implantación de vegetación de espinar.

En 2007 se realizó la caracterización genómica de *Cladophialophora yegresii*, que fue registrada como una especie nueva tras un análisis molecular multilocus. Dicho estudio demostró que, en un subconjunto de aislamientos previamente asignados a *Cladophialophora carrionii*, constituía un linaje separado con nicho ecológico propio y diferencias morfológicas sutiles (2). La especie fue nombrada en honor a los investigadores Nicole y Francisco Yegres, quienes realizaron los primeros aislamientos de cactáceas en el estado occidental de Falcón.

La cromoblastomicosis es una infección crónica causada por hongos dematiáceos pleomórficos, cuyas estructuras parasitarias características son las células muriformes. Las esporas de estos hongos muestran una marcada resistencia a cambios abruptos en la temperatura, la sequía, la humedad y otras condiciones físicas, lo que favorece su persistencia en el ambiente (3). La enfermedad no se transmite de persona a persona ni de animales a humanos, ya que la infección ocurre casi exclusivamente por inoculación traumática de material contaminado. Investigaciones previas han sugerido la posible existencia de factores de susceptibilidad genética que podrían influir en el desarrollo de la enfermedad (4,5)

Los agentes causales pueden ser múltiples y se han reportado al menos 41 especies en el mundo (6). Los más frecuentes pertenecen a *Cladophialophora carrionii*, *Fonsecaea pedrosoi* y *Phialophora verrucosa*. En Venezuela se observa una mayor frecuencia de *Cladophialophora carrionii* en climas xerófilos y zonas semiáridas, caracterizados por altas temperaturas y escasa precipitación, mientras que *Fonsecaea pedrosoi* predomina en regiones húmedas y con abundante vegetación (7). Estos hongos se encuentran de forma saprofita en el suelo y en restos vegetales; tras la inoculación traumática, adoptan su forma parasitaria y generan células muriformes o cuerpos esclerótico, estructuras multicelulares de paredes

gruesas y pigmentación oscura que se dividen por facetación y pueden ser expulsadas hacia la superficie mediante eliminación transepitelial (8). Las infecciones suelen ser recalcitrantes incluso en individuos inmunocompetentes (9), debido a factores de patogenicidad como la presencia de melanina y carotenoides, la formación de paredes celulares gruesas y el crecimiento meristemático. Las melaninas fúngicas son biopolímeros derivados de distintos precursores aromáticos, como L-DOPA o dihidroxinaftaleno (DHN), cuya estructura altamente conjugada les confiere propiedades protectoras. La melanina contribuye de manera decisiva a la supervivencia y competitividad de los hongos dematiáceos, al conferir resistencia frente a radiación, estrés oxidativo, temperaturas extremas y diversos agentes químicos (10). Además, favorece la evasión de la respuesta inmunitaria del huésped, ya que bloquea los efectos de las enzimas hidrolíticas sobre la pared celular y neutraliza los radicales libres generados durante la respuesta inflamatoria (11). Asimismo, inhibe la fagocitosis mediada por receptores e interfiere con la producción de óxido nítrico, un mecanismo microbicida clave en los macrófagos activados (12).

La plasticidad celular constituye un factor importante de virulencia, ya que estos hongos producen hifas en el ambiente, pero en el tejido infectado adoptan casi exclusivamente la forma de cuerpos meristemáticos o de células muriformes. Las células fúngicas pueden prosperar en entornos desafiantes y dinámicos mediante múltiples vías de adaptación al estrés. Entre los factores estresantes se incluyen las condiciones ambientales adversas, la exposición a antifúngicos y los ataques del sistema inmunitario (13). Estudios recientes han demostrado que las respuestas fúngicas frente a estos tipos de estrés implican modificaciones en la superficie celular, destinadas a modular el reconocimiento inmunitario. Estas adaptaciones permiten desenmascarar o cubrir epítopos de la pared celular, alterar su inmunogenicidad y, en consecuencia, influir en la activación o la evasión de la respuesta del huésped (14).

La arquitectura de la pared celular constituye una de las principales barreras frente al reconocimiento inmunitario. Estos hongos son capaces de enmascarar componentes específicos, como el β-glucano, que normalmente serían detectados por los receptores del sistema inmune del hospedador. Mediante la modificación de la capa externa de manoproteínas, el patógeno puede pasar desapercibido o modular la respuesta inflamatoria, lo que favorece su persistencia en los tejidos y dificulta la eliminación eficaz de la infección (14).

El predominio de la respuesta Th1 se asocia con formas leves o localizadas de la enfermedad, ya que promueve la producción de IFN-γ, citocina que activa a los macrófagos para destruir las células micóticas; este perfil inmunitario constituye la respuesta más eficaz para contener la infección. Por el contrario, cuando predomina una respuesta Th2, característica de las formas graves y crónicas, se observan niveles elevados de IL-4 e IL-10. Este tipo de respuesta favorece la producción de anticuerpos, pero resulta ineficaz para eliminar el hongo, lo que permite la persistencia de las células muriformes en el tejido (15).

Estudios recientes también han destacado el papel de la respuesta Th17. En las lesiones humanas de pacientes con cromoblastomicosis se ha descrito un infiltrado mixto, con expresión de IL-17 junto a IL-10 e IFN-γ, además de un aumento de PD-1/PD-L1 (proteína de muerte celular programada/ligando de proteína de muerte celular programada), un patrón compatible con una respuesta crónica disfuncional (16). En los casos clínicos más difíciles predomina un perfil Th2/Th17 desequilibrado, acompañado de una respuesta Th1 insuficiente para eliminar por completo el patógeno (17)

En Suramérica, la mayoría de los casos de cromoblastomicosis se han descrito en Brasil; con excepción de Chile, la cromoblastomicosis se ha notificado en todos los países suramericanos. Después de Brasil, Venezuela y Colombia representan la mayoría de los casos de cromoblastomicosis.

Epidemiológicamente, en nuestro país se reportaron 554 casos entre 1984 y 2010. La

cromoblastomicosis se considera endémica en los estados occidentales de Falcón, Lara y Zulia. Ocupa el primer lugar en micosis profunda localizada, seguida de esporotricosis con 220 casos, y el tercer lugar lo ocupa el mícetoma con 49 casos. Para el estado Lara se notificaron 60 casos; la mayoría correspondió a hombres adultos mayores de 20 años y, en menor proporción, a niños y adolescentes. La región corporal más afectada corresponde a los miembros superiores (18).

En lo referente a las variedades clínicas, Carrión, en el año 1950, describe cinco variantes: nodular, verrugosa, tumoral, cicatrizal y tipo placa, y en algunos casos pueden presentarse de forma mixta en un mismo paciente (19).

Para el diagnóstico de la entidad, la dermatoscopia ofrece patrones importantes que ayudan al clínico a afianzar su diagnóstico; con su uso se puede evidenciar la presencia de puntos negros, hemorrágicos, glóbulos rosados y naranjas, escamas blanco-amarillentas, fondo eritematoso y ausencia total o escasas unidades pilosas (20).

El diagnóstico se confirma mediante el examen directo con hidróxido de potasio (KOH al 10%-40%); el cultivo sigue siendo el estándar de oro para la identificación del agente causal y, mediante la histopatología, se pueden observar las células micóticas como estructuras ovoides o esféricas de paredes gruesas, de color marrón oscuro, similares a "monedas de cobre", aisladas o en racimos, dentro de células gigantes o libres en el tejido (21).

La evidencia indica que el examen directo, el cultivo y las pruebas inmunológicas tienen una precisión diagnóstica comparable. Al no existir diferencias estadísticamente significativas en su rendimiento, todas se consideran herramientas válidas y complementarias para el diagnóstico de la cromoblastomicosis (21).

En cuanto al tratamiento, se han descrito diversas modalidades físicas, entre ellas la cirugía convencional, la criocirugía, la termoterapia o terapia de calor, el uso de láser CO_2 y la terapia fotodinámica. En el ámbito farmacológico, los triazoles —incluidos itraconazoles, voriconazol, posaconazol e isavuconazol— constituyen la base del manejo sistémico. El itraconazol es considerado el tratamiento de primera línea, con tasas de curación que oscilan entre el 15 y el 80%. La terbinafina es el segundo agente antifúngico más utilizado y presenta tasas de respuesta similares a las del itraconazol.

La cromoblastomicosis se considera una enfermedad huérfana desatendida; su carga global es comparable o mayor que la del micetoma y, al igual que este, es principalmente una enfermedad fúngica ocupacional. Su impacto en personas de bajos recursos y su refractariedad requieren tratamientos prolongados y costosos, lo que afecta severamente a los sectores más desprotegidos. Esta realidad exige no solo un diagnóstico temprano, sino también la creación de políticas de salud orientadas a asegurar el suministro de antifúngicos de alta complejidad y la capacitación del personal especializado. Sólo mediante una atención oportuna y estructurada se podrá mitigar el impacto socioeconómico y clínico.

Desde el año 2010, la entidad carece de registros estadísticos publicados. Esta carencia de datos impide dimensionar la magnitud real de la patología. Sólo mediante el conocimiento preciso de nuestra realidad epidemiológica podremos establecer las bases de un abordaje clínico y terapéutico propicio.

Por lo anterior, este estudio tiene por objetivo describir las características epidemiológicas, clínicas y sociodemográficas de los casos de cromoblastomicosis registrados en la Unidad Dermatológica Dra. Raiza Mujica (UDERM), establecer las características epidemiológicas en cuanto a edad, género, nivel educativo, ocupación y procedencia geográfica, así como precisar las características clínicas de presentación, la localización anatómica y el tiempo de evolución de la lesión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo es un estudio descriptivo, retrospectivo, observacional, de corte transversal, realizado con datos obtenidos de las historias clínicas de la Unidad Dermatológica Dra. Raiza Mujica (UDERM), ubicada en Carora, municipio Torres del estado Lara, Venezuela, en el periodo comprendido entre enero de 2016 y enero de 2026. La población estuvo constituida por los pacientes que asistieron durante el periodo de estudio, con un total de 10.849, de los cuales 24 cumplían los criterios para el diagnóstico de cromoblastomicosis.

Para ello, se revisaron las historias clínicas y los archivos gráficos digitales correspondientes al diagnóstico y se extrajo la información necesaria para cumplir los objetivos de la investigación. Se incluyeron aquellos pacientes que cumplían con los criterios clínicos de la entidad, confirmados mediante el examen directo micológico con KOH al 10%, o quienes habían complementado sus paraclínicos con cultivo micológico o estudio histológico; se excluyeron aquellos pacientes que, a pesar de tener el diagnóstico clínico, no lograron realizar paraclínicos confirmatorios de ninguna índole.

El estudio se llevó a cabo respetando los principios éticos de la Declaración de Helsinki, manteniendo la integridad, la transparencia, el respeto a la dignidad humana y a la privacidad de todos los pacientes.

Análisis de los datos

Los datos recolectados fueron procesados inicialmente en Microsoft Excel 2019 para su tabulación y, posteriormente, analizados con el software estadístico SPSS, versión 21.0. Para determinar la distribución de la variable cuantitativa (edad), se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$ para aceptar la normalidad. En consecuencia, se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión: media, desviación estándar (DE), error estándar, valores mínimos y máximos, e intervalos de confianza al 95%.

Para las variables cualitativas (género, procedencia, ocupación, hallazgos clínicos y paraclínicos), se utilizaron frecuencias absolutas y relativas.

Dada la naturaleza descriptiva del estudio y el tamaño de la muestra (n=24), los resultados se presentan mediante frecuencias y gráficos, lo que permite la caracterización epidemiológica y clínica de la muestra sin realizar inferencia de hipótesis mediante pruebas no paramétricas.

RESULTADOS

La población estuvo constituida por los pacientes que asistieron a la UDERM en el periodo estudiado (2016-2026), con un total de 10.849 pacientes, de los cuales 24 cumplían con los criterios para el diagnóstico de cromoblastomicosis, con una incidencia media anual de 2,4/año.

Con respecto a los datos sociodemográficos: 25% (n=6) correspondían al género femenino y 75% (n=18) al masculino; el grupo etario estuvo constituido por 8,3% (n=2) de pacientes entre 0 y 30 años, 66,7% (n=16) entre 31 y 60 años y 25% (n=6) entre 61 y 90 años; la edad mínima registrada fue de 17 años y la máxima, de 86 años; la edad promedio fue de 50,87 años.

El 100% (n = 24) de la muestra procedía del medio rural, 95,83 % (n = 23) pertenecía a localidades del municipio de Torres, en el estado Lara, y el 4,2 % (n = 1) al municipio de Heriberto Arroyo, del vecino estado de Trujillo. La distribución geográfica fue la siguiente: 33,3% (n=8) parroquia Altagracia, 25% (n=6) parroquia Camacaro, 16,6% (n=4) parroquia Montes de Oca, 12,5% (n=3) parroquia Las Mercedes, 4,2% (n=1) parroquia Chiquinquirá, 4,2% (n=1) parroquia Trinidad Samuel y 4,2% (n=1) municipio Heriberto Arroyo (Estado Trujillo) (Figura 1).

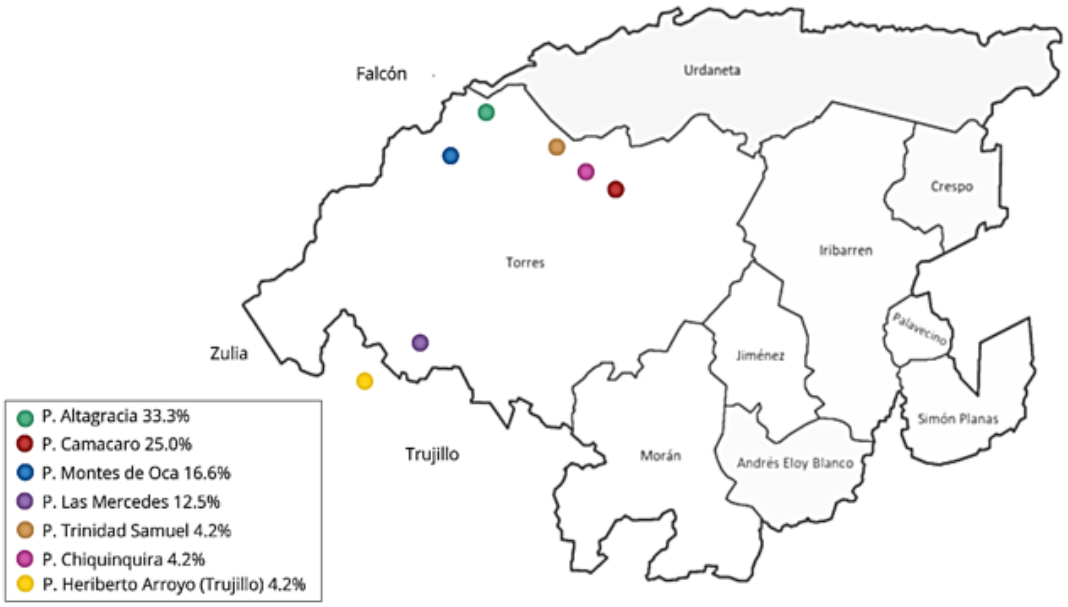


Figura 1. Distribución geográfica de la muestra de casos de cromoblastomicosis en el Municipio Torres, estado Lara, Venezuela

En lo que respecta al nivel educativo, las personas que cursaron solo la primaria corresponden al 62,5% (n=15), la secundaria al 33,3% (n=8) y el nivel universitario al 4,2% (n=1) de los pacientes.

En lo relacionado con la ocupación (Figura 2), 45,8% (n=11) se dedicaban a la cría de ganado caprino, 29,2% (n=7) a la agricultura, 16,7% (n=4) a oficios del hogar y 4,2% (n=1) correspondía a estudiante.

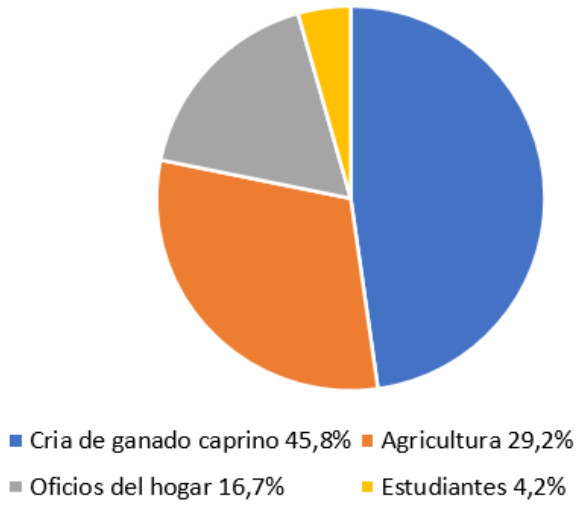


Figura 2. Distribución de la muestra según su ocupación

Con respecto a los datos clínicos, tenemos que las lesiones, según su localización anatómica (Figura 3), en el 70,8% (n=17) se encontraron en el miembro superior, 16,7% (n=4) en el miembro inferior, 4,2% (n=1) en el pabellón auricular, 4,2% (n=1) en la región lumbar y 4,2% (n=1) en el área de los glúteos. Como se observa en la Figura 4, según el tipo de lesión, se determinó que el 54,2% (n=13) corresponde a la lesión de tipo placa, el 16,7% (n=4) a la de tipo nodular, el 8,4% (n=2) a la variedad verrugosa, el 16,7% (n=4) a la variedad cicatrizal y el 4,2% (n=1) a la variedad tumoral. En el 4,2% (n = 1) de los pacientes se encontró un carcinoma espinocelular como hallazgo asociado (Figura 5).

El tiempo de evolución: 66,7% (n=16) con menos de 5 años, 20,8% (n=5) entre 6 y 10 años y 12,5% (n=3) con más de 10 años.

En lo que respecta a los métodos diagnósticos, el 100% (n = 24) de la muestra resultó positivo en el examen directo con KOH al 10%. Cabe destacar que el cultivo micológico se realizó únicamente en el 37,5 % (n=9) de los sujetos y, en la totalidad de estos casos, se aisló *Cladophialophora carrionii*. Asimismo, el estudio histopatológico se efectuó en el 66,7 % (n=16) de los pacientes, con hallazgos

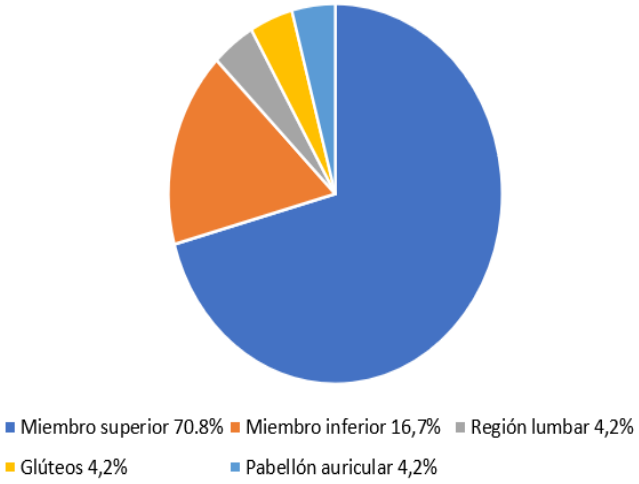


Figura 3. Distribución de la muestra según la localización anatómica de las lesiones



Figura 4. Presentaciones clínicas de las lesiones de cromoblastomicosis: A) Tipo placa, B) Tipo verrugoso, C) Tipo cicatrizal y D) Tipo tumoral

compatibles con la patología en todos los casos procesados.

DISCUSIÓN

El estado Lara se considera una zona endémica de cromoblastomicosis. Los casos reportados

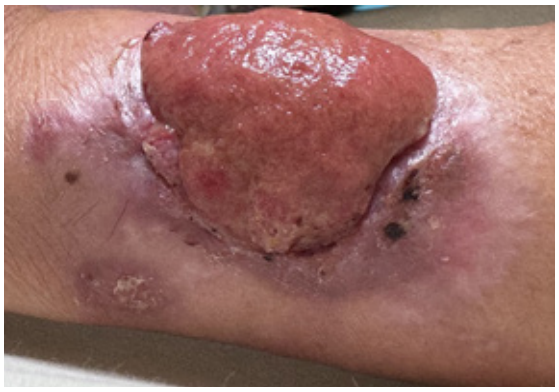


Figura 5. Desarrollo de un carcinoma espinocelular como complicación secundaria de una lesión preexistente de cromoblastomicosis crónica

hasta la fecha para la entidad, en la región centroccidental del país, corresponden a zonas montañosas y depresiones de Barquisimeto. El Loro (8), poblado ubicado en la parroquia Reyes Vargas, también presenta reportes de casos localizados en Siquisiqui, municipio de Urdaneta. No existen datos oficiales actualizados sobre la tasa de prevalencia de cromoblastomicosis en Venezuela ni trabajos de investigación previos realizados en el municipio Torres, estado Lara, Venezuela.

La incidencia anual media de casos encontrada en el presente trabajo fue de 2,4/año (24 casos en 10 años), hallazgo similar al reportado para el estado Lara por el grupo de trabajo de micología venezolano, que fue de 2,3/año (60 casos en 26 años) (18), al igual que el de Barroeta y col. (7), quienes notificaron 2,35/año (47 casos en 20 años), esta convergencia de datos en periodos cronológicos distintos refuerza que esta zona geográfica permanece como un área endémica para cromoblastomicosis.

En lo que respecta a los datos sociodemográficos, el 75% de los pacientes corresponde al género masculino. El grupo de edad más afectado se encontró entre los 31 y los 60 años, con un 66,7%. Estos hallazgos coinciden con los de Martínez y col. (18), quienes observaron que la mayoría de los casos se presentaron en hombres adultos mayores de 20 años y, en menor proporción, en niños y adolescentes. Rojas reporta que el 68,5%

de los pacientes afectados correspondía al género masculino, la edad media de afectación fue de 51 años y las edades más afectadas fueron la tercera y la sexta década de vida (22).

Las parroquias con mayor número de casos pertenecen a: parroquia Altagracia, 33,3%, parroquia Camacaro 25%, parroquia Montes De Oca 16,7%, sumando un total de 75% de la muestra en estudio, al realizar un análisis geográfico de la ubicación de dichas parroquias, se puede evidenciar que son zonas fronterizas con el municipio Urdaneta (El Loro y Siquisique), esto permite determinar un foco o nicho de alta relevancia epidemiológica en la zona fronteriza entre los municipios del estado Lara. El municipio Torres ocupa 6.954 km², es el de mayor extensión territorial del estado, comprendiendo un 35,5% de su superficie, se caracteriza por ser una zona con una temperatura promedio de 27,08 °C, el balance hídrico es negativo a través del año, con precipitaciones que pueden variar entre 548 y 637 mm, el rasgo característico de este clima es la sequedad, con zonas áridas y semiáridas, la vegetación predominante es xerófila (23), con bosques de espinar y diversas cactaceas (*stenecereus griseus, melocactus corvuspinus, opuntia ficus*) que forman arbustales que cubren el paisaje, estas características ecobiológicas señaladas guardan similitudes con el municipio Urdaneta.

El predominio de las lesiones en miembros superiores con un 70,8% podría estar relacionado con el oficio que se realiza, la crianza de ganado caprino (45,8%), durante el pastoreo por los bosques de espinar, así como la extracción manual de cactáceas para la limpieza del pelambre del ganado, se incrementa el riesgo de traumatismos, transcutáneos e inoculación del germen en las zonas corporales expuestas. Estos resultados son simulares a los de Yegres y col. (24), quienes señalan que la cromoblastomicosis en Venezuela, particularmente en el área endémica del estado Falcón, muestra una predilección por los miembros superiores, esto se debe a que el microhábitat del hongo se encuentra en la vegetación xerófita y la actividad laboral de los campesinos como la recolección de leña y la cría de caprinos, expone directamente las manos y brazos a la inoculación traumática.

La variedad clínica predominante fue la de tipo placa, con un 54,2%. En uno de los pacientes se identificó un carcinoma espinocelular asociado, hallazgo ya descrito en investigaciones previas. El proceso de carcinogénesis se ha relacionado con la inflamación crónica, el daño tisular persistente y los ciclos continuos de reparación y regeneración, condiciones que favorecen la displasia y la transformación maligna de los queratinocitos (19). Además, el sesgo inmunitario no protector, caracterizado por un predominio de la respuesta Th2 con niveles elevados de IL-10 y una producción reducida de IFN-γ, se considera un factor contribuyente a la carcinogénesis. Este perfil inmunológico se ha asociado con un peor control de la infección, lo que favorece la cronicidad de las lesiones y propicia un microambiente propicio para la transformación maligna. La presencia de carcinoma espinocelular, asociada a cromoblastomicosis, fue reportada por Azevedo y col., quienes observaron estas lesiones de carácter maligno en siete pacientes con cromoblastomicosis crónica con más de 10 años de evolución. Las lesiones se presentaron independientemente de la terapia antifúngica (25). La cronicidad y el desequilibrio inmunitario en la cromoblastomicosis actúan como factores precursores de malignidad, lo que subraya la necesidad de una vigilancia oncológica en pacientes con evoluciones prolongadas.

Un 37,5% de la muestra logró realizar el cultivo y, en el 100% de estos, se aisló *Cladophialophora carrionii*. Este hallazgo es frecuente en zonas de clima cálido y de escasa pluviosidad. Estas observaciones también fueron reportadas por Yegres y col. (8), quienes señalan el aislamiento de *Cladophialophora carrionii* en una zona endémica semiárida de Falcón y consideran que las condiciones climáticas son favorables para el desarrollo de este agente etiológico. Rojas (22) establece en su estudio realizado en los municipios Urdaneta e Iribarren del estado Lara el predominio de *Cladophialophora carrionii* como agente causal, con un 85,3%, mientras que *Fonseca*

pedrosoi ocupa el 11,8% y *Cladophialophora velox* el 2,9%.

Consideraciones finales

Se determinó que la mayor parte de los pacientes corresponden al género masculino con 75%, la edad promedio de afectación fue de 50,9 años, todos los pacientes pertenecen al medio rural (100%), la descripción de un conglomerado de casos en la zona fronteriza entre los municipios Torres y Urdaneta del estado Lara (parroquia Camacaro, Montes de Oca y Altagracia), la mayor parte de la muestras curso niveles educativos de primaria con 62,5%, el 75% se ocupaba de la crianza de ganado caprino y labores de agricultura. La variedad clínica predominante fue de tipo placa (54,2%) y la zona anatómica más afectada fue el miembro superior (70,8%). La mayoría de los pacientes tenía un curso de su enfermedad de menos de cinco años (66,7%). El germen aislado en el 100% de los pacientes en los que se realizó cultivo micológico correspondía a *Cladophialophora carrionii*.

El eje Torres-Urdaneta comparte características ecológicas, tales como bosques secos, clima semiárido y vegetación de espinar, así como actividades laborales comunes, como la agricultura y la crianza de ganado caprino, que pueden considerarse factores de riesgo medioambientales y laborales propios de la entidad. La cromoblastomicosis se comporta como una patología ocupacional y ambiental, estrechamente ligada a la vida rural y al trabajo manual.

La particularidad de que un alto porcentaje de la muestra posea solo educación primaria sugiere la existencia de barreras socioculturales que, sumadas a la ubicación geográfica remota, podrían estar retrasando el acceso a servicios de salud especializados.

La cromoblastomicosis en esta región no es solo un problema médico, sino también un indicador de vulnerabilidad social y laboral. Resulta imperativo desarrollar estudios epidemiológicos que permitan dimensionar la carga real de esta patología; solo a través de una caracterización estadística sólida será posible estructurar políticas de salud pública que garanticen el diagnóstico precoz, el acceso al tratamiento y mitiguen su estatus de enfermedad históricamente desatendida.

Conflictos de interés

La autora manifiesta no tener ningún conflicto de interés ni haber recibido financiamiento de ninguna institución para la realización de la investigación.

REFERENCIAS

1. Martínez D, Hernández R, Mendoza M, Alvarado P. Aportes recientes para el estudio de las micosis en Venezuela. Salud(i)Ciencia. 2016;22(3):283-6.
2. De Hoog G, Nishikaku S, Fernández G, Padín C, Burger E, Badali H, et al. Molecular analysis and pathogenicity of the *Cladophialophora carrionii* complex, with the description of a novel species. Stud Mycol. 2007;58:219-34.
3. Flores Y, Carreño R. Cromomicosis en área no endémica de Venezuela. CIMEL. 2010;15(1):43-45.
4. Yegres N, Yegres F. La endemia de cromomicosis en Venezuela: una estrategia para su control. VITAE. 2005;24(1):1-12.
5. Yegres F, Yegres N. *Cladophialophora carrionii*: aportes al conocimiento de la endemia en Venezuela durante el siglo XX. Rev Soc Ven Microbiol. 2002;22(2):153-157.
6. Passero L, Cavallone I, Belda W. Reviewing the Etiologic Agents, Microbe-Host Relationship, Immune Response, Diagnosis, and Treatment in Chromoblastomycosis. J Immunol Res. 2021;2021:9742832.
7. Barroeta S, Mejía M, Franco C, Prado A, Zamora R. Cromomicosis en el estado Lara. Derm Venez. 1986; 24(1-4): 21-6.
8. Burstein Z. Cromomicosis: clínica y tratamiento; situación epidemiológica en Latinoamérica. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 2004;21(3):167-175.
9. Seyedmousavi S, Netea M, Mouton J, Melchers W, Verweij P, de Hoog G, Black yeasts and their filamentous relatives: principles of pathogenesis and host defense. Clin Microbiol Rev. 2014;27(3):527-42.

10. Dixon DM, Szaniszlo PJ, Polak A. Dihydroxynaphthalene (DHN) Melanin and Its Relationship to Virulence in Early Stages of Phaeohyphomycosis. In: Cole GT, Hoch HC, editors. Fungal Spores and Disease Initiation in Plants and Animals. New York (NY): Plenum Press; 1991. p. 297-318.
11. Nosanchuk J, Casadevall A. The contribution of melanin to microbial pathogenesis. Cell Microbiol. 2003;5(4):203-23.
12. Zhang J, Wang L, Xi L, Huang H, Hu Y, Li X, et al. Melanin in a meristematic mutant of Fonsecaea monophora inhibits the production of nitric oxide and Th1 cytokines in murine macrophages. Mycopathologia. 2013;175: 515–522.
13. Brown A, Budge S, Kaloriti D, Tillmann A, Jacobsen M, Yin Z, et al. Stress adaptation in a pathogenic fungus. J Exp Biol. 2014;217(Pt 1):144-55.
14. Hopke A, Brown A, Hall R, Wheeler R. Dynamic Fungal Cell Wall Architecture in Stress Adaptation and Immune Evasion. Trends Microbiol. 2018;26(4):284-95.
15. Breda L, Menezes I, Paulo L, de Almeida S. Immune Sensing and Potential Immunotherapeutic Approaches to Control Chromoblastomycosis. J Fungi (Basel). 2020;7(1):3.
16. Cavallone I, Belda W, de Carvalho C, Laurenti M, Passero L. New Immunological Markers in Chromoblastomycosis-The Importance of PD-1 and PD-L1 Molecules in Human Infection. J Fungi (Basel). 2023;9(12):1172.
17. Siqueira I, Wüthrich M, Li M, Wang H, Las-Casas L, de Castro R, et al. Early immune response against Fonsecaea pedrosoi requires Dectin-2-mediated Th17 activity, whereas Th1 response, aided by Treg cells, is crucial for fungal clearance in later stage of experimental chromoblastomycosis. PLoS Negl Trop Dis. 2020;14(6):e0008386.
18. Martínez D, Hernández R, Alvarado P, Mendoza M. Las micosis en Venezuela: casuística de los Grupos de Trabajo en Micología (1984-2010). Rev Iberoam Micol. 2013; 30(1):39-46.
19. Queiroz F, de Hoog S, Santos D, Salgado C, Vicente V, Bonifaz A, et al. Chromoblastomycosis. Clin Microbiol Rev. 2017;30(1):233-276.
20. Mujica R. Dermatoscopia en cromoblastomicosis. BMP. 2025; 41(1):70-76.
21. Vásquez S, Gómez J. Precisión del examen directo y del cultivo en comparación con el examen anatomopatológico para el diagnóstico de cromoblastomicosis: una revisión sistemática. Piel. 2021; 36(6): 332-340.
22. Rojas C. Fenotipificación y genotipificación de aislamientos clínicos de un área endémica de cromoblastomicosis en Venezuela y su correlación clínico-epidemiológica [tesis doctoral]. Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León; 2011. Disponible en: http://eprints.uanl.mx/2544/.
23. Andrade O. Demarcaciones climáticas del municipio Torres, estado Lara, Venezuela. Agronomía Trop. 2012; 62(1-4):39-50.
24. Yegres N, Yegres F. Cromomicosis: una endemia rural en la región noroccidental de Venezuela. Rev Cubana Med Tropical. 2009; 61(3):209-212.
25. Azevedo C, Marques S, Santos D, Silva R, Silva N, Santos D, et al. Squamous cell carcinoma derived from chronic chromoblastomycosis in Brazil. Clin Infect Dis. 2015;60(10):1500-4.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):476-489
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.11

Segunda víctima y Burnout tras eventos adversos en personal sanitario

Second victim and burnout after adverse events in healthcare personnel

Henri Emmanuel Lopez Gomez[1a*], Julia Marleni Martin Marcelo[2b], Nataly Gabriela Solis Tapia[3b]

RESUMEN

Introducción: *La "segunda víctima" tras eventos adversos se ha asociado con distrés y deterioro del bienestar del personal, con repercusiones en el burnout y en la seguridad del paciente*. **Objetivo**: *Analizar la asociación entre la experiencia de segunda víctima y el burnout en el personal sanitario, así como describir la percepción del apoyo organizacional tras el evento adverso*. **Diseño, escenario y pacientes**: *Estudio observacional, analítico y transversal en el Hospital Daniel Alcides Carrión, entre mayo y octubre de 2025, con personal sanitario seleccionado mediante muestreo no probabilístico por cuotas. Diseño y realización de experimentos: Se aplicaron el Second Victim Experience and Support Tool en español (SVEST-E) y el Copenhagen Burnout Inventory (CBI). Se realizaron análisis descriptivos y regresión lineal múltiple con errores estándar robustos. Principales desenlaces estudiados: burnout (CBI) y su asociación con la experiencia de segunda víctima y con el distrés psicológico medido por el SVEST-E*. **Resultados**: *Se analizaron 450 encuestas; el CBI total fue de 52,1±15,4 (0–100) y el distrés psicológico (SVEST-E) de 2,78±0,74 (1–5). El distrés psicológico mostró una correlación con el burnout (r=0,46). En el modelo ajustado (n=430; casos completos), el distrés psicológico se asoció con una mayor CBI total (β=8,4; IC95%: 6,7 a 10,1). También se observaron mayores puntajes de burnout en quienes reportaron involucramiento en un evento adverso (β=4,5; IC95%: 1,8 a 7,2), en quienes trabajaron turnos nocturnos (β=2,6; IC95%: 0,4 a 4,8) y en quienes reportaron una mayor carga horaria semanal (β=1,9 por cada 10 horas; IC95%: 0,7 a 3,1). En las dimensiones de apoyo del SVEST-E, el apoyo institucional mostró el puntaje promedio más bajo, seguido del apoyo del supervisor, mientras que el apoyo de pares fue el mejor valorado*. **Conclusión**: *La experiencia de segunda víctima se asocia con un mayor burnout en el personal sanitario; estos hallazgos sugieren fortalecer las estrategias institucionales de apoyo posincidente y abordar los factores laborales, sin inferir causalidad debido al diseño transversal. Asimismo, la menor percepción de apoyo institucional sugiere una oportunidad de mejora en las respuestas organizacionales posteriores a incidentes de seguridad del paciente*.

Palabras clave: *Burnout profesional, personal sanitario, seguridad del paciente, daño al paciente, distrés psicológico, apoyo social*

ORCID:

[1] 0000-0002-5404-4047

[2] 0000-0003-3436-2483

[3] 0009-0002-4139-9567

a Universidad Tecnológica del Perú, Huancayo, Perú

b Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú

[*]**Autor de Correspondencia:** Henri Emmanuel López Gómez. E-mail: C31648@utp.edu.pe

Recibido: 12 de marzo 2026
Aceptado: 19 de abril 2026

SUMMARY

Introduction: *The "second victim" experience following adverse events has been linked to distress and impaired staff well-being, with repercussions for burnout and patient safety. Objective: To analyze the association between the experience of being a secondary victim and burnout among healthcare workers, as well as to describe their perception of organizational support following an adverse event. Design, setting, and participants: Observational, analytical, and cross-sectional study at the Daniel Alcides Carrion Hospital between May and October 2025, in healthcare personnel selected*

using non-probability quota sampling. Experimental design and execution: The Second Victim Experience and Support Tool (SVEST-E) and the Copenhagen Burnout Inventory (CBI) were administered. Descriptive analyses and multiple linear regression with robust standard errors were performed. Main outcomes studied: burnout (CBI) and its association with second victim experience, and psychological distress as measured by SVEST-E. **Results***: 450 surveys were analyzed; The total CBI was 52.1 ± 15.4 (0–100) and the psychological distress (SVEST-E) was 2.78 ± 0.74 (1–5). Psychological distress correlated with burnout (r = 0.46). In the adjusted model (n=430; complete cases), psychological distress was associated with a higher total CBI (β = 8.4; 95% CI: 6.7 to 10.1). Higher burnout scores were also observed in those who reported involvement in an adverse event (β = 4.5; 95% CI: 1.8 to 7.2), night shifts (β = 2.6; 95% CI: 0.4 to 4.8), and a higher weekly workload (β = 1.9 per 10 hours; 95% CI: 0.7 to 3.1). Among the dimensions of support assessed by the SVEST-E, institutional support had the lowest average score, followed by supervisor support, while peer support was rated the highest.* **Conclusion***: The experience of being a second victim is associated with greater burnout in healthcare personnel. These findings suggest strengthening institutional post-incident support strategies and addressing work-related factors, without inferring causality due to the cross-sectional design. Furthermore, the lower perceived institutional support suggests an opportunity to improve organizational responses following patient safety incidents.*

Keywords: *Professional burnout, healthcare personnel, patient safety, patient harm, psychological distress, social support*

INTRODUCCIÓN

La atención sanitaria se ha vuelto más compleja y, pese a los avances en la calidad asistencial, la ocurrencia de eventos adversos y de atención insegura ha seguido representando un problema de salud pública con un impacto clínico y organizacional significativo (1). Este escenario no solo afecta a pacientes y familias, sino que también ha expuesto de manera creciente el costo humano que recae sobre los equipos de salud al enfrentar desenlaces no deseados, especialmente en contextos de alta demanda y elevada presión asistencial (1).

En las últimas décadas se ha reconocido que el personal sanitario involucrado en un evento adverso puede experimentar una respuesta psicológica y profesional intensa, fenómeno que Wu describió inicialmente como "segunda víctima" al destacar el sufrimiento del clínico tras el error o el daño al paciente (2). En formulaciones más recientes, basadas en el consenso, la segunda víctima se entiende como un profesional de la salud implicado en un incidente de seguridad del paciente que presenta malestar emocional, físico o profesional y requiere apoyo para su recuperación (3). Esta conceptualización ha situado la experiencia del profesional dentro del marco de la seguridad del paciente y de la cultura institucional, al subrayar que la forma en que las organizaciones responden a los incidentes puede mitigar o amplificar el daño sobre quienes atienden (3).

El estudio sistemático del fenómeno se ha consolidado gracias a instrumentos que permiten operacionalizar la experiencia y las necesidades de apoyo. Entre ellos, el *Second Victim Experience and Support Tool* (SVEST) se ha desarrollado y validado como una herramienta organizacional para medir el distrés (psicológico y físico), la autoeficacia profesional y la calidad percibida de los recursos de apoyo (4). Posteriormente, una revisión de alcance ha mapeado el uso y la validación del SVEST en distintos países y profesiones sanitarias, destacando su utilidad para evaluar tanto el impacto del fenómeno como la percepción de las intervenciones de soporte (5). Sin embargo, la heterogeneidad metodológica y la variación en las definiciones operativas han limitado la comparabilidad entre estudios y han dificultado la traducción de los hallazgos en políticas institucionales consistentes (5).

La magnitud del problema se ha documentado con particular claridad en áreas críticas. En unidades de cuidados intensivos, Naya y col. (6) encontraron en su revisión sistemática y metaanálisis que la experiencia de segunda víctima es frecuente entre profesionales expuestos a incidentes de seguridad, con estimaciones agrupadas elevadas y una considerable variabilidad entre contextos. En línea con ello, Kappes y col. (7) describieron en el personal de LA Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) que la exposición a eventos adversos y la insuficiencia de apoyo organizacional se asocian con manifestaciones de distrés relevantes para la continuidad laboral

y el desempeño. Estudios recientes en otros entornos han reforzado la idea de que el fenómeno no se restringe a un solo sistema o disciplina: en el personal de enfermería se han reportado perfiles de afectación y necesidades de apoyo en distintos países (8), y se ha observado la presencia del fenómeno a nivel hospitalario general, con proporciones relevantes de exposición a eventos adversos y déficits percibidos de apoyo institucional (9). En los servicios prehospitalarios también se han descrito patrones de segunda víctima entre los técnicos de emergencias médicas, lo que sugiere que la vulnerabilidad tras eventos críticos se manifiesta en diversos escenarios asistenciales (10).

La respuesta institucional ha emergido como un eje decisivo. Una revisión sistemática sobre recursos de apoyo para segundas víctimas ha identificado una diversidad de estrategias —incluyendo apoyo de pares, soporte de supervisión y programas formales—, pero también ha señalado brechas en la cobertura, la accesibilidad y la evaluación de la efectividad (11). Más recientemente, una síntesis de la evidencia sobre el síndrome de segunda víctima ha resaltado que las intervenciones de apoyo se han implementado de manera desigual y que persisten limitaciones para determinar qué componentes resultan más efectivos según el tipo de evento, la profesión y la cultura organizacional (12). Estas brechas resultan particularmente relevantes cuando las instituciones aspiran a fortalecer una cultura de justicia y aprendizaje, evitando respuestas punitivas que pueden desalentar el reporte y agravar el daño psicológico en el profesional (11).

En paralelo, el burnout se ha consolidado como un problema crítico de salud ocupacional en el personal sanitario. La literatura ha mostrado que el burnout se caracteriza por agotamiento emocional, despersonalización y disminución del sentido de logro personal, y que su presencia se asocia con un deterioro de los indicadores de calidad y seguridad asistencial (13). En una revisión sistemática y metaanálisis, Li y col. (13) hallaron que el burnout en enfermería se asoció con peores resultados en seguridad del paciente, satisfacción y calidad del cuidado, lo que refuerza la plausibilidad de mecanismos que conectan el bienestar del profesional con los desenlaces asistenciales. De forma concordante, un metaanálisis en médicos ha documentado asociaciones entre el burnout y un menor compromiso profesional, así como resultados adversos relacionados con la atención, lo que subraya su relevancia como amenaza para la seguridad del paciente y la sostenibilidad de la fuerza laboral (14).

La intersección entre la segunda víctima y el burnout constituye, por tanto, un área de alto valor para la investigación aplicada. En hospitalistas, Chandrabhatla y col. (15) observaron que las experiencias de segunda víctima y el daño moral se relacionaron con el burnout antes y durante la pandemia, lo que sugiere que los incidentes y el contexto organizacional pueden operar como estresores que precipitan o mantienen el agotamiento ocupacional. No obstante, en muchos sistemas sanitarios persisten vacíos empíricos respecto de la magnitud de esta asociación tras eventos adversos, de los perfiles de mayor riesgo y, especialmente, de qué formas de apoyo se perciben como más disponibles y útiles dentro de las organizaciones (11). Además, aunque la literatura internacional ha avanzado en la descripción del fenómeno, la evidencia que integre de manera simultánea la experiencia de segunda víctima, el burnout y la percepción de apoyo organizacional en hospitales de alta complejidad de nuestro medio sigue siendo limitada. Esta ausencia es relevante porque dificulta distinguir si el malestar posterior al incidente constituye solo una reacción emocional transitoria o si se articula con condiciones laborales y organizacionales que pueden sostener o agravar el agotamiento profesional.

Desde esta perspectiva, el problema no radica únicamente en constatar que los eventos adversos afectan al profesional, sino en comprender cómo esa experiencia se relaciona con el burnout y qué tan disponibles o insuficientes son las respuestas de apoyo dentro de la institución. En contextos locales con alta demanda asistencial, esta distinción resulta especialmente importante, ya que permite vincular la seguridad del paciente con la salud ocupacional del personal y orientar

las intervenciones institucionales más pertinentes. En este marco, se justifica generar evidencia que integre la seguridad del paciente y la salud ocupacional mediante la medición estandarizada del fenómeno y su correlación con el burnout, con el fin de orientar intervenciones institucionales factibles y evaluables. En consecuencia, este estudio busca aportar evidencia en un hospital de alta complejidad sobre una relación que, aunque conceptualmente plausible, aún requiere una mayor delimitación empírica y contextual. A partir de estos antecedentes, la pregunta que orientó el presente estudio fue: ¿existe asociación entre la experiencia de segunda víctima tras eventos adversos —en particular el distrés psicológico y físico percibido— y el nivel de burnout en el personal sanitario de un hospital de alta complejidad? De manera complementaria, se planteó explorar cómo se perciben las fuentes de apoyo posteriores al incidente en la organización. Formular esta pregunta resulta relevante porque permite integrar dos dimensiones habitualmente estudiadas por separado —la seguridad del paciente y la salud ocupacional del personal— y aportar evidencia útil para el diseño de estrategias institucionales de apoyo posincidente. El objetivo de este estudio es estimar la frecuencia de la experiencia de segunda víctima tras eventos adversos, analizar su asociación con el burnout en el personal sanitario, así como describir la percepción y las necesidades de apoyo organizacional posteriores al evento.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio cuantitativo, observacional, analítico y transversal, mediante una encuesta autoaplicada, orientado a evaluar la asociación entre la experiencia de segunda víctima tras eventos adversos y el burnout en el personal sanitario. El estudio se llevó a cabo en el Hospital Daniel Alcides Carrión, un establecimiento de salud de alta complejidad y tercer nivel de atención (III-1). La recolección de datos se efectuó entre el 1 de mayo y el 31 de octubre de 2025.

La población objetivo estuvo constituida por personal sanitario con funciones asistenciales (médicos, enfermería y otros profesionales clínicos) que laboraba en servicios con exposición frecuente a incidentes de seguridad del paciente (p. ej., emergencias, hospitalizaciones, unidades críticas y áreas quirúrgicas).

Se incluyeron participantes que: a) tuvieran ≥6 meses de antigüedad laboral en el hospital; b) realizaran atención clínica directa; y c) aceptaran participar mediante consentimiento informado. Se excluyeron las encuestas que carecían de información suficiente para calcular los puntajes de SVEST-E o de CBI. Para las covariables con datos faltantes, los análisis se realizaron con casos completos en cada contraste/modelo y se reportó el número de observaciones utilizadas en cada análisis. Dado el bajo porcentaje de datos faltantes, no se aplicó imputación.

El tamaño muestral se calculó para estimar una proporción en un estudio transversal mediante la fórmula $n = Z^2 \cdot p(1-p) / d^2$, donde Z corresponde al nivel de confianza (1,96 para 95%), p a la proporción esperada y d a la precisión absoluta. En ausencia de estimaciones locales previas, se asumió un valor conservador de $p = 0,50$ para maximizar el tamaño muestral, con un valor de $d = 0,05$. Así, $n = (1,96)^2 \cdot 0,50(1–0,50) / (0,05)^2 = 384,16$, por lo que el tamaño mínimo fue de 385 participantes. Considerando un 20% de no respuesta y/o encuestas incompletas, la muestra objetivo se incrementó a 482 participantes (385/0,80), estableciéndose como meta operativa 500 encuestas para asegurar la precisión y la estabilidad en los análisis multivariados.

La muestra objetivo (N = 500) se obtuvo mediante un muestreo no probabilístico por cuotas. Para su implementación, se definieron estratos operativos según la profesión (médicos, enfermería y otros profesionales clínicos) y el tipo de servicio (crítico/no crítico), con base en el registro institucional de personal asistencial. A cada estrato se le asignó una cuota proporcional a su tamaño relativo dentro de la población elegible del hospital. Dentro de cada estrato, los participantes fueron incorporados de forma consecutiva a medida que cumplían los criterios de elegibilidad y aceptaban participar, hasta

completar la cuota establecida. Este procedimiento se eligió con el fin de asegurar la representación de grupos ocupacionales y áreas asistenciales con distinta exposición a incidentes de seguridad del paciente; sin embargo, al no tratarse de una selección aleatoria, no permite estimar probabilidades individuales de inclusión ni asumir una representatividad estadística estricta de toda la población hospitalaria.

Aunque este cálculo se basó en la estimación de una proporción, la meta operativa también se consideró adecuada para el modelo de regresión lineal múltiple previsto, dado que permitía contar con un número suficiente de observaciones para las covariables prespecificadas, lo que favoreció la estabilidad de las estimaciones y redujo el riesgo de sobreajuste. En la muestra analítica final, el número de casos completos disponibles para el modelo principal fue suficiente en relación con el número de predictores incluidos.

La población fuente estuvo conformada por 820 trabajadores elegibles según el registro institucional vigente durante el periodo de estudio. La selección de servicios con alta exposición esperada a incidentes de seguridad del paciente, como emergencia, hospitalización, áreas quirúrgicas y unidades críticas, se justificó porque en estos entornos la ocurrencia de eventos adversos y la experiencia de segunda víctima resultan más probables y, por tanto, más pertinentes para el objetivo del estudio. No obstante, esta decisión metodológica puede limitar la extrapolación de los hallazgos a servicios con menor exposición a este tipo de eventos.

Variables y definiciones operativas

Variable principal de exposición: experiencia de segunda víctima, evaluada mediante el SVEST-E. Se consideraron variables continuas el puntaje total y las subescalas de distrés psicológico y distrés físico (escala de 1 a 5, calculada como promedio de ítems), donde valores mayores indican mayor intensidad de la experiencia evaluada. Las dimensiones de apoyo de pares, de supervisor e institucional también se analizaron como variables continuas descriptivas en una escala de 1 a 5.

Variable principal de desenlace: burnout, medido mediante el *Copenhagen Burnout Inventory* (CBI). Se analizó como variable continua a partir del puntaje global y de sus subescalas (escala de 0 a 100), en la que valores más altos indican un mayor nivel de burnout.

Covariables: edad (continua, en años); sexo (categórica nominal); profesión (categórica nominal: médicos, enfermería y otros profesionales clínicos); servicio (categórica dicotómica: crítico/no crítico); años de experiencia (continua, en años); turnos nocturnos/guardias mensuales (para el análisis principal, variable dicotómica: sí/no); horas semanales de trabajo (continua, modelada en la regresión por incrementos de 10 horas); tipo de contrato (categórica nominal); y exposición autorreportada a evento adverso en los últimos 12 meses (categórica dicotómica: sí/no). Para el análisis multivariado principal, las variables categóricas se incorporaron mediante categorías indicadoras, tomando como referencia a los médicos en la variable de profesión y la ausencia de la condición en las variables dicotómicas.

Instrumentos de recolección de datos

Segunda víctima: se utilizó la versión en español del *Second Victim Experience and Support Tool* (SVEST-E), un instrumento diseñado para evaluar la experiencia de la segunda víctima y el apoyo recibido tras eventos adversos. La SVEST-E ha sido sometida a adaptación transcultural y a evaluación de validez de contenido en población hispanohablante (4,5,16), lo que respalda su uso por parte de profesionales sanitarios de habla hispana y en contextos asistenciales comparables al del presente estudio. Además, en la muestra estudiada se evaluó la consistencia interna mediante el alfa de Cronbach, considerándose aceptables los valores ≥0,70.

Burnout: se empleó el *Copenhagen Burnout Inventory* (CBI), que evalúa el burnout personal, el relacionado con el trabajo y el relacionado con el

usuario/paciente; se utilizó por su aplicabilidad en el personal sanitario y por su amplia utilización en este tipo de población (17–19). Asimismo, el CBI ha mostrado propiedades psicométricas adecuadas en personal sanitario en distintos contextos, y en la presente muestra su consistencia interna también se evaluó mediante el alfa de Cronbach, considerándose aceptables los valores ≥0,70.

Procedimiento de recolección de datos

Se difundió una invitación institucional con un enlace o un código QR a una encuesta anónima dirigida al personal sanitario elegible de los servicios seleccionados. La primera pantalla incluyó información del estudio y el consentimiento informado. Para reducir el sesgo de deseabilidad social, no se recolectaron identificadores directos y se aseguró la confidencialidad mediante el almacenamiento en un repositorio restringido a los investigadores. Se implementaron controles para evitar duplicados (p. ej., verificación de registros duplicados y restricción mediante la configuración del formulario cuando fue posible). De acuerdo con el diseño muestral, se contempló una no respuesta y/o encuestas incompletas del 20% para definir la meta operativa de reclutamiento. La participación final y la tasa de respuesta observada en la población elegible se reportan en la sección de Resultados.

Consideraciones éticas

El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión (Acta/Código: CEI-HNDAC-047-2025; fecha: 15/04/2025). La participación fue voluntaria y anónima; se obtuvo consentimiento informado digital previo al inicio de la encuesta y los datos se almacenaron con acceso restringido para el equipo de investigación.

Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva mediante medias y desviaciones estándar, o medianas y rangos intercuartílicos, según la distribución de los datos, así como frecuencias y porcentajes para las variables categóricas. La distribución de los puntajes continuos se evaluó mediante inspección gráfica y medidas de resumen; cuando la distribución fue aproximadamente simétrica, se describió mediante medias y desviaciones estándar; y, en caso contrario, mediante medianas y rangos intercuartílicos. La consistencia interna de los instrumentos se estimó mediante el alfa de Cronbach. La asociación entre la experiencia de segunda víctima y el burnout se exploró mediante coeficientes de correlación y modelos de regresión lineal múltiple, y se reportaron los estimadores con sus intervalos de confianza del 95%. Las covariables incluidas en el modelo multivariado principal se seleccionaron *a priori* con base en su relevancia conceptual, plausibilidad clínica y antecedentes reportados en la literatura. Para las comparaciones bivariadas, se describieron la magnitud, la dirección y la precisión de las diferencias observadas**.** Previo al ajuste del modelo, se evaluaron los supuestos de linealidad y de distribución de los residuos mediante inspección gráfica, así como la presencia de heterocedasticidad. Se verificó la colinealidad mediante el factor de inflación de la varianza (VIF) y, ante evidencia de varianza no constante, se utilizaron errores estándar robustos. Los análisis se realizaron por casos completos. Los análisis se efectuaron en Stata/SE v18.0.

RESULTADOS

De los 820 trabajadores elegibles de los servicios seleccionados, se recibieron 487 cuestionarios, lo que equivale a una tasa de respuesta bruta del 59,4%. De estos, 37 fueron excluidos por falta de información suficiente para el cálculo de los puntajes de SVEST-E o CBI y/o por datos incompletos en variables relevantes para el análisis, por lo que finalmente se analizaron 450 encuestas (54,9% de la población elegible).

Las características sociodemográficas y laborales de la muestra analizada, así como la exposición a eventos adversos, se presentan en la Cuadro 1. En síntesis, la edad media fue de 37,4 ± 9,2 años y 279 (62,0%) participantes fueron

mujeres. La mayor proporción correspondió a personal de enfermería (46,7%), seguida de médicos (35,6%) y otros profesionales clínicos (17,8%). Un total de 170 (37,8%) laboraba en servicios críticos. La mediana de años de experiencia fue de 8 [RIC 4–13]; 260 (57,8%) reportaron turnos nocturnos y la carga laboral promedio fue de 48,5 ± 11,2 horas por semana. En relación con la exposición a eventos adversos en los últimos 12 meses, 270 (60,0%) reportaron haber estado involucrados/as en al menos un evento; de ellos, la mayoría informó haber tenido un solo evento (55,6%).

La consistencia interna de los instrumentos se presenta en el Cuadro suplementario 1. Para SVEST-E, el alfa de Cronbach fue de 0,91 para el puntaje total, 0,88 para el distrés psicológico y 0,84 para el distrés físico (n=450). Para el CBI, el alfa de Cronbach fue de 0,89 en burnout personal, 0,91 en burnout laboral y 0,86 en burnout relacionado con el paciente/usuario; el alfa del puntaje total fue de 0,93 (n=450).

Los puntajes de SVEST-E y CBI se presentan en el Cuadro 2. En SVEST-E, el puntaje de distrés psicológico fue de 2,78 ± 0,74 y el de distrés físico, de 2,31 ± 0,69 (en una escala de 1–5). En las dimensiones de soporte, los puntajes promedio fueron de 2,62 ± 0,81 para el apoyo de pares, 2,41 ± 0,88 para el apoyo del supervisor y 2,28 ± 0,90 para el apoyo institucional. Entre las dimensiones de apoyo, el mayor puntaje correspondió al apoyo de pares, seguido del apoyo del supervisor, mientras que el apoyo institucional presentó el puntaje promedio más bajo. Este

Cuadro 1. Características sociodemográficas, laborales y exposición a eventos adversos de la muestra (n=450)

Variable	Total
Edad (años), media ± DE	37,4 ± 9,2
Sexo femenino, n (%)	279 (62,0)
Profesión, n (%)	
Médicos	160 (35,6)
Enfermería	210 (46,7)
Otros profesionales clínicos	80 (17,8)
Servicio crítico, n (%) *	170 (37,8)
Años de experiencia, mediana [RIC]	8 [4–13]
Turnos nocturnos, n (%)	260 (57,8)
Horas/semana, media ± DE	48,5 ± 11,2
Involucramiento en ≥1 evento adverso (12 meses), n (%)	270 (60,0)
Frecuencia de eventos adversos (12 meses), n (%)	
0 eventos	180 (40,0)
1 evento	150 (33,3)
2–3 eventos	95 (21,1)
≥4 eventos	25 (5,6)

Notas: *Servicio crítico = unidades o áreas de alta complejidad (p. ej., UCI, emergencia y áreas quirúrgicas), según la definición del protocolo. DE: desviación estándar; RIC: rango intercuartílico

Cuadro Suplementario 1. Consistencia interna de SVEST-E y CBI mediante alfa de Cronbach (n=450)

Instrumento / Dimensión	Nº ítems	Alfa de Cronbach (α)
SVEST-E (total)	29	0,91
Distrés psicológico	4	0,88
Distrés físico	4	0,84
Apoyo de pares	3	0,83
Apoyo de supervisor	3	0,85
Apoyo institucional	3	0,87
CBI (total)	19	0,93
Burnout personal	6	0,89
Burnout laboral	7	0,91
Burnout relacionado al paciente/usuario	6	0,86

Notas: SVEST-E: *Second Victim Experience and Support Tool*, versión en español; CBI: *Copenhagen Burnout Inventory*; α: alfa de Cronbach. Estimación basada en encuestas completas de los ítems de cada subescala

Cuadro 2. Puntajes de SVEST-E y CBI en la muestra estudiada (n=450)

Variable (rango)	Media ± DE
SVEST-E (1–5)	
Distrés psicológico	2,78 ± 0,74
Distrés físico	2,31 ± 0,69
Apoyo de pares	2,62 ± 0,81
Apoyo de supervisor	2,41 ± 0,88
Apoyo institucional	2,28 ± 0,90
CBI (0–100)	
Burnout personal	55,0 ± 17,0
Burnout laboral	58,2 ± 16,5
Burnout relacionado al paciente/ usuario	43,1 ± 18,2
CBI total	52,1 ± 15,4

Notas: SVEST-E: *Second Victim Experience and Support Tool*, versión en español; CBI: Copenhagen Burnout Inventory; DE: desviación estándar. Los puntajes de SVEST-E se presentan en una escala de 1 a 5 como promedio de ítems por subescala; valores mayores indican mayor intensidad de la dimensión evaluada y, en las subescalas de apoyo, mayor apoyo percibido. Los puntajes de CBI se presentan en una escala de 0 a 100; valores más altos indican un mayor burnout

patrón sugiere una percepción relativamente más favorable del apoyo informal entre colegas que del apoyo formal brindado por la supervisión o por la institución. En CBI, el puntaje total de burnout fue de 52,1 ± 15,4 (escala 0–100), con subescalas de burnout personal de 55,0 ± 17,0, burnout laboral de 58,2 ± 16,5 y burnout relacionado con el paciente/usuario de 43,1 ± 18,2.

En el análisis bivariado (n=442), el distrés psicológico (SVEST-E) mostró una correlación positiva moderada con el burnout total (CBI; r de Spearman=0,46). El distrés físico también mostró una correlación positiva con el burnout (r=0,32). Las comparaciones no ajustadas del puntaje total de CBI entre dos grupos independientes se realizaron mediante la prueba *t* de Student para muestras independientes. Al comparar los puntajes de burnout según la exposición a eventos adversos, el CBI total fue numéricamente mayor en quienes reportaron involucramiento en dichos eventos (media 56,2 ± 14,9) que en quienes no lo reportaron (media 46,8 ± 14,2). De manera similar, los puntajes de CBI total fueron numéricamente mayores en quienes laboraban en servicios críticos que en quienes no laboraban en ellos (55,8 ± 15,2 *vs* 49,9 ± 15,1) y en quienes

realizaban turnos nocturnos que en quienes no los realizaban (54,6 ± 15,5 vs 48,9 ± 14,8). La relación entre el distrés psicológico (SVEST-E) y el CBI total se representó en la Figura 1.

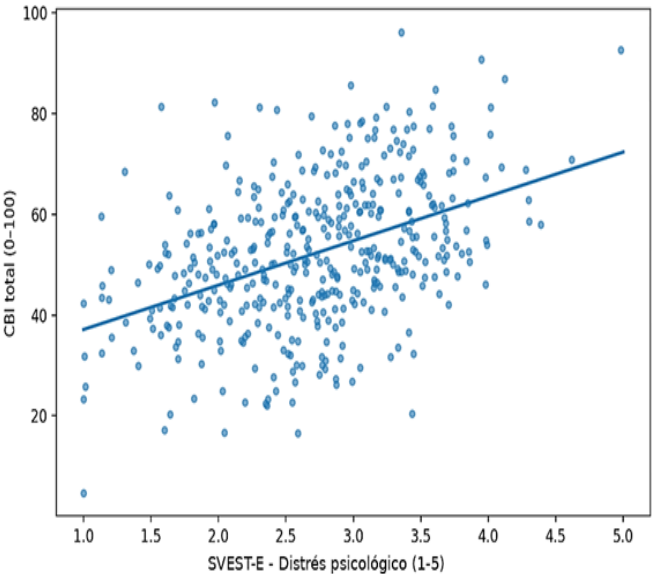


Figura 1. Dispersión entre el distrés psicológico medido por SVEST-E (escala 1–5) y el CBI total (escala 0–100), con la línea de regresión lineal (n=442; casos completos).

Notas: SVEST-E: *Second Victim Experience and Support Tool*, versión en español; CBI: Copenhagen Burnout Inventory

Se ajustó un modelo de regresión lineal múltiple con el CBI total como desenlace (n=430), incluyendo covariables seleccionadas a priori con base en su relevancia conceptual, plausibilidad clínica y antecedentes reportados en la literatura: edad, sexo, profesión, servicio crítico/no crítico, años de experiencia, turnos nocturnos, horas semanales e involucramiento en eventos adversos en los últimos 12 meses (Cuadro 3). La capacidad explicativa global del modelo fue de R^2 ajustado = 0,31. Entre las covariables, el involucramiento en eventos adversos (sí vs. no) se asoció con un mayor burnout (β=4,5; IC95%: 1,8 a 7,2), así como la presencia de turnos nocturnos (β=2,6; IC95%: 0,4 a 4,8) y las horas semanales (por cada 10 horas adicionales: β=1,9; IC95%: 0,7 a 3,1). La edad mostró una asociación inversa de pequeña magnitud (β = −0,12; IC95%: −0,25 a 0,01). Las categorías de profesión (referencia: médicos) mostraron estimaciones menos precisas y compatibles con efectos en distintas direcciones (enfermería: β=1,9; IC95%: −0,7 a 4,5; otros: β=−0,8; IC95%: −3,9 a 2,3). La verificación de colinealidad mostró valores de VIF dentro de rangos aceptables (VIF máximo = 2,3). Se aplicaron errores estándar robustos ante la evidencia de heterocedasticidad en la inspección de residuos.

DISCUSIÓN

En este estudio se observó una asociación positiva y consistente entre la experiencia de segunda víctima y el burnout en el personal sanitario. En particular, el distrés psicológico (SVEST-E) mostró la relación más marcada con el burnout global (CBI total), incluso tras el ajuste por variables sociodemográficas y laborales. Desde una perspectiva aplicada, este hallazgo sugiere que incrementos relativamente modestos en el distrés psicológico tras un incidente pueden traducirse en aumentos significativos del burnout global. Considerando que el CBI se expresa en una escala de 0 a 100, un incremento de 8,4 puntos por cada punto adicional de distrés psicológico (escala 1–5) representa una magnitud que no parece trivial en términos ocupacionales, ya que podría asociarse con un mayor agotamiento, dificultades en el funcionamiento profesional y afectación de la continuidad laboral (15,20). Aunque el diseño transversal no permite establecer causalidad, este resultado respalda la conveniencia de identificar tempranamente al personal con mayor distrés postincidente para priorizar estrategias de apoyo, seguimiento y acompañamiento institucional oportuno (11,12,23).

En términos prácticos, un mayor distrés psicológico se asoció con incrementos significativos en el puntaje de burnout en la escala de 0–100. En este sentido, el coeficiente β=8,4 indica que por cada incremento de un punto en el distrés psicológico (escala 1–5), el puntaje total de burnout aumentó en promedio 8,4 puntos en la escala del CBI. Esta magnitud no parece trivial desde una perspectiva ocupacional, ya que sugiere un desplazamiento apreciable hacia niveles más

Cuadro 3. Puntajes de SVEST-E y CBI en la muestra estudiada (n=450)

Predictor	β ajustado	IC95%
SVEST-E distrés psicológico (por 1 punto)	8,4	6,7 a 10,1
SVEST-E distrés físico (por 1 punto)	3,1	1,2 a 5,0
Involucramiento en evento adverso (sí vs no)	4,5	1,8 a 7,2
Turnos nocturnos (sí vs no)	2,6	0,4 a 4,8
Horas/semana (por cada 10 horas)	1,9	0,7 a 3,1
Edad (por 1 año)	−0,12	−0,25 a 0,01
Enfermería (vs médicos)	1,9	−0,7 a 4,5
Otros (vs médicos)	−0,8	−3,9 a 2,3

Notas: β: coeficiente de regresión lineal ajustado; IC95%: intervalo de confianza del 95%. Variable dependiente: CBI total (escala 0–100). SVEST-E: Second Victim *Experience and Support Tool*, versión en español. Los coeficientes para SVEST-E corresponden a cambios de 1 punto en la escala de 1 a 5; para horas/semana, el β corresponde al cambio por cada 10 horas adicionales. Categorías de referencia: médicos y ausencia de la condición en variables dicotómicas

altos de agotamiento, con potencial repercusión en el funcionamiento laboral, la capacidad de afrontamiento y la continuidad del desempeño clínico. Estos hallazgos son congruentes con la literatura que ha descrito cómo el malestar emocional posterior a incidentes de seguridad del paciente puede afectar el funcionamiento laboral, favorecer el agotamiento y deteriorar el desempeño clínico, especialmente cuando el soporte organizacional es insuficiente (5,20).

Asimismo, se encontró que la exposición autorreportada a eventos adversos en los últimos 12 meses se asoció con niveles más altos de burnout. Este patrón resulta coherente con el marco de seguridad del paciente que reconoce el impacto bidireccional entre el daño evitable, la respuesta institucional al incidente y el bienestar del personal; en este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha enfatizado que los sistemas de salud deben abordar simultáneamente la seguridad del paciente y la seguridad del trabajador como pilares interdependientes (21).

Finalmente, los turnos nocturnos y la mayor carga horaria se identificaron como factores laborales asociados al burnout, lo que sugiere que las condiciones de trabajo pueden amplificar la vulnerabilidad del personal tras eventos adversos, incrementando la probabilidad de reacciones de segunda víctima y de agotamiento. Este hallazgo se alinea con evidencia reciente que ha vinculado el trabajo por turnos y la exposición sostenida a demandas laborales con resultados adversos en salud ocupacional, incluidos el burnout, particularmente en contextos hospitalarios de alta complejidad (22).

Una síntesis reciente sobre el instrumento SVEST ha mostrado que la experiencia de segunda víctima se ha evaluado predominantemente a través de sus dominios de distrés (psicológico y físico) y de soporte percibido (pares, supervisión e institución), y ha subrayado la importancia de considerar el contexto organizacional al interpretar los puntajes y las necesidades de apoyo (5). En línea con ello, revisiones sistemáticas recientes han indicado que el soporte institucional suele ser el componente percibido como más débil y que esta brecha puede asociarse con consecuencias laborales como la intención de rotación y el ausentismo (20, 23). En nuestro estudio, la asociación entre distrés y burnout, junto con la

contribución de variables laborales (turnos y carga horaria), sugiere un escenario en el que el estrés postincidente se integra a estresores crónicos del trabajo clínico.

Estos hallazgos pueden interpretarse a la luz de marcos conceptuales complementarios. En primer lugar, desde el enfoque de segunda víctima, el evento adverso no solo constituye un incidente de seguridad del paciente, sino también una experiencia que puede alterar el bienestar emocional y el funcionamiento profesional del trabajador sanitario (3,5). En segundo lugar, desde una perspectiva de estrés ocupacional, el distrés posterior al incidente puede superponerse a exigencias laborales preexistentes —como turnos nocturnos, carga horaria y presión asistencial—, favoreciendo la acumulación de desgaste y, con ello, mayores niveles de burnout (20,22). En tercer lugar, la respuesta organizacional adquiere un papel modulador, ya que la disponibilidad de apoyo de pares, supervisión e institución puede amortiguar el impacto del incidente y favorecer la recuperación del profesional (11,20,23). Finalmente, en el marco de una cultura justa, el modo en que la organización procesa el incidente —como oportunidad de aprendizaje más que como instancia centrada en la culpa individual— puede influir tanto en la búsqueda de ayuda como en la mitigación de sus repercusiones psicosociales (24,25). En conjunto, estos marcos ayudan a comprender por qué el burnout observado en este estudio no debe interpretarse como un fenómeno aislado, sino como el resultado de la interacción entre experiencia postincidente, condiciones de trabajo y respuesta institucional.

La literatura también ha documentado que el burnout se relaciona con resultados de seguridad y calidad. En un metaanálisis reciente en enfermería, el burnout se asoció con un peor clima de seguridad, una mayor frecuencia de incidentes y eventos adversos reportados, así como con una menor satisfacción del paciente y una menor calidad percibida de la atención (13). De forma similar, en médicos se ha observado que el burnout se asocia con un menor compromiso profesional y una peor calidad de la atención, según síntesis cuantitativas (14). En conjunto, estos hallazgos apoyan la interpretación de que las experiencias de segunda víctima y el burnout pueden formar parte de un círculo de retroalimentación negativa del clima de seguridad: los incidentes generan malestar en el personal, el malestar se asocia con el agotamiento y el agotamiento se vincula con un mayor riesgo de deterioro de la seguridad y la calidad (13,14).

Desde una perspectiva operativa, los resultados sugieren la conveniencia de institucionalizar las intervenciones de apoyo posteriores a incidentes de seguridad del paciente. Las revisiones sistemáticas han señalado que el personal suele demandar intervenciones oportunas, confidenciales, no punitivas y escalonadas (p. ej., soporte de pares, *debriefing* estructurado y acceso rápido al apoyo especializado), y que la evidencia disponible favorece modelos integrados en los programas de seguridad del paciente (11,12,23).

La implementación, sin embargo, requiere condiciones organizacionales. Un mapeo reciente de factores de implementación de intervenciones de apoyo a trabajadores tras incidentes ha identificado como determinantes la participación del liderazgo, los recursos asignados, rutas claras de derivación y, de manera crítica, una cultura no punitiva que favorezca la búsqueda de ayuda (24). En este punto, la adopción de una "*just culture*" resulta pertinente: una revisión integrativa ha destacado que el liderazgo, la formación, la claridad en la rendición de cuentas y la comunicación abierta son requisitos recurrentes para sostener una cultura justa que permita aprender de los incidentes sin centrar la respuesta en la culpa individual (25). En contextos como los hospitales de alta complejidad, estas estrategias pueden reducir las barreras para el reporte, promover el aprendizaje organizacional y mitigar el impacto psicosocial en quienes se involucran en eventos adversos, con un potencial beneficio para el clima laboral y la seguridad del paciente (21, 24, 25).

Entre las fortalezas del presente estudio, se incluyen el abordaje de un tema poco estudiado localmente, la inclusión de distintas profesiones clínicas y el uso de instrumentos estandarizados con adecuada consistencia interna en la muestra.

No obstante, deben considerarse limitaciones. Primero, el diseño transversal impide establecer causalidad o direccionalidad temporal entre la segunda víctima y el burnout. Segundo, el muestreo por cuotas con reclutamiento consecutivo y la modalidad de encuesta pueden introducir sesgo de selección, pues la participación puede haber estado influida por una mayor sensibilidad al tema o por la disponibilidad de tiempo. Además, al tratarse de un muestreo no probabilístico, no es posible asumir que todos los integrantes de la población fuente tuvieron la misma probabilidad de ser incluidos, lo que limita la representatividad estadística estricta de la muestra. En consecuencia, algunas estimaciones —particularmente las relacionadas con la frecuencia del fenómeno y la magnitud de ciertas asociaciones— podrían estar influidas por la sobrerrepresentación de trabajadores con mayor interés en el tema, mayor disponibilidad para responder o mayor exposición subjetiva a eventos adversos. En este sentido, los hallazgos deben interpretarse principalmente como evidencia de asociación en una muestra hospitalaria específica, más que como estimaciones directamente extrapolables a toda la población del hospital o a otros contextos institucionales. Tercero, el autorreporte puede generar sesgo de recuerdo y de deseabilidad social, particularmente al indagar sobre eventos adversos y reacciones emocionales. Cuarto, aunque se ajustó por covariables relevantes, puede persistir confusión residual (p. ej., clima del servicio, eventos críticos recientes, apoyo informal no medido). Finalmente, la generalización es limitada al tratarse de un solo hospital.

Se sugieren varias líneas de trabajo. Primero, estudios longitudinales que permitan evaluar la temporalidad y las trayectorias (distrés postincidente → burnout → resultados laborales y de seguridad). Segundo, estudios de intervención que prueben programas escalonados de apoyo (pares, debriefing, derivación) y evalúen sus efectos sobre el distrés, el burnout, el ausentismo y el reporte de incidentes (23,24). Tercero, evaluaciones de implementación que analicen barreras y facilitadores en servicios específicos (críticos vs. no críticos) y en distintos grupos profesionales, integrando la medición de la cultura justa y del clima de seguridad (24, 25). Cuarto, modelos explicativos que exploren la mediación o la moderación del apoyo institucional y de los recursos personales, dado que el apoyo organizacional ha mostrado un papel modulador en los resultados laborales asociados a la segunda víctima (20). Quinto, validación adicional de los puntos de corte o de las interpretaciones clínicas/organizacionales del SVEST-E en contextos locales para facilitar la identificación de necesidades de apoyo y el monitoreo de los programas (5, 16).

CONCLUSIONES

La experiencia de segunda víctima se asoció de manera consistente con el burnout en el personal sanitario; en particular, un mayor distrés psicológico tras eventos adversos se asoció con niveles más altos de burnout global. Asimismo, el involucramiento en eventos adversos, los turnos nocturnos y la mayor carga horaria también se asociaron con un mayor burnout, lo que sugiere la coexistencia y posible potenciación entre estresores postincidente y las exigencias crónicas del trabajo asistencial en entornos hospitalarios de alta complejidad.

Dado el diseño transversal, estos hallazgos no permiten establecer causalidad; sin embargo, respaldan la necesidad de fortalecer respuestas institucionales estructuradas tras incidentes —oportunas, confidenciales y no punitivas— y de abordar factores organizacionales del trabajo para proteger el bienestar del personal y sostener una cultura de seguridad del paciente. En este sentido, el estudio aporta evidencia local útil para integrar la seguridad del paciente y la salud ocupacional en el diseño de estrategias de apoyo al personal sanitario tras eventos adversos.

Colaboración académica de los autores

Conceptualización: Lopez Gomez, Martin Marcelo; Curación de datos: López Gómez; Análisis formal: Lopez Gomez, Martin Marcelo, Solís Tapia; Investigación: Martin Marcelo, Solís Tapia; Metodología: Lopez Gomez; Administración del proyecto: Lopez Gomez;

Recursos: Martin Marcelo, Solís Tapia; Software y Supervisión: Lopez Gomez;

Validación: Lopez Gomez, Martin Marcelo, Solís Tapia; Visualización: Lopez Gomez, Martin Marcelo; Redacción - borrador original: Lopez Gomez, Martin Marcelo; Redacción - revisión y edición: Lopez Gomez, Martin Marcelo, Solís Tapia

Agradecimientos

Se agradece la disposición y la colaboración de los profesionales participantes en el estudio.

Declaración de Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Patrocinante

El estudio no recibió financiamiento externo ni patrocinio institucional. Ningún patrocinante intervino en el diseño del estudio, la recolección de datos, el análisis, la interpretación de los resultados ni la redacción del manuscrito.

REFERENCIAS

1. World Health Organization. Patient safety. September 11, 2023. Accessed February 22, 2026. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/patient-safety
2. Wu AW. Medical error: the second victim. BMJ. 2000;320(7237):726-727.
3. Vanhaecht K, Seys D, Russotto S, Schouten L, Panella M, Sermeus W, et al. An evidence and consensusbased definition of second victim: a strategic topic in healthcare quality, patient safety, personcenteredness, and human resource management. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(24):16869.
4. Burlison JD, Scott SD, Browne EK, Thompson SG, Hoffman JM. The Second Victim Experience and Support Tool: Validation of an Organizational Resource for Assessing Second Victim Effects and the Quality of Support Resources. J Patient Saf. 2017;13(2):93-102.
5. Dato Md Yusof YJ, Ng QX, Teoh SE, Loh CYL, Xin X, Thumboo J. Validation and use of the Second Victim Experience and Support Tool questionnaire: a scoping review. Public Health. 2023;223:183-192.
6. Naya K, Aikawa G, Ouchi A, et al. Second victim syndrome in intensive care unit healthcare workers: A systematic review and meta-analysis on types, prevalence, risk factors, and recovery time. Buh A, ed. PLoS One. 2023;18(10):e0292108.
7. Kappes M, Delgado-Hito P, Contreras VR, Romero-García M. Prevalence of the second victim phenomenon among intensive care unit nurses and the support provided by their organizations. Nursing in Critical Care. 2023;28(6):1022-1030.
8. Potura E, Roesner H, Trifunovic-Koenig M, Tsikala P, Klemm V, Strametz R. Second Victims Among Austrian Nurses (SeViD-A2 Study). Healthcare. 2024;12(20):2061.
9. Sedile R, Zizza A, Bastiani L, De Santis A, De Luca A, Mininni S, et al. Understanding the second victim phenomenon among healthcare workers in an Italian hospital. Eur J Investig Health Psychol Educ. 2024;14(12):307386.
10. Marung H, Klemm V, Strametz R, Neusius T, Raspe M, Roesner H, et al. The second victim phenomenon among German emergency medical technicians: a cross-sectional study based on the SeViD questionnaire (SeViDVIII). BMC Emerg Med. 2025;25(1):137.
11. Busch IM, Moretti F, Campagna I, Wu AW, Rimondini M. Promoting the psychological well-being of healthcare providers facing the burden of adverse events: a systematic review of second victim support resources. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(10):5080.
12. Ong T, Goh C, Tan E, Lim WY, Chua WL, Neo SHS, et al. Second victim syndrome among healthcare professionals: a systematic review of interventions and outcomes. J Healthc Leadersh. 2025;17:22539.
13. Li LZ, Yang P, Singer SJ, Pfeffer J, Mathur MB, Shanafelt T. Nurse Burnout and Patient Safety, Satisfaction, and Quality of Care: A Systematic Review and Meta-Analysis. JAMA Netw Open. 2024;7(11):e2443059.
14. Hodkinson A, Zhou A, Johnson J, Tyler N, Ashcroft DM, Panagioti M. Associations of physician burnout with career engagement and

quality of patient care: systematic review and meta-analysis. BMJ. 2022;378:e070442.
15. Chandrabhatla T, Asgedom H, Gaudiano ZP, Reddy S, Patel R, DeBaets AM, et al. Second victim experiences and moral injury as predictors of hospitalist burnout before and during the COVID-19 pandemic. PLoS One. 2022;17(10):e0275494.
16. Santana-Domínguez I, González-de la Torre H, Martín-Martínez A. Adaptación transcultural al contexto español y evaluación de la validez de contenido del cuestionario Second Victim Experience and Support Tool (SVEST-E). Enfermería Clínica. 2021;31(6):334-343.
17. Kristensen TS, Borritz M, Villadsen E, Christensen KB. The Copenhagen Burnout Inventory: A new tool for the assessment of burnout. Work & Stress. 2005;19(3):192-207.
18. Papaefstathiou E, Tsounis A, Malliarou M, Sarafis P. Translation and validation of the Copenhagen Burnout Inventory amongst Greek doctors. HPR. 2019;7(1):1.
19. Cerela-Boltunova O, Millere I, Trups-Kalne I. Adaptation of the Copenhagen Burnout Inventory in Latvia: Psychometric Data and Factor Analysis. IJERPH. 2025;22(5):761.
20. Mahat S, Lehmusto H, Rafferty AM, Vehviläinen-Julkunen K, Mikkonen S, Härkänen M. Impact of second victim distress on healthcare professionals' intent to leave, absenteeism and resilience: A mediation model of organizational support. Journal of Advanced Nursing. 2025;81(9):5376-5388.
21. World Health Organization. Global Patient Safety Action Plan 2021-2030: Towards Eliminating Avoidable Harm in Health Care. 1st ed. World Health Organization; 2021.
22. Qtait M, Al Ali MF, Jaradat Y. The Impact of Rotating Shift Work on Nurse Burnout: A Systematic Review of Contributing Factors and Organizational Strategies. Sage Open Nursing. 2025;11:23779608251374232.
23. SimmsEllis R, Harrison R, Sattar R, Lawton R, O'Hara JK. Avoiding 'second victims' in healthcare: what support do staff want for coping with patient safety incidents, what do they get and is it effective? A systematic review. BMJ Open. 2025;15(2):e087512.
24. Guerra Paiva S, Lobão MJ, Simões DG, Duarte S, Carvalho C, Mira da Silva M, et al. Key factors for the effective implementation of healthcare workers' support interventions following patient safety incidents in health organizations: a scoping review. BMJ Open. 2023;13(12):e078118.
25. Murray JS, Lee J, Larson S, Range A, Scott D, Clifford J. Requirements for implementing a 'just culture' within healthcare organisations: an integrative review. BMJ Open Qual. 2023;12(2):e002237.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):490-497
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.12

Caracterización del perfil clínico y nivel de conocimiento sobre autocuidado en pacientes con lupus eritematoso sistémico en una clínica de Barranquilla, Colombia

Characterization of the clinical profile and level of knowledge about Self-Care in patients with Systemic lupus erythematosus at a clinic in Barranquilla, Colombia

Judith Cristina Martínez-Royert[1a], Karolay Paola Díaz Abdo[2b], Luisa Fernanda Devia Araque[3b], María Cristina Pájaro-Martínez[4c], Crisle Tatiana Julio Corredor[5b], Yuliana Yolith Vasques Martínez[6b], Nicole Elizabeth Rocha Romero[7d], Kateryn Yuneidys Dávila de la Hoz[8b]

RESUMEN

Introducción: *El lupus eritematoso sistémico (LES) es una enfermedad autoinmune crónica, multisistémica, de etiología multifactorial y curso clínico variable, caracterizada por una respuesta inmunológica anómala con formación de autoanticuerpos. En Colombia, su prevalencia es creciente y afecta principalmente a mujeres jóvenes. La educación sanitaria y el conocimiento sobre el autocuidado son factores determinantes para mejorar el pronóstico y la calidad de vida.* **Objetivo**: *Caracterizar el perfil demográfico y clínico, así como el nivel de conocimiento sobre el autocuidado, en pacientes con LES atendidos en una clínica privada de Barranquilla.* **Materiales y métodos:** *estudio descriptivo y transversal. Se incluyeron 444 pacientes diagnosticados con LES y registrados en el programa institucional de atención especializada. Se analizaron variables demográficas, clínicas y de conocimiento sobre el autocuidado, obtenidas a partir de la base de datos institucional (NefroRed) y de una encuesta validada de 24 ítems. El procesamiento se realizó en SPSS v26, utilizando medidas de tendencia central y de dispersión, así como frecuencias relativas.* **Resultados**: *La edad media fue de 41,4 años, con predominio de mujeres (87,2%). El 74% presentó enfermedad inactiva, el 18 % enfermedad severa y el 23,6 % alguna comorbilidad, principalmente hipertensión arterial. El 69,1% evidenció un alto conocimiento sobre el autocuidado, el 14,5% un conocimiento medio y el 16,4 % un conocimiento bajo.* **Conclusiones**: *El LES afectó principalmente a mujeres en edad fértil, con adecuada inactividad clínica y un elevado nivel de conocimiento sobre el autocuidado. Sin embargo, persisten grupos con baja comprensión de la enfermedad, que requieren refuerzo educativo y acompañamiento interdisciplinar.*

Palabras clave: *Lupus eritematoso sistémico, autocuidado, enfermería, educación sanitaria, comorbilidades*

ORCID:
[1] 0000-0002-4468-8578
[2] 0009-0008-2925-9629
[3] 0009-0001-6271-8793
[4] 0000-0002-9463-5036
[5] 0009-0009-1914-8711
[6] 0009-0000-4219-2758
[7] 0009-0005-9585-0079
[8] 0009-0001-4615-7615

[*]**Autor de correspondencia:** Judith Cristina Martínez-Royert, E-mail: judith.martinez@unisimon.edu.co

Recibido: 29 de noviembre 2025
Aceptado: 26 de abril 2026

a PhD en Ciencias de la Educación, Profesor Investigador, Universidad Simón Bolívar. Facultad de Ciencias de la Salud. Programa de Enfermería, Colombia.
b Universidad Simón Bolívar. Facultad de Ciencias de la Salud. Programa de Enfermería, Estudiante de Enfermería, Colombia.
c Universidad de Granada, Estudiante del Máster Universitario en Psicología General Sanitaria. Psicóloga
d Escuela Superior de Medicina del Instituto Politécnico Nacional. México. Estudiante de Medicina

SUMMARY

Introduction*: Systemic lupus erythematosus (SLE) is a chronic autoimmune and multisystemic disease of multifactorial etiology and variable course, characterized by abnormal immune response and autoantibody formation. In Colombia, its prevalence is increasing, mainly affecting young women. Health education and self-care knowledge are key determinants of prognosis and quality of life.* **Objective***: To characterize the demographic and clinical profile and self-care knowledge level in SLE patients treated in a private clinic in Barranquilla.* **Methods***: Descriptive, cross-sectional study including 444 patients with SLE enrolled in a specialized institutional care program. Demographic, clinical, and self-care knowledge variables were obtained from the institutional database (NefroRed) and a validated 24-item survey. Data was analyzed using SPSS v26.* **Results***: Mean age was 41.4 years; women represented 87.2%. Seventy-four percent had inactive disease, 18% severe, and 23.6% had comorbidities, mainly hypertension. High self-care knowledge was observed in 69.1% of patients, medium in 14.5%, and low in 16.4%.* **Conclusions***: SLE predominantly affected women of reproductive age, with adequate disease control and high self-care knowledge. Educational reinforcement is necessary for groups with low understanding.*

Keywords: *Systemic lupus erythematosus, self-care, nursing, health education, comorbidities*

INTRODUCCIÓN

El lupus eritematoso sistémico (LES) es una enfermedad autoinmune crónica, de evolución variable y compromiso multisistémico, que se caracteriza por la ruptura de la tolerancia inmunológica, la generación de autoanticuerpos y la formación de complejos inmunes, los cuales provocan procesos inflamatorios y daño en distintos órganos y tejidos (1,2). Su expresión clínica es heterogénea y puede afectar la piel, las articulaciones, los riñones, el sistema nervioso central, el corazón y los pulmones (3).

A escala global, se estima que más de cinco millones de individuos padecen LES, con una incidencia anual entre 1,5 y 11 casos por cada 100000 habitantes y una prevalencia que oscila entre 10 y 150 casos por cada 100 000 habitantes (4). La enfermedad presenta un marcado predominio en el sexo femenino, con una razón mujer: hombre de aproximadamente 9:1, atribuible a la influencia de los estrógenos y a la diferente expresión de genes ligados al cromosoma X (5,6).

En América Latina, el LES suele manifestarse con mayor severidad que en poblaciones europeas, debido a factores genéticos, ambientales y socioeconómicos (7). En Colombia, se ha documentado un incremento progresivo de casos, especialmente en la región Caribe, donde la exposición solar, las condiciones ambientales y las limitaciones en el acceso a servicios de salud especializados pueden agravar el curso clínico (8).

El manejo integral del LES requiere un abordaje interdisciplinario que trascienda el tratamiento farmacológico e incorpore la educación sanitaria como eje del cuidado. La teoría del autocuidado de Dorothea Orem fundamenta la práctica enfermera al considerar que el individuo posee la capacidad y la responsabilidad de participar activamente en el mantenimiento de su salud mediante acciones deliberadas de autocuidado (9). Esta perspectiva se ha asociado con una mayor adherencia terapéutica, una menor frecuencia de brotes y una mejor calidad de vida en las personas que viven con LES (10,11).

Las investigaciones destacan brechas significativas en la comprensión del LES por parte de los pacientes, así como en la prevención y el autocuidado, lo que limita la efectividad del manejo y del cuidado de la enfermedad. Para abordar esto, es crucial evaluar el conocimiento y las prácticas de autocuidado de los pacientes (12-14). Este estudio se enfoca en caracterizar demográficamente y clínicamente a pacientes con LES en Barranquilla, Colombia, en el marco de un proyecto apoyado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se desarrolló una investigación con enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y diseño transversal, realizada en una clínica privada de

Barranquilla (Atlántico, Colombia). Este diseño metodológico permitió analizar las características sociodemográficas y clínicas, así como evaluar el nivel de conocimiento sobre el autocuidado en personas con diagnóstico de lupus eritematoso sistémico (LES), lo que brindó una visión general del estado de salud y de las prácticas de autocuidado de la población participante en un momento específico.

La población estuvo compuesta por 444 pacientes con diagnóstico confirmado de LES, adscritos al programa institucional de atención especializada de la clínica. Se utilizaron todos los registros disponibles en la base de datos NefroRed, por lo que no se aplicó un procedimiento de muestreo, dado que se trató de una población censal y accesible para el análisis. Se incluyeron pacientes que cumplieron con los criterios diagnósticos establecidos por el American College of Rheumatology (ACR), que contaban con registro activo en la base de datos institucional durante el año 2024, y que participaron voluntariamente mediante la firma del consentimiento informado. Se excluyeron pacientes con diagnóstico incompleto o datos clínicos inconsistentes, así como menores de 16 años y pacientes con enfermedad psiquiátrica grave que impidiera comprender la encuesta.

Instrumentos

Base de datos institucional (NefroRed): proporcionó información sociodemográfica y clínica (edad, sexo, nivel de severidad, comorbilidades) y la Encuesta estructurada de conocimiento sobre autocuidado: instrumento diseñado por las autoras con base en la literatura (15–17), compuesto por 24 ítems cerrados distribuidos en cuatro dominios: 1) Conocimiento general de la enfermedad, 2) Prevención y manejo de brotes, 3) Adherencia al tratamiento. 4) Prácticas de autocuidado (fotoprotección, hidratación, descanso, higiene, nutrición, relajación). La encuesta fue validada por un panel de cinco enfermeras expertas, con un coeficiente de validez de contenido (CVC) superior a 0,85. La aplicación de la encuesta se realizó de manera individual y confidencial por parte del equipo de investigación.

Los datos se procesaron en SPSS 26, calculándose medidas de tendencia central y de dispersión para variables cuantitativas y frecuencias para variables cualitativas, con un nivel de confianza del 95%.

Consideraciones éticas

El estudio se ajustó a la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, que lo clasificó como investigación sin riesgo, así como a los principios de la Declaración de Helsinki. Todos los participantes firmaron el consentimiento informado, garantizándose en todo momento la confidencialidad, el anonimato y la protección de los datos personales de acuerdo con la normativa vigente en investigación en salud.

RESULTADOS

Características demográficas

La edad promedio fue de 41,4 $\pm$ 13,0 años, con un rango de 16 a 82 años. La mediana fue de 39,6 años y la moda, de 28 años, lo que indica que la enfermedad afecta principalmente a adultos jóvenes. El 87,2% (n=387) de los pacientes eran mujeres, mientras que el 12,8% (n=57) eran hombres, lo que confirma el predominio femenino descrito en la literatura (18).

Severidad del LES

El 74% (n=326) presentó enfermedad inactiva, el 6% (n=25) moderada y el 18% (n=83) severa. Los casos severos se caracterizaron por nefritis lúpica, compromiso cardiovascular y manifestaciones neurológicas.

Comorbilidades

El 23,6% (n=105) presentó al menos una comorbilidad. Las más frecuentes fueron: hipertensión arterial (16%), diabetes mellitus

(1,6%), dislipidemia (1,3%), osteoporosis y síndrome metabólico (0,4%) (Figura 1). Las comorbilidades fueron más prevalentes en mujeres, en especial la hipertensión arterial (19).

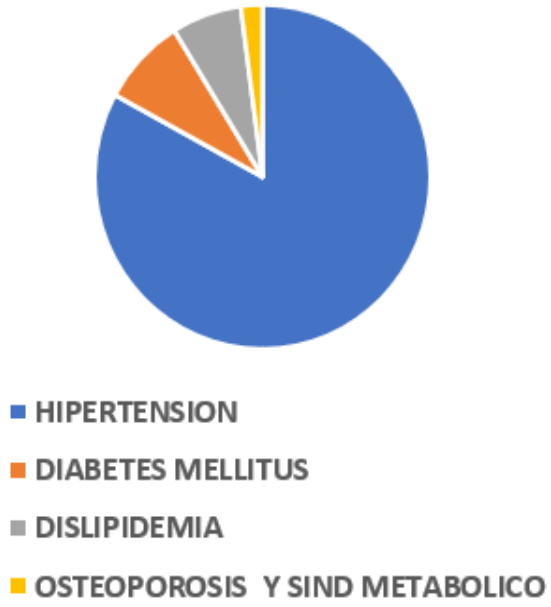


Figura 1. Comorbilidades expresadas en %. Del total de pacientes 105 (23,6%) presentaron comorbilidades

Nivel de conocimiento sobre autocuidado

El análisis de los 24 ítems de la encuesta mostró un alto nivel de conocimiento: 69,1 % (n = 306); un conocimiento medio: 14,5 % (n = 65) y un conocimiento bajo: 16,4 % (n = 73). Las áreas con mayores aciertos fueron el reconocimiento de síntomas de brote y el uso de fotoprotección, mientras que las de menor desempeño fueron el manejo del estrés y la adherencia farmacológica. Los pacientes manifestaron que el personal de enfermería realiza de manera constante intervenciones educativas orientadas a fortalecer el conocimiento sobre la enfermedad y las prácticas de autocuidado.

DISCUSIÓN

Los hallazgos del presente estudio se alinean con la evidencia epidemiológica ampliamente documentada, que indica que el lupus eritematoso sistémico (LES) afecta predominantemente a mujeres jóvenes en edad reproductiva (12–14). Esta distribución etaria y de género refuerza el papel determinante de los factores hormonales, especialmente los estrógenos, así como de los mecanismos genéticos vinculados al cromosoma X, que contribuyen a la mayor susceptibilidad femenina. La presencia de dos cromosomas X funcionales, junto con patrones de inactivación incompleta y la expresión de genes inmunorreguladores como TLR7, se ha propuesto como una de las bases biológicas que explican esta marcada diferencia entre sexos.

El promedio de edad observado en nuestra cohorte (41,4 años) es congruente con lo reportado en estudios previos, donde se describe un inicio temprano de la enfermedad y un predominio en mujeres en edad productiva (11,15). De forma concordante, Ugarte Gil y Alarcón (16), en una cohorte multicéntrica latinoamericana, identificaron una media de 40,7 años, destacando además que las poblaciones hispanoamericanas presentan mayor severidad clínica y peor pronóstico en comparación con las europeas. Este patrón sugiere la influencia de factores genéticos ancestrales, así como de determinantes sociales y contextuales que modulan la expresión fenotípica del LES en la región.

En cuanto a la actividad de la enfermedad, el hallazgo de que el 74% de los pacientes presentaba LES inactivo refleja un adecuado control clínico y una adherencia terapéutica favorable. Este comportamiento es comparable con los resultados del estudio RELES, desarrollado en España, donde el 71% de los pacientes alcanzó remisión parcial o completa bajo un enfoque de manejo interdisciplinario (17). No obstante, la presencia del 18% de casos con formas severas coincide con lo descrito por Lin y col. (18), quienes señalan la persistencia de un subgrupo de pacientes con alta actividad inflamatoria sostenida, caracterizado

por un mayor daño orgánico acumulado y por la necesidad de estrategias terapéuticas más intensivas. Este subgrupo demanda un seguimiento estrecho, optimización del tratamiento inmunomodulador y vigilancia continua para prevenir complicaciones irreversibles.

En conjunto, estos resultados no solo confirman patrones epidemiológicos y clínicos previamente descritos, sino que también subrayan la importancia de considerar factores biológicos, genéticos y contextuales.

La presencia de comorbilidades en el 23,6 % de los pacientes, con predominio de la hipertensión arterial, coincide con lo descrito por Reyes Paredes y col. (19), quienes identificaron este trastorno como la comorbilidad más frecuente en personas con LES. Este hallazgo no solo refleja la interacción entre la fisiopatología inflamatoria crónica del LES y el daño endotelial persistente, sino también los efectos adversos asociados al uso prolongado de glucocorticoides, en particular la inducción de hipertensión, resistencia a la insulina y alteraciones metabólicas. En consonancia, Semalulu y col. (20) destacan que las enfermedades cardiovasculares y metabólicas incrementan de manera significativa el riesgo de mortalidad, deterioro funcional y daño orgánico acumulado, lo que subraya la necesidad de implementar estrategias preventivas integrales, vigilancia estrecha de los factores de riesgo y programas educativos que promuevan estilos de vida saludables.

En relación con el nivel de conocimiento sobre autocuidado, el 69,1 % de los pacientes presentó un nivel alto, lo que constituye un resultado favorable y coherente con los postulados de la Teoría del Autocuidado de Dorothea Orem, que reconoce al paciente como agente activo en el mantenimiento de su salud y en la prevención de complicaciones (21). Este nivel de conocimiento es superior al reportado por Peñafiel Salazar y col. (22) y Gómez y col. (23), quienes documentaron porcentajes entre el 58 % y el 61 %. Esta diferencia podría atribuirse a la implementación de programas educativos continuos en la institución donde se desarrolló el presente estudio, que fortalecen la alfabetización sanitaria, promueven la adherencia terapéutica y fomentan el empoderamiento del paciente, elementos fundamentales para el control efectivo del LES.

Por ello, estos resultados evidencian la importancia de integrar el manejo clínico con intervenciones educativas estructuradas, orientadas a mejorar la comprensión de la enfermedad, reducir los riesgos asociados y potenciar la capacidad del paciente para participar activamente en su propio cuidado.

La relación entre el nivel de conocimiento y el control clínico del LES ha sido ampliamente documentada en la literatura especializada (24). La evidencia reciente demuestra que los pacientes con mayor alfabetización en salud presentan menor frecuencia de brotes, mejor adherencia terapéutica y una mayor capacidad para identificar signos tempranos de exacerbación. En esta línea, González y col. (25) evidenciaron que el uso de aplicaciones móviles, recordatorios personalizados y sistemas de seguimiento incrementa la adherencia en un 27 %, lo que respalda el potencial de las intervenciones digitales como herramientas complementarias en los programas de enfermería orientados al autocuidado y la autogestión.

La educación en salud constituye un pilar fundamental para la comprensión de las enfermedades crónicas y el desarrollo de competencias de autocuidado (26). En este contexto, la telemedicina se ha consolidado como una estrategia eficaz para garantizar la continuidad asistencial en personas con LES, al facilitar consultas virtuales, comunicación directa con profesionales de la salud y seguimiento terapéutico desde el hogar. Este recurso no solo reduce la exposición a agentes infecciosos, como el SARS-CoV-2, sino que también mejora el acceso a la atención durante brotes o períodos de limitación funcional (27). La integración de la telemedicina con estrategias educativas estructuradas favorece la detección temprana de exacerbaciones, optimiza la adherencia terapéutica y contribuye al bienestar físico y emocional del paciente.

La literatura reciente también reafirma el papel central del profesional de enfermería en el acompañamiento continuo del paciente con LES.

Cano García y col. (28) y Avendaño y col. (29) destacan que la educación sanitaria personalizada, la empatía y la comunicación efectiva constituyen elementos esenciales para fortalecer la adherencia terapéutica, reducir la ansiedad asociada a la enfermedad y mejorar el afrontamiento emocional. De igual manera, la Organización Mundial de la Salud (30), en su Global Report on Health Literacy and Chronic Disease Management, subraya que la alfabetización sanitaria es un determinante clave para la gestión exitosa de las enfermedades crónicas, lo que respalda el rol protagónico de la enfermería en la formación, el acompañamiento y el empoderamiento del paciente.

Por otra parte, la evidencia aportada por Dantas y col. (31) y Hanrop (32) demuestran que las herramientas digitales que incorporan estrategias de gamificación incrementan la motivación, la retención del aprendizaje y la adherencia terapéutica. Además, potencian el bienestar psicológico y la percepción de control sobre la enfermedad, elementos cruciales para el manejo integral del LES. Estos hallazgos abren nuevas perspectivas para el desarrollo de la enfermería digital, en la que la educación para la salud se concibe como un proceso dinámico, interactivo y continuo, capaz de adaptarse a las necesidades individuales y a los avances tecnológicos emergentes.

En síntesis, los hallazgos del presente estudio reafirman que el fortalecimiento del conocimiento y de las prácticas de autocuidado se relaciona directamente con la estabilidad clínica y el bienestar integral de las personas con LES. La evidencia demuestra que los pacientes con mayor alfabetización sanitaria desarrollan mejores competencias para la toma de decisiones, reconocen precozmente los signos de alarma y mantienen una adherencia terapéutica más consistente, lo que se traduce en una menor actividad inflamatoria y una reducción del daño acumulado. No obstante, el 16,4 % de los participantes con bajo nivel de conocimiento constituye un subgrupo de riesgo clínico y educativo, que requiere intervenciones personalizadas, culturalmente pertinentes y adaptadas a su nivel de comprensión. Este hallazgo subraya la necesidad de fortalecer los programas institucionales de educación para la salud mediante estrategias multimodales que integren recursos digitales, espacios grupales y apoyo psicológico, garantizando así un abordaje interdisciplinario y centrado en la persona.

Finalmente, este estudio aporta evidencia relevante para el contexto regional al demostrar que la educación en autocuidado, cuando se implementa de forma estructurada, continua y basada en modelos teóricos sólidos, no solo mejora la adherencia terapéutica, sino que también fortalece la autonomía, la capacidad de afrontamiento y la calidad de vida.

CONCLUSIÓN

El lupus eritematoso sistémico (LES) se presentó predominantemente en mujeres jóvenes en edad fértil, con un alto porcentaje de enfermedad inactiva y niveles elevados de conocimiento sobre el autocuidado. Estos resultados evidencian el impacto positivo de las intervenciones educativas implementadas desde el cuidado de enfermería y su contribución al control clínico de la enfermedad. No obstante, la presencia de comorbilidades como hipertensión arterial y diabetes mellitus subraya la necesidad de fortalecer el seguimiento integral, la vigilancia de los factores de riesgo y las estrategias preventivas orientadas a reducir el daño acumulado.

Los hallazgos reafirman la importancia de promover la educación sanitaria continua, el acompañamiento interdisciplinario y la incorporación de herramientas tecnológicas que potencien la adherencia terapéutica, la autonomía y la capacidad de autogestión del paciente. Asimismo, destacan el papel estratégico de la enfermería en la formación, el apoyo emocional y la orientación permanente, elementos esenciales para mejorar la calidad de vida de las personas que viven con LES.

Agradecimientos

Las autoras expresan su agradecimiento a la Clínica de la Costa de Barranquilla, al equipo de

enfermeras a cargo del cuidado de los pacientes con LES.

Conflicto de intereses: Ninguno

REFERENCIAS

1. Osorio Illas Lisis, Cárdenas Díaz Taimi, Ambou Frutos Isabel, Fernández Mora Loynette, Pérez Polanco Elvia Samantha. Lupus eritematoso sistémico. Rev Cubana Oftalmol. 2021;34(3):
2. Lupus eritematoso sistémico pediátrico. Alina Boteanu. Unidad de Reumatología Pediátrica y de Transición. Servicio de Reumatología. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid Boteanu A. Lupus eritematoso sistémico pediátrico. Protoc Diagn Ter Pediatr. 2020;2:115–28.
3. Peralta A, Rodas A. Revisión bibliográfica de lupus eritematoso sistémico generalidades, manifestaciones clínicas y su manejo en odontología. Rev Digital 2022;24.
4. González Jiménez D, Mejía Bonilla S, Cruz Fallas M. Lupus eritematoso sistémico: enfoque general de la enfermedad. Rev Méd Sinerg. 2021;6(1):e630.
5. Cevallos Salazar PA, Cevallos Salazar SA, Cevallos Salazar MA. Manifestaciones Neurológicas del Lupus Eritematoso Sistémico: Revisión de la Literatura. Rev Ecuat Neurol. 2021; 30(2):76-82.
6. Solis Cartas U, Andramuño Núñez VL, Ávalos Obregón MD, Haro Chávez JM, Calvopiña Bejarano SJ. Relación entre tiroiditis autoinmune y lupus eritematoso sistémico. Rev Cuba Reumatol. 2020; 22(1).
7. Borbón Rivera MF, Rivera López FA. Manifestaciones clínicas de lupus eritematoso sistémico en pacientes que acuden a un especialista en el periodo de marzo de 2007 a febrero 2024. Vitalia. 2024;5(3):323-49.
8. González JD, Mejía BS, Cruz FM. Lupus eritematoso sistémico: enfoque general de la enfermedad. Revista Médica Sinergia. 2021;6(01):1-17.
9. Chavarría-Tapia A, Fernández-Corella A, Marenco-Acosta H, Zhou YS, Ugalde-Zumbado M, Mora-Román JJ. Anticuerpos monoclonales y el tratamiento del lupus eritematoso sistémico. Rev Tecnol Marcha. 2021;34(1):25-39.
10. Andrade Montesdeoca MA, López Palma FA, Pozo Ochoa AV, Benavides Mueses DM. Lupus eritematoso sistémico. Enfoque general. Rev. cuba. de Reumatol. 2024;26:e1347.
11. Borbón Rivera MF, Rivera López FA. Manifestaciones clínicas de lupus eritematoso sistémico en pacientes que acuden a un especialista en el periodo de marzo 2007 a febrero 2024. Vitalia. 2024;5(3):323–49.
12. Morales Gómez EM, Báez Febus K, Pabón Messa E, Vega G. El efecto de una intervención educativa de fisioterapia en la actividad física de adolescentes y adultos jóvenes con lupus eritematoso sistémico. Fisioter (Madr, Ed, Impresa). 2024;46(3):110–7.
13. Fernández RMB, Lugo DPM, Argüello FRM, Ayala JRM, Bello EG. Infecciones más frecuentes en pacientes con lupus eritematoso sistémico-internados en el Servicio de Clínica Médica del Hospital Nacional. Revista del Nacional (Itauguá). 2024;16(1):060–8.
14. González D, Mejía S, Cruz M. Lupus eritematoso sistémico: enfoque general de la enfermedad. Rev Médica Sinergia. 2021;6(1):17.
15. Uribe CVC, Torrenegra A, Meléndez M, Durante Y, Romeo O, Navarro E, et al. Características clínico-epidemiológicas del lupus eritematoso sistémico en los hospitales de tercer nivel de Barranquilla. Salud Uninorte. 1997;12.
16. Ugarte-Gil MF, Alarcón GS. Systemic lupus erythematosus in Latin America: Outcomes and therapeutic challenges. Clin Immunol Commun. 2023;4:60-64.
17. Canora J, García M, Mitjavila F, Espinosa G, Suárez S, González León R, et al. Características clínicas al diagnóstico de una cohorte prospectiva de pacientes con lupus eritematoso sistémico-atendidos en servicios de Medicina Interna españoles: estudio RELES. Rev Clin Esp. 2017;217(1):7 14.
18. Lin A, Wallace DJ, Tseng CE, Petri M. Disease activity assessment in systemic lupus erythematosus: clinical tools and biomarkers in current practice. Front Lupus. 2024;1:1442013.
19. Reyes-Paredes AX. Baque-Pin JA, Chele-Villacreses JG. Frecuencia y características de la hipertensión arterial en pacientes con lupus eritematoso sistémico. Revista Científica Arbitrada en Investigaciones de la Salud ‘‘GESTAR”. 2013; 6(12).
20. Semalulu T, Tago A, Zhao K, Tselios K. Managing cardiovascular risk in systemic lupus erythematosus: considerations for the clinician. Immunotargets Ther. 2023;12:175 86.
21. Cancio-Bello A, Lorenzo Ruiz CA, Alarcó Estévez G. Autocuidado: una aproximación teórica al concepto. Informes Psicológicos. 2020; 20(2).
22. Peñafiel Salazar DA, Serrano Avalos KV, Cruz Basantes BH, Rojas Cruz AE. Actividades de

promoción de la salud en pacientes con lupus eritematoso sistémico: intervención sanitaria y educativa. Rev Cubana Reumatol. 2023;25(3).
23. Morales Gómez EM, Báez Febus K, Pabón Messa E, Vega G. El efecto de una intervención educativa de fisioterapia en la actividad física de adolescentes y adultos jóvenes con lupus eritematoso sistémico. Fisioterapia. 2024; 46(3): 110-117.
24. Maheswaranathan M, Barnado A, Chung CP, Trupin L, Yelin E, Yazdany J, et al. Association of health literacy and numeracy with lupus knowledge and the creation of the lupus knowledge assessment test. J Rheumatol. 2022;49(6):585 91.
25. González de León B, García Pérez MC, García Gómez MM, Fernández Alonso MC. Aplicaciones móviles para mejorar la adherencia a la medicación: revisión y análisis de calidad. Aten Primaria. 2021;53(9):102095.
26. Fuentes Silva Y, Rodríguez MJ, Rivas MA, Hernández Y. Educación para la autogestión en lupus: consideraciones de un proceso en construcción para Latinoamérica. Rev Educare. 2022;26(2):479 95.
27. Lupus Foundation of America. Telehealth and lupus. Washington, DC: Lupus Foundation of America; 2024. Available from: https://www.lupus.org/resources/telehealth-and-lupus.
28. Cano García L, García Díaz S, Orcajo Blanco C, Serrano Lora RM. Perspectiva de la enfermera en el manejo del paciente con Lupus Eritematoso Sistémico. Index Enferm. 2021;30(3):265-269.
29. Avendaño Zamora PK, Álvarez Aguirre A, Gaxiola Flores M. Intervenciones de enfermería en el Lupus Eritematoso Sistémico. Acc Cietna. 2023;10(1):236-244.
30. World Health Organization (WHO). Global Report on Health Literacy and Chronic Disease Management. Geneva: WHO; 2023.
31. Dantas LO, Weber S, Osani MC, Bannuru RR, McAlindon TE, Kasturi S. Mobile health technologies for the management of systemic lupus erythematosus: a systematic review. Lupus. 2020;29(2):144 56.
32. Hanrop S, Narupan N, Praha N, Phianhasin L, Ruksakulpiwat S. The Impact of Self-Management Interventions on Behavioral and Clinical Outcomes in Individuals with Systemic Lupus Erythematosus: A Systematic Review of Empirical Evidence From 2003-2024. Patient Prefer Adherence. 2025;19:1763-1779.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):498-507
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.13

Evaluation of the impact of an optometric intervention on vision-related quality of life in two educational institutions in the Cartagena District in 2023

Evaluación del impacto de una intervención optométrica en la calidad de vida relacionada con la visión en dos Instituciones Educativas del Distrito de Cartagena en el año 2023

Jorge Romero-Polo[1a*], Wesly Escobar-Vergara[2a], Arturo Hernández-Sandoval[3a], Jeidys Banquez-Mendoza[4a], Carlos Alfonso-Rojas[5a], Jaime Plazas-Román[6a]

SUMMARY

Objective: *To evaluate the impact of an optometric intervention on vision-related quality of life in students from two educational institutions in the Cartagena district, Colombia.* **Methods**: *A quasi-experimental before-and-after study was conducted. Sixty-seven students aged 8-15 years with visual correction needs were included. The intervention consisted of visual hygiene education and the provision of corrective lenses. The NEI VFQ-25 Scale was administered one month after the intervention. McNemar's test was applied to analyze significant changes.* **Results**: *Significant improvements were observed across multiple domains. Moderate difficulty in reading text decreased from 25.4% to 4.5% (95% CI: 12.5-29.3%; p=0.0001). Difficulty in finding objects on shelves decreased significantly (95% CI: 7.8-32.2%; p=0.004). The sensation of frustration decreased significantly (95% CI: 3.7-17.3%; p=0.002), with 85% of participants reporting no frustration after the intervention.* **Conclusions**: *The optometric intervention demonstrated significant effectiveness in improving vision-related quality of life, with positive changes in visual function, autonomy, and emotional well-being among students.*

Keywords: *Optometry, Quality of Life, Therapeutics, Evaluation of Results of Therapeutic Interventions, Schools*

RESUMEN

Objetivo: *Evaluar el impacto de una intervención optométrica en la calidad de vida relacionada con la visión de estudiantes de dos instituciones educativas del distrito de Cartagena, Colombia.* **Métodos**: *Se realizó un estudio cuasiexperimental de tipo antes y después. Se incluyeron sesenta y siete estudiantes de entre 8 y 15 años con necesidades de corrección visual. La intervención consistió en educación en higiene visual y en la provisión de lentes correctivos. Se administró la escala NEI VFQ-25 antes y un mes después de la intervención. Se aplicó la prueba de McNemar para analizar los cambios significativos.* **Resultados**: *Se observaron mejoras significativas en múltiples dominios. La dificultad moderada para leer texto disminuyó del 25,4% al 4,5% (IC del 95%: 12,5-29,3%; p = 0,0001). La dificultad para encontrar objetos en los estantes disminuyó significativamente*

ORCID:
[1] 0000-0002-2150-8351
[2] 0009-0003-7986-6308
[3] 0009-0001-0512-2010
[4] 0009-0006-8644-907X
[5] 0009-0004-6454-7707
[6] 0000-0002-5040-6899

a Universidad del Sinú, Cartagena, Colombia

Recibido: 08 de marzo 2026
Aceptado:31 de marzo 2026

[*]**Corresponding Author:** Jorge Andrés Romero Polo. E-mail: jorge.romero@unisinu.edu.co. Address: Av. El Bosque, Transv. 54 Nº 30-453, Cartagena, Colombia

(IC del 95%: 7,8-32,2%; p = 0,004). La sensación de frustración mostró una reducción significativa (IC del 95 %: 3,7-17,3 %; p = 0,002), y el 85 % de los participantes reportaron ausencia de frustración tras la intervención. **Conclusiones***: La intervención optométrica demostró una eficacia significativa en la mejora de la calidad de vida relacionada con la visión, con cambios positivos en la función visual, la autonomía y el bienestar emocional de los estudiantes.*

Palabras clave: *Optometría, calidad de vida, terapéutica, evaluación de resultados de intervenciones terapéuticas, escuelas*

INTRODUCTION

Refractive errors have experienced a significant increase in their incidence and prevalence worldwide, becoming a public health problem with important economic and social repercussions (1). This phenomenon has reached epidemic proportions in many developed and developing countries, representing one of the leading causes of visual impairment globally. The World Health Organization (WHO) estimates that approximately 2.6 billion people worldwide have uncorrected refractive errors, with myopia alone affecting nearly 30% of the global population. This issue particularly affects the school population, negatively impacting students' academic, social, and psycho-emotional development (2).

The progression of these visual alterations is associated with complex interactions among genetic, congenital, and environmental factors (3). Modern lifestyle changes, including increased near-work activities, prolonged screen time, reduced outdoor activity, and urbanization, have been identified as significant contributors to the growing prevalence of refractive errors, particularly myopia. The consequences include difficulties with daily activities such as school, work, and social activities, resulting in complications in maintaining an adequate quality of life (4). Students with uncorrected refractive errors often experience academic difficulties, reduced participation in sports and recreational activities, and decreased self-esteem, which can have long-lasting effects on their personal and professional development.

International studies have documented the magnitude of this problem across different geographical regions and populations. In Spain, a strong association between socioeconomic status and refractive errors has been identified, as well as correlations with factors such as parental smoking, prematurity, and low birth weight. Research has shown that children from lower socioeconomic backgrounds are more likely to have uncorrected refractive errors due to limited access to eye care services and financial constraints. In the United States, approximately 80% of adolescents in secondary education present with myopia in urban areas, with prevalence rates of hyperopia and astigmatism of 4.6% and 14.9%, respectively, in the Asian population. The ethnic disparities in refractive error prevalence highlight the complex interplay between genetic predisposition and environmental factors.

In the Latin American context, Mexico reports prevalence rates of myopia, hyperopia, and astigmatism ranging between 4.6-60.2%, 0.0-25.0%, and 4.4-53.0%, respectively (5). These wide ranges reflect the heterogeneity of populations studied and the varying methodologies employed across different research initiatives. In Colombia, specifically in Cartagena, previous studies have identified that 20% of the population treated in public institutions presents with refractive errors that affect their visual quality and quality of life. This situation is particularly concerning given the limited resources and infrastructure available for comprehensive eye care in many Latin American countries.

Optometric interventions represent a comprehensive strategy to address visual alterations, both preventively and therapeutically, thereby improving community quality of life. These interventions typically include educational components focusing on visual hygiene, early detection through screening programs, and the provision of appropriate optical correction. The systematic evaluation of these interventions using validated instruments, such as the NEI VFQ-25 Scale, enables objective quantification of their impact (6). Understanding the effectiveness of such interventions is crucial to developing

evidence-based policies and programs to address the growing burden of refractive errors in school populations.

The NEI VFQ-25 (National Eye Institute Visual Function Questionnaire-25) is an internationally validated instrument for measuring vision-related quality of life (7-9). This questionnaire has demonstrated excellent psychometric properties and has been widely used in clinical research to evaluate the impact of visual interventions on patients' daily functioning and emotional well-being (10). The instrument assesses multiple domains, including general vision, ocular pain, near activities, distance activities, social functioning, mental health, role difficulties, dependency, and color vision. Its comprehensive nature makes it particularly suitable for evaluating the multifaceted impact of optometric interventions on quality of life.

Given the growing concern about refractive errors in school populations and the need for evidence-based interventions, this study was designed to provide valuable insights into the effectiveness of comprehensive optometric care in improving vision-related quality of life among students in Cartagena, Colombia.

This study aimed to evaluate the impact of an optometric intervention on vision-related quality of life in students from two educational institutions in the Cartagena district during 2023.

MATERIALS AND METHODS

Study Design and Setting

A quantitative, quasi-experimental pre-post study without a control group was conducted from March to September 2023. This design enabled analysis of the visual quality-of-life changes following optometric intervention, focusing on the impact on users who were effectively treated. This pragmatic approach assessed the real-world effectiveness of optometric interventions in resource-limited settings. The study was conducted in two public educational institutions in the urban district of Cartagena, which together represent diverse socioeconomic backgrounds typical of the regional student population.

The target population consisted of students enrolled in two strategically selected educational institutions in the Cartagena district in 2023. Institutions were chosen based on willingness to participate, accessibility for follow-up assessments, and representation of typical socioeconomic characteristics. Non-probabilistic convenience sampling was used, including students aged 8-15 years identified with visual correction needs through comprehensive optometric screening by qualified professionals.

Sample size was calculated based on previous NEI VFQ-25 studies in similar populations, assuming a moderate effect size of 0.5, $\alpha = 0.05$, and power = 0.80, yielding a minimum required sample of 64 participants. A total of 67 students met the inclusion criteria and completed the study protocol, providing adequate statistical power.

Inclusion Criteria were students aged 8-15 years enrolled in participating institutions; clinical need for optical correction identified through optometric screening; signed informed consent by parents/guardians; verbal assent from minor; ability to understand questionnaire items in Spanish; commitment to attend follow-up. Exclusion Criteria were previous use of prescribed glasses/contact lenses; complex ocular pathologies requiring specialized management; cognitive impairments preventing adequate comprehension; systemic diseases affecting visual function; and planned relocation during the study period.

The study protocol was reviewed and approved by the Research Ethics Committee of the Faculty of Health Sciences, Universidad del Sinú, Cartagena section, in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki and Colombian health research regulations (Resolution 8430 of 1993). Written informed consent was obtained from parents/guardians, and verbal assent was secured from minors after an age-appropriate explanation of procedures. Confidentiality was maintained using coded identifiers.

Measurement Instrument

The NEI VFQ-25 (National Eye Institute Visual Function Questionnaire-25), an internationally validated instrument for measuring vision-related quality of life, was used as the primary outcome measure. The Spanish version, culturally adapted to the Colombian population, was employed, with documented content validity and reliability (Cronbach's $\alpha > 0.85$). The questionnaire consists of 25 vision-specific items generating 12 subscale scores plus an overall composite score. For this pediatric population, driving and contact lens subscales were excluded as not pertinent to children/adolescents, resulting in 17 relevant Likert-type items. The questionnaire assesses domains including general vision, ocular pain, near activities, distance activities, social functioning, mental health, role difficulties, dependency, peripheral vision, and color vision.

Intervention Protocol

Comprehensive optometric intervention was designed as a two-component program delivered by licensed optometrists with specialized pediatric training. The intervention consisted of: 1) Educational component: Two structured 45-minute sessions focused on visual hygiene principles and self-care practices, delivered using age-adapted materials, demonstrations, and practical exercises; 2) Corrective component: Provision of properly fitted spectacles formulated based on comprehensive clinical examination, including visual acuity assessment, refraction, binocular vision evaluation, and ocular health screening, with guidance on use and maintenance.

Data Collection Procedures

The methodological process included three sequential phases implemented over four months: baseline assessment involving comprehensive optometric examination and initial application of the NEI VFQ-25 questionnaire; implementation of the standardized optometric intervention delivered by trained professionals; follow-up assessment consisting of subsequent application of the same questionnaire exactly one-month post-intervention to evaluate changes in vision-related quality of life.

Statistical Analysis

Data analysis was performed using IBM SPSS Statistics version 26.0. The NEI VFQ-25 responses were dichotomized (with difficulty/ without difficulty) according to established protocols. McNemar's exact test for related samples was applied to assess the significance of changes between pre- and post-intervention measurements. Absolute differences in proportions were calculated with 95% confidence intervals, and $p < 0.05$ was considered statistically significant.

RESULTS

Population Characteristics

Sixty-seven participants were included, with an equitable gender distribution (55.2% female, 44.8% male). The most represented ages were 11 years (16.4%) and 14 years (25.4%). A total of 86.6% belonged to the subsidized health regime, and 95.5% corresponded to low socioeconomic status (Table 1).

Pre-intervention Evaluation

Before the intervention, participants presented with various visual difficulties. In the visual functionality domain, 62.7% of participants reported some degree of difficulty reading text, while 55.2% reported difficulty finding objects. Regarding emotional well-being, 56.7% reported feeling frustrated about their vision (Table 2).

Post-intervention Changes

After the intervention, notable improvements were evidenced in all evaluated domains. In the

Table 1. Sociodemographic characteristics of the population (n=67)

Variable	n	%
Age (years)		
8	4	6.0
9	5	7.5
10	8	11.9
11	11	16.4
12	8	11.9
13	9	13.4
14	17	25.4
15	5	7.5
Gender		
Female	37	55.2
Male	30	44.8
School grade		
2nd	3	4.5
3rd	4	6.0
4th	10	14.9
5th	4	6.0
6th	17	25.4
7th	8	11.9
8th	11	16.4
9th	10	14.9
Health regime		
Subsidized	58	86.6
Contributory	9	13.4
Socioeconomic status		
Low	64	95.5
Medium	3	4.5

Data are presented as absolute (n) and relative (%) frequencies

visual domain, the proportion of participants without difficulty reading text increased from 37.3% to 62.7%. For finding objects, this proportion improved from 44.8% to 67.2%. In emotional well-being, the proportion of participants without a sense of frustration increased from 43.3% to 85.1% (Table 3).

Comparative Analysis

Statistical analysis using McNemar's test revealed significant changes in multiple variables. The most notable reduction was observed in limited study time, with a 58.2% decrease (95% CI: -70.6 to -45.8%; p=0.0001). Text reading showed an improvement of 25.4% (95% CI: -37.8 to -13.0%; p=0.0001), while the ability to find objects improved by 22.4% (95% CI: -36.2 to -8.6%; p=0.004). The sensation of frustration was significantly reduced by 10.5% (95% CI: -19.2 to -1.8%; p=0.002) (Table 4).

DISCUSSION

The findings of this study provide robust evidence for the effectiveness of optometric interventions in improving vision-related quality of life among school-aged children. The significant changes observed across multiple functional domains confirm the positive impact of visual correction combined with ocular hygiene education. These results underscore the importance of early detection and timely intervention in school settings, where uncorrected refractive errors and visual dysfunctions can directly affect academic performance and daily functioning.

The complete elimination of extreme difficulty in reading and the significant reduction in moderate difficulty (p = 0.0001) are consistent with previous reports (15). Vaughn et al. similarly documented substantial improvements in reading-related visual function following targeted optometric interventions (16). These convergent findings reinforce the notion that appropriate refractive correction and visual support strategies can substantially reduce barriers to reading and learning. However, the emergence of new difficulties in near-vision activities in a subset of participants, comparable to the observations of Jiménez et al., in Medellín (17), suggests that a uniform intervention approach may not be sufficient. This highlights the need for individualized assessment and follow-up, particularly in children with complex visual demands or coexisting visual anomalies, to ensure

Table 2. Vision-related quality of life before intervention (n=67)

Evaluated dimension	No difficulty n (%)	Mild/Moderate difficulty n (%)	Extreme difficulty/Stopped doing n (%)
Visual functionality			
Reading texts	25 (37.3)	36 (53.7)	6 (9.0)
Near vision activities	28 (41.8)	32 (47.8)	7 (10.4)
Finding objects	30 (44.8)	31 (46.3)	6 (9.0)
Reading street names	35 (52.2)	24 (35.8)	8 (11.9)
Going downstairs (low light)	32 (47.8)	33 (49.3)	2 (3.0)
Noticing side objects	32 (47.8)	34 (50.7)	1 (1.5)
Social participation			
Visiting people	47 (70.1)	20 (29.9)	0 (0.0)
Recreational activities	37 (55.2)	28 (41.8)	2 (3.0)
Emotional well-being			
Frustration due to vision	29 (43.3)	33 (49.3)	5 (7.5)
Control over daily life	30 (44.8)	26 (38.8)	11 (16.4)
Dependence on others	32 (47.8)	23 (34.3)	12 (17.9)

Data are presented as absolute (n) and relative (%) frequencies

Table 3. Vision-related quality of life after intervention (n=67)

Evaluated dimension	No difficulty n (%)	Mild/Moderate difficulty n (%)	Extreme difficulty/Stopped doing n (%)
Visual functionality			
Reading texts	42 (62.7)	25 (37.3)	0 (0.0)
Near vision activities	37 (55.2)	30 (44.8)	0 (0.0)
Finding objects	45 (67.2)	22 (32.8)	0 (0.0)
Reading street names	42 (62.7)	21 (31.3)	4 (6.0)
Going downstairs (low light)	40 (59.7)	27 (40.3)	0 (0.0)
Noticing side objects	27 (40.3)	40 (59.7)	0 (0.0)
Social participation			
Visiting people	27 (40.3)	40 (59.7)	0 (0.0)
Recreational activities	53 (79.1)	13 (19.4)	1 (1.5)
Emotional well-being			
Frustration due to vision	57 (85.1)	10 (14.9)	0 (0.0)
Control over daily life	22 (32.8)	33 (49.3)	12 (17.9)
Dependence on others	41 (61.2)	19 (28.4)	7 (10.4)

Data are presented as absolute (n) and relative (%) frequencies

that interventions remain adequately tailored over time.

The improvements in object-finding ($p = 0.004$) and reading street names ($p = 0.016$) demonstrate that the intervention had a tangible functional impact on everyday activities beyond the classroom. These results align with international studies reporting enhanced performance on specific visual tasks following optical correction and structured visual care (18). Likewise, the significant reduction in difficulties when going downstairs in low-light conditions ($p = 0.002$) is consistent with the findings of Molina and Pupiales in Ecuador (19), suggesting that improved contrast sensitivity and spatial perception may be relevant mechanisms. In contrast, the discrepancy with Rivera's results in Mexico (20) may be attributable to methodological differences, such as variations in the type of optical correction, duration of follow-up, or the instruments used to assess functional outcomes. This divergence underscores the importance of standardizing outcome measures and clearly describing intervention protocols to facilitate meaningful comparisons across studies.

The significant reduction in the sensation of frustration ($p = 0.002$) is particularly noteworthy, as it highlights the psycho-emotional dimension of optometric care. Visual difficulties in children are not limited to functional impairment; they can also generate frustration, low self-esteem, and disengagement from academic and social activities. The observed improvement in emotional well-being is consistent with the findings of Choi et al. (21), who reported significant gains in quality-of-life following appropriate visual interventions. Taken together, these results suggest that optometric interventions should be conceptualized not only as corrective procedures but as integral components of child health and educational support, with the potential to positively influence emotional regulation, participation, and overall quality of life.

Table 4. Pre-post intervention comparative analysis using McNemar's test

Variable	Pre-intervention with difficulty n (%)	Post-intervention with difficulty n (%)	Absolute difference (95% CI)	p-value
Reading texts	42 (62.7)	25 (37.3)	-25.4% (-37.8 to -13.0)	0.0001*
Near vision activities	39 (58.2)	30 (44.8)	-13.4% (-28.5 to 1.7)	0.012*
Finding objects	37 (55.2)	22 (32.8)	-22.4% (-36.2 to -8.6)	0.004*
Reading street names	32 (47.8)	25 (37.3)	-10.5% (-22.7 to 1.7)	0.016*
Going downstairs (low light)	35 (52.2)	27 (40.3)	-11.9% (-25.4 to 1.6)	0.002*
Limited time for studying	43 (64.2)	4 (6.0)	-58.2% (-70.6 to -45.8)	0.0001*
Sensation of frustration	17 (25.4)	10 (14.9)	-10.5% (-19.2 to -1.8)	0.002*
Control over daily life	28 (41.8)	44 (65.7)	+23.9% (7.2 to 40.6)	0.009*
Need for help	14 (20.9)	4 (6.0)	-14.9% (-25.2 to -4.6)	0.035*

$p < 0.05$ considered statistically significant; CI: Confidence interval

From a broader perspective, the present study reinforces the need to integrate optometric screening and follow-up into school health programs to ensure early identification of visual problems and continuity of care. Future research should explore long-term outcomes, the cost-effectiveness of school-based optometric interventions, and the differential impact on subgroups with specific visual or learning needs. Additionally, incorporating qualitative approaches could provide deeper insight into children's subjective experiences and the ways in which improved vision reshapes their academic, social, and emotional trajectories.

Study limitations

This study presents several limitations to consider when interpreting the findings. First, the absence of a control group restricts the ability to attribute the observed improvements exclusively to optometric intervention, as natural adaptation or external factors cannot be fully ruled out. Second, the relatively small sample size limits the statistical power and may reduce the generalizability of the results to broader school-aged populations. Third, the short follow up period of one month provides only an initial view of the intervention's impact; longer-term studies are needed to determine the durability of the improvements in visual function and quality of life.

Additionally, cycloplegia was not employed during the refractive examination due to operational and ethical considerations in the school setting. This may have influenced the precision of refractive measurements, particularly in younger children with high accommodative tone. Future studies should consider incorporating cycloplegic refraction when feasible, or at minimum, comparing outcomes between cycloplegic and non cycloplegic assessments to better understand potential measurement bias.

Clinical Implications

The findings of this study indicate that comprehensive optometric interventions—integrating precise optical correction with structured education on ocular hygiene and visual habits—can substantially improve vision related quality of life in school aged children. The consistent improvements across functional domains suggest that these interventions not only address refractive errors but also enhance children's ability to perform essential academic and daily activities.

These results support the implementation of similar programs in other educational settings, particularly in communities with limited access to pediatric optometric care. Incorporating routine visual screening, timely correction of refractive errors, and age appropriate educational strategies into school health services may facilitate early detection of visual problems and prevent long term functional consequences. Furthermore, establishing follow up mechanisms—whether through periodic reassessments or digital monitoring tools—could strengthen adherence and ensure continuity of care.

Overall, the study underscores the value of integrating optometric services into school based health programs as a cost effective and impactful strategy to promote children's visual health, academic performance, and overall well being.

CONCLUSIONS

This study demonstrated that the implemented optometric intervention had a significant and positive impact on the vision-related quality of life of participating students. Marked improvements were observed in reading ability, reductions in difficulties with near-vision tasks, and a substantial decrease in frustration associated with visual problems. These findings highlight the effectiveness of combining optical correction with structured education on ocular hygiene and visual habits.

Overall, the results underscore the value of school based optometric programs as a practical and impactful strategy for addressing uncorrected visual problems in children. By

improving functional vision and emotional well being, such interventions have the potential to enhance academic performance, daily functioning, and overall quality of life. Future initiatives should consider integrating routine screening, individualized follow up, and educational components to ensure sustained benefits and equitable access to visual health services within educational settings.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to the participating educational institutions, students, and their families for their collaboration in this study.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest related to this manuscript.

Funding

The Research Directorate of Universidad del Sinú, Cartagena section, funded this study.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest that could influence or bias the work presented in this study. No financial or personal relationships with other people or organizations exist that could inappropriately influence this research.

Ethics

This study was approved by the Research Ethics Committee of the Faculty of Health Sciences of Universidad del Sinú, Cartagena section, in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki—ethics committee approval reference number: [Reference number to be provided by the institution]. Informed consent was obtained from all participants' guardians, and verbal assent was obtained from minors before inclusion in the study.

Source of funding

The Research Directorate of Universidad del Sinú, Cartagena section, funded this study. No external funding was received for this research.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

JRP: Conceptualization, methodology, data curation, formal analysis, investigation, software, writing - original draft, writing - review and editing.

WEV: Data collection, methodology, writing - original draft, visualization, supervision, validation.

AHS: Writing - review and editing, formal analysis and visualization, critical revision of manuscript, final approval.

JBM: Conceptualization, writing - original draft, critical revision of manuscript.

CAR: Writing - review and editing, critical revision of manuscript, final approval.

JPR: Supervision, project administration, critical revision of manuscript, final approval.

All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

REFERENCES

1. Rey-Rodríguez DV, Álvarez-Peregrina C, Moreno-Montoya J. Prevalence and factors associated with myopia in young adults. Rev Mex Oftalmol. 2017;91(5):223-8.
2. Gómez-González M, Ossa Zapata H. Prevalence of amblyopia in school population, Pereira, Colombia, 2014. Investig Andin. 2015;18(32):1443-54.
3. Fernando J, Domínguez R, Angulo AC. Public service coverage in visual health in Bogotá,

cosmopolitan capital. Cienc Tecnol Salud Vis Ocul. 2018;16(1):45-71.
4. Ortiz MI, Campuzano Revilla GP, Muñoz Pérez V, Cuevas Suárez CE. Prevalence of myopia, hyperopia and astigmatism in Mexico: A systematic review. Educ Salud Bol Científico. 2022;10(20):202-10.
5. Palencia Flórez DC, Camacho López PA, Cáceres Manrique FdeM. Reliability of the NEI VFQ-25 scale in a Colombian population with chronic ocular disease. Rev Mex Oftalmol. 2016;90(4):174-81.
6. Cole SR, Beck RW, Moke PS, Gal RL, Long DT. The National Eye Institute Visual Function Questionnaire: experience of ONTT. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2000;41(5):1017-21.
7. Mangione CM, Lee PP, Gutierrez PR, Spritzer K, Berry S, Hays RD; National Eye Institute Visual Function Questionnaire Field Test Investigators. Development of the 25-item National Eye Institute Visual Function Questionnaire. Arch Ophthalmol. 2001;119(7):1050-8.
8. Pesudovs K, Gothwal VK, Wright T, Lamoureux EL. Remediating serious flaws in the National Eye Institute Visual Function Questionnaire. J Cataract Refract Surg. 2010;36(5):718-32.
9. Wan Y, Zhao L, Huang C, Xu Y, Sun M, Yang Y, et al. Validation and comparison of the National Eye Institute Visual Functioning Questionnaire-25 (NEI VFQ-25) and the Visual Function Index-14 (VF-14) in patients with cataracts: a multicentre study. Acta Ophthalmol. 2021;99(4):e480-e488.
10. Nassiri N, Mehravaran S, Nouri-Mahdavi K, Coleman AL. National Eye Institute Visual Function Questionnaire: usefulness in glaucoma. Optom Vis Sci. 2013;90(8):745-53.
11. Ryan B, Court H, Margrain TH. Measuring low vision service outcomes: Rasch analysis of the seven-item National Eye Institute Visual Function Questionnaire. Ophthalmic Epidemiol. 2008;15(2):67-74.
12. Stelmack JA, Stelmack TR, Massof RW. Measuring low-vision rehabilitation outcomes with the NEI VFQ-25. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2002;43(9):2859-68.
13. Marella M, Pesudovs K, Keeffe JE, O'Connor PM, Rees G, Lamoureux EL. The psychometric validity of the NEI VFQ-25 for use in a low-vision population. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010;51(6):2878-84.
14. Vaughn W, Maples WC, Hoenes R. The association between vision quality of life and academics as measured by the College of Optometrists in Vision Development Quality of Life questionnaire. Optometry. 2006;77(3):116-23.
15. He M, Abdou A, Naidoo KS, Sapkota YD, Thulasiraj RD, Varma R, et al. Prevalence and correction of near vision impairment at seven sites in China, India, Nepal, Niger, South Africa, and the United States. Am J Ophthalmol. 2012;154(1):107-16.e1.
16. Tavazzi S, Vlasak N, Zeri F. Effects of lens-induced astigmatism at near and far distances. Clin Exp Optom. 2020;103(6):735-44.
17. Choi K, Wong H, Cheung H, Tseng J, Chen C, Wu C, et al. Impact of visual impairment on balance and visual processing functions in students with special educational needs. PLoS One. 2020;15(12):e0249052.
18. Klein R, Moss SE, Klein BE, Gutierrez P, Mangione CM. The NEI-VFQ-25 in people with long-term type 1 diabetes mellitus: the Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy. Arch Ophthalmol. 2001;119(5):733-40.
19. Saboo US, Amparo F, Abud TB, Schaumberg DA, Dana R. Vision-Related Quality of Life in Patients with Ocular Graft-versus-Host Disease. Ophthalmology. 2015;122(8):1669-74.
20. Vélez CM, Ramírez PB, Oviedo-Cáceres MDP, Lugo Agudelo LH, Posada AM, Hernández-Padilla ML, et al. Psychometric Properties of Scales for Assessing the Vision-related Quality of Life of People with Low Vision: A Systematic Review. Ophthalmic Epidemiol. 2023;30(3):239-248.
21. Trento M, Durando O, Lavecchia S, Charrier L, Cavallo F, Costa MA, et al. Vision related quality of life in patients with type 2 diabetes in the EUROCONDOR trial. Endocrine. 2017;57(1):83-88.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):508-517
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.14

Promoción de la convivencia saludable: intervención psicológica para el manejo de conflictos en adolescentes

Promotion of healthy coexistence: psychological intervention for conflict management in adolescents

Adriana Ximena Juárez-López[1a], Gilber Chura-Quispe[2b], Edwin Gustavo Estrada-Araoz[3c*], Edith Cristina Salamanca-Chura[4d], Oscar Mamani-Aguilar[5d]

RESUMEN

Introducción: *Los conflictos escolares en la etapa adolescente afectan la convivencia y el bienestar socioemocional de los estudiantes, por lo que resulta importante implementar intervenciones preventivas orientadas al manejo de estilos constructivos de afrontamiento. Objetivo: Evaluar los cambios observados tras la intervención del programa psicológico "Armonía en movimiento" en el manejo de conflictos entre estudiantes de educación secundaria.* **Métodos**: *El estudio es de nivel explicativo, con un diseño preexperimental (pretest-postest) en un solo grupo. Participaron 32 estudiantes adolescentes, seleccionados mediante muestreo por conveniencia, a quienes se administró la Escala de manejo de conflictos basada en cinco estilos: evasión, acomodación, compromiso, competición y colaboración. El programa incluyó 14 sesiones de 45 minutos durante seis semanas con actividades socioemocionales y experienciales.* **Resultados**: *El manejo de conflictos global aumentó en 2,53 puntos (IC 95%: 0,46 a 4,60; d = 0,44). Se observaron incrementos en la acomodación (Δ = 0,91; IC95%: 0,39 a 1,43; r = 0,720), el compromiso (Δ = 0,59; IC95%: 0,03 a 1,16; r = 0,532) y la colaboración (Δ = 0,91; IC95%: 0,37 a 1,44; r = 0,784). Los cambios de evasión (Δ = −0,22; IC95%: −0,88 a 0,44; d = 0,12) y de competición (Δ = -0,34; IC95%: −0,47 a 1,16; d= 0,38) mostraron incertidumbre.* **Conclusiones**: *El programa se asoció con una mejora moderada en el manejo de conflictos y con un incremento de los estilos de afrontamiento cooperativos, especialmente en las estrategias vinculadas a la colaboración, el compromiso y la acomodación, en estudiantes de educación secundaria.*

Palabras clave: *Adolescente, escuelas, resolución de conflictos, servicios de salud escolar, evaluación del programa*

ORCID:
[1] 0009-0007-6644-8165
[2] 0000-0002-3467-2695
[3] 0000-0003-4159-934X
[4] 0000-0002-6512-8385
[5] 0000-0001-6612-8849

[*]**Autor de correspondencia:** Edwin Gustavo Estrada-Araoz. E-mail: gestrada@unamad.edu.pe

Recibido: 12 de febrero 2026
Aceptado: 30 de abril 2026

SUMMARY

Introduction: *School conflicts during adolescence affect students' coexistence and socioemotional well-being, underscoring the importance of implementing preventive interventions to promote constructive coping styles.* **Objective**: *To assess the changes observed following the psychological program intervention "Armonía en movimiento" in conflict management among secondary school students.* **Methods**: *This was an explanatory-level study with a pre-experimental one-group pretest–posttest design. A total of 32 adolescent students were selected through convenience sampling. The Conflict Management Scale, based on five styles (avoidance, accommodation, compromise, competition, and collaboration), was administered. The program consisted of 14 45-minute sessions over six weeks,*

a. Universidad Privada de Tacna, Perú.
b. Escuela de Posgrado Newman, Perú.
c. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Perú.
d. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú.

including socioemotional and experiential activities. **Results***: Overall conflict management improved by 2.53 points (95% CI: 0.46 to 4.60; d = 0.44). Increases were observed in accommodation (Δ = 0.91; 95% CI: 0.39 to 1.43; r = 0.720), compromise (Δ = 0.59; 95% CI: 0.03 to 1.16; r = 0.532), and collaboration (Δ = 0.91; 95% CI: 0.37 to 1.44; r = 0.784). Changes in evasion (Δ = −0.22; 95% CI: −0.88 to 0.44; d = 0.12) and competition (Δ = -0.34; 95% CI: −0.47 to 1.16; d = 0.38) showed uncertainty*. **Conclusions***: The program was associated with a moderate improvement in conflict management and an increase in cooperative coping styles, particularly those related to collaboration, compromise, and accommodation among secondary school students*.

Keywords: *Adolescent, schools, conflict resolution, violence, school health services, program evaluation*

INTRODUCCIÓN

Durante la etapa adolescente, los estudiantes experimentan cambios a nivel cognitivo, emocional y social, que intensifican la aparición de desacuerdos, conductas agresivas o dificultades para regular sus emociones. En este contexto, los conflictos escolares representan un problema frecuente en distintos entornos educativos y se asocian con el bienestar psicosocial de los adolescentes, pues se originan en las relaciones dentro de la comunidad educativa (1).

Estos conflictos pueden presentarse entre: a) alumno-alumno, debido a disputas por el liderazgo, insultos, malentendidos, burlas o bullying; b) alumno-docente, por conflictos asociados a la disciplina, calificaciones, normativas o a la percepción de injusticia; o c) conflictos sistémicos, relacionados con el sistema escolar, cambios curriculares o políticas organizativas (2). Su aparición se relaciona con diversos orígenes estudiantiles, problemas de comunicación o trastornos del comportamiento (3).

El manejo de conflictos se define como la capacidad de afrontar y resolver conflictos interpersonales mediante estrategias orientadas a reducir la tensión y a favorecer soluciones constructivas. Estos conflictos suelen basarse en ideas, necesidades o creencias y su abordaje incorpora prácticas restaurativas, como la mediación, en contextos académicos (4). Por lo general, el manejo de conflictos forma parte del aprendizaje de habilidades socioemocionales, tales como el autocontrol, la conciencia social y la responsabilidad, ya que su enseñanza contribuye al desarrollo de recursos para enfrentar situaciones problemáticas (5,6).

Desde un enfoque conductual, la gestión del conflicto puede entenderse a través de cinco estilos. La competición se caracteriza por imponer la propia postura y priorizar el resultado personal; la colaboración se orienta a encontrar soluciones que satisfagan a todas las partes implicadas; la evitación consiste en aplazar o no afrontar directamente el conflicto; la acomodación implica ceder para mantener la relación; y el compromiso supone que cada parte renuncie parcialmente a sus demandas para alcanzar un acuerdo. Estos estilos expresan distintas formas de equilibrar la asertividad y la cooperación en las relaciones interpersonales (7).

El desarrollo socioemocional durante la adolescencia se vincula con la capacidad de prevenir y gestionar conflictos, lo que contribuye a mejorar la convivencia escolar y a reducir la violencia. En este sentido, los programas basados en habilidades socioemocionales han demostrado efectos positivos frente a estas problemáticas (8). Entre los enfoques más estudiados, los modelos restaurativos abordan los conflictos escolares mediante la construcción de entornos inclusivos y la reducción de la violencia a través de procesos de responsabilidad compartida, reparación del daño y participación activa (4).

El reconocimiento y la gestión de las emociones favorecen la resolución de conflictos y fortalecen la competencia social en el contexto escolar (9). Este proceso contribuye al fortalecimiento de una cultura de paz, de la autorregulación emocional, de la empatía y de una toma de decisiones más ajustada ante situaciones de conflicto (10). Desde esta perspectiva, los conflictos no deben entenderse únicamente como una disrupción del orden, sino también como una oportunidad para el desarrollo de habilidades prosociales, valores cooperativos y liderazgo ético, a través del diálogo, la corresponsabilidad y la construcción de relaciones interpersonales (11).

Diversos estudios empíricos señalan que los conflictos escolares no gestionados afectan negativamente el clima escolar y el bienestar de los adolescentes (4,12). Frente a esta problemática, los programas de intervención psicológica centrados en el desarrollo de competencias socioemocionales se emplean para prevenir la violencia y favorecer la gestión de conflictos (13). Estas intervenciones han mostrado que reducen el bullying y mejoran el clima escolar (8), ya que el manejo constructivo de los conflictos se asocia con un mejor ajuste psicosocial, especialmente en adolescentes con dificultades en el control de la ira y en la regulación emocional (14).

Desde un enfoque social y comunitario, el conflicto puede convertirse en una experiencia de convivencia democrática que contribuya al fortalecimiento de las habilidades emocionales y sociales (15). En este sentido, los programas de intervención psicológica deben incorporar el desarrollo de la empatía, la comunicación asertiva y la resolución pacífica de conflictos (10), especialmente en los escolares de secundaria, quienes atraviesan una etapa caracterizada por cambios emocionales y relacionales constantes.

La realidad problemática en el contexto peruano indica que los conflictos y la violencia escolar constituyen una prioridad, ya que se registran casi 20 000 casos anuales a través del portal SíseVe (16). De forma complementaria, la Encuesta Nacional sobre Relaciones Sociales (ENARES) 2024 reportó que el 42,5% de los adolescentes de 12 a 17 años declaró haber sufrido violencia en el entorno escolar en los últimos 12 meses, lo que confirma que esta problemática continúa presente en la educación secundaria (17). Desde una perspectiva de salud pública, esta situación resulta relevante por su impacto en el bienestar psicosocial de la población adolescente y por la necesidad de intervenciones preventivas en el ámbito escolar. Este escenario sugiere que una proporción significativa de adolescentes presenta dificultades para afrontar situaciones de conflicto en contextos sociales (18). No obstante, la evidencia empírica sobre intervenciones psicológicas dirigidas a esta población sigue siendo limitada, lo que justifica la necesidad de realizar más investigación en este ámbito.

Aunque la evidencia científica respalda que los programas psicológicos de prevención en la escuela, basados en el desarrollo de habilidades socioemocionales, contribuyen a reducir la violencia escolar (13), son escasas las investigaciones centradas en contextos de educación secundaria (19,20). La mayoría de los estudios se ha desarrollado en etapas educativas iniciales, como la educación primaria o la primera infancia (8,9,21,22).

En respuesta a esta brecha, caracterizada por la limitada atención a poblaciones con altas tasas de violencia escolar, como ocurre en el contexto peruano, y por la escasa evidencia empírica en adolescentes, se diseñó el programa de intervención psicológica "Armonía en movimiento", con un enfoque socioemocional. Este programa integra actividades prácticas y dinámicas orientadas a fortalecer la regulación emocional, la empatía, la cooperación y el desarrollo de estilos de afrontamiento constructivos ante el conflicto escolar. La propuesta se sustenta en la teoría del aprendizaje social, según la cual las personas adquieren formas de actuar y de afrontar situaciones mediante la observación de modelos de su entorno cotidiano (23). En el ámbito escolar, este enfoque resulta pertinente, ya que el aprendizaje se ve influido por los modos de interacción y de resolución de conflictos que los estudiantes observan y reproducen en su convivencia diaria.

Con base en lo expuesto, surge la siguiente interrogante: ¿Qué cambios en el puntaje global de manejo de conflictos se observan en estudiantes de secundaria antes y después de la implementación del programa de intervención psicológica "Armonía en movimiento"? Por ello, se plantea evaluar los cambios observados tras la intervención del programa psicológico "Armonía en movimiento" en el manejo de conflictos de los estudiantes de educación secundaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Método

El estudio es de tipo aplicado, ya que se orientó a abordar un problema práctico relacionado con la gestión de conflictos en un contexto educativo específico. Corresponde a un nivel explicativo, ya que se buscó evaluar los cambios observados tras la intervención del programa "Armonía en movimiento" en el desarrollo de habilidades para el manejo de conflictos. En cuanto al diseño, se empleó un diseño preexperimental con mediciones antes y después en un solo grupo, sin grupo de control (24).

La muestra estuvo conformada por 32 estudiantes de tercer grado de educación secundaria de una institución educativa pública de la región de Tacna (Perú). La selección no fue probabilística; se realizó por conveniencia, considerando la accesibilidad y la disposición del grupo a participar en el estudio. La edad promedio fue de 14 años; el 59,40% correspondió a mujeres y el 40,60% a varones. En cuanto al entorno familiar, el 65,50% de los estudiantes convivía con ambos padres, mientras que el 34,40% convivía únicamente con la madre. Respecto a la composición familiar, el 46,90% eran hijos únicos, el 31,30% tenían un solo hermano y el 21,90% tenían dos hermanos. Todos los participantes cursaban el mismo nivel educativo y presentaban características socioculturales similares. La participación fue voluntaria y se obtuvo el consentimiento informado de los padres o tutores legales, así como el asentimiento de los estudiantes. En este estudio no se realizó un cálculo *a priori* del tamaño de la muestra, debido a la naturaleza aplicada de la intervención y a las restricciones propias del escenario escolar (intervención en un aula). En consecuencia, se plantea como una primera aplicación piloto orientada a estimar la magnitud y la precisión de los cambios observados mediante estimadores, intervalos de confianza y tamaños de efecto, relevantes para próximas investigaciones con un grupo de control.

Instrumentos

El instrumento empleado fue la Escala de manejo de conflictos, adaptada al contexto peruano (25), compuesta por 20 ítems con formato de respuesta dicotómica (sí/no), en los que los estudiantes indican si se identifican o no con cada afirmación. La escala se basa en la Teoría de los Cinco Estilos de Resolución de Conflictos y evalúa cinco dimensiones: evasivo, acomodador, comprometido, competitivo y colaborador. Cada dimensión está conformada por cuatro ítems, lo que permite obtener puntajes específicos por estilo, así como un puntaje global del nivel de manejo de conflictos. La validez de contenido del instrumento se determinó mediante juicio de expertos, mientras que la confiabilidad se estimó mediante el coeficiente Kuder-Richardson (KR-20), con un valor de 0,804, lo que indica una adecuada consistencia interna para su aplicación en la población adolescente.

Programa de intervención "Armonía en movimiento"

El programa "Armonía en movimiento" se estructura en 14 sesiones secuenciales, con un enfoque socioemocional y experiencial, orientadas al fortalecimiento de las habilidades de gestión de conflictos. Cada sesión tuvo una duración de 45 minutos y se organizó en seis momentos de intervención: a) recepción de los participantes, con el propósito de generar un clima de acogida y confianza que favoreciera la disposición emocional para el trabajo grupal; b) motivación inicial, orientada a activar el interés y la participación mediante dinámicas vinculadas con el tema de la sesión y las experiencias cotidianas; c) presentación y desarrollo del tema, como eje central de la sesión, en el que se abordaron los contenidos mediante exposiciones guiadas, actividades vivenciales y ejercicios prácticos orientados a la reflexión y el aprendizaje; d) retroalimentación final, destinada a consolidar los aprendizajes

alcanzados a través de la expresión de emociones y reflexiones; e) estrategias de evaluación del logro de objetivos, dirigidas a verificar la comprensión de los contenidos sin generar presión evaluativa; y f) despedida, con función de cierre emocional y motivación, promoviendo la continuidad del compromiso en el proceso de intervención.

El programa comenzó con una evaluación diagnóstica (pretest) y con actividades orientadas a generar un clima de confianza en el grupo. A partir de ello, se trabajó en el reconocimiento de las emociones, en la distinción entre hechos, emociones y pensamientos, y en el desarrollo de habilidades como la escucha activa, la comunicación asertiva, la empatía, la negociación, la mediación y la conciliación. Las sesiones se desarrollaron mediante actividades prácticas, espacios de reflexión y ejercicios vinculados a situaciones cotidianas. Al finalizar la intervención, se aplicó el postest para evaluar los cambios observados.

Procedimiento

El proceso de recopilación de información se desarrolló en tres etapas: coordinación institucional, intervención y evaluación. Inicialmente, se estableció contacto con la dirección del centro educativo, la coordinadora del Departamento de Tutoría, Orientación Educativa y Convivencia Escolar (TOECE) y la docente tutora del aula, con el propósito de presentar el estudio y obtener las autorizaciones necesarias. Luego, se gestionó el consentimiento informado de los padres o tutores legales y el asentimiento de los estudiantes. La evaluación inicial se aplicó en la asignatura de Tutoría mediante la Escala de manejo de conflictos. La intervención se llevó a cabo durante seis semanas, con dos sesiones semanales de 45 minutos, orientadas al fortalecimiento de habilidades socioemocionales como la empatía, la comunicación asertiva, la autorregulación emocional y la toma de decisiones ante situaciones de conflicto. Finalmente, se realizó la evaluación final con el mismo instrumento para analizar los efectos del programa en el manejo de conflictos.

Análisis de datos

La gestión y organización de los datos se realizaron en Microsoft Excel 2021 y, posteriormente, se procesaron en el paquete estadístico SPSS, versión 26, donde se realizaron análisis descriptivos e inferenciales. En el análisis descriptivo se establecieron tres niveles de interpretación (bajo, medio y alto), calculados a partir de los percentiles (33 y 66), con el propósito de evaluar los cambios entre la evaluación de entrada y la de salida. Previamente al análisis inferencial, se verificó el supuesto de normalidad mediante el estadístico de Shapiro–Wilk, dado el tamaño muestral ($n < 50$). Con base en estos resultados, se compararon los puntajes mediante medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza del 95% en ambos momentos de la intervención. Para las variables que cumplieron el supuesto de normalidad se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, mientras que para aquellas que no cumplieron dicho supuesto se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. En todos los análisis se consideró un nivel de significancia de $p < 0{,}05$. Finalmente, se estimó el tamaño del efecto, empleando la d de Cohen en las comparaciones paramétricas y el coeficiente r de rango biserial en las no paramétricas, interpretándose como mínimo ($r > 0{,}2$), moderado ($r > 0{,}5$) y fuerte ($r > 0{,}8$).

Aspectos éticos

La investigación se desarrolló de acuerdo con los principios éticos para la investigación con seres humanos, según lo establecido en la Declaración de Helsinki. Asimismo, fue aprobado por el Comité de Ética de la Escuela de Posgrado Newman mediante el acta N° 005-2025-CEIEPN. Se garantizaron el anonimato y la confidencialidad de la información proporcionada por los participantes, así como el consentimiento informado de los padres o tutores legales y el asentimiento voluntario de los estudiantes. Asimismo, se respetó el principio de no maleficencia, asegurando que las actividades desarrolladas no implicaran riesgos físicos ni psicológicos para los participantes. Finalmente, se

contó con la autorización formal de la institución educativa para la ejecución del estudio y de la intervención, lo que garantizó que la información obtenida se utilizara exclusivamente con fines académicos y científicos. El manuscrito se elaboró considerando los ítems aplicables de la guía STROBE y, debido a la naturaleza no aleatorizada del estudio con medición de pretest y postest, también se consideraron las recomendaciones de la guía TREND, con el fin de fortalecer la transparencia del reporte.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se observa que, antes de la aplicación del programa, el manejo de conflictos se concentró principalmente en el nivel alto. En más de dos tercios de la muestra predominó el nivel alto en los estilos de evasión y de compromiso. Mientras tanto, en los estilos de acomodación, competición y colaboración se observó una distribución ligeramente menos predominante que en las dos primeras; en los tres casos, poco más de la mitad de los estudiantes se situaba en el nivel alto.

En el Cuadro 2 se observa que, tras la aplicación del programa, el manejo de conflictos se concentró principalmente en el nivel alto. En el análisis por dimensiones, los estilos de acomodación, compromiso y colaboración registraron los mayores porcentajes en el nivel alto, superiores al 80%, mientras que el estilo de evasión disminuyó porcentualmente y la competición se mantuvo ligeramente similar en comparación con la evaluación de entrada.

Los resultados del Cuadro 3 muestran cambios relevantes y de magnitud moderada entre el pretest y el postest en el promedio global (Δ = 2,53; IC95 %: 0,46 a 4,60; d = 0,44). En los estilos, se observaron incrementos en la acomodación (Δ = 0,91; IC95 %: 0,39 a 1,43; r = 0,72), el compromiso (Δ = 0,59; IC95 %: 0,03 a 1,16; r = 0,53) y la colaboración (Δ = 0,91; IC95 %: 0,37 a 1,44; r = 0,78). En evasión (Δ = -0,22; IC95 %: -0,88 a 0,44) y competición (Δ = -0,34; IC95 %: -0,47 a 1,16), los intervalos incluyeron el cero, lo que indica que las estimaciones son menos precisas y que los cambios compatibles presentan efectos pequeños. Sin embargo, por un lado, se enfatiza que los estudiantes tienden a ser menos evasivos ante los conflictos y, por otro, existe una ligera tendencia al aumento del uso de la competición como recurso.

DISCUSIÓN

Desde una perspectiva de salud pública y de salud mental escolar, los resultados del presente estudio indican que el programa “Armonía en movimiento” se asoció con mejoras en el manejo de conflictos a nivel global y en los estilos de afrontamiento cooperativos. A diferencia de lo planteado en la literatura, donde predominan las intervenciones en etapas educativas tempranas, estos hallazgos aportan evidencia en población adolescente, un grupo con mayor exposición

Cuadro 1. Niveles de evaluación de entrada

Niveles	Bajo		Medio		Alto	
	n	%	n	%	n	%
Manejo de conflictos	5	15,60	7	21,80	20	62,50
Evasión	5	15,60	4	12,50	23	71,80
Acomodación	6	18,70	8	25,00	18	56,20
Compromiso	7	21,88	2	6,25	23	71,88
Competición	10	31,25	5	15,63	17	53,13
Colaboración	11	34,38	5	15,63	16	50,00

Cuadro 2. Niveles de evaluación de salida

Niveles	Bajo		Medio		Alto	
	n	%	n	%	n	%
Manejo de conflictos	1	3,10	5	15,60	26	81,30
Evasión	5	15,60	6	18,80	21	65,60
Acomodación	1	3,10	1	3,10	30	93,80
Compromiso	2	6,30	3	9,40	27	84,40
Competición	9	28,10	5	15,60	18	56,30
Colaboración	1	3,10	5	15,60	26	81,30

Cuadro 3. Comparación de puntajes entre el pretest y el postest

Variables	Pretest M(DE)	Postest M(DE)	$\Delta_{Pre\text{-}Post}$	IC95 % de Δ		d_{cohen} / r
				Inferior	Superior	
Manejo de conflictos	13,19(5,04)	15,72(3,73)	-2,53	-4,60	-0,46	0,440
Evasión	3,03(1,36)	2,81(1,23)	0,22	-0,44	0,88	0,120
Acomodación*	2,63(1,31)	3,53(0,84)	-0,91	-1,43	-0,39	0,720
Compromiso*	2,78(1,26)	3,38(0,91)	-0,59	-1,16	-0,03	0,532
Competición	2,41(1,68)	2,75(1,39)	-0,34	-1,16	0,47	0,380
Colaboración*	2,34(1,64)	3,25(0,95)	-0,91	-1,44	-0,37	0,784

Nota. *Ausencia de distribución normal

a estresores psicosociales y mayor riesgo de escalamiento de la violencia escolar. En este sentido, la intervención psicológica implementada puede interpretarse como una estrategia de prevención primaria, al fortalecer recursos socioemocionales que atenúan la intensidad y la frecuencia de los conflictos, con un efecto de magnitud moderada, acorde con el periodo de aplicación y el diseño del estudio. Sin embargo, debido al diseño preexperimental, estos hallazgos deben interpretarse con cautela y requieren confirmación mediante estudios controlados.

Los cambios positivos detectados en el manejo de conflictos son coherentes con la evidencia de la literatura, en la que los programas basados en competencias socioemocionales y en prácticas restaurativas han contribuido a mejorar el clima escolar y la gestión de conflictos (4,8,13). El fortalecimiento de las estrategias de colaboración, acomodación y compromiso permite que los estudiantes cuenten con un repertorio más amplio para afrontar situaciones de conflicto durante la adolescencia. En el caso de la colaboración, los estudiantes potencian habilidades socioemocionales como la empatía, la comunicación asertiva, la toma de perspectiva y la búsqueda de soluciones, como parte del proceso de resolución de problemas (9-11).

Respecto al compromiso, los altos niveles de negociación y la búsqueda de acuerdos parciales se asocian con una reducción de las confrontaciones, por lo que las estrategias centradas en soluciones pueden actuar como un factor protector frente a efectos emocionales negativos vinculados a dificultades en el control de la ira y en la regulación emocional (12,14). En el caso de

la acomodación, su mejoría puede reflejar una mayor disposición a preservar el vínculo y a reducir tensiones inmediatas; no obstante, debe considerarse que este estilo también podría funcionar como una forma de evitación encubierta cuando no se acompaña de conductas asertivas. Por esta razón, en el programa se promovieron conductas de conciliación y cuidado, orientadas a fortalecer la asertividad y la expresión adecuada de las propias necesidades, con el fin de mantener el equilibrio en las relaciones interpersonales.

La ausencia de cambios relevantes en los estilos de competición y de evitación puede asociarse a una mayor resistencia al cambio a mediano plazo. En particular, la competición se ve influida por normas de estatus, disciplina, modelamiento del entorno y expectativas de "ganar" en las interacciones sociales; por tanto, su reducción puede requerir intervenciones más intensivas, en las que incluso participen las familias. En el caso de la evitación, se observó una ligera reducción, lo que sugiere que el programa amplió las opciones de afrontamiento, sin eliminar por completo la tendencia a postergar los conflictos, una estrategia que los adolescentes suelen utilizar como forma de regulación a corto plazo.

Desde el punto de vista teórico, los resultados aportan evidencia coherente con la teoría del aprendizaje social, en la medida en que los cambios observados en los distintos estilos pueden vincularse con un entrenamiento sostenido basado en la observación entre pares, la práctica guiada y el refuerzo social (23). El programa permitió identificar variaciones relevantes que pueden analizarse y contrastarse en estudios posteriores. Sin embargo, los estilos de competición y evitación parecen requerir una exposición más prolongada a modelos consistentes y mayores oportunidades de práctica en contextos reales para mostrar cambios más claros (26).

A nivel práctico, los hallazgos respaldan la incorporación del programa "Armonía en movimiento" como estrategia aplicable en el marco de la tutoría e intervenciones psicológicas orientadas al fortalecimiento de la comunicación asertiva, la empatía, la regulación emocional y la negociación cooperativa. Esto permite entender por qué los mayores cambios se concentraron en estilos con características constructivas (colaboración, compromiso y acomodación), lo que sugiere que su implementación puede contribuir a reducir los conflictos cotidianos y a fortalecer el clima de aula mediante pautas de interacción, acuerdos y prácticas restaurativas. Respecto a los estilos menos sensibles al cambio (evitación y competición), resulta pertinente complementar la intervención con acciones a nivel institucional, como protocolos de mediación, participación docente, modelos de conducta prosocial y el trabajo con las familias. Aún es necesario examinar la transferencia de los aprendizajes a situaciones reales de conflicto, a fin de identificar cambios en contextos cotidianos, como las conductas impulsivas en adolescentes (27) o las conductas violentas (28).

No obstante, el presente estudio debe interpretarse considerando las limitaciones propias de los diseños preexperimentales sin grupo de control, por lo que el alcance de la atribución de causalidad estricta queda limitado. En primer lugar, la maduración e historia podrían explicar los cambios observados, dado que las respuestas de los estudiantes pueden verse afectadas por procesos evolutivos o por eventos concurrentes no medidos durante las seis semanas. En segundo lugar, la ejecución de una prueba-reprueba podría favorecer mejoras debido a la familiaridad con el instrumento. Tercero, el efecto Hawthorne (cambios derivados de la atención recibida y de la participación en actividades) podría incrementar transitoriamente las conductas prosociales. Finalmente, al tratarse de autoinformes dicotómicos, la deseabilidad social puede incrementarse en el postest debido a la exposición a contenidos valorados como socialmente adecuados. Estas amenazas restringen la atribución causal y refuerzan la necesidad de diseños cuasiexperimentales o de ensayos controlados multiinformante y de seguimiento longitudinal para evaluar la estabilidad de los cambios a lo largo del tiempo.

Desde una perspectiva de salud pública, estos resultados son relevantes porque aportan evidencia

inicial sobre intervenciones preventivas en salud mental escolar dirigidas a adolescentes. A pesar de estas limitaciones, en el contexto peruano, los hallazgos aportan evidencia de utilidad sobre el programa "Armonía en movimiento" para el fortalecimiento de estilos constructivos de manejo de conflictos, en consonancia con una perspectiva preventiva y de convivencia democrática.

CONCLUSIONES

El estudio mostró un aumento en el manejo de conflictos tras la intervención del programa "Armonía en movimiento". El puntaje global mostró cambios entre el antes y el después de la aplicación; asimismo, el tamaño del efecto fue moderado, lo que sugiere una mejora general del repertorio de afrontamiento de los estudiantes ante situaciones de conflicto. Respecto a los estilos específicos, los cambios más consistentes se observaron en la colaboración, la acomodación y el compromiso, con incrementos significativos y efectos moderados. En contraste, las estrategias de evitación y competición no mostraron variaciones relevantes, lo que indica la necesidad de considerar intervenciones de mayor intensidad o de mayor duración.

Conflicto de interés. Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Financiamiento. El estudio fue autofinanciado.

Contribución de autores

- Adriana Ximena Juárez-López: Administración del proyecto; Conceptualización; Metodología; Intervención; Curación de datos; Redacción (borrador original).
- Gilber Chura-Quispe: Metodología; Análisis formal; Redacción–revisión y edición; Software, Supervisión, Validación
- Edwin Gustavo Estrada-Araoz: Metodología; Análisis formal; Visualización; Redacción–revisión y edición.
- Edith Cristina Salamanca-Chura: curación de datos; redacción–revisión y edición.
- Óscar Mamani-Aguilar: Curación de datos; Redacción–revisión y edición

REFERENCIAS

1. O'Toole J. Integrating conflict management learning into the curriculum. Beijing Int Rev Educ. 2023;5(1–2):116–136.
2. Ceballos EM, Correa NT, Correa AD, Rodríguez JA, Rodríguez B, Vega A. La voz del alumnado en el conflicto escolar. Rev Educ. 2012;359:554–579.
3. Largo ME, Delgado MP. Adolescentes con alteraciones graves de conducta. ¿Cómo se interviene a nivel educativo en los institutos de enseñanza secundaria? Rev Esp Orient Psicopedag. 2019;30(2):25342.
4. Weber C, Vereenooghe L. Reducing conflicts in school environments using restorative practices: a systematic review. Int J Educ Res Open. 2020;1:100009.
5. Maloney JE, Whitehead J, Long D, Kaufmann J, Oberle E, Schonert-Reichl KA, et al. Supporting adolescent well-being at school: integrating transformative social and emotional learning and trauma-informed education. Soc Emot Learn Res Pract Policy. 2024;4:100044.
6. Shimanovskaya YaV, Sarychev AS. Improvement of the efficiency of adolescents' interpersonal interaction in conflict resolution. Propósitos Represent. 2021;9(SPE2):e989.
7. Kilmann R, Thomas K. Developing a forced-choice measure of conflict-handling behavior: the mode instrument. Educ Psychol Meas. 2009;37(2):309–325.
8. Santamaría-Villar MB, Gilar-Corbi R, Pozo-Rico T, Castejón JL. Teaching socio-emotional competencies among primary school students: improving conflict resolution and promoting democratic co-existence in schools. Front Psychol. 2021;12:659348.
9. Herrera L, Lorenzo A. Socio-emotional development in early childhood education classrooms: contributions from positive psychology. En:

Modern early childhood teacher education: theories and practice. Hershey (PA): IGI Global; 2024. p. 217–241.
10. Ramírez-Rocha AC. Educación de competencias emocionales para la construcción de una cultura de paz. Rev Docentes 2.0. 2025;18(1):333–341.
11. Vinokur E, Yomtovian A, Marom MS, Itzchakov G, Baron L. Social-based learning and leadership in school: conflict management training for holistic, relational conflict resolution. Front Soc Psychol. 2024;2:1412968.
12. Wang Z, Chen X, Liu J, Bullock A, Li D, Chen X, et al. Moderating role of conflict resolution strategies in the links between peer victimization and psychological adjustment among youth. J Adolesc. 2020;79:184–192.
13. Avivar-Cáceres S, Prado-Gascó V, Parra-Camacho D. Effectiveness of the FHaCE Up! program on school violence, school climate, conflict management styles, and socio-emotional skills on secondary school students. Sustainability. 2022;14(24):17013.
14. Erses T, Kiliç Y, Berkmen B. The relationship of emotional abuse, self-value and conflict resolution needs in secondary school students. Front Psychol. 2022;13:966702.
15. Rivera MJ, Matute R. Resolución de conflictos para estudiantes de psicología: una propuesta de cultura de paz. Psicoperspectivas. 2023;22(1):2769.
16. Ministerio de Educación (PE). Mapa interactivo del Sistema de Información SíseVe. Lima: MINEDU; 2025.
17. Instituto Nacional de Estadística e Informática (PE). Informe de los principales resultados de la Encuesta Nacional sobre Relaciones Sociales 2024 (ENARES). Lima: INEI; 2025.
18. Rojas Vela TV. Conductas agresivas y estilos de crianza en estudiantes de secundaria. Rev Invecom. 2025;5(4):1–10.
19. Filella G, Ros-Morente A. Happy software: an interactive program based on an emotion management model for assertive conflict resolution. Front Psychol. 2023;13:935726.
20. Rillo-Albert A, Sáez de Ocáriz U, Costes A, Lavega-Burgués P. From conflict to socio-emotional well-being: application of the GIAM model through traditional sporting games. Sustainability. 2021;13(13):7263.
21. Huo M, Ning B. Unveiling social–emotional excellence: a network perspective on social–emotional skills in children and adolescents. Br J Dev Psychol. 2025;43:1–16.
22. Ros-Morente A, Farré M, Quesada-Pallarès C, Filella G. Evaluation of Happy Sport, an emotional education program for assertive conflict resolution in sports. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(5):2596.
23. Bandura A. Social learning theory. Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall; 1977.
24. Campbell D, Stanley J. Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social. Buenos Aires: Amorrortu Editores; 1995.
25. Peña R, Portugal P. La resolución de conflictos y el clima del aula de los estudiantes del V ciclo de la Institución Educativa Mayta Cápac, Cayma [tesis de grado]. Arequipa: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa; 2018. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6772
26. Schippers MC, Morisano D, Locke EA, Scheepers AWA, Latham GP, de Jong EM. Writing about personal goals and plans regardless of goal type boosts academic performance. Contemp Educ Psychol. 2020;60:101823.
27. Cayo EET, Chura-Quispe G, Estrada Araoz EG, Mamani-Apaza WW, Manrique-Jaramillo YV, De la Cruz BDL. ¿La nomofobia predice la impulsividad en los estudiantes de educación básica? Una mirada desde la salud mental escolar. Gac Med Caracas. 2025;133(4):1142–1152.
28. Flores-Rosado CB, Chura-Quispe G, Herrera-Pérez EI, Vargas-Murillo AR, Collazos-Alarcón MA, Alatrista-Vargas EA. Violence against persons with disabilities in Latin America: a systematic review. Multidiscip Rev. 2026;9(6):2026257.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):518-526
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.15

Curso temporal de la modulación del eje TLR_4/NF-κB y preservación de la matriz ósea mediante el bloqueo del receptor AT_1 en enfermedad periodontal experimental

Temporal course of the modulation of the TLR_4/NF-κB axis and bone matrix preservation by AT_1 receptor blockade in experimental periodontal disease

María Gabriela Matos[1a*], Anita Israel[2a], Lourdes Perdomo[3b], Marco Álvarez[4b], María del Rosario Garrido[5a]

RESUMEN

Introducción: *La enfermedad periodontal es una enfermedad inflamatoria crónica caracterizada por la destrucción progresiva de los tejidos de soporte inducida por lipopolisacáridos (LPS) bacterianos. Aunque el Sistema Renina-Angiotensina (SRA) tisular exacerba la inflamación, su contribución, dependiente del tiempo, a la transición de la señalización aguda al daño estructural crónico es elusiva. Este estudio evaluó el curso temporal de los efectos del valsartán (antagonista de los receptores AT_1) (7 vs. 14 días) sobre el eje TLR_4/NF-κB y la preservación de la matriz ósea en un modelo experimental de enfermedad periodontal inducido por LPS en ratas.* **Métodos**: *Ratas macho Sprague-Dawley fueron divididas en cuatro grupos para cada tiempo experimental (7 y 14 días): Control, LPS, Valsartán (VAL) y LPS+VAL. La enfermedad periodontal se indujo mediante inyecciones locales de LPS de E. coli en la gingiva. El VAL se administró diariamente, con monitoreo del estado normotenso. El tejido gingival se analizó mediante inmunofluorescencia para evaluar la expresión de AT_1R, TLR_4, p-p38 MAPK y p-NF-κB. La resorción ósea, la matriz de colágeno y los depósitos de calcio se cuantificaron histopatológicamente mediante las tinciones Tricrómico de Masson y Von Kossa.* **Resultados**: *El LPS provocó leucocitosis sistémica a los 7 y 14 días. A los 7 días, el tejido gingival mostró un pico molecular agudo, con un marcado incremento de la densidad óptica relativa de TLR_4 y de la activación de p-p38 y p-NF-κB. Este efecto estuvo presente aun a los 14 días, la exposición crónica resultó en una pérdida ósea alveolar significativa, un desbalance de la relación RANKL/OPG y una reducción drástica de las fibras de colágeno. El tratamiento con valsartán revirtió significativamente la leucocitosis en ambos tiempos sin alterar la presión arterial media. A nivel molecular, el VAL atenuó la sobreexpresión temprana de TLR_4 y la activación de p-p38 y p-NF-κB a los 7 días. Como consecuencia de esta inhibición temprana, se logró una reversión significativa del 27,03% de la degradación de la matriz, con preservación del colágeno y de los depósitos de calcio a los 14 días en comparación con el grupo LPS.* **Conclusión**: *Nuestros hallazgos demuestran una interacción dependiente del tiempo entre las vías AT_1R y*

ORCID:
[1] 0000-0001-7290-5237
[2] 0000-0003-1812-0759
[3] 0000-0002-9104-3502
[4] 0000-0002-1781-4532
[5] 0000-0001-9662-4405

[*]**Autor de correspondencia:** María Gabriela Matos. E-mail:gbrielamatos@hotmail.com

Recibido: 10 de abril 2026
Aceptado: 1 de junio 2026

a Laboratorio de Neuropéptidos, Facultad de Farmacia. Universidad Central de Venezuela, Caracas-Venezuela.
b Sección de Microscopía Electrónica del Instituto Anatómico José Izquierdo. Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela, Caracas-Venezuela.

TLR_4 durante la progresión de la enfermedad periodontal. El bloqueo temprano de AT_1R con valsartán suprime la señalización inflamatoria aguda (7 días), frenando eficazmente la resorción ósea crónica posterior y la degradación de la matriz (14 días) de forma independiente de la hemodinámica sistémica. Este estudio posiciona el antagonismo del receptor AT_1 como una potente estrategia inmunomoduladora dependiente del tiempo.

Palabras clave: *Enfermedad periodontal; Antagonismo del Receptor de Angiotensina II Tipo 1, Valsartán, Vía TLR_4/NF-κB, Estudio cinético, Degradación de la matriz ósea, Osteoinmunología*

SUMMARY

Introduction: *Periodontal disease is a chronic inflammatory disease characterized by progressive tissue destruction driven by bacterial endotoxins like lipopolysaccharides (LPS). Although the tissue Renin-Angiotensin System (RAS) is known to exacerbate inflammation, its time-dependent contribution to the transition from acute signaling to chronic tissue damage remains poorly understood. This study evaluated the temporary course of the effects (7 vs. 14 days) of the AT_1 receptor (AT_1R) antagonist, valsartan, on the TLR_4/NF-κB axis and bone matrix preservation in a rat model of LPS-induced periodontal disease.* **Methods**: *Male Sprague-Dawley rats were divided into four groups for each time point (7 and 14 days): Control, LPS, Valsartan (VAL), and LPS+VAL. Periodontal disease was induced by local gingival injections of E. coli LPS. VAL was administered daily (normotensive status was monitored). Gingival tissue was analyzed by immunofluorescence for AT_1R, TLR_4, p-p38 MAPK, and p-NF-κB expression. Bone resorption, collagen matrix, and calcium deposits were quantified using micro-morphometric analysis, histopathology, Masson's Trichrome, and Von Kossa staining.* **Results**: *LPS induction triggered systemic leukocytosis and severe tooth mobility at both 7 and 14 days. At 7 days, the gingival tissue exhibited an acute molecular peak, with a marked increase in the relative optical density of TLR_4, p-p38, and p-NF-κB translocation. This effect was present also by day 14, chronic exposure resulted in significant alveolar bone loss, RANKL/OPG ratio imbalance, and a drastic reduction in collagen fibers and mineralized matrix. Valsartan treatment significantly reversed systemic leukocytosis at both times without affecting mean arterial pressure. Molecularly, VAL attenuated the early upregulation of TLR_4, p-p38 MAPK, and p-NF-κB activation at day 7. Consequently, this early signaling inhibition led to a significant 27.03% reduction in bone matrix degradation, increased calcium deposition, and preservation of collagen fibers at 14 days compared to the LPS-only group.* **Conclusion**: *Our findings demonstrate a time-dependent crosstalk between AT_1R and TLR_4 pathways during periodontal disease progression. Early blockade of AT_1R with valsartan suppresses acute upstream inflammatory signaling (7 days), thereby halting subsequent downstream chronic bone resorption and matrix degradation (14 days), independently of blood pressure. This study highlights AT_1R antagonism as a potent time-sensitive immunomodulatory strategy for periodontal health.*

Keywords: *Periodontal disease, Angiotensin II Type 1 Receptor Antagonism, Valsartan, TLR_4/NF-κB pathway, Bone matrix degradation, Osteoimmunology*

INTRODUCCIÓN

La enfermedad periodontal es una enfermedad inflamatoria crónica y multifactorial, caracterizada por la destrucción progresiva e irreversible de los tejidos de soporte dental, incluidos el ligamento periodontal y el hueso alveolar (1,2). El factor etiológico primario es la acumulación de una biopelícula subgingival patógena, en la que los lipopolisacáridos (LPS) de las bacterias Gram-negativas actúan como potentes patrones moleculares asociados a patógenos (PAMPs) (3). El reconocimiento local del LPS por el receptor tipo Toll 4 (TLR_4) en células residentes e inmunes desencadena una cascada aguda de señalización intracelular aguas abajo (4). Esta cascada activa la proteína quinasa activada por mitógenos (MAPK) p38 (5) y promueve la translocación nuclear del factor nuclear kappa B (NF-κB), un regulador transcripcional maestro (4). La activación de este eje induce una robusta "tormenta de citocinas" (que comprende TNF-α, IL-1β e IL-6) y altera la relación biomolecular RANK/RANKL/OPG, desplazando el microambiente tisular hacia la osteoclastogénesis y la degradación de la matriz extracelular (6,7).

Si bien las respuestas inflamatorias agudas son cruciales para la defensa inicial contra los patógenos, la activación de estas vías moleculares conduce a daño tisular crónico (1). La evidencia reciente indica que el Sistema Renina-Angiotensina (SRA) actúa como un amplificador local crítico de la inflamación crónica y del estrés oxidativo (8,9). La Angiotensina II (Ang II), actuando a través del receptor tipo 1 de la angiotensina II (AT_1R), estimula la NAD(P)H oxidasa, generando especies reactivas del oxígeno (ERO) que transactivan aun

más la vía del TLR_4 (10,11). Aunque nuestros hallazgos previos establecieron que el bloqueo de AT_1R con valsartán atenúa el perfil inmunológico general (12,13), el curso temporal preciso que rige la interacción (crosstalk) entre AT_1R y el eje TLR_4/NF-κB durante la progresión de la inflamación aguda al remodelado óseo crónico irreversible sigue sin estar completamente definida.

Abordar la enfermedad periodontal como un proceso biológico dinámico requiere comprender cómo la inhibición molecular temprana, aguas arriba, se corrobora con los resultados estructurales a largo plazo. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue investigar los efectos dependientes del tiempo (7 frente a 14 días) del bloqueo de AT_1R con valsartán sobre el curso temporal del eje de señalización TLR_4/p38-MAPK/NF-κB y su impacto directo en la preservación de la matriz de colágeno y en la resorción ósea alveolar en un modelo experimental de enfermedad periodontal inducida por LPS. Planteamos la hipótesis de que la intervención farmacológica temprana sobre AT_1R interrumpe selectivamente la señalización inflamatoria aguda (día 7), proporcionando una protección estructural sostenida aguas abajo y la preservación de la matriz ósea a lo largo del tiempo (día 14) de manera independiente de la hemodinámica sistémica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales y Protocolos de Experimentación

Como animales de experimentación se utilizaron ratas macho, de la cepa *Sprague-Dawley*, de 280-300 g de peso corporal, provenientes del Bioterio del Instituto de Medicina Experimental (U.C.V., Caracas), mantenidas con libre acceso al agua y a la comida (Ratarina®) hasta el momento del experimento.

Inducción de la Enfermedad Periodontal

La enfermedad periodontal se indujo mediante inyecciones repetidas de endotoxina en el tejido gingival, según el método de Ramamurthy y col. (14). La inflamación periodontal se indujo 24 horas antes del inicio del tratamiento con el antagonista de los receptores AT_1 (valsartán; VAL). Las ratas fueron anestesiadas con ketamina al 10% (60 mg/kg) y se inyectó directamente en la encía vestibular entre el primer y el segundo molar 10 μL (1 mg/mL) de LPS de *Escherichia coli (E. coli*), purificado cromatográficamente (Sigma, St. Louis), cada dos días, para un total de 4 inyecciones en un período de 7 días de tratamiento, y de 8 inyecciones en el grupo de 14 días de tratamiento. Las ratas control recibieron 4 y 8 inyecciones de solución salina durante el mismo período de tiempo, las ratas fueron distribuidas en los siguientes grupos: (1) CONTROL, (2) LPS, (3) VALSARTÁN (VAL), (4) LPS+VAL (L+V). Veinticuatro horas posteriores a la inyección de la solución salina o del LPS se administró el valsartán por vía oral a una dosis de 10 mg/kg. Se recolectó saliva para la determinación de proteína C reactiva (PCR) y de citocinas proinflamatorias, aproximadamente 500 μL, tanto a los 7 como a los 14 días de tratamiento; esta se congeló a -20 °C hasta el momento de realizar los ensayos. Los experimentos fueron realizados siguiendo las buenas prácticas de manejo de animales de laboratorio y previa aprobación del comité de bioética de la Facultad de Farmacia de la Universidad Central de Venezuela.

Procesamiento de Tejidos y Análisis de Inmunofluorescencia. Al final de cada periodo temporal (días 7 o 14), las ratas fueron sacrificadas bajo anestesia profunda. Los tejidos gingivales mandibulares se disecaron cuidadosamente y se fijaron en paraformaldehído al 4%. Para el análisis molecular, los tejidos de la cohorte de 7 días fueron priorizados para el rastreo mediante inmunofluorescencia de las cascadas de señalización aguas arriba. Las secciones se incubaron con anticuerpos primarios contra AT_1R, TLR_4, p-p38 MAPK y p-NF-κB. La densidad óptica relativa y la translocación nuclear de p-NF-κB se cuantificaron mediante un software de análisis de imágenes digitales.

Histopatología y Morfometría de la Matriz Ósea. Los bloques óseos mandibulares de la cohorte de 7 y 14 días fueron descalcificados en

EDTA al 10%, incluidos en parafina y seccionados longitudinalmente (5 μm). Para evaluar la degradación estructural crónica, las secciones se tiñeron con Tricrómico de Masson para cuantificar las fibras de colágeno y con la tinción de Von Kossa para evaluar la matriz mineralizada y los depósitos de calcio. La resorción ósea alveolar y el número de osteoclastos activos se determinaron histomorfométricamente a lo largo de la cresta alveolar.

Análisis Estadístico

Los datos se expresan como la media $\pm$ el error estándar de la media (SEM). Las comparaciones a través de los intervalos de 7 y 14 días entre los cuatro grupos se analizaron mediante un análisis de varianza de dos vías (ANOVA de dos vías), seguido de la prueba post-hoc de Tukey para comparaciones múltiples. La significancia estadística se estableció en $p < 0,05$.

RESULTADOS

Alteraciones Sistémicas y Monitoreo Hemodinámico

La administración local de LPS indujo una respuesta inmune sistémica significativa, evidenciada por un aumento marcado del recuento total de glóbulos blancos (leucocitosis) y una disminución progresiva del peso corporal, tanto a los 7 como a los 14 días, en comparación con el grupo control ($p < 0,05$). El tratamiento diario por vía oral con valsartán (grupo LPS+VAL) atenuó significativamente la leucocitosis sistémica, mitigó la pérdida de peso corporal en ambos puntos temporales ($p < 0,05$). Notablemente, el monitoreo mediante pletismografía confirmó que la presión arterial media se mantuvo dentro de los rangos fisiológicos en todos los grupos experimentales durante los periodos de 7 y 14 días, lo que demuestra que los efectos protectores del valsartán ocurrieron independientemente de cambios hemodinámicos sistémicos (Figura 1).

Fase aguda y crónica (días 7 y 14): curso temporal del eje de señalización gingival TLR_4/ p38-MAPK/NF-κB

Tal como se observa en la Figura 2, tanto el dia 7 como 14, el análisis morfométrico por inmunofluorescencia del tejido gingival mandibular reveló un pico de activación molecular aguda inducido por el insulto endotoxínico. El grupo LPS mostró una regulación al alza drástica en la densidad óptica relativa del receptor tipo Toll 4 (TLR_4), junto con un incremento en la expresión del receptor tipo 1 de angiotensina II (AT_1R). Esta sobreactivación de receptores se correlacionó directamente con un aumento sustancial en la fosforilación de la proteína quinasa p38 activada por mitógenos (p-p38 MAPK) y una translocación nuclear masiva de la subunidad fosforilada del factor nuclear kappa B (p-NF-κB). Consecuentemente, este pico de señalización indujo un perfil local robusto de citocinas proinflamatorias. La intervención farmacológica temprana con valsartán (LPS+VAL) suprimió significativamente la expresión local de AT_1R y TLR_4, a los 7 y 14 días. Como resultado, las cascadas intracelulares aguas abajo se interrumpieron eficazmente, como lo demostró una profunda reducción en la activación de p-p38 MAPK y la inhibición de la translocación nuclear de p-NF-κB ($p < 0,05$).

Fase Crónica (Día 14): Histopatología, Resorción Ósea Alveolar y Degradación de la Matriz

Hacia el día 14, la exposición crónica a LPS provocó una degradación estructural irreversible de la arquitectura periodontal. El análisis histomorfométrico cuantitativo del grupo que recibió solo LPS demostró un desbalance severo en la relación RANKL/OPG, caracterizado por un incremento significativo del ARN/proteico en el número de osteoclastos multinucleados activos a lo largo de la cresta alveolar y una severa resorción ósea alveolar. Notablemente, la inhibición molecular temprana lograda por el valsartán al día 7 se tradujo en una preservación estructural

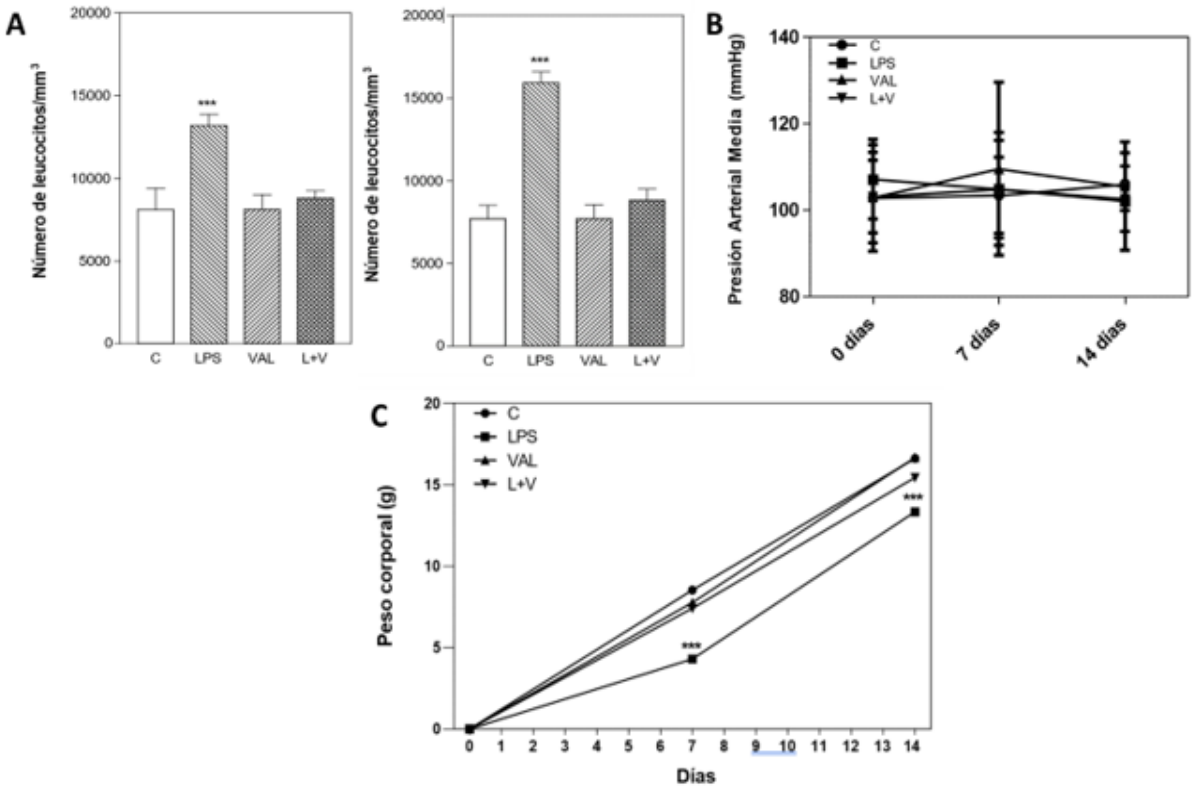


Figura 1. Parámetros clínicos sistémicos y monitoreo hemodinámico durante los ciclos de 7 y 14 días. (A) Recuento total de glóbulos blancos (leucocitos/μL) que muestra la respuesta inmune sistémica aguda a los 7 días (panel izquierdo) y la crónica a los 14 días (panel derecho). (B) Presión arterial media (mmHg) registrada mediante pletismografía no invasiva en la cola. Los datos se expresan como la media $\pm$ SEM ($n = 6$ por grupo). $p < 0,05$ indica significancia estadística (a *vs*. Control; b *vs*. grupo LPS; ANOVA de dos vías seguida de la prueba post-hoc de Tukey). VAL: Valsartán; LPS: Lipopolisacárido (C) Variaciones acumuladas del peso corporal (g)

altamente significativa al día 14. Los animales de la cohorte LPS+VAL exhibieron una notable regulación a la baja de la relación RANKL/OPG, lo que se tradujo en una disminución significativa del recuento de osteoclastos activos y en una notable prevención de la pérdida ósea alveolar (Figura 3).

Las tinciones histoquímicas de Tricrómico de Masson y Von Kossa revelaron una pérdida drástica de las fibras de colágeno organizadas y una reducción significativa en la matriz ósea mineralizada y los depósitos de calcio. De manera crucial, la cuantificación histoquímica demostró que el tratamiento con valsartán condujo a una reversión significativa del 27,03% en la degradación de la matriz ósea, evidenciando una densa red de fibras de colágeno preservadas y depósitos de calcio restaurados en comparación con el grupo que solo recibió LPS ($p < 0,05$) (Figura 4).

DISCUSION

La caracterización del curso temporal de la enfermedad periodontal experimental en periodos de 7 y 14 días proporciona una perspectiva novedosa sobre la capacidad inmunofarmacológica del bloqueo de AT$_1$R. Tradicionalmente, la enfermedad periodontal se ha abordado como un proceso infeccioso localizado, gobernado exclusivamente por el infiltrado leucocitario y la activación osteoclástica subsecuente estimulada por los PAMPs (1,2). Sin embargo, nuestros hallazgos

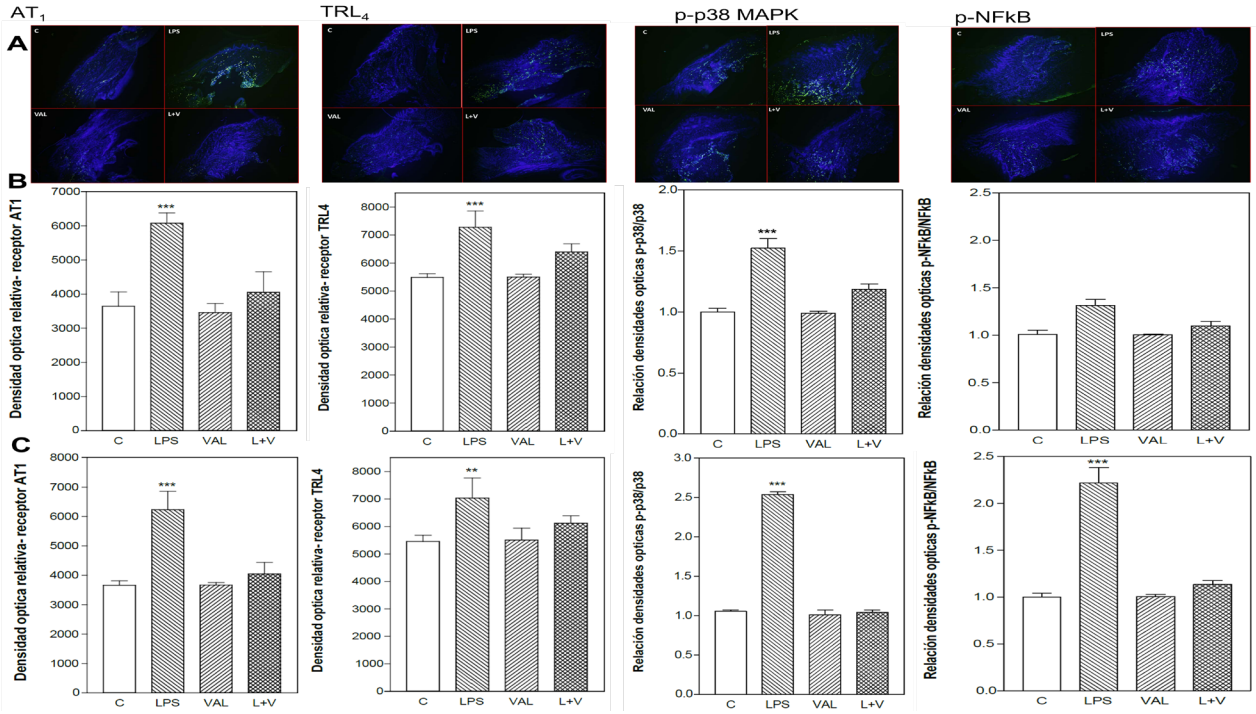


Figura 2. Modulación temporal del eje de señalización localizado en TLR_4/p38-MAPK/p-NF-κB en el tejido gingival mandibular durante las fases aguda y crónica (días 7 y 14). (A) Microfotografías representativas de inmunofluorescencia que muestran la expresión y localización celular de AT_1R, TLR_4, p-p38 MAPK y la translocación nuclear de la subunidad transcripcional p-NF-κB (Barras de escala = 50 μm). (B, 7 días) y (C, 14 días). Análisis morfométrico densitométrico que representa la densidad óptica relativa (DOR) cuantificada en las cohortes Control, LPS, VAL y LPS+VAL. Los datos se expresan como la media ± SEM (n = 6)

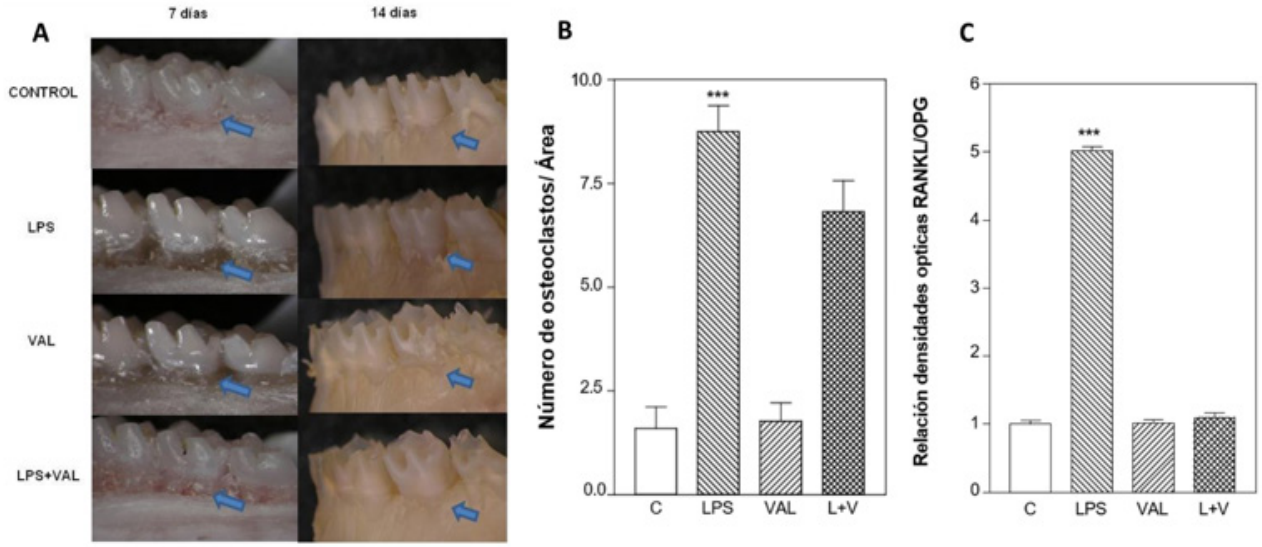
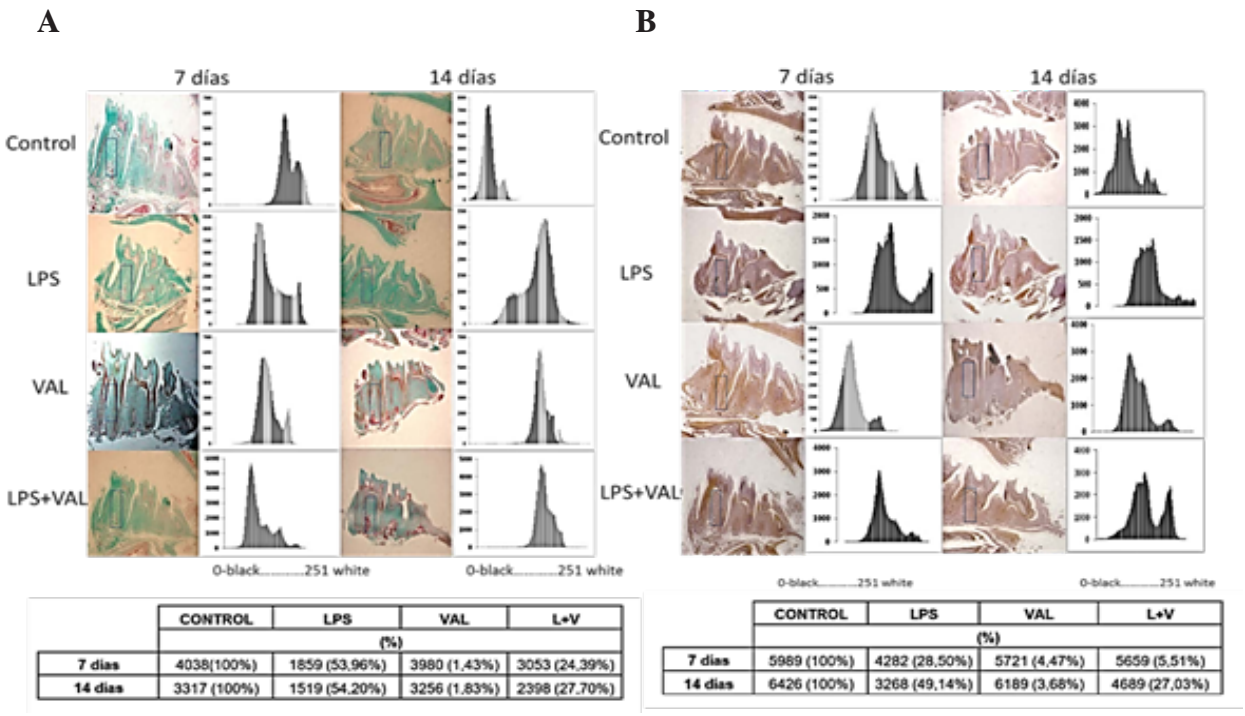


Figura 3. Análisis histomorfométrico cuantitativo de la pérdida ósea alveolar y la señalización osteoclastogénica en la fase crónica (Día 14). (A) Secciones histológicas longitudinales representativas de la cresta alveolar mandibular. Las flechas azules indican zonas de resorción ósea activa y alteraciones en el espacio del ligamento periodontal. (B) Recuento total de osteoclastos multinucleados activos a lo largo de la superficie ósea. (C) Expresión biomolecular de la relación local RANKL/OPG que conduce a la osteoclastogénesis. Los datos se expresan como la media ± SEM ($n = 6$). Las diferencias significativas ($p < 0{,}05$) se representan mediante letras distintas



	CONTROL	LPS	VAL	L+V
	(%)			
7 días	4038(100%)	1859 (53,96%)	3980 (1,43%)	3053 (24,39%)
14 días	3317 (100%)	1519 (54,20%)	3256 (1,83%)	2398 (27,70%)

	CONTROL	LPS	VAL	L+V
	(%)			
7 días	5989 (100%)	4282 (28,50%)	5721 (4,47%)	5659 (5,51%)
14 días	6426 (100%)	3268 (49,14%)	6189 (3,68%)	4689 (27,03%)

Figura 4. Evaluación histoquímica de la degradación de la matriz extracelular y de la preservación estructural mediadas por el bloqueo de AT$_1$R a los días 7 y 14. (A) Secciones representativas de la tinción de Tricrómico de Masson que ilustran las redes de fibras de colágeno densas y organizadas y su preservación en la cohorte LPS + VAL. (B) Paneles de tinción histoquímica de Von Kossa que muestran la integridad de la matriz ósea mineralizada y los depósitos de calcio localizados. (Tabla inferior) Análisis cuantitativo que muestra la reversión estructural del 27,03 % de la degradación de la matriz ósea lograda mediante la intervención diaria con valsartán, en comparación con la cohorte LPS no tratada. Los datos se expresan como la media ± SEM ($n = 6$; $p < 0,05$)

revelan que la progresión desde la señalización aguda hasta la degradación permanente de la matriz estructural requiere un amplificador intrínseco dentro del tejido conectivo, un papel desempeñado fundamentalmente por el Sistema Renina-Angiotensina (SRA) tisular local, a través de su interacción con el receptor de la inmunidad innata TLR$_4$ (8–11).

La fase aguda (día 7) corresponde al pico temporal de la transactivación molecular. El desafío local con LPS derivado de *E. coli* induce una regulación al alza severa de TLR$_4$, lo que desencadena de inmediato la fosforilación intracelular de p38 MAPK y la subsecuente translocación nuclear de p-NF-κB (4,5). Este interruptor transcripcional es responsable de la "tormenta de citocinas" localizada y de la activación inicial de la vía RANKL/OPG (6,7). El hallazgo más notable en esta etapa es que la administración diaria de valsartán suprimió de manera significativa la expresión de AT$_1$R y TLR$_4$. Esto indica una señalización cruzada (*crosstalk*) molecular en la que la Angiotensina II, al actuar a través de AT$_1$R, actúa como un mecanismo cooperativo de retroalimentación positiva que estabiliza y amplifica la vía del TLR$_4$ (10,11). Al interrumpir tempranamente la activación de AT$_1$R, el valsartán "desconecta" eficazmente el impulso energético aguas arriba del eje TLR4/p38-MAPK/NF-κB, mitigando la señal inflamatoria antes de que se produzca la pérdida irreversible de la inserción tisular.

Esta intervención molecular temprana, al día 7, explica directamente la notable preservación estructural observada durante la fase crónica, al día 14. En los animales que recibieron solo LPS, la translocación sostenida de p-NF-κB durante 14 días consolida una osteoclastogénesis crónica y

una degradación severa de la matriz extracelular, evidenciada por una pérdida drástica de las fibras de colágeno organizadas y de los depósitos de calcio mineralizado (3,6). Por el contrario, la cohorte tratada con valsartán demostró una reversión significativa del 27,03% en la degradación de la matriz ósea, caracterizada por haces de colágeno densos y paralelos (Tricrómico de Masson) y nódulos de calcio robustos e intactos (Von Kossa). Este salvamento estructural demuestra que el bloqueo del SRA tisular no se limita a reducir la inflamación en fase fluida, sino que también protege activamente la integridad estructural del periodonto al normalizar la relación RANKL/OPG y prevenir la resorción ósea osteoclástica activa (7).

De manera crucial, todas las acciones protectoras moleculares e histoquímicas del valsartán se observaron en animales que mantuvieron un estado normotenso fisiológico estable durante los ciclos de 7 y 14 días. Este fenómeno rompe el dogma clínico convencional que restringe el uso de los antagonistas de los receptores de Angiotensina II (ARA-II) al manejo cardiovascular sistémico (8,9). Demuestra inequívocamente que los efectos anti-periodontíticos del valsartán están mediados por mecanismos inmunomoduladores directos, locales y específicos de tejido, en lugar de modificaciones hemodinámicas sistémicas (9). En consecuencia, estos datos respaldan firmemente el concepto de reposicionamiento de fármacos (*drug repurposing*) del valsartán, posicionando a los ARA-II como candidatos terapéuticos potentes, rentables y altamente accesibles para controlar trastornos osteoinmunológicos destructivos locales sin alterar la presión arterial sistémica.

En conclusión, la evaluación del curso temporal de la enfermedad periodontal experimental en ventanas temporales de 7 y 14 días demuestra que la progresión de la enfermedad sigue un perfil dinámico bien definido, en el que la activación molecular temprana aguas arriba precede y conduce directamente a la degradación crónica de la matriz extracelular ósea. El bloqueo farmacológico diario del receptor AT_1 con valsartán atenúa significativamente la enfermedad periodontal inducida por endotoxinas al interrumpir selectivamente la interacción (*crosstalk*) molecular entre las vías de señalización de AT_1R y TLR_4/p38-MAPK/NF-κB durante la fase aguda (dia 7), accion que persiste hasta el día 14 de tratamiento. De manera crucial, esta inhibición molecular temprana se traduce en una preservación estructural altamente significativa del 27,03% de la matriz ósea durante la fase crónica (día 14), lo que protege las fibras de colágeno organizadas y los depósitos de calcio mineralizado. Asimismo, debido a que estas propiedades inmunomoduladoras y protectoras del tejido ocurrieron de forma independiente de modificaciones hemodinámicas sistémicas, nuestros hallazgos rompen con los paradigmas clínicos convencionales y respaldan firmemente el potencial terapéutico del antagonismo local de AT_1R como un candidato idóneo para el reposicionamiento de fármacos en el control de trastornos osteoinmunológicos destructivos.

REFERENCIAS

1. Hajishengallis G. Periodontitis: from microbial immune subversion to systemic inflammation. Nat Rev Immunol. 2015;15(1):30-44.
2. Kinane DF, Stathopoulou PG, Papapanou PN. Periodontal diseases. Nat Rev Dis Primers. 2017;3:17038.
3. Preshaw PM, Alba AL, Herrera D, Jepsen S, Konstantinidis A, Makrilakis K, et al. Periodontitis and diabetes: a two-way relationship. Diabetologia. 2012;55(1):21-31.
4. Zhang G, Ghosh S. Toll-like receptor-mediated NF-κB activation: a phylogenetically conserved paradigm in innate immunity. J Clin Invest. 2001;107(1):13-19.
5. Keyse SM. Protein phosphatases and the regulation of mitogen-activated protein kinase signalling. Curr Opin Cell Biol. 2000;12(2):186-92.
6. Garlet GP. Destructive and protective roles of cytokines in periodontitis: a re-appraisal from conventional concepts to bioinformatics-based host-microbe interaction cascades. J Dent Res. 2010;89(12):1349-63.
7. Matos MG, Perdomo L, Álvarez M, Israel A, Garrido MR. Papel del receptor AT_1 de la angiotensina II en la remodelación ósea que ocurre durante la periodontitis experimental en la rata. Rev Fac Farm UCV. 2015;78(1-2):84-93.

8. Saavedra JM. Angiotensin II AT_1 receptor blockers as treatments for inflammatory diseases. Clin Sci. 2012;123(5):299-314.
9. Zhou J, Ando H, Macova M, Dou J, Saavedra J. Angiotensin II AT_1 receptor blockade abolishes brain microvascular inflammation and heat shock protein responses in hypertensive rats. J Cereb Blood Flow Metab. 2005;25(7):878–86.
10. Matos MG, Billet B, Mathinson Y, Israel A, Garrido MR. Generación de especies reactivas de oxígeno en la periodontitis experimental en la rata. Papel del receptor AT_1 y la NADP(H) oxidasa. Rev Fac Farm UCV. 2013;76(1-2):58-66.
11. Zhang H, Ding J, Fan Q, Liu S. TRPC6 up-regulation in Ang II-induced podocyte apoptosis might result from ERK activation and NF-kappaB translocation. Exp Biol Med. 2009;234(9):1029-36.
12. Matos MG, Israel A, Billet E, Garrido MR. Efecto del valsartán sobre los niveles de citocinas y quimiocinas salivares en la enfermedad periodontal experimental. Rev Fac Farm UCV. 2018;82(1):27-45.
13. Matos MG, Álvarez M, Perdomo L, Israel A, Garrido MR. Efecto del valsartán sobre las vías de señalización del receptor TLR_4 en la enfermedad periodontal experimental. Rev Fac Farm UCV. 2020;83(1–2):57–71.
14. Ramamurthy NS, Xu JW, Chapple CC, McNamara TF, Golub LM. Inhibition of alveolar bone resorption by tetracyclines in rats with experimental periodontitis. Journal of Periodontal Research. 1985;20(4): 386–393.

ARTÍCULO ORIGINAL

Gac Méd Caracas 2026;134(2):527-535
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.16

Active cycle of breathing technique and chest physiotherapy on the effectiveness of airway clearance

Ciclo activo de la técnica respiratoria y la fisioterapia torácica sobre la eficacia de la limpieza de las vías respiratorias

Eppy Setiyowati[1a*], Siti Nurjanah[2a], Chilyatis Zahroh[a], Mulyadi[b], Risti Puji Listari[3c,d]

SUMMARY

Introduction: *Ineffective airway clearance begins with the accumulation of secretions in the respiratory tract. This is one of the main causes of respiratory disorders such as shortness of breath, rhonchi, and wheezing*. **Objective**: *This study aimed to analyze the effect of combining Active Breathing Cycle Technique (ACBT) and chest physiotherapy on the ineffectiveness of airway clearance in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)*. **Methods**: *This study design was quasi-experimental with a pretest-posttest and a control group. This design involved two groups: the intervention group with ACBT and chest physiotherapy, and the control group. Data collection was carried out using direct observation sheets and medical records. Kruskal-Wallis test for overall comparison and the Mann-Whitney U test for pairwise comparisons. The p-value was 0.0001, indicating a difference in airway clearance scores between the intervention and control groups in the delta/change data*. **Results**: *Based on the average value, the airway clearance score for the intervention group was obtained. The increase in score was greater than that of the control group during the delta/change data. The combined ACBT and chest physiotherapy intervention was superior to either intervention alone. Furthermore, nurses in the clinic began learning and implementing the combined ACBT and chest physiotherapy intervention to address airway-clearance limitations and to maintain quality nursing care.*

Keywords: *Airway breathing cycle techniques, Chest Physiotherapy, Ineffective, respiratory*

RESUMEN

Introducción: *La limpieza ineficaz de las vías respiratorias comienza con la acumulación de secreciones en el tracto respiratorio. Esta es una de las principales causas de trastornos respiratorios como disnea, roncus y sibilancias*. **Objetivo**: *Analizar el efecto de la combinación de la Técnica del Ciclo Respiratorio Activo (ACBT) y la fisioterapia torácica sobre la ineficacia de la limpieza de las vías respiratorias en la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)*. **Método**: *El diseño de este estudio fue cuasiexperimental, con un pretest-posttest y un grupo de control. Este diseño incluyó dos grupos: el de*

ORCID:
[1] 0000-0001-9930-6218
[2] 0000-0002-2593-0023
[3] 0009-0000-5195-614X

[*]**Corresponding Author:** Eppy Setiyowati E-mail: (eppy@unusa.ac.id)

Recibido: : 6 de marzo 2026
Aceptado: 25 abril 2026

a Department of Nursing, Faculty of Nursing and Midwifery, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, 60237 Surabaya. East Java Indonesia
b. Faculty of Medicine, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya 60237 Surabaya.East Java Indonesia
c. Faculty of Nursing, Kerta Cendekia Health Polytechnic, Sidoarjo, East Java Indonesia
d. Student of the applied nursing magister program, Faculty of Nursing and Midwifery, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya. 60237 Surabaya.East Java Indonesia

intervención (ACBT y fisioterapia torácica) y el control. La recopilación de datos se realizó mediante hojas de observación directa y registros médicos. Además, se utilizó la prueba de Mann-Whitney. El valor p fue de 0,0001, lo que indica una diferencia en las puntuaciones de limpieza de las vías respiratorias entre los grupos de intervención y control en los datos delta/cambio. **Resultados**: *Con base en el valor promedio, se obtuvo la puntuación de limpieza de las vías respiratorias del grupo de intervención. El aumento de la puntuación fue mayor que en el grupo de control durante el análisis de cambios. La intervención combinada de ACBT y fisioterapia torácica fue superior a cualquiera de las intervenciones por separado. Además, el personal de enfermería de la clínica comenzó a aprender e implementar la intervención combinada de ACBT y fisioterapia torácica para abordar las limitaciones en la limpieza de las vías respiratorias y mantener una atención de enfermería de calidad.*

Palabras clave: *Técnicas del ciclo respiratorio de las vías respiratorias, fisioterapia torácica, ineficaz, respiratoria*

INTRODUCTION

Airway dysfunction often results from excessive mucus production in the lungs (1). As this mucus accumulates in the respiratory tract, it becomes progressively thicker and more viscous, making its clearance increasingly difficult (2). The resulting obstruction disrupts gas exchange, impairing both carbon dioxide elimination and adequate oxygenation (3). If the reduction in oxygen supply is not addressed promptly, it may rapidly progress to hypoxia, severe hypoxemia, decreased consciousness, and ultimately death (4).

Comprehensive and multidisciplinary nursing interventions can address a wide range of patient needs related to activities of daily living (ADLs) (5). However, these interventions alone are insufficient to resolve problems associated with ineffective airway clearance (6). Therefore, targeted management of dyspnea is required to restore physiological stability and reduce patient discomfort (7). Strategies to improve airway clearance and minimize the accumulation of secretions in the respiratory tract can be effectively implemented by combining the Active Cycle of Breathing Techniques (ACBT) with chest physiotherapy (8,9).

Airway clearance techniques (ACT) enhance mucociliary transport by facilitating the mobilization and removal of mucus from the lungs, thereby improving airway effectiveness (10). These techniques act, in part, by modifying the viscoelastic properties of respiratory secretions and optimizing gas–liquid interactions within the airways, thereby supporting more efficient mucus clearance (11,12). Through the application of ACT, patients can achieve more effective coughing, improved quality of life, and better tolerance for regular physical activity (13). In adults, airway effectiveness has been shown to improve significantly when ACT is combined with techniques that promote an effective cough (14).

The use of the Active Cycle of Breathing Techniques (ACBT) combined with chest physiotherapy as an intervention to address ineffective airway clearance in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) has not been previously investigated. This gap in the literature positions the present study as a novel contribution to evidence based nursing practice.

RESEARCH METHODS

A quasi experimental research design employing a pretest–posttest control group approach was used. Data collection was conducted from October 2023 to June 2024 in hospitals located in East Java, Indonesia. The study population consisted of inpatients diagnosed with respiratory disorders who were admitted to one of the selected hospitals. The hospital chosen as the research site agreed to collaborate with the research team, was easily accessible, and had a sufficient number of patients experiencing respiratory problems. Prior to data collection, the study protocol underwent ethical review and was approved under registration number 0023/016/EC/KEP/LCBL/2024.

Participants

The population in this study consisted of hospitalized patients with impaired respiratory function at one of the selected hospitals in East

Java, Indonesia. A total sample of 40 respondents was obtained using a non probability sampling technique, with 20 participants assigned to the intervention group and 20 to the control group. Inclusion criteria were adult patients aged 20 years or older, diagnosed with respiratory disorders, experiencing shortness of breath, fully conscious, and not diagnosed with pulmonary tuberculosis. Exclusion criteria included patients with respiratory disorders accompanied by comorbid conditions, individuals with hypertension, and patients with bone fractures.

The independent variable in this study was the combined intervention of the Active Cycle of Breathing Techniques (ACBT) and chest physiotherapy, delivered to respondents through a structured smart book guide. The dependent variable was the level of ineffective airway clearance. Data were collected using a questionnaire that included items assessing clapping techniques, secretion mobilization actions, and chest physiotherapy procedures. Responses were measured on a five-category Likert scale: very rarely, rarely, sometimes, often, and very frequently. Vital signs were assessed using an observation checklist that included respiratory rate, pulse, blood pressure, and the presence of rhonchi. Instrument validity testing yielded p values greater than 0.564, indicating acceptable item validity, while reliability testing produced Cronbach's alpha values above 0.547, demonstrating adequate internal consistency. Data analysis employed the Kruskal–Wallis test for overall group comparisons, followed by the Mann–Whitney U test for post hoc pairwise analyses.

RESULTS

As shown in Table 1, the demographic characteristics of participants in the treatment and control groups were comparable across all measured variables. Gender distribution did not differ significantly between groups, with men representing 40% of the treatment group and 50% of the control group, and women comprising 60% and 50%, respectively ($p = 0.751$). Age characteristics were also similar. Participants in the treatment group ranged from 22 to 66 years (median 49.5; mean 48.10 ± 10.07), while those in the control group ranged from 35 to 52 years (median 44.5; mean 45.88 ± 8.49). The Kruskal–Wallis test indicated no significant difference in age distribution ($p = 0.061$).

Educational attainment was likewise balanced between groups. Junior high school graduates accounted for 20% of the treatment group and 30% of the control group, high school graduates for 60% and 50%, and diploma holders for 20% in both groups. The equality test confirmed no significant difference in education level ($p = 0.631$). Occupational status also showed no meaningful variation between groups: farmers represented 25% of the treatment group and 30% of the control group, private sector workers 65% and 50%, and government employees 10% and 20%, respectively. The equality test again showed no significant difference ($p = 0.563$).

Overall, all demographic variables demonstrated p values greater than 0.05, indicating that the treatment and control groups were statistically equivalent. These findings confirm that demographic characteristics were not confounding factors in this study.

Table 2 describes the effectiveness of airway clearance in both the treatment and control groups before and after the intervention. At the pretest stage, all participants in both groups demonstrated ineffective airway clearance, with scores ranging from 0 to 1. The median score was 0 in the treatment group and 0.5 in the control group, and mean scores were similarly low (0.30 ± 0.47 and 0.50 ± 0.51, respectively). No participants in either group were categorized as "quite effective" or "effective" prior to the intervention, confirming that both groups began the study with equally impaired airway clearance.

Following the intervention, substantial improvements were observed in both groups, although the magnitude of improvement differed. In the treatment group, posttest airway clearance scores ranged from 7 to 8, with a median of 7 and a mean of 7.45 ± 0.51. All participants (100%)

Table 1. Distribution of demographic characteristics and equality test in treatment and control groups

Characteristic Subyek	Group			P value
	Treatment (n=20)	Control (n=20)	Total (40)	Equality
Gender				
Man	8 (40.0%)	10 (50.0%)	18 (45.0%)	0.751[a]
Woman	12 (60.0%)	10 (50.0%)	22 (55.0%)	
Age				
Range (Median)	22 – 66 (49.50)	35 – 52 (44.50)	22 - 66 (47.50)	0.061[b]
Mean ± SD	48.10 ± 10.07	43.65 ± 6.02	45.88 ± 8.49	
20-29 Th	1 (5.0%)	0 (0%)	1 (2.5%)	
30-39 Th	3 (15.0%)	8 (40.0%)	11 (27.5%)	
40-49 Th	6 (30.0%)	7 (35.0%)	13 (32.5%)	
50-60 Th	9 (45.0%)	5 (25.0%)	14 (35.0%)	
≥60 Th	1 (5.0%)	0 (0%)	1 (2.5%)	
Education				
Junior high school	4 (20.0%)	6 (30.0%)	10 (25.0%)	
High school	12 (60.0%)	10 (50.0%)	22 (55.0%)	0.631[b]
Diploma	4 (20.0%)	4 (20.0%)	8 (20.0%)	
Work				
Farmer	5 (25.0%)	6 (30.0%)	22 (27.5%)	
Private	13 (65.0%)	10 (50.0%)	23 (57.5%)	0.563[a]
Gowerment	2 (10.0%)	4 (20.0%)	6 (15.0%)	

in this group achieved an effective level of airway clearance after receiving the combined ACBT and chest physiotherapy intervention.

The control group also showed improvement, with posttest scores ranging from 5 to 8 (median 6.5; mean 6.55 ± 0.99). However, only half of the participants (50%) reached the "effective" category, while the remaining 50% were classified as "quite effective." No participants in either group remained ineffective after the intervention.

The change scores (delta) further highlight the difference in treatment effect. The treatment group demonstrated a mean improvement of 7.15 ± 0.67, compared with 6.05 ± 0.83 in the control group. This indicates that although both groups improved, the treatment group experienced a greater overall increase in airway clearance effectiveness.

Overall, the descriptive findings in Table 2 indicate that the combined ACBT and chest physiotherapy intervention produced more pronounced improvements in airway clearance than the standard care received by the control group.

Table 2. Descriptive effectiveness of airway clearance in treatment and control groups

	Group		
	Treatment (n=20)	**Control (n=20)**	**Total (40)**
Pre			
Range (Median)	0 - 1 (0)	0 - 1 (0.5)	0 - 1 (0)
Mean ± SD	0.30 ± 0.47	0.50 ± 0.51	0.40 ± 0.49
Ineffective	20 (100%)	20 (100%)	40 (100%)
Quite Effective	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Effective	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Post			
Range (Median)	7 - 8 (7)	5 - 8 (6.5)	5 - 8 (7)
Mean ± SD	7.45 ± 0.51	6.55 ± 0.99	7.00 ± 0.91
Ineffective	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Quite Effective	0 (0%)	10 (50.0%)	10 (25.0%)
EffectiveEffective	20 (100%)	10 (50.0%)	30 (75.0%)
Delta			
Range (Median)	6 - 8 (6)	5 - 7 (6)	5 - 8 (7)
Mean ± SD	7.15 ± 0.67	6.05 ± 0.83	6.60 ± 0.93

Table 3 presents the results of the ACBT and chest physiotherapy intervention based on airway clearance scores in the treatment and control groups. At baseline, both groups demonstrated similarly low airway clearance scores, with mean pretest values of 0.30 ± 0.47 in the treatment group and 0.50 ± 0.51 in the control group. The difference between groups at pretest was not statistically significant ($p = 0.202$), confirming that both groups began the study with comparable levels of airway clearance impairment.

Following the intervention period, both groups showed significant improvements in airway clearance. The treatment group, which received the combined ACBT and chest physiotherapy intervention, demonstrated a substantial increase in mean airway clearance score to 7.45 ± 0.51. The control group also improved, reaching a mean posttest score of 6.55 ± 0.99. Within group comparisons indicated that these improvements were statistically significant for both groups ($p = 0.0001$).

However, the magnitude of improvement differed between groups. The posttest comparison revealed a statistically significant difference in favor of the treatment group ($p = 0.003$). This indicates that the combined ACBT and chest physiotherapy intervention was more effective in improving airway clearance than the standard care received by the control group.

Table 3. Results of ACBT and Chest Physiotherapy interventions based on airway clearance inefficiency scores

Variable	Group	Pre test	Post test	*p-value*
		Mean ± SD	Mean ± SD	
Airway	Treatment	0.30 ± 0.47	7.45 ± 0.51	0.000[b]
Clearance	Control	0.50 ± 0.51	6.55 ± 0.99	0.000[b]
Score	***p-value***	0.202[a]	0.003[a]	

Overall, the findings in Table 3 demonstrate that while both groups experienced meaningful improvements, the intervention group achieved superior airway clearance outcomes, supporting the effectiveness of ACBT combined with chest physiotherapy in addressing ineffective airway clearance.

DISCUSSION

The findings of this study show that both the intervention and control groups experienced significant improvements in airway clearance from pretest to posttest; however, the magnitude of improvement was substantially greater in the group receiving the combined Active Cycle of Breathing Techniques (ACBT) and chest physiotherapy. The Mann–Whitney U test demonstrated a significant difference between pretest and posttest scores in the control group ($p = 0.0001$), indicating that standard care alone contributed to some improvement in airway clearance (Table 3). Nevertheless, the intervention group exhibited a markedly greater increase in airway clearance scores, confirming that ACBT, combined with chest physiotherapy, effectively addressed airway inefficiency in COPD patients (15).

The superior outcomes observed in the intervention group can be explained by the physiological mechanisms of ACBT and chest physiotherapy. ACBT has been shown to reduce shortness of breath by decreasing respiratory rate and increasing oxygen saturation (SpO_2), thereby improving ventilation efficiency (16). The technique enhances chest expansion, allowing the thoracic cage and lungs to expand more effectively and contributing to improved gas exchange and overall respiratory function. As lung expansion increases, patients often experience improvements in comfort and quality of life.

Chest physiotherapy further supports airway clearance by reducing mucus accumulation in the respiratory tract (15,17). Techniques such as percussion and vibration generate oscillatory forces that help loosen secretions adhering to the bronchial walls (18). This vibratory effect facilitates the mobilization of mucus toward the larger airways, where it can be expelled through effective coughing (19,20). Together, ACBT and chest physiotherapy enhance mucociliary clearance, reduce airway obstruction, and alleviate dyspnea, consistent with previous evidence demonstrating their effectiveness in improving airway patency (21).

The increase in oxygen saturation observed in the control group suggests that improvement was not solely attributable to the intervention. Physiological compensatory mechanisms—such as increased alveolar ventilation and optimized pulmonary perfusion—may have contributed to improved oxygenation. These natural adaptive responses help maintain tissue oxygen delivery when respiratory function is compromised. Additionally, individual health characteristics, including younger age, milder disease severity, and better baseline functional status, may have supported recovery even without specialized intervention.

The combined intervention also demonstrated clinical benefits beyond airway clearance. The disappearance of rhonchi by the third day in

the intervention group (23) indicates successful mobilization and removal of secretions. Rhonchi are produced by airflow through mucus filled airways (24), and their resolution suggests effective clearance of sputum through chest physiotherapy and effective coughing (25). Chest physiotherapy aims to clear the airways (26) and increase airway effectiveness by removing accumulated mucus (27), which aligns with the improvements observed in this study.

The significant posttest difference between the intervention and control groups ($p = 0.003$) confirms that ACBT and chest physiotherapy had a measurable and clinically meaningful effect on airway clearance effectiveness (Table 3). These findings are consistent with previous studies showing that ACBT reduces respiratory rate in COPD patients (28), reduces dyspnea in patients with pulmonary tuberculosis (30), and enhances mucus clearance when combined with chest physiotherapy (31). The breathing techniques used in ACBT help mobilize mucus from the alveoli (5), while chest physiotherapy techniques such as postural drainage and vibration facilitate mucus excretion through effective coughing (32). Together, these mechanisms reduce shortness of breath in COPD patients by clearing mucus that accumulates in the airways (17,33).

Environmental and psychological factors may also have influenced patient outcomes. Good air quality, comfortable temperature, and minimal exposure to pollutants support optimal respiratory function, while emotional stability and reduced anxiety can improve breathing patterns and oxygen saturation. These contextual factors may explain some of the improvements observed in both groups.

Overall, the results of this study provide strong evidence that the combined application of ACBT and chest physiotherapy is an effective nursing intervention for improving airway clearance in COPD patients. By enhancing mucus mobilization, reducing dyspnea, and improving oxygenation, this intervention contributes to better respiratory function and may enhance patients' quality of life.

CONCLUSION

The combined application of the Active Cycle of Breathing Techniques (ACBT) and chest physiotherapy proved effective in improving airway clearance in patients with mucus accumulation in the respiratory tract. The intervention successfully facilitated the mobilization and removal of secretions, resulting in the resolution of airway obstruction and improved respiratory function. These findings indicate that ACBT and chest physiotherapy represent highly promising and evidence based nursing strategies for managing airway clearance inefficiency, particularly in patients with chronic respiratory conditions such as COPD. By enhancing mucus clearance and reducing dyspnea, this combined approach contributes meaningfully to improved patient outcomes and overall quality of life.

Acknowledgments

The research team would like to thank Ministry of Education, Culture, Research and Technology - Republic of Indonesia through the academic directorate of vocational higher education with decision letter number 104/SPK/D.D4/PPK.01. APTV/III/2024, and Thank you to the Higher Education Service Institution Region VII East Java through the research and the Rector of Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya through community service institute Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya with letter number no. 008/SP2H/ PPKM-PTV/LL7/2024, 773/UNUSA-LPPM/ Adm.I/IV/2024.

Conflict of interest

In this study, there was no conflict of interest.

REFERENCES

1. Selsby D, Jones JG. Some physiological and clinical aspects of chest physiotherapy. Vol. 64, British Journal of Anaesthesia. Oxford University Press; 1990. p. 621–31.

2. Schans Cees P van der. Conventional chest physical therapy for obstructive-3. Respir Care. 20179;52:1198–209.
3. Jennifer A, Pryor BAW. Patient information factsheet: The active cycle of breathing technique (ACBT). United Kingdom; 2001. Available from: www.uhs.nhs.uk
4. Kirsten M. Active Cycle of Breathing Technique (ACBT): What is ACBT? UK; 2019.
5. Visca D, Zampogna E, Sotgiu G, D'Ambrosio R, Centis R, Saderi L, Pegoraro V, et al. Pulmonary rehabilitation is effective in patients with tuberculosis pulmonary sequelae. Eur Respir J. 2019;53(3):1801521.6.
7. Khikmatul Aeni N. Implementation of Chest Physiotherapy in Children with Tuberculosis to Manage Ineffective Airway Clearance Implementation of Chest Physiotherapy in Children with Tuberculosis to Manage Ineffective Airway Clearance. Genius Journal. 2022;03(01):73–8.
8. Suryarinilsih Y, Netti N, Budi H. Deep Breathing and Coughing Techniques are Effective for Airway Clearance in Patients with Pulmonary Tuberculosis. International Journal of Current Science Research and Review. 2023;06(04).
9. Wahyudi DA, Nike XANS, Hamid P. Active Cycle of Breathing to respiratory rate in patients with lung tuberculosis. International Journal of Pharmaceutical Research. 2021;13(1):1–6.
10. Windiastoni YH, Basuki N, Haritsah NF. Effects of Chest Physiotherapy and Effective Cough Exercise on Sputum Clearance and Respiratory Frequency in Tuberculosis Patients. Journal of Epidemiology and Public Health. 2023;8(4):527–32.
11. Britton S, Bejstedt M, Vedin L. Chest physiotherapy in primary pneumonia. British Medical Journal. 1985; 290.
12. Alfarizi M, Juliningrum PP, Sulistyorini L, Primirti ID. Combination of Chest Physiotherapy and Postural Drainage for Airway Clearance in Bronchopneumonia: A Case Study. Jurnal Kegawatdaruratan Medis Indonesia. 2024;3(1):76–89.
13. Coventry and Warwickshire. Chest physiotherapy: Cough augmentation techniques. 2023.
14. Boggild MK, Tomlinson G, Erlandson MC, Szabo E, Giangregorio LM, Craven BC, et al. Effects of Whole-Body Vibration Therapy on Distal Tibial Myotendinous Density and Volume: A Randomized Controlled Trial in Postmenopausal Women. JBMR Plus. 2019;3(5):1–8.
15. Ahmed IM. Effect of Mechanical Chest Vibration during Chest Physiotherapy on Ventilator Parameters and Oxygen Saturation in Mechanically Ventilated Patients. International Egyptian Journal of Nursing Sciences and Research. 2024;4.
16. Scanlan CL M. Procedure-Chest Physiotherapy. 2023.
17. Fernández Guerrero ML, Díaz Fernández JL, de Miguel Prieto J, Gómez Garcés JL. Community-acquired Acinetobacter pneumonia. Chest. 1980;78:670.
18. Wong Pong Wai. Physical Therapy for a Patient in Acute Respiratory Failure. Singapore; 2000. Available from: https://academic.oup.com/ ptj/article/80/7/662/2842497
19. Connors AF, Hammon WE, Martin RJ, Rogers RM. Chest physical therapy. The immediate effect on oxygenation in acutely ill patients. Chest. 1980;78(4):559–64.
20. Templeton M, Palazzo MGA. Chest physiotherapy prolongs duration of ventilation in the critically ill ventilated for more than 48 hours. Intensive Care Med. 2007;33(11):1938–45.
21. dos Santos RS, Donadio MVF, da Silva G V., Blattner CN, Melo DAS, Nunes FB, et al. Immediate effects of chest physiotherapy on hemodynamic, metabolic, and oxidative stress parameters in subjects with septic shock. Respir Care. 2014;59(9):1398–403.
22. Abdeen HA, Saad, Elgendy M, Nagy, Nassef L, Soliman YMA. Acute Effect of Chest Physical Therapy on Arterial Blood Gases for Mechanical Ventilated Patients. Cairo Univ. 2020;88. Available from: www.medicaljournalofcairouniversity.net
23. Longhini F, Bruni A, Garofalo E, Ronco C, Gusmano A, Cammarota G, et al. Chest physiotherapy improves lung aeration in hypersecretive critically ill patients: A pilot randomized physiological study. Crit Care. 2020;24(1).
24. Meawad MA, Abd El Aziz A, Obaya HE, Mohamed SA, Mounir KM. Effect of Chest Physical Therapy Modalities on Oxygen Saturation and Partial Pressure of Arterial Oxygen in Mechanically Ventilated Patients. Egypt J Hosp Med. 2018;72(8):5005–8.
25. Tenggara A. Penerapan Fisioterapi Dada Dan Batuk Efektif Untuk The Application Of Chest And Cough Physiotherapy Is Effective In Overcoming Ibeffective Airway Clearance Kurnia, Penerapan Fisioterapi Dada Tuberkulosis atau TB adalah penyakit infeksius yang menyerang ke. 2021;1:204–8.
26. Ambrosino N, Venturelli E, Vagheggini G, Clini E. Rehabilitation, weaning and physical therapy strategies in chronic critically ill patients. European Respiratory Journal. 2012;39: 487–92.
27. Carney N, Cheney T, Totten AM, Jungbauer R, Neth MR, Weeks C, et al. Prehospital Airway

Management: A Systematic Review. 2021. Available from: https://effectivehealthcare.ahrq.gov/products/prehospital-airway-management/research
28. British Lung Foundation. Association of Chartered Physiotherapists in Respiratory Care UK; 2011. Available from: www.brit-thoracic.org.uk/clinical-information/physiotherapy/physiotherapy-guideline.aspx
29. Varida Naibaho EN, Herlina Kabeakan SM. Pengaruh Terapi Active Cycle of Breathing Technique (Acbt) Terhadap Frekuensi Pernafasan (Respiratory Rate) Pada Penderita Tuberkulosis Paru Di Rumah Sakit Umum Imelda Pekerja Indonesia Medan. Indonesian Trust Health Journal. 2021;4(2):499–506.
30. Iwanicka E, Więch P, Sałacińska I, Przybek-Mita J. Effectiveness of selected alternative methods of airway management by the nursing staff. Pielegniarstwo XXI Wieku. 2021;20(2):89–94.
31. Luies L, Preez I du. The echo of pulmonary tuberculosis: Mechanisms of clinical symptoms and other disease-induced systemic complications. Clinical Microbiology Reviews. American Society for Microbiology; 2020;33: 1–19.
32. Domingos Moreira A. Nursing Actions in Patients TB-Pulmonary with Airway Ineffectiveness Disorders. 2023.
33. Reshia FAA, Salameh B, Alsadaan N, Alqahtani M, Ayed A, Kassabry MF, et al. Enhancing pulmonary function and arterial blood gas readings through immediate chest physiotherapy among extubated patients in ICU. Journal of International Medical Research. 2023;51(11).

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Gac Méd Caracas 2026;134(2):536-551
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.17

Papel de la microbiota en la progresión de la EPOC: características moleculares y alternativa terapéutica

Role of microbiota in COPD progression: molecular characteristics and therapeutic alternatives

Carlos Silva Paredes[1a*], Guillency Briceño[2b], Emily López[3b], Daniel Rodríguez[4b], Pablo Duran[5b], Néstor Galban[6b], Valmore Bermúdez[7c]

RESUMEN

La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) representa una de las principales causas de morbimortalidad global. Pese a los avances terapéuticos, los tratamientos actuales se limitan al control sintomático sin frenar la progresión de la enfermedad. Esta revisión pretende sintetizar la evidencia científica sobre el papel del eje intestino-pulmón en la fisiopatología de la EPOC y su viabilidad como diana terapéutica. La literatura actual sugiere que la disbiosis intestinal incrementa la permeabilidad de la barrera entérica, lo que permite que la respuesta inmune sistémica afecte de forma remota la actividad de los macrófagos alveolares y el equilibrio del microbioma pulmonar. Esta alteración pulmonar modula vías inflamatorias críticas, como NF-κB y NLRP3, lo que exacerba el daño estructural y la frecuencia de las crisis respiratorias. Asimismo, la revisión destaca cómo la alteración de metabolitos bacterianos clave influye en la función mitocondrial y en el estado inflamatorio. Los hallazgos en modelos preclínicos demuestran que las intervenciones orientadas a restaurar la eubiosis mediante el uso de probióticos, prebióticos, simbióticos o el trasplante de microbiota fecal logran reducir la inflamación pulmonar. Se concluye que la modulación del eje intestino-pulmón no solo se posiciona como un biomarcador pronóstico relevante, sino también como una estrategia prometedora para mejorar la calidad de vida y reducir la carga clínica de la enfermedad en el futuro cercano.

Palabras clave: *AEPOC; Microbiota Pulmonar; Eje Intestino-Pulmón; Disbiosis; Inflamación Crónica*

SUMMARY

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is one of the leading causes of global morbidity and mortality. Despite therapeutic advances, current treatments are limited to symptom control, without slowing disease progression. This review aims to synthesize scientific evidence on the role of the gut-lung axis in the pathophysiology of COPD and its viability as a therapeutic target. Current literature suggests that intestinal dysbiosis increases the permeability of the enteric barrier, allowing the systemic immune response to remotely affect alveolar macrophage activity and the balance of the pulmonary microbiome. This pulmonary alteration modulates critical inflammatory pathways,

ORCID:
[1] 0000-0002-8483-0276
[2] 0009-0006-0034-4147
[3] 0009-0000-0988-3805
[4] 0009-0009-4100-5717
[5] 0000-0002-8030-1780
[6] 0000-0003-0765-2290
[7] 0000-0003-1880-8887

[*]**Autor de correspondencia:** Carlos Silva Paredes. Médico Internista-Neumonólogo Doctor en Ciencias Médicas. Postdoctorado en Gerencia de la Educación Superior. Profesor Asociado de LUZ- Facultad de Medicina- Cátedra de Fisiología. Miembro Titular de la Academia de Medicina del Estado Zulia (N°2). E-mail: csilva_paredes@hotmail.com

Recibido: 20 de febrero 2026
Aceptado: 28 de abril 2026

a Universidad del Zulia. Facultad de Medicina. Cátedra de Fisiología Humana, Maracaibo, Venezuela.
b Centro de Investigaciones Endócrino-Metabólicas. Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
c Universidad Simón Bolívar, Facultad de Ciencias de la Salud. Centro de Investigaciones de Ciencias de la Vida. Barranquilla, Colombia.

including NF-κB and NLRP3, thereby exacerbating structural damage and increasing the frequency of respiratory crises. Likewise, the review highlights how alterations in key bacterial metabolites influence mitochondrial function and inflammatory status. Findings from preclinical models indicate that interventions aimed at restoring eubiosis, such as probiotics, prebiotics, synbiotics, or fecal microbiota transplantation, reduce pulmonary inflammation. It is concluded that modulation of the gut-lung axis is not only a relevant prognostic biomarker but also a promising strategy to improve quality of life and reduce the clinical burden of the disease in the near future.

Keywords: *COPD; Lung Microbiota; Gut-Lung Axis; Dysbiosis; Chronic Inflammation*

INTRODUCCION

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una enfermedad pulmonar cuya principal característica es la obstrucción progresiva, persistente e irreversible del flujo aéreo, además de destrucción tisular e inflamación crónica, a causa de diferentes noxas, principalmente la inhalación de gases o partículas tóxicas, siendo el humo del cigarrillo la más común. Teniendo como síntomas principales la tos crónica, que puede ser productiva o no, y la disnea (1).

Si bien en la actualidad se sabe que la EPOC es una enfermedad prevenible, esta aún presenta una alta prevalencia, estimándose para el año 2019 unos 212,3 millones de individuos afectados a nivel mundial, así como 3,3 millones de muertes atribuibles a dicha enfermedad y 74,4 millones de años de vida ajustados por discapacidad (2). Siendo factores de riesgo importantes el hábito tabáquico, la exposición al humo de segunda mano, la contaminación del aire doméstico y ambiental y la exposición ocupacional a agentes tóxicos, entre otros (3). Es por esto que la EPOC es un problema de salud pública a nivel global, especialmente en países con un índice sociodemográfico bajo, donde su prevención y tratamiento representan un reto para los sistemas de salud (2).

Asimismo, a pesar de que los tratamientos actuales con broncodilatadores y glucocorticoides inhalados están dirigidos a controlar los síntomas y las exacerbaciones, estos no revierten la progresión de la enfermedad ni reducen significativamente la mortalidad (4,5). Además, estos pueden generar algunos efectos no deseados, como son la neumonía, tuberculosis, predisposición a fracturas, diabetes y cataratas (6). Por otra parte, existe una gran variabilidad en la respuesta al tratamiento, probablemente debido a la heterogeneidad de la enfermedad (7).

En cuanto a la patogenia de la EPOC, además de la exposición a tóxicos por vía inhalatoria, que produce estrés oxidativo y una respuesta inflamatoria, en conjunto con daño tisular, está implicada cierta susceptibilidad genética y/o epigenética; entre las alteraciones más conocidas se encuentra la deficiencia de alfa-antitripsina (8). No obstante, y pese a esto, aún existen muchas incógnitas con respecto a los procesos implicados en la fisiopatología de la EPOC, es por ello por lo que, recientemente, se ha investigado el posible papel de la microbiota en esta enfermedad.

La microbiota consiste en un conjunto de microorganismos (bacterias, virus, hongos y eucariotas), ubicados en las diferentes superficies corporales, que interactúan de forma continua con el ser humano y entre sí. Participa en múltiples procesos biológicos de gran importancia, por lo que su alteración se ha relacionado con el desarrollo de diversas enfermedades. Razón por la cual su papel en la salud se ha estudiado cada vez más (9).

En este sentido, en los últimos años existe una creciente evidencia de una posible relación entre la microbiota, tanto intestinal, como pulmonar y la EPOC. Se observan diferencias en la composición de las microbiotas de individuos sanos y de personas con esta enfermedad, que pueden estar implicadas en la génesis, progresión o exacerbación de la misma (10,11). Por tal razón, el objetivo de esta revisión narrativa es resumir la evidencia existente acerca del papel que juega la microbiota, pulmonar e intestinal, en la progresión de la EPOC y evaluar su potencial como diana terapéutica que contribuya a mejorar los esquemas de tratamiento actuales.

Microbiota pulmonar: una visión general

Si bien en el pasado existió una arraigada creencia de que las vías respiratorias inferiores eran áreas completamente estériles en individuos sanos, hoy en día, gracias a grandes avances en los métodos de análisis basados en la secuenciación de alto rendimiento del gen del ARN ribosomal (ARNr) 16S (locus altamente conservado del genoma bacteriano) y una mayor independencia de los métodos tradicionales como el cultivo de esputo, el cual tiene un mayor margen de error; ha sido posible determinar que, en los pulmones sanos existe, al igual que en otros espacios corporales, una microbiota propia, con características muy particulares (12).

En cuanto a la microbiota pulmonar, se ha determinado una serie de mecanismos que contribuyen a su composición, entre ellos: la inmigración, la eliminación microbiana y las tasas de reproducción relativas de sus miembros (13). La colonización bacteriana de las vías respiratorias inferiores ocurre durante las primeras 24 horas de vida; a partir de la séptima semana de vida, la microbiota de los infantes madura y adquiere una composición similar a la de los individuos adultos sanos (14). No existe una gran diferencia entre la microbiota de las distintas áreas topográficas pulmonares; sin embargo, el lóbulo superior derecho presenta algunas características más parecidas a las del espacio supraglótico que a las de las zonas más distales del pulmón, lo que puede apoyar la hipótesis de la inmigración bacteriana desde las vías respiratorias altas (15). La inmigración se debe principalmente a la microaspiración subclínica de secreciones de las vías respiratorias superiores, en especial de la cavidad oral, siendo muy baja la contribución de la cavidad nasal al aporte bacteriano en individuos sanos; otro mecanismo puede ser la inhalación de bacterias presentes en el aire (16).

No obstante, la microbiota pulmonar tiene una densidad baja, de aproximadamente 2,2 $\times$ 103 genomas bacterianos por cm² (17), en comparación con el intestino grueso, cuya densidad bacteriana es mayor, de aproximadamente 1011-1012 bacterias por gramo de contenido colónico (18). Esto se debe principalmente a la eliminación bacteriana constante a través de los pulmones y al ambiente relativamente inhóspito que las cavidades pulmonares ofrecen para la reproducción y el crecimiento de las colonias bacterianas.

El proceso de eliminación bacteriana se debe a múltiples mecanismos propios de las vías respiratorias bajas, como el aclaramiento mucociliar, la tos, la producción de péptidos antimicrobianos por el epitelio pulmonar y la fagocitosis por macrófagos alveolares, entre otros mecanismos de la inmunidad tanto innata como adquirida (19). Por su parte, las tasas de reproducción relativas de los microorganismos de la microbiota se ven afectadas por las propiedades del pulmón, como su pH, temperatura, abundante oxigenación, baja disponibilidad de nutrientes y competencia bacteriana (20).

Por todo lo anterior, la microbiota pulmonar se considera dinámica, eliminándose y reemplazándose constantemente, y sujeta a cambios dependientes de los mecanismos descritos previamente. Asimismo, la composición bacteriana presenta variaciones interindividuales, incluso entre individuos sanos; sin embargo, las bacterias que la conforman en su mayoría se agrupan en los filos Bacteroidetes, Firmicutes, Proteobacteria y Actinobacteria, siendo los géneros más abundantes en individuos sanos Pseudomonas, Streptococcus, Prevotella, Fusobacterium, *Haemophilus* y Veillonella (21–24).

Microbiota Intestinal: Eje Intestino-Pulmón

El intestino humano está densamente poblado por un sinnúmero de microorganismos, con los que convivimos en una relación simbiótica. La microbiota intestinal, debido a su relevancia y múltiples funciones, ha sido ampliamente estudiada y ha sido el foco de las investigaciones sobre el microbioma durante décadas. En individuos sanos, la microbiota intestinal se compone, según King y col., de más de 155 organismos bacterianos y 2 arqueas, que se dividen en 8 filos, 18 familias, 23 clases, 38 órdenes, 59 géneros y 109 especies. La mayoría de estas bacterias se agruparon en

los filos Firmicutes (40%), Actinobacteria (20%) y Bacteroidetes (19,7%). Entre los Firmicutes se encontraron las clases Clostridia (20,3%), Bacteroidia (18,5%), Bifidobacteriales (16,6%), Enterobacterales (14%) y Lactobacillales (14%) (25).

Sin embargo, la composición de la microbiota intestinal puede variar entre individuos sanos y ser modificada por la dieta y los hábitos; además, se observan diferencias en su composición entre distintas culturas, grupos étnicos y regiones. Esto añade una capa de complejidad a su estudio y permite plantear la posibilidad de generar cambios en la misma mediante modificaciones en el estilo de vida (26–28). Asimismo, se han relacionado diversas enfermedades, tanto gastrointestinales como extraintestinales, con alteraciones en la composición de la flora bacteriana intestinal, lo que abre la posibilidad de incluir en sus tratamientos medidas que actúen sobre esta (29).

Esto ha llevado recientemente al descubrimiento de un eje intestino-pulmón, basado en una interacción bidireccional entre los microorganismos que colonizan ambos sistemas. La disbiosis intestinal genera un aumento de la permeabilidad intestinal, con alteraciones en: 1) la producción de metabolitos bacterianos, como los lipopolisacáridos (LPS); 2) la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), como el butírico, el propiónico y el acético; y 3) la desregulación de la IL-17. Tales alteraciones pueden afectar de manera remota la actividad de los macrófagos alveolares y perturbar el equilibrio de la microbiota pulmonar. Asimismo, por ejemplo, una migración de linfocitos procedente de un pulmón con patología respiratoria puede afectar la mucosa intestinal (30).

El papel de la microbiota intestinal en la salud pulmonar es tan determinante que, en estudios murinos, se ha observado que al eliminarla mediante antibióticos se deteriora la respuesta inmunológica innata y adaptativa frente a infecciones respiratorias, con una producción pulmonar de interferones tipo I (IFN) alterada (31,32). Además, se ha establecido que diversos metabolitos microbianos de la microbiota intestinal son cruciales para la inmunidad, como los AGCC y la desaminotirosina, un metabolito derivado de los flavonoides producido por la bacteria comensal *Clostridium orbiscindens*, que, tras su producción, se difunde sistémicamente y alcanza el tejido pulmonar, potenciando el sistema inmune innato (33).

Disbiosis Pulmonar en el Epoc y Mecanismos Moleculares

La microbiota de las vías respiratorias en condiciones fisiológicas se distribuye ampliamente a lo largo del tracto respiratorio superior e inferior y está constituida principalmente por los filos Bacteroidetes y Firmicutes, siendo *Prevotella, Streptococcus y Veillonella* los géneros más comunes (34, 35), y participa activamente en la regulación y defensa del sistema inmune del huésped (36). Sin embargo, en el contexto de la EPOC, la microbiota de las vías aéreas inferiores presenta alteraciones significativas respecto a la del tracto superior, caracterizadas por un incremento de proteobacterias, en especial del género *Haemophilus*, acompañado de una reducción de la abundancia de Bacteroidetes y Firmicutes, siendo *Prevotella y Veillonella* las especies más afectadas (37). En fases avanzadas de la enfermedad, estas modificaciones pueden incluso evolucionar hacia una marcada predominancia del género *Pseudomonas*, lo que refleja una disbiosis asociada a la evolución clínica de la EPOC (38).

De forma sinérgica, la disbiosis influye en procesos patológicos característicos de la EPOC, así como en sus exacerbaciones (39). En este contexto, se ha descrito que las Proteobacterias y Actinobacterias participan en la infiltración de neutrófilos, eosinófilos y células B en el tejido pulmonar, así como en la inflamación pulmonar mediada por Th17 (40). Los neutrófilos actúan liberando enzimas y péptidos capaces de escindir el colágeno en fragmentos, activar células inflamatorias y perpetuar la inflamación crónica. Dichas células pueden ingresar al parénquima pulmonar dañado en respuesta a quimioatrayentes como la interleucina (IL)-8, la quimioquina con motivo CXC (CXCL2), el leucotrieno B4 (LTB4) y la N-formilmetionil-leucil-fenilalanina (fMLP).

Paralelamente, los macrófagos son atraídos hacia los pulmones, lo que contribuye a la propagación de la inflamación mediante la liberación del factor de necrosis tumoral alfa (TNF-α), IL-8, quimioquinas CXC, péptido quimiotáctico de monocitos (MCP-1) y LTB4, así como la producción de enzimas elastolíticas como MMP-2, MMP-9, MMP-12 y catepsinas K, L y S (41). Por otro lado, el sistema inmune, que constituye la primera línea de defensa del individuo, también puede verse afectado de múltiples maneras en la EPOC, entre ellas, errores en la producción de IL-22 e IL-17, activación de receptores tipo Toll (TLRs), alteraciones del moco y de la liberación de especies reactivas de oxígeno (EROS).

En este sentido, la producción de IL-22 e IL-17 conlleva la captación de neutrófilos, la síntesis de péptidos antimicrobianos y la expresión de moléculas de unión estrecha (42), mientras que los TLRs activados bajo estas circunstancias ocasionan la liberación de IL-5, IL-6, IL-3 e interferón gamma (IFN-γ), exacerbando la inflamación (43). Aunado a esto, el moco acumulado en las vías respiratorias ocasiona la proliferación de macrófagos y neutrófilos, limitando aún más la función pulmonar (44), asociado a su vez a la síntesis de EROS, las cuales provocan la depleción de oxígeno en la mucosa, desarrollando un ambiente anaeróbico propicio para el incremento de bacterias anaeróbicas como *Pseudomona aeruginosa*, asociada a fases avanzadas de la enfermedad y a altas tasas de mortalidad (45), además de afectar la función de fagocitosis de los macrófagos debido al incremento alterado de dichas especies (46).

En concordancia, Wang y col. (47) comprobaron que la abundancia de *Haemophilus* y *Moraxella* se correlacionaba con la activación de rutas inmunes específicas, incluyendo respuestas Th17 y la producción de citoquinas proinflamatorias, lo que contribuye a un estado de inflamación persistente y a un mayor riesgo de exacerbaciones. Similarmente, Leitao Filho y col. (48) llevaron a cabo un estudio en 102 pacientes ingresados por exacerbación aguda de EPOC, en el que descubrieron que la abundancia de Staphylococcus en las muestras de esputo se asociaba con una mayor mortalidad a un año de la hospitalización, mientras que la abundancia de Veillonella se relacionaba con una mejor supervivencia, lo que indica un factor protector.

Así pues, este estado de disbiosis no solo desencadena las alteraciones observadas en la EPOC, sino que además se asocia a las exacerbaciones de la misma, principalmente a través de la depleción de las funciones inmunológicas de los macrófagos, el incremento en la colonización bacteriana vinculada a la señalización de los TLR, además de la acción de EROS y la inflamación crónica mediada por la infiltración de neutrófilos (49). En el contexto de estas exacerbaciones, Ghebre y col. (50) demostraron en un estudio prospectivo observacional con 105 individuos (32 pacientes asmáticos y 73 con EPOC) cómo diferentes entidades microbianas se correlacionan con respuestas inflamatorias específicas durante las exacerbaciones de la EPOC. Así, las Proteobacterias se asociaban principalmente con una inflamación de tipo neutrofílico y con niveles elevados de mediadores como IL-1β, IL-6, IL-6R, TNF-α, TNF-R1, TNF-R2 y VEGF, mientras que la abundancia de Bacteroidetes favorece una inflamación eosinofílica junto con mediadores del tipo Th2, como IL-5, IL-13, CCL13, CCL17 y CCL26. En cambio, las Actinobacterias y Firmicutes se asociaban con una respuesta Th1, caracterizada por la producción de mediadores como CXCL10, CXCL11 e IFN-γ.

De esta manera, la evidencia indica que la disbiosis pulmonar desempeña un papel central en la fisiopatología y las exacerbaciones del EPOC, modulando respuestas inflamatorias específicas. Esto permite posicionar a la microbiota como marcador pronóstico y como blanco terapéutico potencial en el manejo de esta enfermedad.

Disbiosis intestinal en el EPOC y mecanismos moleculares

Actualmente, la disbiosis intestinal se considera un componente importante de la fisiopatología de la EPOC (51, 52). Esta se relaciona con un estado fisiológico alterado, en el que destacan

la inflamación o el aumento de la permeabilidad intestinal transepitelial, que participan en la patogénesis de diversas patologías, incluidas las pulmonares (53).

Un punto común entre la disbiosis intestinal y la EPOC es el hábito tabáquico, ya que el humo del cigarrillo no solo exacerba la respuesta inflamatoria pulmonar, sino que también puede inducir disbiosis intestinal. De hecho, en un estudio realizado en ratones se analizaron los cambios en el microbioma intestinal tras la exposición al cigarrillo, y se observó un patrón de disbiosis intestinal similar al observado en muestras intestinales de pacientes con EPOC estadio GOLD 4, donde, en particular, se registró una disminución de Actinobacteria, Alphaproteobacteria, Clostridia, Gammaproteobacteria y Verrucomicrobiae, y un aumento de Bacteroidia y Bacilli en el microbioma intestinal humano (54). En otro estudio realizado en ratones que fueron expuestos al humo del cigarrillo una vez al día durante 72 días consecutivos, se evidenció que los metabolitos propios de las bacterias intestinales tales como iso-AGCC, ácido valérico y ácido isovalérico, que permiten mantener la homeostasis intestinal y regular la función de las células inmunes, se encontraban disminuidos significativamente, lo que se acompañó de una disminución en la población *Bifidobacterium* y además de un aumento del pH del ciego (55).

Ahora bien, la disbiosis intestinal puede provocar un aumento de la permeabilidad intestinal, lo que incrementa el riesgo de translocación bacteriana intestinal y la consecuente transferencia de LPS. Estos, al encontrarse en la circulación sistémica, son capaces de interactuar con TLRs en órganos distantes del intestino, entre ellos el pulmón. Una vez que se unen a los TLR, se desencadena una cascada de señalización que culmina en la activación del inflamasoma NLRP3, una proteína de la familia de los receptores de dominio de unión a nucleótidos de oligomerización (NOD). Este inflamasoma promueve el reclutamiento de células inflamatorias y regula la respuesta inmunitaria tanto en el tracto gastrointestinal como en el pulmón (51,56). Dicho ensamblaje y la activación del complejo inflamasoma NLRP3 dan como resultado la escisión proteolítica y maduración de la procaspasa-1 a caspasa-1, la cual escinde y genera las formas activas de IL-1β e IL-18. Estas son mediadores proinflamatorios que conllevan daño y muerte celular; este proceso está ampliamente relacionado con el desarrollo de la inflamación de las vías respiratorias en pacientes con EPOC (57).

Por otro lado, en la disbiosis intestinal en pacientes con EPOC es característico que se reduzca la producción de AGCC tales como el butirato, el acetato y el propionato, los cuales normalmente regulan la función inmunológica y la inflamación a través de la modulación de células inmunes innatas y adaptativas, mediante la activación de receptores acoplados a proteínas G (GPCR) y la inhibición de histonas desacetiladas (HDAC) (58,59). A su vez, la disminución de los AGCC favorece la permeabilidad intestinal, lo que también permite el paso de productos bacterianos, como LPS, al torrente sanguíneo, activando los TLRs y la vía de señalización del factor nuclear kappa B (NF-κB), partícipe fundamental de la inflamación y de la respuesta inmune innata, lo que promueve la inflamación sistémica y pulmonar (60).

Particularmente, la vía de señalización NF-κB es un complejo de transcripción que, en condiciones basales, permanece inactivo en el citoplasma, unido a proteínas inhibidoras, pero puede activarse por productos biológicos, como TNFα e IL-1β, o por productos microbianos, como los LPS. Estos estímulos promueven la vía mediante fosforilación por las quinasas IKK, que promueven la translocación nuclear de NF-κB, y una vez en el núcleo, inducen la transcripción de genes proinflamatorios, como citocinas IL-6, TNFα, quimiocinas, moléculas de adhesión y enzimas como ciclooxigenasa-2 (COX-2) y óxido nítrico sintasa inducible (INOS), que perpetúan un ambiente inflamatorio, lo que contribuye a la persistencia del infiltrado inflamatorio, daño tisular y remodelado patológico (61).

Como consecuencia de este estado inflamatorio crónico, se observa un deterioro de la función

mitocondrial en biopsias bronquiales de pacientes con EPOC, en particular en macrófagos alveolares y células epiteliales de las vías respiratorias, lo que se extiende al compromiso de la función respiratoria mitocondrial y conduce a una ineficiencia en la producción energética celular. Dichas alteraciones ocasionan un potencial de membrana mitocondrial más bajo, cambios en las actividades del complejo mitocondrial, síntesis disminuida de ATP, amortiguamiento ineficiente de Ca^{2+}, producción aumentada de EROS, dinámica mitocondrial alterada o liberación de factores proapoptóticos (62,63). En los pacientes con EPOC se han observado de manera alarmante daños y mutaciones en el ADN mitocondrial, que comprometen la síntesis de proteínas mitocondriales y la función respiratoria y, además, se relacionan con manifestaciones sistémicas de la EPOC, como la disfunción del músculo esquelético y las comorbilidades cardiovasculares, lo que aumenta el impacto de la enfermedad (64).

Así pues, la disfunción mitocondrial actúa como un catalizador que promueve la senescencia celular y la remodelación tisular, características importantes de la EPOC, ya que la acumulación excesiva de mitocondrias dañadas inhibe los mecanismos de crecimiento y reparación celulares. Estas células senescentes, dotadas de citocinas proinflamatorias y metaloproteinasas de matriz, contribuyen a la remodelación de las vías respiratorias, lo que podría agravar el deterioro de la función pulmonar y, así, aumentar la susceptibilidad a las exacerbaciones de la EPOC (65). Aunado a esto, las mitocondrias disfuncionales exhiben fragmentación y despolarización de la membrana, producen una mayor cantidad de EROS y liberan proteínas proapoptóticas, lo que, finalmente, activa la vía de muerte celular mitocondrial (66). De esta forma, la inflamación sistémica y local pulmonar mediada por la disbiosis intestinal puede contribuir a la disfunción mitocondrial de las células del parénquima pulmonar y, por lo tanto, agravar los procesos etiopatogénicos propios de la EPOC.

Microbiota como diana terapéutica en el EPOC

El tratamiento del EPOC tiene como objetivo evitar el deterioro de la función pulmonar, a la vez que permite mejorar los síntomas y las complicaciones, optimizando el pronóstico del paciente (67). Con base en ello, se han diseñado algoritmos que contribuyen a alcanzar dicho objetivo, teniendo en cuenta el estado del paciente. Como terapia establecida, se incluye el uso de fármacos inhalados, como agonistas beta-2 adrenérgicos de acción prolongada (LABA), antagonistas muscarínicos de acción prolongada (LAMA) y corticosteroides, así como de fármacos de acción sistémica, como antibióticos, especialmente macrólidos, en casos específicos, y de terapia biológica. Estos se utilizan en conjunto o en monoterapia, según las necesidades del paciente, en función de los síntomas presentes, las comorbilidades o las posibles complicaciones (68). De forma complementaria, la intervención no farmacológica incluye la abstinencia tabáquica, la vacunación y la rehabilitación pulmonar personalizada, con el fin de lograr un manejo integral de la enfermedad (69).

Sin embargo, el manejo convencional no detiene la progresión de la enfermedad; por ello, resultan necesarios la investigación y el desarrollo de dianas terapéuticas innovadoras. En este contexto, el reciente entendimiento de la interacción entre el eje intestino-pulmón y la disbiosis en la EPOC representa una estrategia terapéutica alentadora basada en la modulación de la microbiota (70; Figura 1). El propósito de esta nueva vía terapéutica no se limita a controlar la sintomatología y a disminuir la inflamación pulmonar, sino que también busca restaurar la eubiosis y la integridad de la barrera intestinal para modificar el curso de la enfermedad. Para tal efecto, se han explorado diversas intervenciones, como el uso de probióticos, prebióticos y simbióticos; el trasplante de microbiota fecal (TMF); y las intervenciones dietéticas (71–73).

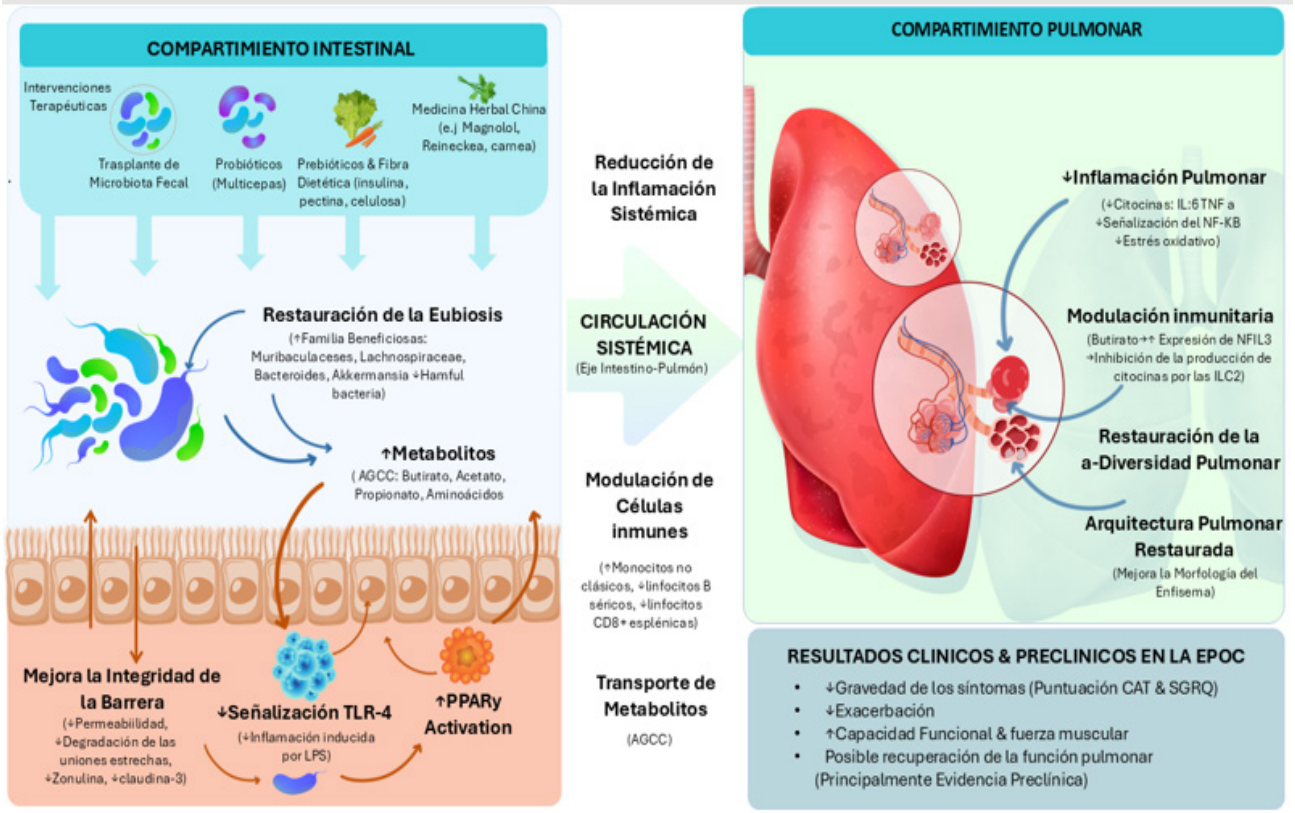


Figura 1. Modulación del eje intestino-pulmón en la EPOC. Las terapias emergentes dirigidas a la microbiota (probióticos, prebióticos, dieta, fitoterapia y trasplante de microbiota Fecal) buscan modificar el curso de la enfermedad. Al restaurar la eubiosis e incrementar los metabolitos beneficiosos, estas intervenciones modulan la respuesta inmune sistémica, atenúan la inflamación pulmonar y mejoran la sintomatología clínica, ofreciendo una diana terapéutica innovadora a la espera de mayor validación clínica. **Abreviaturas**: TLR: receptores tipo Toll; PPAR: receptores activados por proliferadores de peroxisomas; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica; CAT y SGRQ: escalas de evaluación clínica; AGCC: ácidos grasos de cadena corta; NFIL3: factor nuclear regulado por interleucina 3; ILC2: células linfoides innatas tipo 2; LPS: lipopolisacáridos; IL: interleucina; TNF: factor de necrosis tumoral; NF-kB: factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células B activadas

Recientemente, el TMF ha surgido como una vía de tratamiento emergente que abarca enfermedades neurológicas (71), neoplasias malignas (72), condiciones crónicas (73,74), afecciones metabólicas (75) y trastornos respiratorios (76), pero actualmente solo está autorizado para prevenir la infección recurrente por *Clostridium difficile* (77). Los hallazgos iniciales se realizaron en modelos murinos con EPOC inducida por humo de cigarro, un primer estudio reveló que, mediante el TMF que *P. goldsteinii* optimiza las funciones mitocondriales y ribosomales de los enterocitos, restituye la actividad de los aminoácidos séricos, disminuye la inflamación intestinal y detiene la inflamación pulmonar, a causa del LPS producto de dicha bacteria, a través de la inhibición de la vía de señalización del TLR- 4 (78).

De manera similar, en otra investigación, el TMF redujo el enfisema y el compromiso de la función respiratoria. Asimismo, moduló la inmunidad sistémica al incrementar los monocitos no clásicos sanguíneos y atenuar las células B séricas y las células dendríticas CD8+ esplénicas. Además, el TMF logró la transferencia exitosa de bacterias de las familias *Muribaculaceae,*

Desulfovibrionaceae y Lachnospiraceae, lo que corrigió la disbiosis intestinal y atenuó los síntomas de la EPOC (79). La evidencia anterior sugiere que el TMF es una vía terapéutica potencial para la EPOC; no obstante, se requieren más investigaciones para comprobar si estas bacterias o sus metabolitos tendrían una respuesta similar en la fase clínica.

Por otra parte, según un estudio epidemiológico que analizó los datos de la NHANES del 2007 al 2012, la ingesta de probióticos, prebióticos o yogur disminuye la incidencia de EPOC en un 25%, lo que indica que la variación de la microbiota intestinal reduce el riesgo de desarrollar EPOC (80). En este sentido, se han realizado múltiples ensayos preclínicos en modelos murinos con EPOC y en células humanas *in vitro*, que han demostrado la eficacia de los probióticos para restaurar la función pulmonar. Se ha demostrado que la ingesta de probióticos puede disminuir la inflamación pulmonar (81), mitigar los niveles de citocinas inflamatorias (81–85), reducir el estrés oxidativo (86), restaurar la α-diversidad pulmonar (87), recuperar la eubiosis intestinal (84), aumentar los niveles de ácidos grasos intestinales (85) y aliviar el enfisema pulmonar (87).

Con base en la evidencia experimental, un estudio evaluó la suplementación con probióticos en veteranos con EPOC a largo plazo desencadenada por gas mostaza; si bien no tuvo un impacto notable en los marcadores inflamatorios ni en los indicadores de la función respiratoria, el tratamiento redujo de forma significativa la severidad de los síntomas, cuantificada mediante la prueba de valoración de la EPOC (CAT) (88). De igual modo, la administración de un suplemento probiótico multicepa aumentó la fuerza muscular y restableció la capacidad funcional en hombres de la tercera edad con EPOC. Asimismo, disminuyó significativamente los marcadores zonulina, claudina-3 y la proteína C reactiva, optimizando la permeabilidad intestinal y atenuando la inflamación sistémica (88). En contraste, otro estudio mostró que un probiótico de múltiples cepas no modificó la composición de la microbiota fecal en personas con EPOC que recibían terapia antibiótica (90).

En cuanto a los prebióticos, un estudio piloto de 4 semanas en individuos con EPOC evidenció que la suplementación con inulina tiene el potencial de minimizar las exacerbaciones y mejorar el cuadro clínico, evaluado mediante el Cuestionario respiratorio de St Georges (SGRQ) y la CAT, siendo esta última significativamente distinta respecto al grupo placebo. En cuanto a la composición de la microbiota intestinal, no se observaron variaciones en la diversidad α tras el consumo de inulina, pero sí una mayor abundancia del género *Bacteroides* (79). Por el contrario, en otro ensayo exploratorio en el que se administró fibra prebiótica durante 3 meses a pacientes con EPOC, no se observaron efectos significativos sobre la heterogeneidad de la microbiota intestinal ni sobre los marcadores inflamatorios en comparación con el grupo de control (91). Al comparar la evidencia, se destaca la urgencia de realizar investigaciones más rigurosas para identificar con mayor eficacia las cepas, decodificar los mecanismos específicos que interactúan con el eje instinto-pulmón en la EPOC y comprobar la robustez de los hallazgos en cohortes multicéntricas y heterogéneas.

La comprensión del impacto de la alimentación en la salud pulmonar ha impulsado el desarrollo de nuevas intervenciones preventivas y terapéuticas para la EPOC (92). Así pues, se ha observado una asociación inversa entre el consumo de fibra y la EPOC (93–96). De igual modo, la evidencia epidemiológica respalda el efecto positivo de la ingesta de fibra sobre la función respiratoria y la EPOC (97,98). Vinculado al concepto, en modelos animales de enfisema, la administración de fibras fermentables (pectina) y no fermentables (celulosa) disminuyó la infiltración de células inmunes y citocinas inflamatorias, contrarrestando la inflamación y las alteraciones morfológicas pulmonares. Estos efectos se vincularon con la supresión de *Lactobacillaceae, Defluviitaleaceae y Oscillospiraceae*; la proliferación de *Bacteroidetes, Akkermansia y Alphaproteobacteria*; y una mayor proporción de acetato, propionato y butirato, metabolitos asociados a efectos antiinflamatorios (99). Entre ellos, el butirato ha demostrado potenciar la expresión del factor nuclear regulado por interleucina 3 (NFIL3) e inhibir la producción de

citocinas en células linfoides innatas tipo 2 (ILC2), encargadas de regular la remodelación fibrótica de la vía aérea y las respuestas inflamatorias en la EPOC (100). Aunque se ha evidenciado que los diversos tipos de fibra dietética podrían modificar la progresión de la degeneración de la función pulmonar, la falta de ensayos clínicos que confirmen estos efectos subraya la necesidad de considerar con mayor detenimiento la dieta como estrategia complementaria en pacientes con EPOC.

Desde otra perspectiva, los principios activos de la fitoterapia china presentan propiedades inmunomoduladoras y antioxidantes potencialmente significativas para la prevención y el tratamiento de enfermedades respiratorias (101). Diversas estrategias de intervención con compuestos herbales han demostrado ser capaces de restaurar tanto la función pulmonar como la eubiosis intestinal. Al respecto, un estudio preclínico evaluó el efecto de la decocción de *Sangju Qingjie* (SJQJD), un remedio herbal chino, en modelos murinos con EPOC y reveló que el SJQJD restauró la arquitectura pulmonar y atenuó la respuesta inflamatoria al inhibir la liberación de factores proinflamatorios, como la IL-6 y el TNFα. Asimismo, restauró el equilibrio de la microbiota al reducir la población de bacterias nocivas, como las de la familia Mycoplasmataceae, y al fomentar el crecimiento de bacterias beneficiosas, como las de las familias Bacillaceae, Microbacteriaceae, Enterobacteriaceae y Streptomycetaceae (102). Análogamente, el extracto de *Reineckea carnea* restauró la eubiosis intestinal y suprimió la vía de señalización del NF-κB, lo que redujo la inflamación pulmonar y restauró la morfología pulmonar en ratones con EPOC (103). Asimismo, el magnolol optimizó significativamente la función respiratoria en modelos murinos con EPOC, al disminuir la permeabilidad entérica y la degradación de las proteínas de unión estrecha, mediante la activación del receptor gamma activado por el proliferador de peroxisomas (PPARγ) (104). Por otra parte, un ensayo clínico evaluó el efecto de los gránulos compuestos a base de gusano de seda Caoshi en pacientes con EPOC estable. Si bien el tratamiento no demostró un efecto favorable sobre la función pulmonar medida por FEV1 y FVC, se evidenció una disminución significativa de los síntomas en comparación con el grupo de control, determinada mediante el cuestionario SGRQ, lo que sugiere una conexión indirecta con la microbiota intestinal (105). No obstante, no se identificó el mecanismo preciso mediante el cual los gránulos de gusano de seda influyen en las bacterias, ni cómo dichas modificaciones se manifestaron en el alivio clínico. Sin embargo, la evidencia anterior confirma que la modulación del eje intestino-pulmón es una diana terapéutica con resultados preclínicos prometedores, con la expectativa de lograr la transición del laboratorio a la aplicación clínica, para proporcionar a las personas con EPOC opciones terapéuticas que mejoren su calidad de vida y reduzcan la carga de la enfermedad.

CONCLUSIONES

La evidencia actual posiciona a la microbiota tanto pulmonar como intestinal como un componente central en la fisiopatología de la EPOC, con implicaciones directas en la progresión de la enfermedad, la frecuencia de exacerbaciones y el desarrollo de manifestaciones sistémicas. La disbiosis observada en pacientes con EPOC altera profundamente la homeostasis inmunológica, favoreciendo un estado inflamatorio crónico que compromete la función mitocondrial, acelera la senescencia celular y contribuye al deterioro estructural del parénquima pulmonar. Estos hallazgos permiten entender la EPOC no solo como una enfermedad respiratoria, sino también como una condición multisistémica influida por el equilibrio microbiano del huésped. La interacción entre el eje intestino-pulmón, la activación de vías inflamatorias como NF-κB y NLRP3, y la alteración de metabolitos bacterianos clave refuerza la necesidad de abordar la enfermedad desde una perspectiva más integradora y molecular.

En este contexto, la modulación de la microbiota emerge como una estrategia terapéutica prometedora, capaz de complementar los tratamientos convencionales y de modificar potencialmente el curso clínico de la EPOC. Intervenciones como el uso de probióticos,

prebióticos y simbióticos, así como el trasplante de microbiota fecal, han mostrado efectos beneficiosos en modelos preclínicos, que incluyen la restauración de la eubiosis, la reducción de la inflamación pulmonar y la mejora de la función mitocondrial. Sin embargo, su aplicación clínica aún se encuentra en fase exploratoria. Es imperativo desarrollar estudios clínicos multicéntricos, con diseños robustos y seguimiento longitudinal, que permitan validar la eficacia, la seguridad y la aplicabilidad de estas estrategias en poblaciones diversas. Solo a través de esta evidencia podremos establecer con claridad el papel de la microbiota como diana terapéutica en el manejo integral de la EPOC.

LISTA DE ABREVIATURAS

ADN: ácido desoxirribonucleico
AGCC: Ácidos Grasos de Cadena Corta
ARNr: ácido ribonucleico ribosomal
ATP: adenosina trifosfato
Ca: Calcio
CAT: Prueba de valoración de la EPOC
CCL13: Ligando 13 de quimiocina con motivo CC
CCL17: Ligando 17 de quimiocina con motivo CC
CCL26: Ligando 26 de quimiocina con motivo CC
CD8: linfocitor T citotóxicos
COX-2: ciclooxigenasa-2
CXC: Quimiocinas con motivo CXC
CXCL2: Ligando 2 de quimiocina con motivo CXC
CXCL10: Ligando 10 de quimiocina con motivo CXC
CXCL11: Ligando 11 de quimiocina con motivo CXC
EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica
EROS: Especies reactivas de oxígeno
FEV1: volumen espiratorio forzado en el primer segundo
fMLP: N-formilmetionil-leucil-fenilalanina
FVC: Capacidad Vital Forzada
GPCRS: receptores acoplados a proteína G
HDACS: histona desacetilasas
IFN: interferones tipo 1
IFN-γ: interferón gamma
IKK: I kappa B quinasa
IL-1β: interleucina-1 beta
IL-3: interleucina 3
IL-5: interleucina 5
IL-6: interleucina 6
IL-6R: receptor de la interleucina 6
IL-8: interleucina 8
IL-13: interleucina 13
IL-17: interleucina 17
IL-22: interleucina 22
ILC2: citocinas en células linfoides innatas tipo 2
INOS: óxido nítrico sintasa inducible
Iso-AGCC: Isoácidos grasos de cadena corta
LABA: agonistas beta-2 adrenérgicos de acción prolongada
LAMA: antagonistas muscarínicos de acción prolongada
LPS: lipopolisacáridos
LTB4: Leucotrieno B4
MCP-1: Péptido Quimiotáctico de Monocitos 1
MMP-2: Metaloproteinasas de matriz-2
MMP-9: Metaloproteinasas de matriz-9
MMP-12: Metaloproteinasas de matriz-12
NF-Kβ: factor nuclear kappa beta
NFIL3: factor nuclear regulado por interleucina 3
NHANES: Encuesta Nacional de Examen de Salud y Nutrición
NLRP3: receptor tipo NOD familia 3
NOD: Receptores tipo dominio de oligomerización de unión a nucleótidos
PPARγ: receptor gamma activado por el proliferador de peroxisomas
SGRQ: Cuestionario respiratorio de St Georges
SJQJD: decocción de Sangju Qingjie
Th1: Linfocitos T Helper 1

Th2: Linfocitos T Helper 2

Th17: linfocitos T helper 17

TLRs: receptores tipo Toll

TMF: Trasplante de microbiota fecal

TNF-α: Factor de Necrosis Tumoral Alfa

TNF-R1: Receptor 1 del factor de necrosis tumoral

TNF-R2: Receptor 2 del factor de necrosis tumoral

VEGF: Factor de Crecimiento Endotelial Vascular

REFERENCIAS

1. O'Reilly S. Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Am J Lifestyle Med.2017;11(4):296-302.
2. Safiri S, Carson-Chahhoud K, Noori M, Nejadghaderi SA, Sullman MJM, Ahmadian Heris J, et al. Burden of chronic obstructive pulmonary disease and its attributable risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: results from the Global Burden of Disease Study 2019. BMJ. 2022;378:e069679.
3. Ruvuna L, Sood A. Epidemiology of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Clin Chest Med. 2020;41(3):315-27.
4. Calverley P, Pauwels R, Vestbo J, Jones P, Pride N, Gulsvik A, et al. Combined salmeterol and fluticasone in the treatment of chronic obstructive pulmonary disease: a randomised controlled trial. The Lancet. 2003;361(9356):449-56.
5. Calverley PMA, Anderson JA, Celli B, Ferguson GT, Jenkins C, Jones PW, et al. Salmeterol and Fluticasone Propionate and Survival in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. N Engl J Med. 2007;356(8):775-89.
6. Singh D, Roche N, Halpin D, Agusti A, Wedzicha JA, Martinez FJ. Current Controversies in the Pharmacological Treatment of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Am J Respir Crit Care Med. 2016;194(5):541-9.
7. Singh D. Pharmacological treatment of stable chronic obstructive pulmonary disease. Respirology. 2021;26(7):643-51.
8. Agustí A, Hogg JC. Update on the Pathogenesis of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Drazen JM, editor. N Engl J Med. 26 de septiembre de 2019;381(13):1248-56.
9. Ogunrinola GA, Oyewale JO, Oshamika OO, Olasehinde GI. The Human Microbiome and Its Impacts on Health. Int J Microbiol. 2020;2020:1-7.
10. Bowerman KL, Rehman SF, Vaughan A, Lachner N, Budden KF, Kim RY, et al. Disease-associated gut microbiome and metabolome changes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Nat Commun. 18 de noviembre de 2020;11(1):5886.
11. Sin D, Sze M, Hogg J. Bacterial microbiome of lungs in COPD. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2014;229.
12. Yi X, Gao J, Wang Z. The human lung microbiome—A hidden link between microbes and human health and diseases. iMeta. 2022;1(3):e33.
13. Dickson RP, Erb-Downward JR, Martinez FJ, Huffnagle GB. The Microbiome and the Respiratory Tract. Annu Rev Physiol. 2016;78(1):481-504.
14. Pattaroni C, Watzenboeck ML, Schneidegger S, Kieser S, Wong NC, Bernasconi E, et al. Early-Life Formation of the Microbial and Immunological Environment of the Human Airways. Cell Host Microbe. 2018;24(6):857-865.e4.
15. Dickson RP, Erb-Downward JR, Freeman CM, McCloskey L, Beck JM, Huffnagle GB, et al. Spatial Variation in the Healthy Human Lung Microbiome and the Adapted Island Model of Lung Biogeography. Ann Am Thorac Soc. 2015;12(6):821-30.
16. Huffnagle GB, Dickson RP, Lukacs NW. The respiratory tract microbiome and lung inflammation: a two-way street. Mucosal Immunol. 2017;10(2):299-306.
17. Mathieu E, Escribano-Vázquez U, Descamps D, Cherbuy C, Langella P, Riffault S, et al. Paradigms of Lung Microbiota Functions in Health and Disease, Particularly in Asthma. Front Physiol. 2018;9:1168.
18. O'Hara AM, Shanahan F. The gut flora as a forgotten organ. EMBO Rep. 2006;7(7):688-93.
19. Borchers MT, Lau GW, Dela Cruz CS. Editorial: Outsmarting the Host: How Bacterial Pathogens Modulate Immune Responses in the Lung. Front Immunol. 2021;11:629491.
20. Yagi K, Huffnagle GB, Lukacs NW, Asai N. The Lung Microbiome during Health and Disease. Int J Mol Sci. 2021;22(19):10872.
21. Sommariva M, Le Noci V, Bianchi F, Camelliti S, Balsari A, Tagliabue E, et al. The lung microbiota: role in maintaining pulmonary immune homeostasis and its implications in cancer development and therapy. Cell Mol Life Sci.2020;77(14):2739-49.
22. Charlson ES, Bittinger K, Haas AR, Fitzgerald AS, Frank I, Yadav A, et al. Topographical Continuity

of Bacterial Populations in the Healthy Human Respiratory Tract. Am J Respir Crit Care Med. 2011;184(8):957-63.
23. Bassis CM, Erb-Downward JR, Dickson RP, Freeman CM, Schmidt TM, Young VB, et al. Analysis of the Upper Respiratory Tract Microbiotas as the Source of the Lung and Gastric Microbiotas in Healthy Individuals. Ravel J, editor. mBio. 2015;6(2):e00037-15.
24. Morris A, Beck JM, Schloss PD, Campbell TB, Crothers K, Curtis JL, et al. Comparison of the Respiratory Microbiome in Healthy Nonsmokers and Smokers. Am J Respir Crit Care Med. 2013;187(10):1067-75.
25. King CH, Desai H, Sylvetsky AC, LoTempio J, Ayanyan S, Carrie J, et al. Baseline human gut microbiota profile in healthy people and standard reporting template. Goel A, editor. PloS One. 2019;14(9):e0206484.
26. Gibiino G, De Siena M, Sbrancia M, Binda C, Sambri V, Gasbarrini A, et al. Dietary Habits and Gut Microbiota in Healthy Adults: Focusing on the Right Diet. A Systematic Review. Int J Mol Sci. 2021;22(13):6728.
27. Zhao G, Xie L, Wu Y, Wang B, Teng W, Sun Z, et al. Effects of urbanization and lifestyle habits on the intestinal microbiota of adolescents in eastern China—Front Microbiol. 2023;14:989303.
28. Senghor B, Sokhna C, Ruimy R, Lagier JC. Gut microbiota diversity according to dietary habits and geographical provenance. Hum Microbiome J. 2018;7-8:1-9.
29. Kho ZY, Lal SK. The Human Gut Microbiome – A Potential Controller of Wellness and Disease. Front Microbiol. 2018;9:1835.
30. Guillot CC. Microbiota pulmonar y el eje intestino-pulmón. Rev Cuba Pediatría [Internet]. 1 de octubre de 2021;93(4).
31. Antunes KH, Fachi JL, de Paula R, da Silva EF, Pral LP, dos Santos AA, et al. Microbiota-derived acetate protects against respiratory syncytial virus infection through a GPR43-type I interferon response. Nat Immunol. 2019;20(5):698–708.
32. Bradley KC, Finsterbusch K, Schnepf D, Crotta S, Llorian M, Davidson S, et al. Microbiota-driven tonic interferon signals in lung stromal cells protect from influenza virus infection. Cell Rep. 2019;28(1):245–256.e4.
33. Sencio V, Machado MG, Trottein F. The lung–gut axis during viral respiratory infections: the impact of gut dysbiosis on secondary disease outcomes. Mucosal Immunol. 2021;14(2):296-304.
34. Whiteside SA, McGinniss JE, Collman RG. The lung microbiome: progress and promise. J Clin Invest. 2021;131(15):e150473.
35. Costa AN, Costa FMD, Campos SV, Salles RK, Athanazio RA. The pulmonary microbiome: challenges of a new paradigm. J Bras Pneumol. 2018;44(5):424-32.
36. Belkaid Y, Hand TW. Role of the Microbiota in Immunity and Inflammation. Cell. 2014;157(1):121-41.
37. Millares L, Monso E. The Microbiome in COPD: Emerging Potential for Microbiome-Targeted Interventions. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2022;17:1835-45.
38. Garcia-Nuñez M, Millares L, Pomares X, Ferrari R, Pérez-Brocal V, Gallego M, et al. Severity-Related Changes of Bronchial Microbiome in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Munson E, editor. J Clin Microbiol. 2014;52(12):4217-23.
39. Wang Z, Bafadhel M, Haldar K, Spivak A, Mayhew D, Miller BE, et al. Lung microbiome dynamics in COPD exacerbations. Eur Respir J. abril de 2016;47(4):1082-92.
40. Dima E, Kyriakoudi A, Kaponi M, Vasileiadis I, Stamou P, Koutsoukou A, et al. The lung microbiome dynamics between stability and exacerbation in chronic obstructive pulmonary disease (COPD): Current perspectives. Respir Med. 2019;157:1-6.
41. Aldonyte R, Bagdonas E, Raudoniute J, Bruzauskaite I. Novel aspects of pathogenesis and regeneration mechanisms in COPD. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2015;995.
42. Sharan R, Perez-Cruz M, Kervoaze G, Gosset P, Weynants V, Godfroid F, et al. Interleukin-22 protects against non-typeable *Haemophilus* influenzae infection: alteration during chronic obstructive pulmonary disease. Mucosal Immunol. 2017;10(1):139-49.
43. Zeng Q, Jewell CM. Directing toll-like receptor signaling in macrophages to enhance tumor immunotherapy. Curr Opin Biotechnol. 2019;60:138-45.
44. Pritchard MF, Powell LC, Menzies GE, Lewis PD, Hawkins K, Wright C, et al. A New Class of Safe Oligosaccharide Polymer Therapy To Modify the Mucus Barrier of Chronic Respiratory Disease. Mol Pharm. 2016;13(3):863-72.
45. Deshpande R, Zou C. Pseudomonas aeruginosa-induced cell death in acute lung injury and acute respiratory distress syndrome. Int J Mol Sci. 2020;21(15):5356.
46. Hall CJ, Sanderson LE, Crosier KE, Crosier PS. Mitochondrial metabolism, reactive oxygen species,

and macrophage function-fishing for insights. J Mol Med. 2014;92(11):1119-28.
47. Wang Z, Maschera B, Lea S, Kolsum U, Michalovich D, Van Horn S, et al. Airway host-microbiome interactions in chronic obstructive pulmonary disease. Respir Res. 2019;20(1):113.
48. Leitao Filho FS, Alotaibi NM, Ngan D, Tam S, Yang J, Hollander Z, et al. Sputum Microbiome Is Associated with 1-Year Mortality after Chronic Obstructive Pulmonary Disease Hospitalizations. Am J Respir Crit Care Med. 2019;199(10):1205-13.
49. Aldonyte R, Bagdonas E, Raudoniute J, Bruzauskaite I. Novel aspects of pathogenesis and regeneration mechanisms in COPD. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2015;995.
50. Ghebre MA, Pang PH, Diver S, Desai D, Bafadhel M, Haldar K, et al. Biological exacerbation clusters demonstrate asthma and chronic obstructive pulmonary disease overlap with distinct mediator and microbiome profiles. J Allergy Clin Immunol. 2018;141(6):2027 2036.e12.
51. Qu L, Cheng Q, Wang Y, Mu H, Zhang Y. COPD and Gut–Lung Axis: How Microbiota and Host Inflammasome Influence COPD and Related Therapeutics. Front Microbiol. 2022;13:868086.
52. De Nuccio F, Piscitelli P, Toraldo DM. Gut–lung Microbiota Interactions in Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD): Potential Mechanisms Driving Progression to COPD and Epidemiological Data. Lung. 2022;200(6):773-81.
53. Lee SH, Kim J, Kim NH, Kim OH, Shon CH, Kim SJ, et al. Gut microbiota composition and metabolite profiling in smokers: a comparative study between emphysema and asymptomatic individuals with therapeutic implications. Thorax. 2023;78(11):1080-9.
54. Laiman V, Chuang HC, Lo YC, Yuan TH, Chen YY, Heriyanto DS, et al. Cigarette smoke-induced dysbiosis: comparative analysis of lung and intestinal microbiomes in COPD mice and patients. Respir Res. 2024;25(1):204.
55. Wang L, Pelgrim CE, Peralta Marzal LN, Korver S, Van Ark I, Leusink-Muis T, et al. Changes in intestinal homeostasis and immunity in a cigarette smoke- and LPS-induced murine model for COPD: the lung-gut axis. Am J Physiol-Lung Cell Mol Physiol. 2022;323(3):L266-80.
56. Song X, Dou X, Chang J, Zeng X, Xu Q, Xu C. The role and mechanism of gut-lung axis mediated bidirectional communication in the occurrence and development of chronic obstructive pulmonary disease. Gut Microbes. 2024;16(1):2414805.
57. Donovan C, Liu G, Shen S, Marshall JE, Kim RY, Alemao CA, et al. The role of the microbiome and the NLRP3 inflammasome in the gut and lung. J Leukoc Biol. 2020;108(3):925-35.
58. Zhang D, Jian YP, Zhang YN, Li Y, Gu LT, Sun HH, et al. Short-chain fatty acids in diseases. Cell Commun Signal. 2023;21(1):212.
59. Yao Y, Cai X, Fei W, Ye Y, Zhao M, Zheng C. The role of short-chain fatty acids in immunity, inflammation and metabolism. Crit Rev Food Sci Nutr. 2022;62(1):1-12.
60. Song W, Yue Y, Zhang Q. Imbalance of gut microbiota is involved in the development of chronic obstructive pulmonary disease: A review. Biomed Pharmacother. 2023;165:115150.
61. Mao H, Zhao X, Sun S cong. NF-κB in inflammation and cancer. Cell Mol Immunol. 2025;22(8):811-39.
62. Mumby S, Adcock IM. Recent evidence from omic analysis for redox signalling and mitochondrial oxidative stress in COPD. J Inflamm. 2022;19(1):10.
63. Aghapour M, Remels AHV, Pouwels SD, Bruder D, Hiemstra PS, Cloonan SM, et al. Mitochondria: at the crossroads of regulating lung epithelial cell function in chronic obstructive pulmonary disease. Am J Physiol-Lung Cell Mol Physiol. 2020;318(1):L149-64.
64. Li CL, Liu SF. Cellular and Molecular Biology of Mitochondria in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Int J Mol Sci. 2024;25(14):7780.
65. Li CL, Liu SF. Cellular and Molecular Biology of Mitochondria in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Int J Mol Sci. 2024;25(14):7780.
66. Fan X, Dong T, Yan K, Ci X, Peng L. PM2.5 increases susceptibility to acute exacerbation of COPD via NOX4/Nrf2 redox imbalance-mediated mitophagy. Redox Biol. 2023;59:102587.
67. 2025 GOLD Report [Internet]. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease - GOLD. Disponible en: https://goldcopd.org/2025-gold-report/
68. Kahnert K, A. Jörres R, Behr J, Welte T. The Diagnosis and Treatment of COPD and Its Comorbidities. Dtsch Ärztebl Int.2023;120(25):434-44.
69. Troosters T, Janssens W, Demeyer H, Rabinovich RA. Pulmonary rehabilitation and physical interventions. Eur Respir Rev. 2023;32(168):220222.
70. Alswat AS. The Influence of the Gut Microbiota on Host Health: A Focus on the Gut–Lung Axis and Therapeutic Approaches. Life.2024;14(10):1279.
71. Ahmadi S, Hasani A, Khabbaz A, Poortahmasbe V, Hosseini S, Yasdchi M, et al. Dysbiosis and fecal microbiota transplant: Contemplating progress

in health, neurodegeneration and longevity. Biogerontology. 2024;25(6):957-83.
72. Davar D, Dzutsev AK, McCulloch JA, Rodrigues RR, Chauvin JM, Morrison RM, et al. Fecal microbiota transplant overcomes resistance to anti–PD-1 therapy in melanoma patients. Science. 2021;371(6529):595-602.
73. Fang H, Hou Q, Zhang W, Su Z, Zhang J, Li J, et al. Fecal Microbiota Transplantation Improves Clinical Symptoms of Fibromyalgia: An Open-Label, Randomized, Nonplacebo-Controlled Study. J Pain. 2024;25(9):104535.
74. Gopalarathinam R, Sankar R, Zhao SS. Role of Anti-Inflammatory Diet and Fecal Microbiota Transplant in Psoriatic Arthritis. Clin Ther. 2024;46(7):588-96.
75. Zecheng L, Donghai L, Runchuan G, Yuan Q, Qi J, Yijia Z, et al. Fecal microbiota transplantation in obesity metabolism: A meta analysis and systematic review. Diabetes Res Clin Pract. 2023;202:110803.
76. Zhang D, Zhang Z, Liao L, Dong B, Xiong X, Qin X, et al. Impact of fecal microbiota transplantation on lung function and gut microbiome in an ARDS rat model: A multi-omics analysis including 16S rRNA sequencing, metabolomics, and transcriptomics. Int J Immunopathol Pharmacol. 2025;39:03946320251333982.
77. Cymbal M, Chatterjee A, Baggott B, Auron M. Management of Clostridioides difficile Infection: Diagnosis, Treatment, and Future Perspectives. Am J Med. 2024;137(7):571-6.
78. Lai HC, Lin TL, Chen TW, Kuo YL, Chang CJ, Wu TR, et al. Gut microbiota modulates COPD pathogenesis: role of anti-inflammatory Para*Bacteroides* goldsteinii lipopolysaccharide. Gut. 2022;71(2):309-21.
79. Budden KF, Shukla SD, Bowerman KL, Vaughan A, Gellatly SL, Wood DLA, et al. Faecal microbial transfer and complex carbohydrates mediate protection against COPD. Gut. 2024;73(5):751-69.
80. Hong Y, Luo T. The potential protective effects of probiotics, prebiotics, or yogurt on chronic obstructive pulmonary disease: Results from NHANES 2007–2012. Food Sci Nutr. 2024;12(10):7233-41.
81. Carvalho JL, Miranda M, Fialho AK, Castro-Faria-Neto H, Anatriello E, Keller AC, et al. Oral feeding with probiotic Lactobacillus rhamnosus attenuates cigarette smoke-induced COPD in C57Bl/6 mice: Relevance to inflammatory markers in human bronchial epithelial cells. Chu HW, editor. PloS One. 2020;15(4):e0225560.
82. Mortaz E, Adcock IM, Ricciardolo FLM, Varahram M, Jamaati H, Velayati AA, et al. Anti-Inflammatory Effects of Lactobacillus Rahmnosus and *Bifidobacterium* Breve on Cigarette Smoke Activated Human Macrophages. Thatcher TH, editor. PloS One. 2015;10(8):e0136455.
83. Olímpio F, Andreata-Santos R, Rosa PC, Santos W, Oliveira C, Aimbire F. Lactobacillus rhamnosus Restores Antiviral Signaling and Attenuates Cytokines Secretion from Human Bronchial Epithelial Cells Exposed to Cigarette Smoke and Infected with SARS-CoV-2. Probiotics Antimicrob Proteins. 2023;15(6):1513-28.
84. Vasconcelos JA, Mota AS, Olímpio F, Rosa PC, Damaceno-Rodrigues N, De Paula Vieira R, et al. Lactobacillus rhamnosus Modulates Lung Inflammation and Mitigates Gut Dysbiosis in a Murine Model of Asthma-COPD Overlap Syndrome. Probiotics Antimicrob Proteins. 2025;17(2):588-605.
85. Shen HT, Fang YT, Tsai WH, Chou CH, Huang MS, Yeh YT, et al. A Lactobacillus Combination Ameliorates Lung Inflammation in an Elastase/LPS—induced Mouse Model of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Probiotics Antimicrob Proteins. 2025;17(5):3416-28.
86. Liu Y, Li L, Feng J, Wan B, Tu Q, Cai W, et al. Modulation of chronic obstructive pulmonary disease progression by antioxidant metabolites from Pediococcus pentosaceus : enhancing gut probiotics abundance and the tryptophan-melatonin pathway. Gut Microbes. 2024;16(1):2320283.
87. Shen HT, Fang YT, Tsai WH, Chou CH, Huang MS, Yeh YT, et al. A Lactobacillus Combination Ameliorates Lung Inflammation in an Elastase/LPS—induced Mouse Model of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Probiotics Antimicrob Proteins. 2025;17(5):3416-28.
88. Panahi Y, Ghanei M, Vahedi E, Mousavi SH, Imani S, Sahebkar A. Efficacy of probiotic supplementation on quality of life and pulmonary symptoms due to sulfur mustard exposure: a randomized double-blind placebo-controlled trial. Drug Chem Toxicol. 2017;40(1):24-9.
89. Karim A, Muhammad T, Shahid Iqbal M, Qaisar R. A multistrain probiotic improves handgrip strength and functional capacity in patients with COPD: A randomized controlled trial. Arch Gerontol Geriatr. 2022;102:104721.
90. Koning CJM, Jonkers D, Smidt H, Rombouts F, Pennings HJ, Wouters E, et al. The effect of a multispecies probiotic on the composition of the faecal microbiota and bowel habits in chronic

obstructive pulmonary disease patients treated with antibiotics. Br J Nutr. 2010;103(10):1452-60.
91. Van Iersel LEJ, Beijers RJHCG, Simons SO, Schuurman LT, Shetty SA, Roeselers G, et al. Characterizing gut microbial dysbiosis and exploring the effect of prebiotic fiber supplementation in patients with COPD. Eur J Nutr. 2025;64(5):210.
92. Liu D, Ma J, Cui XL, Zhang Y, Liu T, Chen LH. Dietary Habits, Residential Air Pollution, and Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Nutrients. 2025;17(12):2029.
93. Sdona E, Georgakou AV, Ekström S, Bergström A. Dietary Fibre Intake in Relation to Asthma, Rhinitis and Lung Function Impairment—A Systematic Review of Observational Studies. Nutrients. 2021;13(10):3594.
94. Jin J, Bian Y, Gu Z, Lin M. Association Between Dietary Fiber Intake and Prevalence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease in a Middle-Aged and Elderly Population: A Study Based on the National Health and Nutrition Examination Survey Database. Chronic Obstr Pulm Dis J COPD Found. 2024;11(2):216-28.
95. Szmidt MK, Kaluza J, Harris HR, Linden A, Wolk A. Long-term dietary fiber intake and risk of chronic obstructive pulmonary disease: a prospective cohort study of women. Eur J Nutr. 2020;59(5):1869-79.
96. Kaluza J, Harris H, Wallin A, Linden A, Wolk A. Dietary Fiber Intake and Risk of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Prospective Cohort Study of Men. Epidemiology. 2018;29(2):254-60.
97. Varraso R, Willett WC, Camargo CA. Prospective Study of Dietary Fiber and Risk of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Among US Women and Men. Am J Epidemiol. 2010;171(7):776-84.
98. Kan H, Stevens J, Heiss G, Rose KM, London SJ. Dietary Fiber, Lung Function, and Chronic Obstructive Pulmonary Disease in the Atherosclerosis Risk in Communities Study. Am J Epidemiol. 2007;167(5):570-8.
99. Jang YO, Kim OH, Kim SJ, Lee SH, Yun S, Lim SE, et al. High-fiber diets attenuate emphysema development via modulation of gut microbiota and metabolism. Sci Rep. 2021;11(1):7008.
100. Jiang M, Wang J, Li Z, Xu D, Jing J, Li F, et al. Dietary Fiber-Derived Microbial Butyrate Suppresses ILC2-Dependent Airway Inflammation in COPD. Fröde TS, editor. Mediators Inflamm. 2024;2024(1):6263447.
101. Chen T, Ding L, Zhao M, Song S, Hou J, Li X, et al. Recent advances in the potential effects of natural products from traditional Chinese medicine against respiratory diseases targeting ferroptosis. Chin Med. 2024;19(1):49.
102. Liu Z, Huang Y, Hu C, Liu X. The impact of *Sangju Qingjie* Decoction on the pulmonary microbiota in the prevention and treatment of chronic obstructive pulmonary disease. Front Cell Infect Microbiol. 2024;14:1379831.
103. Chen JQ, Wu XJ, Wu XX, Geng BD, Zhou D, Wen J, et al. Protective effect of aqueous extract of *Reineckea carnea* (Andrews) Kunth against cigarette smoke-induced chronic obstructive pulmonary disease in mice and its impact on gut microbiota. Fitoterapia. 2025;184:106600.
104. Tao L, Zhang Q, Liu L, Wang K, Liu X, Li J, et al. Magnolol preserves the integrity of the intestinal epithelial barrier and mitigates intestinal injury through activation of PPAR γ in COPD rat. J Ethnopharmacol. 2025;338:119068.
105. Hu Y, Shi Q, Ying S, Zhu D, Chen H, Yang X, et al. Effects of compound Caoshi silkworm granules on stable COPD patients and their relationship with gut microbiota: A randomized controlled trial. Medicine (Baltimore). 2020;99(22):e20511.

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Gac Méd Caracas 2026;134(2):552-566
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.18

Calidad en el cumplimiento del proceso de esterilización a vapor en instituciones de salud: una revisión sistemática exploratoria

Quality of steam sterilization process compliance in healthcare institutions: an exploratory systematic review

Angélica Roca Pérez[1abc*], María Isabel Gina Cuello Orozco[2ab], Danna Reyes Olmos[3a], José Agamez Arciniegas[4a], Juan Ruiz Duran[5a], Wendy Sidedor Varela[6a], María José Ramírez Castillejo[7a]

RESUMEN

Se presenta una revisión exploratoria sobre el cumplimiento de los protocolos de esterilización a vapor en Instituciones de Salud. Mediante una revisión exploratoria, adoptando, según la búsqueda, descriptores clave como la calidad de los procesos de esterilización a vapor, la evaluación en el contexto, la pertinencia y la seguridad de la selección del método, tras un proceso exhaustivo resultaron un total de 15 estudios, en los cuales predominaron los años 2019, 2020, 2021 y 2025, y países como Ecuador, México y España. Se determinó que en 10 fuentes se cumple con el protocolo de esterilización a vapor, garantizando la calidad de los procesos en las instituciones de salud; sin embargo, en 5 no cumplen con el protocolo, lo que implica procesos deficientes, producidos a causa de problemas o de la ausencia en la capacitación del personal, sobrecarga laboral, falta de cumplimiento del protocolo y de la lista de cotejo, fallas en el uso de elementos de protección personal.

Palabras clave: *Esterilización a vapor, autoclave y calidad*

SUMMARY

An exploratory review of compliance with steam sterilization protocols in healthcare institutions is presented. Using an exploratory review methodology and adopting key search terms such as steam sterilization process quality, contextual evaluation, and the appropriateness and safety of the selected method, a total of 15 studies were identified. These studies primarily covered 2019, 2020, 2021, and 2025 and were conducted in countries such as Ecuador, Mexico, and Spain. It was determined that 10 sources comply with the steam sterilization protocol, ensuring the quality of processes in healthcare institutions. However, 5 sources do not comply with the protocol,

ORCID:
[1] 0000-0001-8035-0737
[2] 0000-0001-6857-122X
[3] 0009-0006-8318-0386
[4] 0009-0007-3904-2442
[5] 0009-0008-7227-2474
[6] 0009-0001-4356-5496
[7] 0009-0005-6520-3241

[*]**Autor de correspondencia:** Angélica Roca Pérez1abc
E-mail: angelicarocap@unicesar.edu.co; dirección: Calle 85 # 50-117

Recibido: 19 de septiembre 2025
Aceptado: 28 de marzo 2026

a Especialización en Gestión de la Calidad en Áreas Quirúrgicas y en Centrales de Esterilización. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Colombia.
b Programa de Instrumentación Quirúrgica. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Colombia.
c Programa de Instrumentación Quirúrgica. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.

indicating deficient processes due to problems or a lack of staff training, excessive workload, failure to adhere to the protocol and checklist, and errors in the use of personal protective equipment.

Keywords: *Steam sterilization, Autoclave, Quality*

INTRODUCCIÓN

La esterilización por vapor constituye uno de los métodos más seguros, consistentes y eficaces para eliminar microorganismos presentes en los entornos asistenciales de las instituciones de salud. Su acción se basa en la coagulación irreversible y en la desnaturalización de enzimas y proteínas estructurales, procesos que garantizan la destrucción completa de los agentes biológicos. En este método, la autoclave es el componente central del sistema de esterilización. Este equipo permite exponer los dispositivos, el instrumental y los materiales a temperaturas y presiones controladas durante un tiempo específico, asegurando así un proceso de esterilización confiable, reproducible y acorde con los estándares de calidad exigidos en la práctica sanitaria. El funcionamiento de la autoclave es complejo y requiere una ejecución estricta para garantizar la fiabilidad del proceso. En la fase inicial, es indispensable expulsar por completo el aire de la cámara, lo cual se logra mediante ciclos alternados de inyección de vapor y extracción mediante bomba de vacío. Una vez alcanzada la eliminación adecuada del aire, el equipo debe operar a 121 °C o a 132–134 °C, a la presión correspondiente y mantener estas condiciones durante el tiempo de exposición requerido, condiciones esenciales para asegurar un proceso de esterilización eficaz y reproducible (1).

Dado lo anterior, la esterilización por vapor constituye un proceso prioritario en el ámbito sanitario, pues garantiza la eliminación de los microorganismos que pueden poner en riesgo tanto al personal de salud como a los pacientes durante la atención hospitalaria. Cuando este procedimiento no se ejecuta adecuadamente o no cumple con los estándares de seguridad, eficiencia y calidad establecidos, se incrementa directamente la probabilidad de infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS). En consecuencia, una falla en cualquiera de las etapas del proceso de esterilización compromete no solo la integridad del sistema económico, social y administrativo de las instituciones hospitalarias, sino también un elemento fundamental: la salud y seguridad de los usuarios y trabajadores (2).

En este contexto, el incumplimiento de los protocolos y procedimientos establecidos para la esterilización del instrumental quirúrgico representa un riesgo inminente de exposición a agentes patógenos. Esta situación no solo genera incertidumbre en el personal sanitario, sino que también favorece la transmisión de enfermedades, la proliferación microbiana y, en general, la ineficacia del proceso de esterilización. Cuando las prácticas no cumplen con los estándares de seguridad y calidad, se compromete la garantía de un entorno asistencial seguro, incrementando la probabilidad de eventos adversos y afectando directamente la calidad de la atención médica (3).

De acuerdo con lo expuesto, la esterilización inadecuada constituye uno de los principales factores asociados a la aparición de infecciones en el ámbito asistencial. Las infecciones del sitio quirúrgico (ISQ), por ejemplo, presentan tasas que oscilan entre el 1 % y el 9 % por cada 100 procedimientos, lo que evidencia su relevancia epidemiológica. Estas infecciones pueden, además, actuar como puerta de entrada a complicaciones adicionales, como infecciones del tracto urinario y del tracto respiratorio, así como otras afecciones que incrementan la morbilidad en los pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas (4).

En este sentido, las instituciones de salud tienen una responsabilidad integral en la gestión y ejecución de los procesos de esterilización, con el fin de garantizar la calidad de los servicios y la seguridad tanto de los pacientes como del personal sanitario. Los fallos derivados de errores humanos, deficiencias estructurales, fallas en equipos y maquinarias, incumplimiento de protocolos o inadecuada aplicación de procedimientos pueden generar consecuencias significativas para el centro asistencial. Entre estas, las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) representan uno de los problemas

más frecuentes y de mayor impacto. No obstante, estas infecciones pueden prevenirse mediante una adecuada planificación, organización, ejecución y evaluación de los procesos de esterilización, asegurando la limpieza y desinfección de los dispositivos médicos y productos sanitarios, elementos esenciales para interrumpir la cadena epidemiológica de transmisión (5).

A partir de lo descrito, resulta evidente que las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS) constituyen un problema prioritario de salud pública, pues representan una amenaza constante tanto para los pacientes como para los trabajadores sanitarios. Estas infecciones pueden verse significativamente favorecidas por prácticas de esterilización deficientes o de baja calidad. Por ello, es indispensable implementar acciones seguras y estandarizadas que aseguren el cumplimiento riguroso de cada una de las etapas del proceso, incluyendo la verificación mediante controles físicos, químicos y biológicos, que deben ejecutarse de manera adecuada y sistemática para garantizar la eficacia del procedimiento (6).

En concordancia con lo anterior, en Colombia existen diversas normativas que regulan el funcionamiento de las centrales de reprocesamiento de dispositivos médicos y de elementos reutilizables (DMER). Estas disposiciones, emitidas por el Ministerio de Salud y Protección Social, establecen los protocolos, lineamientos y requisitos técnicos que deben observarse en cada fase del reprocesamiento, a fin de asegurar la calidad, la seguridad y la trazabilidad de los procesos en esta área crítica de la atención sanitaria.

Sin embargo, la realidad en la práctica diaria de las instituciones públicas y privadas, desde una comparación con la normativa, devela ciertas dificultades en aspectos como recursos, supervisión, personal y capacitación que interfieren significativamente en el proceso, esta situación lleva a indagar el compromiso del cumplimiento de estas normativas en las diferentes Instituciones de Salud en Colombia, ya que es importante garantizar la seguridad tanto del paciente como del personal de salud, favoreciendo a la reducción de costos asociados a eventos adversos e infecciones asociadas a la atención en salud (7).

La esterilización por vapor mediante autoclave es uno de los métodos más utilizados en las instituciones de salud, debido a su capacidad para asegurar la destrucción completa de microorganismos, incluidas las esporas bacterianas. No obstante, la calidad del proceso no depende únicamente del cumplimiento de parámetros como tiempo, temperatura y presión; requiere, además, una validación sistemática que garantice que las condiciones reales de operación permiten alcanzar los resultados esperados en términos de eficacia microbiológica (7). En consecuencia, la obtención de material estéril depende de un conjunto de parámetros organizados, controlados y documentados rigurosamente por el personal responsable de la central de reprocesamiento de dispositivos médicos y elementos reutilizables (DMER). Para que un producto pueda considerarse estéril, es indispensable que todas las etapas del proceso se ejecuten de manera eficiente y que el procedimiento sea validado conforme a los estándares técnicos. Por ello, los procesos de esterilización deben someterse periódicamente a controles físicos, químicos y biológicos, que permiten verificar la calidad final y asegurar la reproducibilidad del proceso (8).

La calidad y la validación de los procesos y equipos constituyen requisitos esenciales que las instituciones de salud deben cumplir para garantizar la seguridad de los resultados y prevenir las infecciones asociadas a la atención en salud (IAAS). Esto implica la observancia estricta de normas, protocolos y lineamientos técnicos, así como la disponibilidad de documentación que acredite el cumplimiento de los estándares institucionales de calidad. Dichos elementos fortalecen la fiabilidad, consistencia y precisión de los datos generados por la institución y contribuyen a la mejora continua de los procesos de esterilización (9).

En virtud de lo anterior, es fundamental reconocer que la calidad de los procesos de esterilización exige una adecuada descripción, capacitación e implementación por parte de las

instituciones y del personal responsable, a fin de garantizar resultados óptimos y seguros para los usuarios. En Colombia, la Resolución 2183 de 2004 establece la obligación de adoptar un manual que contemple los criterios esenciales para la ejecución de los procedimientos en las centrales de reprocesamiento de dispositivos médicos y elementos reutilizables (DMER). Este manual debe asegurar el cumplimiento de los controles físicos, químicos y biológicos requeridos para validar la eficacia del proceso. El cumplimiento de estas disposiciones se traduce directamente en la garantía de la calidad del proceso de esterilización (2,6).

Considerando lo expuesto, resulta evidente que el cumplimiento adecuado de los procesos de esterilización constituye un componente esencial para la seguridad de los pacientes y, en general, para la integridad del ambiente hospitalario. En este marco, el presente artículo tiene como propósito analizar, mediante una revisión bibliográfica sistemática, el cumplimiento de los protocolos de esterilización por vapor en instituciones de salud y su impacto en la seguridad del paciente. Para ello, se recurre a estudios y fuentes documentales que aportan evidencia confiable sobre la variable de interés, con el fin de responder al objetivo general: analizar el cumplimiento de los protocolos de esterilización por vapor en instituciones de salud mediante una revisión sistemática exploratoria.

METODOLOGÍA

El presente artículo se enmarca en la categoría de calidad de los procesos de esterilización por vapor en instituciones de salud y se desarrolló mediante una metodología de revisión exploratoria, que permitió identificar, seleccionar y analizar fuentes documentales pertinentes sobre la temática. Para la búsqueda de información se definieron palabras clave orientadas al objeto de estudio, entre ellas: “calidad de los procesos de esterilización a vapor en instituciones de salud”, “evaluación de la esterilización a vapor en el contexto sanitario” y “pertinencia y seguridad del método de esterilización a vapor en instituciones hospitalarias”.

La revisión bibliográfica se llevó a cabo en bases de datos y repositorios especializados, tales como Antimicrobial Resistance & Infection Control, SubRed, Medisan, Pubs AIP, Dspace, PubMed Central, Alicia.concytec y SciELO. Asimismo, se consultaron repositorios institucionales de diversas universidades, entre ellas: Universidad del Rosario, Universidad Internacional de La Rioja (UNIR), Universidad Autónoma de San Luis de Potosí y Universidad Autónoma de Guerrero, lo que permitió ampliar el espectro de fuentes y fortalecer la validez del análisis.

Para la búsqueda de información se emplearon términos controlados MeSH y DeCS, combinados con los operadores booleanos AND y OR, con el fin de optimizar la recuperación de documentos pertinentes. Entre las expresiones utilizadas se incluyeron: “esterilización OR cirugía”, “prácticas de esterilización OR entorno quirúrgico”, “calidad AND cumplimiento de la esterilización” y “esterilización OR calidad”. La estrategia de búsqueda se adaptó a las particularidades de cada base de datos para maximizar la sensibilidad y la especificidad de los resultados.

Se incluyeron estudios originales, revisiones sistemáticas, guías clínicas y literatura publicada entre 2016 y 2025. Se excluyeron editoriales, artículos de opinión, percepciones sin sustento científico y publicaciones no relacionadas con la bioseguridad clínica. Los criterios de inclusión contemplaron investigaciones con una antigüedad máxima de diez años, artículos provenientes de universidades y revistas científicas indexadas que aportaran datos confiables, así como fuentes que ofrecieran información concreta para analizar el cumplimiento efectivo de los procesos de esterilización dentro de la categoría de estudio.

Asimismo, se incorporó literatura gris, compuesta por documentos normativos institucionales y guías técnicas, debido a la limitada disponibilidad de evidencia científica específica sobre la esterilización por vapor en entornos quirúrgicos. Este tipo de material permitió complementar la comprensión del fenómeno desde una perspectiva operativa y normativa; sin embargo, no fue considerado para la formulación de conclusiones clínicas,

priorizándose la evidencia derivada de estudios revisados por pares con el fin de minimizar posibles sesgos metodológicos

En cuanto al primer proceso de búsqueda, indagaron bajo las palabras clave, encontrando más de 17.000 mil resultados, compuestos por fuentes no oficiales, fuentes no relacionadas pero con alguna mención de palabras clave, fuentes de blog, entre otros, tras una segunda búsqueda de datos, se encontraron 87 fuentes bibliográficas de las cuales fueron descartadas 72 por falta de rigor científico, páginas no oficiales, falta de relación en el contexto de búsqueda de la categoría, evaluación más del proceso humano que del método de esterilización a vapor como tal y aspectos financieros del proceso, dejando como resultado una unidad de análisis de datos de un total de 15 investigaciones y artículos, tal como se ilustra en el siguiente flujograma PRISMA (Figura 1).

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Con respecto a los resultados (Cuadro 1), de las 15 fuentes de revisión bibliográfica, se obtuvo que, 10 estudios garantizan que la esterilización a vapor es más efectiva, además representa una relación "costo – beneficio- calidad" acorde a los requerimientos hospitalarios, indicando que la carga como indicador para la autoclave también interfiere en la calidad final del proceso, en varios de los estudios se determina que una carga no mayor al 25% implica mayor eficiencia. Por otra parte, con respecto a las 5 fuentes restantes de la revisión bibliográfica, se evidenció que presentan problemas con el proceso de esterilización a vapor, pero no por factores relacionados netamente con el proceso, al contrario, se ataña a situaciones de capacitación y errores del personal, sobre carga y estrés del personal, falta de equipos y materiales, ausencia de la aplicación de protocolos y lista de cotejo en las centrales de reprocesamiento de

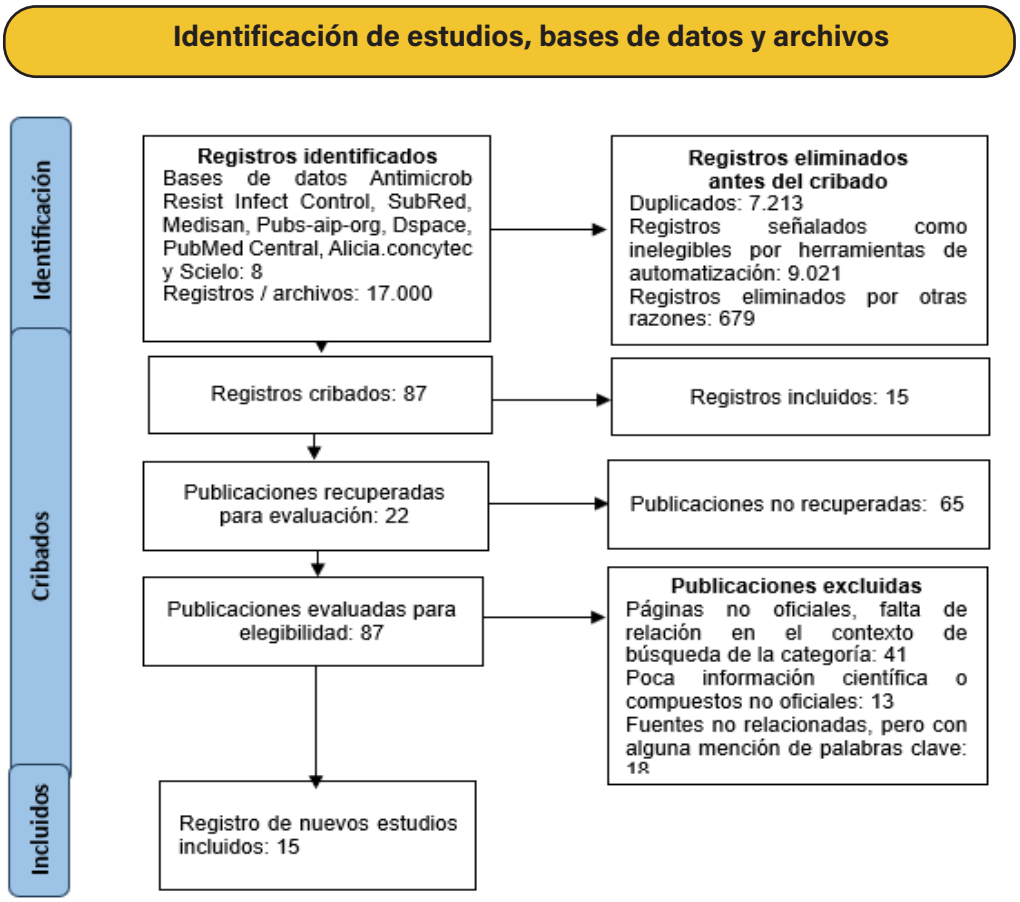


Figura 1. Diagrama de fliujo PRISMA. **Fuente**: elaboración propia (2025)

Cuadro 1. Sistematización de revisión exploratoria

Autor y año	Titulo	Metodología	Resultados y conclusiones del estudio
Sánchez y col. (10)	Calidad del proceso de esterilización en el Hospital General Juan Bruno Zayas Alfonso	Se llevó a cabo un estudio evaluativo de enfoque mixto, determinando la estructura y verificación de los recursos humanos y materiales	Los resultados permitieron conocer que existen algunas dificultades en los recursos materiales, que a pesar de que deben mejorarse, no inciden de forma prominente en el proceso de esterilización, en suma de ello, parte del personal evidencia algún tipo de desconocimiento del proceso, a pesar de no encontrar elementos puntuales que indiquen una baja calidad, se presentan condiciones actuales que se deben mejorar desde los costos y capacitación del personal, para aplicar de forma idónea el protocolo del proceso de esterilización.
Zurita (11)	Eficacia del proceso de esterilización a vapor en el instrumental quirúrgico. Una revisión de literatura	Se llevó a cabo una revisión narrativa apegada a los principios de la Declaración PRISMA mediante un estudio explicativo, cualitativo y documental-bibliográfico.	A pesar de la escasa cantidad de fuentes, los resultados determinaron que la esterilización con vapor presenta una eficacia limitada sobre el instrumental quirúrgico, develando factores materiales que afectan el proceso, como el tipo de contaminante y las condiciones de operación de la autoclave en los centros.
Chen y col. (12)	Análisis de la eficiencia de esterilización y el costo de aplicación de tres métodos de esterilización a baja temperatura	La metodología fue de tipo descriptivo, de enfoque cuantitativo, y estudió los tres tipos de esterilización de baja temperatura, correlacionando los efectos de esterilización, el tiempo del ciclo, el consumo de energía y el costo de los tres esterilizadores.	En las evidencias se determinó que los costos de esterilización con plasma a baja temperatura con peróxido de hidrógeno son más elevados, mientras que la esterilización con óxido de etileno presenta un nivel de costos intermedio, y el más bajo corresponde a la esterilización con vapor a baja temperatura. No obstante, se determina que la opción más costosa (esterilización con plasma a baja temperatura con peróxido de hidrogeno) es la más eficiente, seguida de la esterilización a vapor y por último, la menos eficiente en resultados es la esterilización con óxido de etileno, si se analiza una relación de costo – beneficio – eficiencia, la selección más acorde al contexto de estudio es del método de esterilización con vapor a baja temperatura.
Pozo (13)	Evaluación del servicio central de esterilización del Hospital Luis Gabriel Dávila de la ciudad de Tulcán	La metodología se enmarcó en un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo – de cohorte transversal, no experimental transversal (determinado lugar y tiempo) desde el análisis de la evaluación del servicio central de esterilización, apoyado por sustento documental.	Los resultados indican que el 100% de las autoclaves a vapor y de baja temperatura, han cumplido su vida útil, a pesar de los mantenimientos preventivos y correctivos, se mantienen resultados medios bajos en el proceso de esterilización, en suma, de este factor, se considera la falta de capacitación del personal. Las evidencias reflejan, que a pesar de la eficiencia inicial y de la vida útil de la autoclave, no se recomienda prologar más allá su uso, ya que no se puede garantizar la efectividad de los procesos.

Autor y año	Titulo	Metodología	Resultados y conclusiones del estudio
Yuquilema (14)	Eficacia de procesos de esterilización en odontología	El método fue de enfoque cualitativo, de tipo explicativo, con un diseño de revisión bibliográfica, en una búsqueda de publicaciones científicas académicas, a partir de diversas bases de datos. Posterior a la aplicación de los métodos de exclusión, se tomaron 54 artículos para la revisión.	Desde un análisis subjetivo de la revisión bibliográfica, se observó que, a pesar de diversas ventajas en el método de esterilización con gas de óxido de etileno, ultrasonido y tecnología de plasma, el más eficiente fue de esterilización a vapor con autoclave en bajas temperaturas, en suma, de ello, la capacitación del personal es imprescindible no solo para garantizar la calidad de este, también para el cuidado de la estructura y equipos y la extensión así de la vida útil de los mismos. Cabe señalar que la configuración estándar más efectiva para la autoclave fue de 134 °C por 18 minutos o 121-132 °C por 60 minutos.
Defáz (15)	Eficacia del ciclo de esterilización en autoclaves, Centros de salud Riobamba, 2019	La metodología fue de tipo descriptivo-transversal, observacional, de enfoque cualitativo, con diseño de campo, y estudió 6 autoclaves con diferentes cargas y indicadores biológicos en distintas ubicaciones.	Se determinó que los indicadores biológicos empleados en 0%, 25%, 50%, 75% y 100% presentan múltiples variantes. Cada uno de ellos implica una ventaja, pero, por otro lado, genera marcadores ineficaces. Desde el estudio de todos, se concluye que, tomando en cuenta todos los marcadores, la carga en posiciones de valores no mayores al 25% es la más efectiva.
Rodríguez e Hincapié (16)	La efectividad de la desinfección de alto nivel comparada con la esterilización en el control de infecciones asociadas al reprocesamiento de laparoscopios y artroscopios: Revisión sistémica	La metodología fue de enfoque cualitativo, de tipo explicativo, bajo el diseño de revisión sistemática bibliográfica, con una búsqueda en 14 bases de datos, para el análisis subjetivo del material documental.	A pesar de la escasa cantidad de estudios de revisión, se pudo concluir que el método de esterilización a vapor es más eficaz que la desinfección.
Delgado (17)	Fallos producidos en la central de esterilización de un hospital de tercer nivel en el periodo 2018-2019	La metodología fue de tipo descriptivo-observacional y prospectivo, con un enfoque mixto, y evaluó indicadores de calidad del proceso de esterilización.	Se determinó que los errores en los procesos de esterilización con vapor son mínimos y se relacionan principalmente con la carga de trabajo, el exceso de trabajo, la presión y el estrés del personal. Mediante una mejor distribución del personal, así como consideraciones sobre la carga de funciones, se incrementa la calidad y la eficiencia del proceso, ya que, como tal, la esterilización a vapor es altamente efectiva.

Autor y año	Titulo	Metodología	Resultados y conclusiones del estudio
Villa (18)	Identificación de causas de crecimiento bacteriano en la verificación de los ciclos de esterilización de consultorios dentales en San Luis Potosí	La metodología fue de tipo descriptivo-correccional, de enfoque cuantitativo, con una población de 62 odontólogos, cuyo objetivo fue identificar fallas en los equipos del ciclo de esterilización.	Las causas más frecuentes del crecimiento bacteriano se inclinan por las verificaciones del antigüedad del equipo, seguidas del procedimiento (tiempo y temperatura) y, por último, las fallas específicas del equipo, menos frecuentes.
Gopal y col. (19)	Eficacia de la esterilización con vapor de dispositivos médicos reutilizables en hospitales públicos de atención primaria y secundaria en Nepal y factores asociados con la esterilización ineficaz	El método fue de enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, con una muestra de 13 hospitales públicos de atención primaria y secundaria en Nepal.	Los resultados señalan que en los hospitales no se utiliza un método de esterilización a vapor que cumpla con todos los parámetros de calidad y eficiencia, presentándose errores significativos en este proceso, en el periodo de espera, en la uniformidad de la presión y en el sistema de barrera.
Peña y Mendoza (20)	Calidad del proceso de esterilización por el personal de enfermería en un hospital de segundo nivel, IMSS	Se realizó un estudio descriptivo, transversal y observacional, de enfoque cuantitativo, aplicando el muestreo no probabilístico, con un universo de 40 enfermeras que laboran en la central de equipos y esterilización (CEyE).	Se evidenció que, el 57% del personal ejecuta la lista de cotejo del proceso de esterilización de forma incorrecta, en cuanto a la utilización del uniforme completo, gorro, cubre boca desechable el 63% no lo cumplen a cabalidad, en sintetiza desde las acciones del personal no se ofreció un proceso integral de calidad de esterilización, siendo poco eficiente en todas sus etapas, generando fallas en la esterilización, y afectando al proceso directamente.
Guevara (21)	Eficacia de la esterilización del instrumental odontológico utilizado en la Clínica Integral de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador, evaluada mediante indicadores físicos y químicos.	El estudio fue de tipo descriptivo-experimental, de enfoque cuantitativo, que verificó indicadores físicos de la autoclave y de la estufa y dos indicadores químicos de esterilización de tipo 1 y 5 para calor húmedo y calor.	Se concluyó que el proceso de esterilización con vapor por autoclave presentó un viraje positivo del 100% en calor seco y en calor húmedo; el dato fue el mismo en ambos casos. Solo varían las cargas, pero la diferencia no es representativa, lo que implica que el proceso de esterilización con autoclave es eficiente y garantiza la calidad y la seguridad de los pacientes.

Autor y año	Titulo	Metodología	Resultados y conclusiones del estudio
Suclla (22)	Eficacia del proceso de esterilización por vapor saturado con sistemas de prevacío y de gravedad en la optimización de la esterilización del instrumental de uso médico.	Se realizó un estudio de tipo descriptivo, con enfoque cualitativo y diseño de revisión sistemática, que finalizó con una unidad de trabajo de 6 artículos científicos.	Se determinó que el método físico de esterilización con vapor por autoclave, tanto con sistemas de prevacío como de gravedad, es muy eficiente, lo que permite garantizar la calidad de la esterilización en los equipos médicos y arroja resultados negativos para el crecimiento de microorganismos.
Maldonado y Morales (23)	Seguridad en los procesos de esterilización en la central de equipos	El enfoque fue cuantitativo, de tipo transversal-descriptivo.	Las evidencias determinan que la aplicación de la lista de cotejo, sumada a los procesos de esterilización, obtiene una puntuación de 1 a 9, lo que la sitúa en riesgo, ya que no cumple con todos los criterios para garantizar un proceso de esterilización de calidad, con debilidades en el empaquetamiento, el ciclo de esterilización, el almacenamiento y el control.
Camargo y col. (24)	Evaluación microbiológica de la esterilización a vapor de instrumental laparoscópico montado	La metodología fue de tipo descriptivo-experimental, con enfoque cuantitativo.	Se evidencia que no se produjo crecimiento microbiano en los grupos experimentales, por lo que la práctica de esterilización a vapor del instrumental laparoscópico montado representa un proceso eficiente y de calidad para garantizar una esterilización óptima.

Fuente: elaboración propia (2025)

dispositivos médicos y elementos reutilizables (DMER) y entidades hospitalarias. Solo en un estudio se ratificó que los procesos de esterilización a vapor se deben al cumplimiento de la vida útil del equipo, lo que implica ya responsabilidades de costos y presupuestos para la institución de salud.

Con respecto a las características de las publicaciones empleadas en la revisión exploratoria actual, se observa que predominan los descriptores de esterilización, autoclaves, productos estériles y bioseguridad, así como de eficacia en odontología; además, los países con mayor frecuencia en los artículos de este tipo de fuentes fueron Ecuador y México (Cuadro 2).

Determinando el tipo de estudio predominante a partir de la revisión bibliográfica, de las 15 fuentes objeto de análisis, predominaron los estudios explicativos (20%), seguidos de los estudios de tipo descriptivo (20%), seguidos a su vez por los estudios descriptivo–experimental (13,33%), los descriptivo–transversal (13,33%) y los descriptivo – transversal observacional (13,33%) (Cuadro 3 y Figura 2).

En torno a la situación o tipo de problema abordado, entre las 15 fuentes de revisión bibliográfica, predominan los estudios empíricos (73,33%) y el 26,67% restante corresponde a los estudios conceptuales (Figura 3).

El enfoque, por su parte, fue proporcionalmente equitativo, con una mayor cantidad de cuantitativos en comparación con los cualitativos, pero sin diferencias significativas. En ambos criterios se identificaron elementos clave de búsqueda para responder a los procesos de esterilización a vapor. En efecto, en el enfoque empleado en las 15 revisiones bibliográficas objeto de análisis, predomina el enfoque cuantitativo con el 53,3%, seguido del enfoque cualitativo con el 33,33%

Cuadro 2. Características de las publicaciones

Componente	Valores	N	%
Descriptores	Esterilización, autoclaves, productos estériles, bioseguridad, eficacia en odontología	3	20,00
	Calidad, esterilización, proceso, subproceso central de equipos, enfermería	2	13,33
	Esterilización con vapor, dispositivos médicos, calidad de la práctica, instrumental quirúrgico	2	13,33
	Esterilización, evaluación, indicadores físicos, indicadores químicos, procedimientos, cargas de esterilización	2	13,33
	Esterilización, errores, crecimiento bacteriano, ciclos de esterilización, indicadores, autoclave, calidad, seguridad del paciente	2	13,33
	Esterilización, laparoscopia, artroscopios, desinfección, infecciones, instrumentos quirúrgicos, enfermería de quirófano, enfermería basada en la evidencia, enfermería	2	13,33
	Eficacia, autoclave, esterilización, sistema de gravedad, sistema de prevacío, eficiencia	1	6,67
	Esterilización, costos, métodos de esterilización, baja temperatura	1	6,67
País	Ecuador	4	26,67
	México	3	20,00
	España	2	13,33
	Brasil	1	6,67
	China	1	6,67
	Colombia	1	6,67
	Cuba	1	6,67
	Estados Unidos	1	6,67
	Perú	1	6,67

Fuente: elaboración propia (2025)

y, por último, el enfoque mixto con el 13,33% (Figura 4). A pesar de que los estudios de enfoque mixto fueron menos representativos, se suman a los estudios cuantitativos en su carácter empírico, lo que garantiza la fiabilidad de los análisis de la matriz de triangulación de fuentes, ya que la información proviene directamente de contextos poblacionales aplicados.

En resumen, en torno al año de publicación, a partir de la búsqueda de fuentes de revisión exploratoria, se obtuvo que la mayoría de las investigaciones y/o estudios, así como los artículos que cumplían con los requerimientos de rigor científico y el resto de los criterios de inclusión para el estudio de la variable de los procesos de esterilización a vapor desde la claridad del mismo, fueron publicados en 2019, 2025, 2021 y 2020 (Cuadro 2). Secuencialmente, predominaron los estudios de tipo explicativo, seguidos del tipo descriptivo, del tipo descriptivo-experimental y, por último, fue menor pero representativo el tipo descriptivo-transversal. En relación con la situación o el tipo de problema abordado y con las características del estudio, predomina el enfoque empírico; sin embargo, los autores se apoyaron en diversas fuentes conceptuales relevantes mediante palabras clave de búsqueda.

Cuadro 3. Descripción de las publicaciones

Componente	Valores	N	%
Descriptores	Esterilización, autoclaves, productos estériles, bioseguridad, eficacia en odontología	3	20,00
	Calidad, esterilización, proceso, subproceso central de equipos, enfermería	2	13,33
	Esterilización con vapor, dispositivos médicos, calidad de la práctica, instrumental quirúrgico	2	13,33
	Esterilización, evaluación, indicadores físicos, indicadores químicos, procedimientos, cargas de esterilización	2	13,33
	Esterilización, errores, crecimiento bacteriano, ciclos de esterilización, indicadores, autoclave, calidad, seguridad del paciente	2	13,33
	Esterilización, laparoscopia, artroscopios, desinfección, infecciones, instrumentos quirúrgicos, enfermería de quirófano, enfermería basada en la evidencia, enfermería	2	13,33
	Eficacia, autoclave, esterilización, sistema de gravedad, sistema de prevacío, eficiencia	1	6,67
	Esterilización, costos, métodos de esterilización, baja temperatura	1	6,67
País	Ecuador	4	26,67
	México	3	20,00
	España	2	13,33
	Brasil	1	6,67
	China	1	6,67
	Colombia	1	6,67
	Cuba	1	6,67
	Estados Unidos	1	6,67
	Perú	1	6,67

Fuente: elaboración propia (2025)

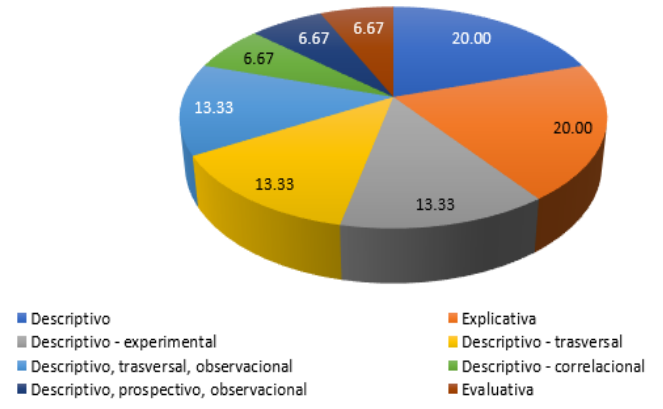


Figura 2. Tipo de estudio Fuente: elaboración propia (2025)

DISCUSIÓN

Del análisis de la literatura obtenida en la revisión exploratoria emergen diversos aspectos críticos relacionados con la calidad de los procesos de esterilización. En el estudio de Zurita (11) se identifican factores materiales y ambientales que influyen significativamente en la contaminación del instrumental y, en consecuencia, comprometen la eficacia del proceso de esterilización, lo que genera riesgos directos para la seguridad del paciente. De forma complementaria, Pozo (13) evidencia que la insuficiente capacitación del personal constituye un determinante relevante del desempeño y del cumplimiento de los

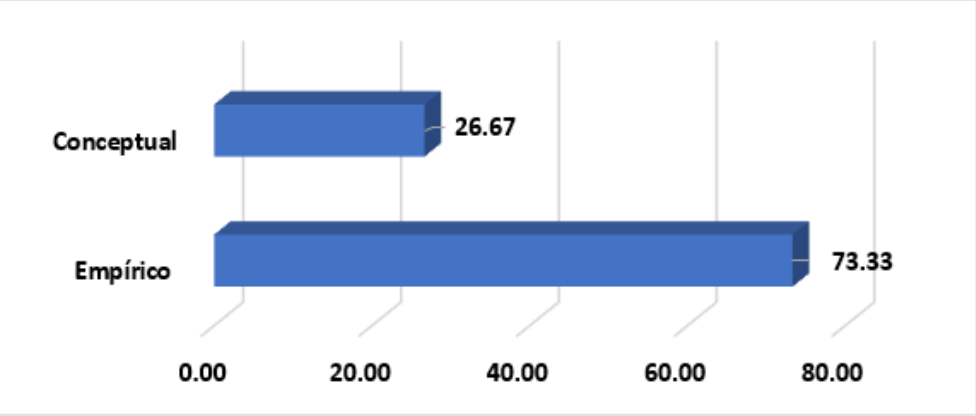


Figura 3. Situación o tipo de problema abordado**. Fuente**: elaboración propia (2025)

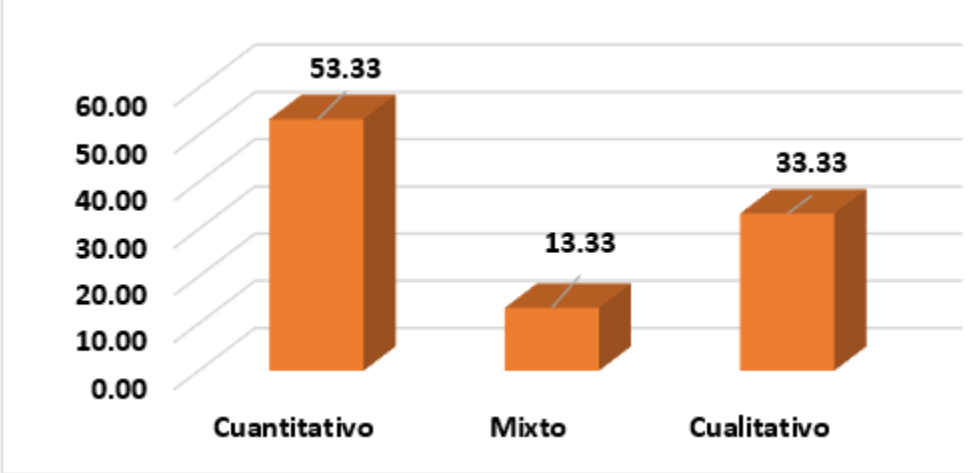


Figura 4. Enfoque**. Fuente**: elaboración propia (2025)

procedimientos de esterilización, lo que afecta la calidad final del proceso.

Hallazgos similares se reportan en la investigación de Gopal y col. (19), quienes señalan que en diversos hospitales no se implementa un método de esterilización por vapor que cumpla con todos los parámetros de calidad y eficiencia. Los autores destacan fallas en el tiempo de espera, irregularidades en la uniformidad de la presión y deficiencias en el sistema de barrera, lo que repercute negativamente en la efectividad del proceso. Por su parte, Peña y Mendoza (20) atribuyen parte de estas fallas al exceso de confianza del personal de salud, lo que conduce a omitir pasos esenciales del procedimiento y, en consecuencia, a errores que incrementan el riesgo de contaminación y comprometen la seguridad del paciente.

Al sintetizar los criterios discutidos, es posible identificar dos ejes fundamentales de intervención en la problemática. El primero corresponde a la responsabilidad institucional, que implica garantizar la calidad y el mantenimiento adecuados de las máquinas y equipos, asegurar la capacitación y actualización continuas del personal y supervisar rigurosamente los procesos y la correcta ejecución de los protocolos establecidos. El segundo eje se relaciona con la participación del personal operativo, cuyo compromiso, responsabilidad y desempeño son determinantes para la eficacia del proceso de esterilización. No obstante, diversas investigaciones evidencian que

este cumplimiento no siempre se lleva a cabo de manera rigurosa, debido a factores como el estrés laboral, la sobrecarga de trabajo y el exceso de confianza, que pueden conducir a omisiones o errores que comprometen la calidad del proceso.

CONCLUSIÓN

Del análisis de los estudios incluidos en la revisión exploratoria se identifican patrones que permiten responder al propósito de evaluar el cumplimiento de los protocolos de esterilización por vapor en instituciones de salud. En la mayoría de las fuentes revisadas (10 estudios), se evidenció un cumplimiento adecuado y efectivo de los procedimientos establecidos, lo que garantizó la calidad de los procesos en las instituciones, las centrales de esterilización y los contextos hospitalarios analizados. No obstante, en cinco estudios se reportó incumplimiento de los protocolos, asociado a diversos factores: falta de capacitación, errores humanos, sobrecarga laboral, estrés del personal, insuficiencia de equipos y materiales, ausencia de listas de verificación, fallas en la aplicación de los protocolos y limitaciones presupuestarias que conducen al uso de autoclaves con vida útil vencida. Estos hallazgos sugieren que las debilidades no se originan en el protocolo en sí, sino en factores externos que afectan la calidad del proceso.

En los estudios en los que los procedimientos se ejecutaron adecuadamente, se observó que el personal contaba con la capacitación necesaria, poseía conocimientos suficientes para ajustar la carga y disponía de equipos y estructuras apropiados. Bajo estas condiciones, los resultados del método de esterilización por vapor — especialmente mediante autoclave — fueron altamente eficientes, garantizando la calidad del proceso y, en consecuencia, la seguridad del paciente.

La confiabilidad de estos resultados se sustenta en la consistencia de las variables analizadas, en particular en los descriptores predominantes de las fuentes bibliográficas, directamente relacionados con la esterilización por vapor, autoclave, calidad y protocolos. Asimismo, la inclusión de estudios provenientes de diversos países permitió ampliar el análisis a un contexto internacional, enriqueciendo la comprensión del fenómeno.

Por otra parte, la revisión incorporó estudios publicados entre 2016 y 2025, lo que asegura la pertinencia y la actualidad de la evidencia respecto de los protocolos de esterilización vigentes. Un aspecto relevante que fortalece la fidelidad de los datos es la predominancia de fuentes empíricas, que aportan resultados derivados de investigaciones aplicadas en contextos hospitalarios y en centrales de reprocesamiento de dispositivos médicos y de elementos reutilizables (DMER). Esto permitió obtener información directa sobre la ejecución efectiva de los procesos de esterilización, lo que contribuyó a una comprensión más precisa y contextualizada del cumplimiento de los protocolos.

Agradecimientos

A la Especialización en Gestión de la Calidad en Áreas Quirúrgicas y Centrales de Esterilización de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Popular del Cesar, por su gestión en todo lo relacionado con los procesos académicos e investigativos.

A la investigadora y tutora desde el proceso de Metodología de la Investigación, Angélica María Roca Pérez, por su invaluable orientación, guía y acompañamiento, sin su dirección, este logro no hubiese sido posible.

Declaración

Las opiniones expresadas en este manuscrito son responsabilidad del autor y no reflejan necesariamente los criterios ni la política de las organizaciones nacionales e Internacionales.

Contribución de los autores

Angélica Roca Pérez, María Isabel Gina Cuello Orozco, Danna Reyes Olmos, José Agamez Arciniegas, Juan Ruiz Duran, Wendy

Sidedor Varela y María José Ramírez Castillejo concibieron y participaron en la recolección y análisis de datos, la interpretación de los resultados y la redacción y revisión del manuscrito. Todos los autores antes mencionados revisaron y aprobaron la versión final.

Conflicto de intereses

Ninguno es declarado por los autores.

REFERENCIAS

1. Hernández NV, López-Cerero L, Rodríguez-Baño J. Fundamentos de antisepsia, desinfección y esterilización. Enferm Infecc Microbiol Clin. 2014;32(9):606–15.
2. ESE Salud. Manual central de esterilización. Colombia: s.n.; 2017. 85 p.
3. Curtis D, Hill L, Wilcox MH. A case study of real-time risk assessment of disease transmission associated with failure to follow recommended sterilization procedures. Antimicrob Resist Infect Control. 2014;3:50.
4. Kelkar U, Kelkar S, Bal AM. Monitoring the steam sterilization process with biologic indicators: a necessary surveillance tool. Am J Infect Control. 2004;32(6):377–80.
5. Criado Á, Ceballos I. Regulations and quality in the central sterile processing department. Rev Calid Asist. 2006;21(3):135–40.
6. Palacio B. Manual de Buenas Prácticas de Esterilización para los Prestadores de Servicios de Salud. Colombia: s.n.; 2023. 120 p.
7. Reyes O, Pérez L, Gómez M, Rodríguez A, Martínez J, Herrera P, et al. Comunicación personal. Valledupar: Universidad Popular del Cesar; 2025.
8. SubRed. Manual de Buenas Prácticas de Esterilización. Colombia: Alcaldía mayor de Bogotá, 2018.
9. Segura G. Validación de proceso de esterilización de una autoclave a vapor de agua. Colombia: s.n.; 2022. 45 p.
10. Sánchez R, Pérez Y, Rodríguez M, Gómez L, Batista A, Hernández P, et al. Calidad del proceso de esterilización en el Hospital General Juan Bruno Zayas Alfonso. Medisan. 2025;29(1):1-12.
11. Zurita A. Eficacia del proceso de esterilización a vapor en el instrumental quirúrgico. Una revisión de literatura. España: Revista de la Asociación Española de Enfermería Quirúrgica. 2025. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9830854.
12. Chen H, Wang J, Zhang Y, Li X, Liu Y, Zhao Y, et al. Analysis of sterilization efficiency and application cost of three low-temperature sterilization methods. Rev Sci Instrum. 2024;95(4):045112.
13. Pozo P. Evaluación del servicio central de esterilización del Hospital Luis Gabriel Dávila de la ciudad de Tulcán. Ecuador: Universidad UniAndes. 2023. https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/17208.
14. Yuquilema H. Eficacia de procesos de esterilización en odontología [tesis de grado]. Riobamba (Ecuador): Universidad Nacional de Chimborazo; 2023. 85 p. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/9835/1/Yuquilema%20Huebla%2C%20R%282022%29%20Eficacia%20de%20procesos%20de%20esterilizaci%C3%B3n%20en%20odontolog%C3%ADa%28tesis%20de%20Prerado%29universidad%20nacional%20de%20,2022.
15. Defáz T. Eficacia del ciclo de esterilización en autoclaves, Centros de salud Riobamba, 2019. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo. 2021. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/8405/1/5_TESIS%20Jenny%20Paola%20Def%C3%A1z%20Torres-ODO.pdf
16. Rodríguez B, Hincapié S. La efectividad de la desinfección de alto nivel comparada con la esterilización en el control de infecciones asociadas al reprocesamiento de laparoscopios y artroscopios: revisión sistémica. Colombia: Universidad del Rosario. 2021. https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/a209f2c5-274e-4b1b-a3c6-7350bf8ada69/content
17. Delgado C. Fallos producidos en la central de esterilización de un hospital de tercer nivel en el periodo 2018-2019. España: Repositorio de la Universidad de La Rioja (UNIR). 2020. https://reunir.unir.net/handle/123456789/10864.
18. Villa C. Identificación de causas de crecimiento bacteriano en la verificación de los ciclos de esterilización de consultorios dentales en San Luis Potosí. México: Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. 2020. https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/ xmlui/handle/i/5750?locale-attribute=es.
19. Gopal P, Magar A, Kandel P, Neupane B, Shrestha R, Paudel S, et al. Efficacy of steam sterilization

of reusable medical devices in primary- and secondary-care public hospitals in Nepal and factors associated with ineffective sterilization: a nationwide cross-sectional study. Lancet Glob Health. 2019;7(3):e305–13.

20. Peña R, Mendoza O. Calidad del proceso de esterilización por el personal de enfermería en un hospital de segundo nivel, IMSS. México: Universidad Autónoma de Guerrero. http://ri.uagro.mx/bitstream/handle/uagro/2438/TE_17449466_19.pdf?sequence=1&isAllowed=y, 2019.
21. Guevara N. Eficacia de la esterilización del instrumental odontológico utilizado en la Clínica Integral de la Facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador, mediante el uso de indicadores físicos y químicos. Ecuador: Universidad Central del Ecuador. https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/adaf7a7e-d10c-41e5-a733-b643b9e81672/content, 2019.
22. Suclla S. Eficacia del proceso de esterilización por vapor saturado con sistemas de prevacío y gravedad en la optimización de la esterilización del instrumental de uso médico. Perú: Universidad Privada Norbert Wiener. https://alicia.concytec.gob.pe/ vufind/Record/UWIE_3a77549b8e32f9c29cc899fdf05cf7ed, 2018.
23. Maldonado V, Morales C. Seguridad en los procesos de esterilización en la Central de Equipos. México: Universidad Autónoma de Guerrero. http://ri.uagro.mx/bitstream/ handle/uagro/769/05280088_TE2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y, 2018.
24. Camargo TC, Gonçalves AG, Graziano KU. Microbiological evaluation of steam sterilization of assembled laparoscopic instruments. Rev Latino-Am Enfermagem. 2016;24:e2774.

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Gac Méd Caracas 2026;134(2):567-591
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.19

Effects of physiotherapy-based interventions on functional neural recovery following peripheral nerve injury in rodent models - a systematic review

Efectos de las intervenciones fisioterapéuticas en la recuperación neuronal funcional tras una lesión nerviosa periférica en modelos de roedores: una revisión sistemática

Dhanusia S[1a*], Prathap Suganthirababu[2b], Kezia Jenny VM[3c], Priyanka Bai[4c], Yamini Umasankar[5d], Suriya N[6e], Priyadharshini Kumar[7e], Vanitha Jayaraj[8e]

SUMMARY

Peripheral nerve injuries often lead to significant motor and sensory impairments and seldom achieve complete functional recovery following surgical reconstruction; thus, it is crucial to integrate rehabilitation methods that promote peripheral nerve regeneration. A systematic review analyzed 22 preclinical studies examining the impact of physiotherapy interventions on neural recovery following peripheral nerve injury; the research covered a wide variety of physiotherapy interventions and outcomes. The search adhered to PRISMA guidelines. Research articles on various physiotherapy methods, such as exercise, neuromodulation techniques, and electrotherapy, for the rehabilitation of neural functions were retrieved from electronic databases. Overall trends indicated consistent enhancements in functional recovery and nerve regeneration with exercise-based and neuromodulatory approaches compared to electrotherapeutic methods. Certain electrotherapy modalities have shown variable and inconsistent outcomes, with treatment success frequently linked to the dosage and duration of application. Many studies were not comparable due to the existing variability in injury models, physiotherapy intervention methods, and outcome measures used across the research. The existing evidence suggests that physiotherapy is crucial for restoring function and regenerating peripheral nerves, underscoring the need for standardized rehabilitation protocols and additional research to inform clinical rehabilitation strategies for peripheral nerve injuries.

Keywords: *Peripheral nerve injuries, nerve regeneration, physical therapy modalities, exercise therapy, quality of life, well-being*

ORCID:
[1*]0000-0003-2164-078X
[2] 0000-0002-1419-266X
[3] 0009-0003-6237-2475
[4] 0009-0005-6880-4552
[5] 0009-0000-9801-2197
[6] 0000-0002-6087-8881
[7] 0000-0002-8121-2640
[8] 0000-0001-9049-3803

Recibido: 20 de febrero 2026
Aceptado: 4 de abril 2026

a Assistant Professor, PhD scholar, Department of Neuroscience, Saveetha College of Physiotherapy, Saveetha Institute of Medical and Technical Sciences, Chennai, Tamil Nadu, India.
b Professor, Saveetha college of physiotherapy, Saveetha Institute of medical and technical sciences, Chennai, Tamil Nadu, India
c Undergraduate, Saveetha college of physiotherapy, Saveetha Institute of medical and technical sciences, Chennai, Tamil Nadu, India.
d Lecturer, Department of Neuroscience, Saveetha college of physiotherapy, Saveetha Institute of medical and technical sciences, Chennai, Tamil Nadu, India
e Tutor, PhD Scholar, Saveetha college of physiotherapy, Saveetha Institute of Medical and Technical Science, Chennai, Tamil Nadu, India

[*]**Corresponding Author:** Dhanusia S. E-mail: dhanusiasuresh1798@gmail.com. **Address:** Saveetha college of physiotherapy, Saveetha Institute of medical and technical sciences, Chennai, Tamil Nadu, India.

RESUMEN

Las lesiones de nervios periféricos suelen provocar importantes deterioros motores y sensoriales y rara vez logran una recuperación funcional completa tras la reconstrucción quirúrgica. Por lo tanto, es crucial integrar métodos de rehabilitación que promuevan la regeneración de los nervios periféricos. Esta revisión sistemática analizó 22 estudios preclínicos que examinaron el impacto de las intervenciones de fisioterapia en la recuperación neural tras una lesión de nervios periféricos; la investigación abarcó una amplia variedad de intervenciones y resultados de fisioterapia. La búsqueda se ajustó a las directrices PRISMA. Se exploraron artículos de investigación sobre diferentes métodos de fisioterapia, como el ejercicio, las técnicas de neuromodulación y la electroterapia, para la rehabilitación de las funciones neurales en bases de datos electrónicas. Las tendencias generales indicaron mejoras consistentes en la recuperación funcional y la regeneración nerviosa con enfoques basados en el ejercicio y la neuromodulación, en comparación con los métodos electroterapéuticos. Ciertas modalidades de electroterapia han mostrado resultados variables e inconsistentes, y el éxito del tratamiento se ha relacionado con frecuencia con la dosis y la duración de la aplicación. Muchos estudios resultaron incomparables debido a las variaciones en los modelos de lesión, los métodos de intervención fisioterapéutica y las medidas de resultado empleadas en la investigación. La evidencia existente sugiere que la fisioterapia es crucial para restaurar la función y regenerar los nervios periféricos, lo que resalta la necesidad de protocolos de rehabilitación estandarizados y de investigación adicional para contribuir al desarrollo de estrategias clínicas de rehabilitación para las lesiones de nervios periféricos.

Palabras clave: *Lesiones de nervios periféricos, regeneración nerviosa, modalidades de fisioterapia, terapia con ejercicios, plasticidad neuronal, modelos animales, calidad de vida, bienestar*

INTRODUCTION

The peripheral nervous system (PNS) is a highly complex and multifunctional structure. Its primary role is to transmit information from the central nervous system (CNS) to peripheral target organs, ensuring that effector tissues receive and interpret neural commands appropriately. Additionally, the PNS collects sensory information from the periphery, transduces it into nerve impulses, processes it, and relays it back to the CNS for integration and response (1). Peripheral nerve injuries (PNIs) comprise a broad spectrum of conditions that damage one or more peripheral nerves, potentially resulting in partial or complete loss of motor, sensory, or autonomic function. Trauma remains one of the most common etiologies of PNI. In the upper limb, the radial nerve is the most frequently affected, followed by the median and ulnar nerves. In the lower limb, the sciatic nerve is the most commonly injured, with the peroneal nerve representing the second most frequently involved structure (2). The annual incidence is approximately 45 cases per 100,000 population. About 5% of polytrauma cases are complicated by severe peripheral nerve injury (3). Nerve injuries may result from crush, laceration, stretching, or prolonged compression. The two most commonly used classification systems are those of Seddon and Sunderland. Seddon (1943) classified nerve injuries into neurapraxia, axonotmesis, and neurotmesis. Sunderland later expanded this into a five-degree classification based on the extent of structural damage, with neurapraxia corresponding to first-degree injury, axonotmesis to second-degree injury, and neurotmesis to fifth-degree injury (4). Nerve repair can occur through remyelination, collateral sprouting from intact axons, or true axonal regeneration. In partial nerve injuries, collateral sprouting is an effective compensatory mechanism as long as a sufficient proportion of axons remains intact. When less than 20–30% of axons are damaged, functional recovery is achieved predominantly through collateral sprouting, typically within 2–6 months. In contrast, injuries involving more than 90% axonal loss depend primarily on axonal regeneration from the proximal stump, a process whose success is strongly influenced by the distance to the target tissue (5).

These outcomes may include complete loss or only partial recovery of motor and/or sensory function, along with persistent pain, muscle atrophy, and significant weakness, all of which can ultimately lead to permanent disability. One of the principal factors limiting successful nerve healing is the development of perineural scarring and fibrosis at the site of injury or repair (6). Electromyography (EMG) is the preferred diagnostic modality for assessing the location and severity of peripheral nerve injuries (PNIs).

Magnetic resonance imaging provides valuable complementary information, particularly for identifying root avulsion. Electrodiagnostic evaluation within the first 6 months after a PNI is essential to determine the extent of axonal degeneration (7). The surgical management of PNIs aims to restore functional reinnervation through several established techniques, including neurorrhaphy, autologous nerve grafting, conduit-assisted nerve repair, neurotization, and other reconstructive approaches (8). The advent of microsurgical nerve repair has marked a significant advancement in the field. Nevertheless, despite meticulous surgical technique and the availability of multiple repair strategies, complete functional recovery—especially regarding motor outcomes—remains uncommon (9,10).

Rehabilitation strategies play a crucial role after PNI to reduce lasting physical impairments, encourage functional adjustments, and enhance quality of life and overall well-being. Range of motion, stretching routines, and biofeedback are effective in preventing contractures and additional deformities. Techniques for sensory re-education have been created to enhance sensory function following reinnervation and to preserve cortical sensory organization, although current evidence regarding their effectiveness is limited. These strategies might improve the chances of nerve regeneration and functional recovery, contributing to innovation in rehabilitation (11).

Research has historically relied on experimental animals, and the findings produced have certainly enhanced the quality and effectiveness of medicine and health (12). A perfect translational animal model should replicate the mechanisms underlying human peripheral nerve injuries (13). Rodent models have been crucial in enhancing our understanding of peripheral nerve regeneration. These models are preferred for their ability to evaluate sensorimotor function, electrophysiological responses, immunohistological alterations, and radiographic findings following nerve injury. Rodent models are suitable for conducting nerve procedures and accurately replicating peripheral nerve injuries. They serve as a dependable research model for investigating nerve regeneration and assessing novel therapies for peripheral nerve injury (14,15). Thus, this systematic review aims to comprehensively evaluate and synthesize preclinical evidence on the effectiveness of physiotherapy interventions in promoting neural regeneration and functional improvement following peripheral nerve injury in rodent models, with particular attention to functional, electrophysiological, and histological outcomes.

METHODOLOGY

A systematic literature search was conducted in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. A systematic and well-defined search strategy was developed to identify experimental studies evaluating physiotherapy interventions aimed at enhancing functional recovery following peripheral nerve injuries in rodent models. A comprehensive literature search was conducted across the following electronic databases: PubMed, ScienceDirect, Google Scholar, PEDro, the Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), and the Cochrane Library. All databases were searched from their inception through December 2025, with the final search performed on 20 December 2025. The search strategy involved three main domains: 1) peripheral nerve injury and its recovery; 2) physiotherapy intervention techniques; 3) experimental rodent models in preclinical studies. A comprehensive search strategy was developed using a combination of Medical Subject Headings (MeSH) and relevant keywords related to physiotherapy interventions for peripheral nerve injury and nerve regeneration. The list of MeSH keywords was elaborated and checked for their equivalent free-text terms, which were combined with Boolean operators (AND, OR) to ensure an effective approach while yielding adequate results. Several keyword combinations pertinent to peripheral nerve injuries and recovery, as well as to their rehabilitation, were combined with their MeSH numbers in the selected electronic databases. The following Boolean search strategy

was applied across the databases: ("peripheral nerve injury" OR "nerve transection" OR "nerve crush" OR "nerve regeneration" OR "peripheral nerve repair") AND ("physiotherapy" OR "physical therapy" OR "exercise therapy" OR "treadmill exercise" OR "swimming exercise" OR "strength training" OR "massage therapy" OR "nerve manipulation" OR "electrotherapy" OR "laser therapy" OR "infrared therapy" OR "ultrasound therapy" OR "extracorporeal shockwave therapy") AND ("rodent" OR "rat" OR "rats" OR "mouse" OR "murine model"). In addition, reference lists of relevant articles were manually screened to identify any additional eligible studies.

Data collection criteria

The studies included in this systematic review were selected according to predefined eligibility criteria encompassing study design, animal characteristics, type of peripheral nerve injury, intervention modality, and relevant outcome measures. Experimental studies published between 2015 and 2025 were screened for inclusion. Eligible studies employed rodent models of peripheral nerve injury, including crush, transection, compression, and reconstruction paradigms. The review focused on physiotherapeutic rehabilitation interventions administered following nerve injury, such as exercise therapy, neuromodulatory techniques, and electrotherapeutic modalities; studies comparing pharmacological interventions with physical activity–based approaches were also considered. Studies were included only if they reported at least one outcome measure pertinent to nerve regeneration or functional recovery, including functional performance assessments, electrophysiological indices, histological or histomorphometric analyses, and measures of neuromuscular function, thereby enabling evaluation from both biological and functional perspectives. Only full-text articles published in English were included. Non-rodent studies, non-randomized designs, review articles, conference abstracts, and studies lacking appropriate outcome measures were excluded. For each included study, data were systematically extracted regarding the author(s), year of publication, methodological design, animal characteristics, nerve injury model, intervention protocol, outcome measures, and principal findings.

Methodological quality

The quality of the methodology was evaluated using the SYRCLE Risk of Bias Assessment Tool for Animal Studies (38), as per Hooijmans et al. (38), to assess internal validity across all preclinical rodent studies measuring physiotherapy intervention following peripheral nerve injury. Each of the 22 studies was evaluated independently using the 10 SYRCLE Risk of Bias domains, with predefined criteria applied to assess methodological quality and report transparency, thereby assigning each domain a low, high, or uncertain risk rating.

The SYRCLE risk of bias evaluation tool comprises ten methodological areas that address the six main forms of biases that can occur, including selection bias, performance bias, detection bias, attrition bias, reporting bias, and additional potential biases. A significant risk of bias was reported when clear methodological flaws were evident. In contrast, an unclear risk of bias was concluded when insufficient methodological details were available to make a decision. A low risk of bias occurred when clear methods were detailed and adhered to. Two separate reviewers assessed the qualifying studies to minimize bias and personal opinions.

RESULTS

Study selection criteria

A total of 700 records were identified through extensive search of the following electronic databases. After removing duplicate records, 435 records remained, which were assessed by title and abstract. After reviewing records by title and abstract, 365 studies were eliminated for not meeting the inclusion selection criteria.

Upon completion of the screening phase, 70 full-text articles were evaluated for their eligibility. After reviewing the full-text articles, 48 were excluded due to improper research methodologies and results outside the specific research parameters. Excluded studies included those without rodent models of experimentation, did not report peripheral nerve injury or physiotherapy interventions, did not relate to the research question, focused only on pharmacological interventions, were non-randomized or observational study designs, or lacked functional, electrophysiological, or neural regeneration outcome data for assessment. Articles that were duplicates or had no text available in full were also excluded. The final number of studies meeting eligibility criteria for inclusion in the systematic review was 22. Figure 1 shows a PRISMA flowchart illustrating the study selection process at each review phase. The study screening and assessment for eligibility were conducted independently by two reviewers, and both reviewers followed the same established inclusion/exclusion criteria. Differences of opinion or doubts were resolved through discussion, and if consensus was not achieved, a third reviewer was brought in after repeated full-text evaluation.

Study Characteristics

Table 1 summarizes the key characteristics of the 22 studies included in this review.

This systematic review synthesizes findings from 22 experimental studies evaluating the effects of physiotherapy interventions on functional recovery in rodent models of peripheral nerve injury. The primary objective was to describe the physiotherapy techniques employed to facilitate nerve regeneration and to classify these interventions into two major categories for structured comparison: exercise-based strategies and electrotherapeutic modalities.

Exercise-related interventions included treadmill training, swimming, and resistance-based protocols. Task-specific strengthening approaches incorporated both concentric and eccentric exercises. Additional neurostimulation-related

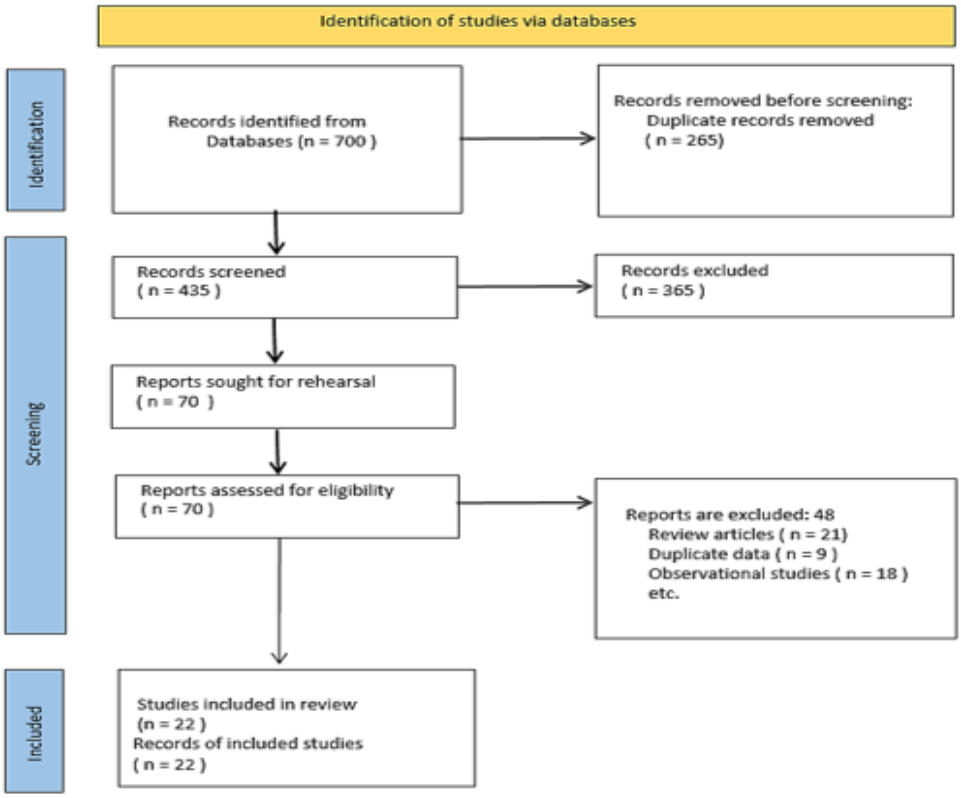


Figure 1. PRISMA Flowchart

Table 1. Study characteristics

Author name and year of publication	Study Title	Rodent Model	Gender	Surgical Intervention	Intervention	Intervention Characteristics	Outcome Measure	Reflection
Eftekari et al., 2025 (16)	Combined Central and Peripheral Nerve Stimulation Improves Functional Recovery of Mixed Peripheral nerve injury in a rat forelimb model	Lewis rats	Male (12)	Median and Ulnar nerve transection	Central and peripheral nerve stimulation	Low-intensity electrical nerve stimulation – Single-session peripheral nerve stimulation applied at low intensity to the injured nerve	Skilled forelimb reaching task (Montoya staircase test) Histological evaluation	**Functional recovery:** Combined central and peripheral nerve stimulation resulted in significantly better forelimb functional recovery compared to control and peripheral stimulation alone. Animals demonstrated improved skilled grasping performance. **Neural outcomes:** Histological analysis showed enhanced axonal regeneration and reinnervation in the combined stimulation group, indicating a synergistic neuromodulatory effect.
Bayburt et al., 2025 (17)	The effect of highintensity versus photobiomodulation therapy on the regeneration of the sciatic nerve following crush injury: an animal study	Wistar Albino rats	Male (33)	Left sciatic nerve crush injury	Laser therapy	High-intensity laser therapy (HILT) and photobiomodulation (PBMT) – HILT (120 J, 1064 nm) and PBM (2.4 J, 650 nm) administered every 3 days for 10 sessions; compared with control.	Sciatic functional index (SFI) Electromyographic evaluation Histomorphometric evaluation	**Functional Recovery (SFI):** HILT significantly improved functional recovery, showing better SFI scores at postoperative days 21 and 28 compared to PBMT and control. PBMT showed no significant functional improvement over control. **Electrophysiological Outcomes (EMG):** HILT demonstrated significantly better latency and duration values, indicating improved nerve conduction. EMG amplitude showed no significant difference between groups. PBMT did not differ significantly from control.

Table 1. Study characteristics continuation…

Al-Sarraf et al., 2025 (18)	Resistance exercise promotes functional recovery from peripheral nerve injury	Sprague Dawley rats	Male (30)	Moderate sciatic crush injury (SCI) and sciatic nerve compression (SNC)	Resistance exercise	Progressive resistance exercise – Tunnel and pulley-based resistance training with graded load progression; performed 3 times/week for 10 weeks.	Toe spread reflex (TSR) Foot positioning Extensor postural thrust (EPT) CatWalk tests	**Functional Motor Outcomes:** SNC and SCI significantly reduced Toe spread reflex, Foot positioning, and Extensor postural thrust scores. Resistance exercise enhanced recovery after SCI, improving TSR and EPT at later time points, but had no added benefit after SNC. **Gait Analysis:** Both injuries impaired paw contact area, print area, and step intensity, with prolonged swing phase. Resistance exercise did not significantly improve gait parameters following SNC or SCI.
Karakoç et al., 2025 (19)	Evaluation of Dexamethasone and Swimming Exercise as Complementary Interventions in a Rat Sciatic Nerve Injury Model	Wistar albino rats	Male (40)	Sciatic nerve dissection	Swimming exercise	Swimming exercise ± pharmacological support – Swimming training (20 min/session, 3 times/week for 21 days) applied alone or combined with dexamethasone following nerve injury.	Sciatic functional index Biochemical analysis Histological evaluation	**Functional recovery:** Dexamethasone and swimming exercise each improved SFI, with the combined treatment showing the greatest motor recovery. **Nerve regeneration:** Combination therapy resulted in better axonal regeneration and remyelination, with higher myelinated fiber density and improved g-ratio.

Table 1. Study characteristics continuation…

Taboada et al., 2025 (20)	Combination of Treadmill Training and Inosine Enhance Nerve Regeneration and Functional Recovery in Mice Sciatic Nerve Transection	C57/Bl6 mice	Male (24)	Sciatic nerve transection	Treadmill training	Treadmill exercise with inosine supplementation – Moderate-intensity treadmill walking (6–12 m/min, 10 min/session, 3 times/week for 8 weeks) with or without inosine administration.	Sciatic functional index Von Frey test Pinprick test Morphometric assessment Histological assessment	**Functional recovery:** Inosine + treadmill training produced the best gait and sensory recovery (SFI, pinprick, von Frey) compared with control or single treatments. **Nerve regeneration:** Combined therapy showed greater axonal regeneration and remyelination, with improved CMAP amplitudes and better nerve structure than control
Kawai et al., 2023 (21)	Ultrasound therapy for a week promotes regeneration and reduces proinflammatory macrophages in a rat sciatic nerve autograft model	Lewis rats	Male (39)	Sciatic nerve autograft surgery	Ultrasound therapy	Therapeutic ultrasound stimulation (UST) – Pulsed ultrasound (1 MHz, 140 mW/cm², 20% duty cycle) applied for 5 min/day, 5 days/week for 1 or 4 weeks.	Sciatic functional index Histological evaluation Electrophysiological evaluation	**Functional recovery:** Ultrasound-treated rats showed significant improvement in SFI compared to controls. **Nerve regeneration:** Increased axon number, axon diameter, and myelin thickness, with a more optimal g-ratio, indicating enhanced regeneration across the autograft

Table 1. Study characteristics continuation…

Santiago de Lima Figueiredo et al., 2022 (22)	Use of aerobic treadmill exercises on nerve regeneration after the sciatic nerve injury in spontaneously hypertensive rats	Isogenic rats	Male (30)	Sciatic nerve dissection	Treadmill training	Post-graft treadmill rehabilitation – Progressive treadmill training (5–20 m/min, 10–20 min/session) initiated after nerve grafting and continued for 6 weeks.	Sciatic Functional Index Nerve Morphometry and Morphological nerve analysis Motor neuron counts - Fluoro Gold	Functional Recovery (Sciatic Functional Index): Aerobic treadmill exercise did not significantly improve functional recovery after sciatic nerve injury in spontaneously hypertensive rats. Sciatic Functional Index values were similar between treadmill-trained and non-trained grafted groups, indicating no additional benefit of exercise on gait and functional nerve repair. Nerve Morphometry and Histological Regeneration: Morphometric analysis showed no significant differences between exercised and non-exercised groups in axonal diameter, fiber diameter, myelin sheath thickness, or G-ratio. Both groups exhibited inferior structural regeneration compared to sham controls, suggesting that treadmill exercise did not enhance axonal or myelin recovery. Motor Neuron Regeneration: Retrograde labeling demonstrated comparable numbers of regenerated motor neurons in the exercised and non-exercised groups. This indicates that aerobic treadmill training did not promote additional motor neuron reinnervation following sciatic nerve graft repair.

Table 1. Study characteristics continuation…

Kong et al., 2022 (23)	Exercise facilitates regeneration after severe nerve transection and further modulates neural plasticity	Sprague-Dawley rats	Female (16)	Sciatic nerve transection followed by an autograft surgery	Treadmill training	Incremental treadmill training – Low-to-moderate intensity treadmill exercise with gradual speed increments up to 8 m/min; 5 days/week for 6 weeks.	Von frey test Hargreaves heat latency Walking track analysis Histological evaluation Electrophysiological evaluation	**Sensory & Motor Recovery:** Treadmill exercise significantly improved sensory function and locomotor performance following severe nerve transection, with better withdrawal thresholds and gait parameters than in non-exercise controls. **Neural & Plasticity Outcome:** Exercise enhanced axonal regeneration and remyelination, reduced inflammation and muscle atrophy, and partially reversed maladaptive central and peripheral neural plasticity.
Heinzel et al., 2022 (24)	ESWT Diminishes Axonal Regeneration following Repair of the Rat Median Nerve with Muscle-In-Vein Conduits but not after Autologous nerve grafting	Lewis rats	Male (56)	Median nerve reconstruction with autologous nerve grafts (ANG) or with Muscle-In-Vein Conduits (MVC)	Extracorporeal shockwave therapy (ESWT)	Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) post-surgery – Single ESWT session (300 impulses, 3 Hz, 0.1 mJ/mm^2) applied following nerve reconstruction procedures.	Computerized gait analysis Grasping test Electrophysiological evaluation Histological evaluation	**Functional outcomes:** ESWT did not significantly improve functional recovery compared to non-ESWT controls in either autologous nerve graft or muscle-in-vein conduit groups over the 12-week follow-up. **Grasp test:** ESWT did not significantly improve grasp strength compared to non-ESWT controls in either repair model. Grasp performance remained inferior in the muscle-in-vein conduit + ESWT group. **Gait analysis:** No significant gait improvement was observed with ESWT in either repair model. Muscle-in-vein conduit + ESWT showed poorer gait recovery, while autologous graft groups showed no ESWT-related difference.

Table 1. Study characteristics continuation…

de Oliveira Marques et al., 2021 (25)	Whole-body vibration therapy does not improve the peripheral nerve regeneration in an experimental model	Wistar rats	Male (53)	Right Sciatic nerve crush injury	Whole-body vibration therapy	Whole-body vibration (WBV) therapy – WBV protocol combining low- and high-frequency exposure (15–30 Hz) for 15 min/session; 5 days/week for 5 weeks.	Sciatic Functional Index Horizontal Ladder Rung Walking Test Narrow Beam Test Histomorphometric analysis	**Functional recovery:** Whole-body vibration therapy did not produce significant improvement in peripheral nerve regeneration in the experimental model. Functional recovery, electrophysiological measures, and histological indicators of nerve repair showed no meaningful differences between the vibration-treated group and the control group, indicating that WBV offered no additional benefit for peripheral nerve regeneration under the study conditions
Li et al., 2021 (26)	Low-intensity extracorporeal shock wave therapy promotes recovery of sciatic nerve injury and the role of mechanically sensitive YAP/TAZ signaling pathway for nerve regeneration	Sprague-Dawley rats	Male (40)	Sciatic nerve crush injury	Extracorporeal shock-wave therapy (ESWT)	Repeated ESWT for nerve injury – ESWT (0–0.15 mJ/mm², 500 shocks, 3 Hz) was delivered 3 times/week for 3 weeks in sciatic nerve injury models.	Sciatic functional Index Von frey test Histological evaluation	**Functional recovery:** Li-ESWT significantly improved motor (SFI) and sensory (von Frey) recovery after sciatic nerve injury compared to untreated injury. **Overall:** Li-ESWT accelerates sciatic nerve regeneration and functional recovery via mechanosensitive YAP/TAZ pathway activation.

Table 1. Study characteristics continuation…

Seo et al., 2021 (27)	Effect of Botulinum Toxin Injection and Extracorporeal Shock Wave Therapy on Nerve Regeneration in Rats with Experimentally Induced Sciatic Nerve Injury	Sprague-Dawley rats	Not defined (45)	Right sciatic nerve crush injury	Extracorporeal shock-wave therapy (ESWT)	Single-dose ESWT intervention – One-time ESWT application (400 pulses, 0.098 mJ/mm², 4 Hz) compared with the botulinum toxin group (administered botulinum toxin after nerve injury) and the control groups.	Sciatic functional index analysis Electrophysiological studies	**Nerve regeneration:** Rats treated with botulinum toxin (BoNT) and/or extracorporeal shock wave therapy (ESWT) showed significantly enhanced sciatic nerve regeneration compared to injured, untreated control rats. **Functional recovery:** BoNT-treated rats and ESWT-treated rats demonstrated improved motor function and earlier functional recovery on gait/walking track assessments. **Comparative effects:** ESWT-treated rats showed more pronounced axonal regeneration, while BoNT-treated rats showed improved neuromuscular conditions that supported functional recovery.

Table 1. Study characteristics continuation…

Ito et al., 2020 (28)	Ultrasound therapy with optimal intensity facilitates peripheral nerve regeneration in rats through suppression of pro-inflammatory and nerve growth inhibitor gene expression	Lewis rats	Male (46)	Sciatic nerve crush injury (Axonotomesis)	Ultrasound therapy	Pulsed therapeutic ultrasound – Ultrasound therapy (1 MHz, 20% duty cycle) applied for 5 min/day, 5 days/week; compared with sham stimulation.	Sciatic functional Index Histomorphometric analyses	**Functional Recovery:** Rats receiving optimal-intensity ultrasound therapy showed significantly improved motor, sensory and functional recovery compared to untreated or suboptimal intensity groups. Functional tests (such as walking track analysis / sciatic functional index) indicated earlier onset and greater magnitude of recovery in the ultrasound-treated group.
Xing et al., 2020 (29)	Brain plasticity after peripheral nerve injury treatment with massage therapy based on resting-state functional magnetic resonance imaging	Sprague-Dawley rats	Female (32)	Sciatic nerve transection and direct anastomosis	Massage therapy	Instrument-assisted soft tissue massage – Mechanical massage applied at controlled force and frequency (10 min/day for 4 weeks) following nerve injury.	Functional MRI	**Sensory & Functional Recovery:** Massage therapy following peripheral nerve injury was associated with improved functional recovery, supporting restoration of sensorimotor-related cortical activity compared to injury and sham groups. **Neural & Brain Plasticity Outcome:** Resting-state fMRI showed increased spontaneous brain activity (ALFF) in the somatosensory cortex after massage therapy, indicating enhanced adaptive brain plasticity and cortical reorganization following peripheral nerve injury

Table 1. Study characteristics continuation…

Marcilio et al., 2019 (30)	Effects of two intensities of treadmill exercise on neuromuscular recovery after median nerve crush injury in Wistar rats	Wistar rats	Female (24)	Median nerve crush	Treadmill training	Intensity-based treadmill running – Moderate- and high-intensity treadmill protocols (10–17 m/min), performed 5 days/week for 2 weeks.	Grasping test	**Functional recovery:** Moderate-intensity treadmill group showed significantly greater improvement in forelimb motor function compared to high-intensity and sedentary groups. High-intensity group demonstrated delayed and less consistent functional recovery. **Muscle strength / neuromuscular performance:** Grip strength and muscle activation were higher in the moderate-intensity exercise group. High-intensity exercise resulted in lower neuromuscular performance compared with moderate-intensity exercise.
Sung et al., 2017 (31)	Effects of Nerve Regeneration Therapy on SFI in Nerve-Injured Rats	Sprague-Dawley rats	Male (45)	Sciatic nerve crush injury	Treadmill training and Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT)	Constraint-induced movement therapy (CIMT) with treadmill – Treadmill training (8 m/min, 30 min/session) combined with immobilization of the unaffected limb; 5 days/week for 2 weeks.	Sciatic functional index	**Functional recovery:** CIMT + treadmill group showed the greatest improvement in SFI across all time points, indicating superior functional motor recovery. The treadmill-only group demonstrated moderate improvement in SFI compared to the control group. The control group showed minimal spontaneous recovery, with persistently poor SFI values.

Table 1. Study characteristics continuation…

Martins et al., 2017 (32)	Long-Term Regular Eccentric Exercise Decreases Neuropathic Pain-like Behavior and Improves Motor Functional Recovery in an Axonotmesis Mouse Model: The Role of Insulin-like Growth Factor-1	Swiss mice	Male (40)	Right sciatic nerve crush injury	Eccentric exercise	Eccentric treadmill exercise – Downhill treadmill running (−16° slope, 6–14 m/min, 30 min/session), performed 5 days/week for 8 weeks, with or without IGF-1 inhibition.	Sciatic functional index Sciatic static index Grip strength Triceps Surae Muscle Weight Histomorphological analysis	**Neuropathic Pain:** Long-term eccentric exercise reduced mechanical and cold hypersensitivity, with greater effects at moderate-to-high intensities. **Motor Function:** Eccentric exercise improved motor functional recovery, including walking pattern and grip strength. **Muscle Atrophy:** Eccentric exercise reduced denervation-related muscle atrophy, helping preserve muscle fiber size and mass. **Nerve Regeneration:** Increased myelinated fiber density and improved nerve morphology were observed with eccentric exercise. **Inflammation:** Exercise reduced pro-inflammatory cytokine expression in muscle tissue.
Liao et al., 2017 (33)	Effects of swimming exercise on nerve regeneration in a rat sciatic nerve transection model	Not defined	Not defined (40)	Sciatic nerve transection	Swimming exercise	Duration-based swimming exercise – Swimming sessions of varying durations (10–30 min), conducted 3 times/week for 4 weeks.	Electrophysiological evaluation Histological evaluation	**Nerve regeneration:** Swimming groups showed dramatically higher successful nerve regeneration across 10-mm gaps compared to the sedentary control group

Table 1. Study characteristics continuation…

Hun et al., 2016 (34)	Therapeutic Ultrasound and Treadmill Training Suppress Peripheral Nerve Injury–Induced Pain in Rats	Sprague-Dawley rats	Male (60)	Chronic constriction injury of the sciatic nerve	Treadmill training (TT) Therapeutic ultrasound (TU)	Combined ultrasound and treadmill therapy – Pulsed ultrasound and inclined treadmill training applied independently to compare neuromodulator effects; 5 days/week for 4 weeks.	Heat and Mechanical sensitivity Histochemical analyses	**Nerve Regeneration:** Therapeutic ultrasound combined with treadmill training promoted peripheral nerve regeneration, leading to improved structural and functional recovery of the injured nerve compared with untreated controls. **Sensitivity:** The combined intervention reduced sensory hypersensitivity by decreasing mechanical allodynia and thermal hyperalgesia, with sensory thresholds shifting toward normal values, indicating restoration of sensory nerve function.
Cannoy et al., 2016 (35)	Upslope treadmill exercise enhances motor axon regeneration but not functional recovery following peripheral nerve injury	Lewis rats	Female (11)	Sciatic nerve transection	Treadmill exercise	Inclined and declined treadmill training – High-intensity treadmill walking on positive and negative slopes (±20°), 1 h/day for 2 weeks.	Muscle reinnervation timing Locomotor muscle activity Gait mechanics	**Muscle Reinnervation:** Upslope training (ST) produced the earliest muscle reinnervation, occurring significantly earlier than in the Level-trained (LT) and Untrained (UT) groups. **Motor Axon Regeneration:** Both ST and LT increased motor axon regeneration compared to UT, with LT showing a greater rate of recovery over time. **Locomotor Muscle Activity:** Slope-dependent EMG modulation was restored only partially in LT rats and remained impaired in ST and UT groups. **Hindlimb Kinematics:** LT rats showed improved gait mechanics, whereas ST rats adopted a crouched posture with impaired kinematic adaptation.

Table 1. Study characteristics continuation…

Chen et al., 2015 (36)	Far-Infrared Therapy Promotes Nerve Repair following End-to-End Neurorrhaphy in Rat Models of Sciatic Nerve Injury	Sprague-Dawley rats	Not defined (18)	Right sciatic nerve transaction followed by an end-to-end neurorrhaphy	Far Infrared radiation therapy	Far-infrared heat therapy – Thermal stimulation using far-infrared radiation (38–39°C) applied 5 times/week for 2 weeks.	Nerve function analysis (Sciatic functional index) Histological Assessment	**Functional recovery:** Rats treated with far-infrared (FIR) therapy showed significantly faster and greater improvement in sciatic functional index (SFI) compared to control groups.
Coradini et al., 2015 (37)	Evaluation of grip strength in normal and obese Wistar rats submitted to swimming with overload after median nerve compression	Wistar rats	Not defined (48)	Compression of the right median nerve	Swimming exercise	Progressive overload swimming protocol – Swimming exercise with added external load (5–10% body weight), 15–20 min/day, 5 days/week for 3 weeks.	Grip strength meter	**Grip Strength:** Swimming with overload led to significant improvement in grip strength after median nerve compression in both normal and obese Wistar rats. However, normal rats showed faster and greater recovery compared to obese rats. **Comparative Outcome:** Obesity negatively influenced nerve recovery, with reduced gains in grip strength and delayed functional improvement despite participation in the swimming exercise protocol.

techniques, such as constraint-induced movement therapy and massage therapy, were also reported.

Electrotherapeutic modalities identified across the included studies comprised laser therapy, therapeutic ultrasound, shockwave therapy, infrared therapy, whole-body vibration therapy, and various forms of nerve stimulation. Collectively, these modalities were assessed for their potential to enhance neural regeneration and functional outcomes following peripheral nerve injury.

Substantial heterogeneity was observed across studies in injury models, physiotherapy protocols, intervention duration, and outcome assessment methods. Due to this variability, quantitative synthesis through meta-analysis was deemed inappropriate, and the results were therefore integrated using a narrative synthesis approach.

Risk of Bias Analysis

As shown in Figure 2, most of the studies reviewed exhibited moderate methodological quality and a reasonable level of bias risk. Several of the studies reviewed were methodologically weak in their use of allocation concealment and blinding methods, as shown in Figure 3. Insufficient use of these methods may increase the risk of selection, performance, and detection bias in the studies, reducing the overall quality of the evidence obtained, regardless of the severity of the peripheral nerve injury. The results indicate that most studies exhibited low bias in baseline characteristics, randomization of animals to groups, handling of incomplete outcome data, and selective outcome reporting, indicating that few studies had limitations in the performance of experiments in these areas. However, many studies were unclear in the areas of sequence generation, allocation concealment, blinding of participants or outcome assessors, and randomization of animal outcomes, primarily due to inadequate reporting rather than inherent methodological flaws. The areas of allocation concealment and blinding had the highest levels of bias compared to other areas of physiotherapy interventions.

Effects of Intervention

Exercise Interventions

In the studies analyzed, exercise-based interventions were explored as methods to improve neuromuscular and functional recovery after peripheral nerve injury. Resistance training primarily served as a strength-focused method. It showed positive effects on reflexes and muscle power in later recovery phases, although its impact on walking and coordinated movement appeared limited. In contrast, swimming, as a low-impact aerobic exercise, consistently demonstrated beneficial effects on functional recovery, axonal regeneration, and nerve fiber

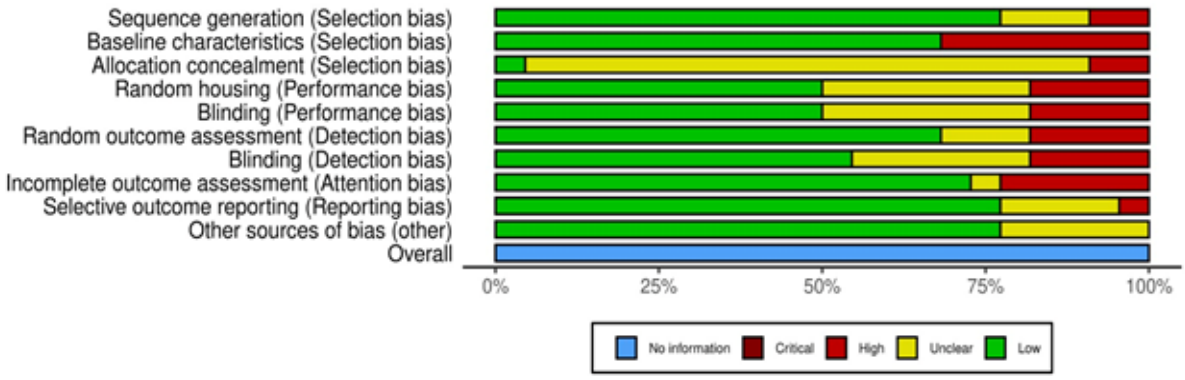


Figure 2. Risk of Bias Summary

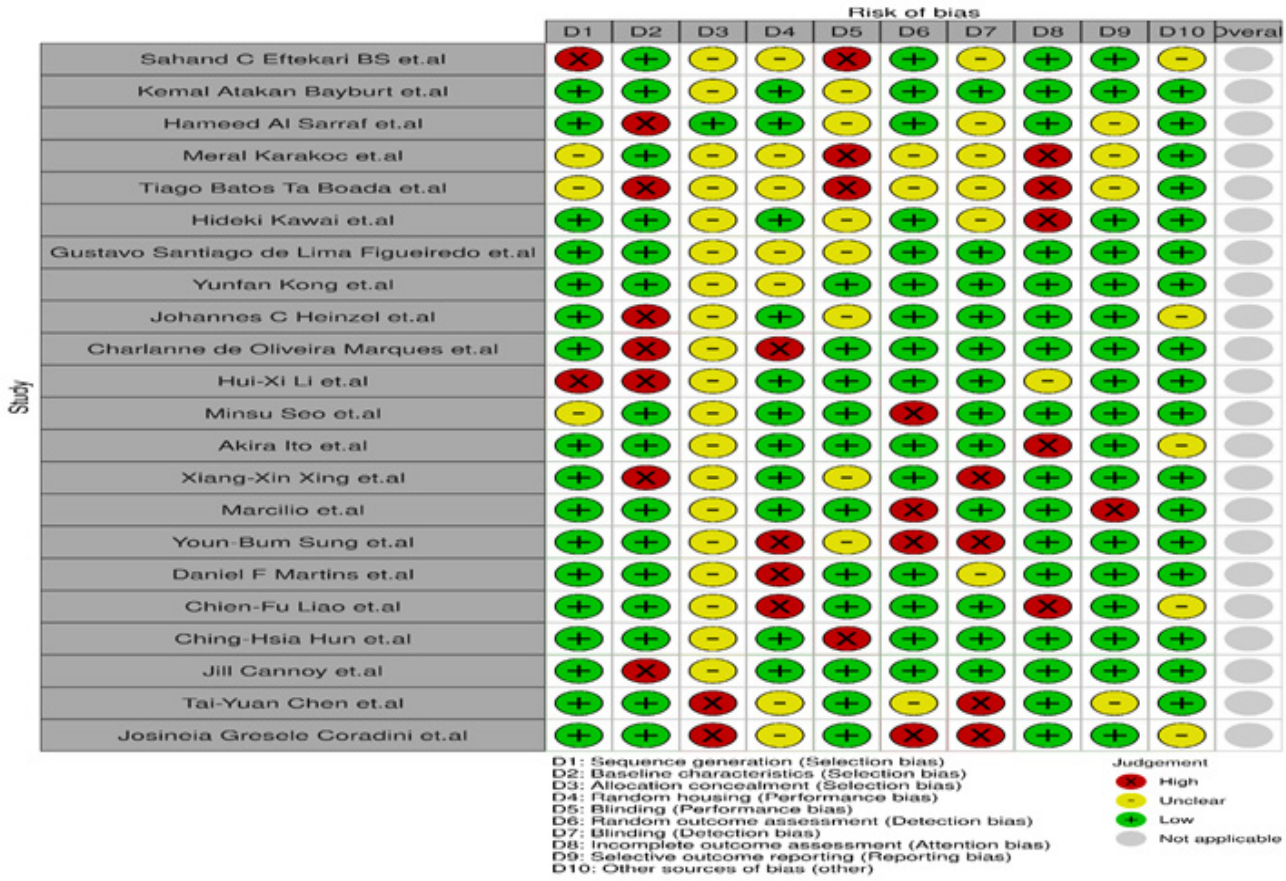


Figure 3. Risk of Bias of individual studies

reorganization, with greater improvements when paired with pharmacological or anti-inflammatory interventions.

Treadmill training has become the most researched method and has demonstrated considerable functional and neural advantages, including improved walking ability, sensory and motor recovery, axonal regeneration, remyelination, and electrophysiological enhancements. Significantly, moderate-intensity protocols yielded better outcomes than high-intensity regimens, which sometimes caused adverse effects. Therapeutic massage was linked to improved regeneration, corroborated by neuroimaging and peripheral mechanistic evidence. Constraint-induced movement therapy (CIMT) facilitated use-dependent plasticity, achieving better results when paired with aerobic exercise. Furthermore, eccentric exercise was associated with decreases in neuropathic pain, increases in myelinated fibers, improved nerve structure, and reduced inflammation, indicating mechanical, metabolic, and anti-inflammatory roles in neural recovery. Overall, these results underscore the importance of organized, goal-directed activities in promoting peripheral nerve regeneration and functional recovery.

Electrotherapeutic Interventions

Electrotherapy modalities were investigated for their ability to enhance neural regeneration and functional recovery following peripheral nerve injury. Nerve stimulation showed neuromodulatory advantages, as simultaneous central and peripheral stimulation resulted in enhanced sensorimotor and functional gains compared to peripheral stimulation by itself, indicating a supportive influence on reinnervation and

recovery speed. Laser treatment, comprising photobiomodulation and high-intensity laser therapy, demonstrated dose-dependent advantages, with higher intensities yielding improved motor, sensory, electrophysiological, and histological outcomes, underscoring the importance of proper dosing.

Therapeutic ultrasound consistently demonstrated pro-regenerative and anti-inflammatory properties, as evidenced by enhanced motor performance, higher axonal counts, thicker myelin, and normalized g-ratios. Conversely, extracorporeal shockwave therapy (ESWT) yielded varied results; although low-intensity approaches facilitated sensory and functional recovery, outcomes were unpredictable in complicated injury models and heavily reliant on specific parameters. Whole-body vibration therapy demonstrated limited restorative or functional advantages under the examined protocols. On the other hand, infrared radiation therapy showed encouraging results, including faster functional recovery, improved axonal alignment, and increased vascularization. In summary, these results show that electrotherapy techniques can aid peripheral nerve regeneration, but their efficacy is significantly affected by dosage, timing of application, and injury severity.

DISCUSSION

This systematic review evaluated 22 preclinical studies using rodent models of peripheral nerve injury that employed physiotherapy interventions. Of the included interventions, both exercises and electrotherapeutic modalities yielded positive results when administered at appropriate dosages and initiated early. Few interventions showed notably superior outcomes compared with other interventions, including treadmill training, swimming exercise, electrical stimulation, and photo-biomodulation therapy. Among these studies, exercise-based interventions had greater impacts on functional recovery, neural regeneration, neuroplasticity, and neuromuscular recovery than electrotherapeutic interventions. These findings suggest that activity-dependent intervention may play a crucial role in functional reinnervation. However, variability exists in interventional protocols, injury models, and outcome measures. The studies included in this review used different experimental models of peripheral nerve injury, most commonly nerve crush and nerve transection, which can affect both the pattern and speed of axonal regeneration. Variability was also observed in the timing of intervention initiation and in the duration and intensity of physiotherapy protocols, which may contribute to differences in functional and histological findings reported across studies. In addition, the use of different rodent species, particularly rats and mice, may influence regenerative responses and the overall effectiveness of rehabilitation strategies. This highlights the need for more standardized clinical studies to support further clinical applications.

Exercise-Based Interventions

Exercise interventions represented the largest category of treatment. These interventions reported strong regenerative and neuroprotective effects. Treadmill training was the most studied intervention, with multiple studies reporting enhanced axonal regeneration, remyelination, electrophysiological neural recovery, and functional motor performance (20,22,23,30,31,34,35,39). However, high-intensity treadmill training resulted in reduced functional performance and neural recovery compared to moderate-intensity regimens. This demonstrates a dose-response relationship where excessive mechanical or metabolic stress may reduce regeneration. Additionally, a few studies reported that faster axonal growth did not correlate with functional gains, suggesting that targeted reinnervation is as essential as axonal growth speed. Clinically, this highlights the need for graded, task-specific training rather than aggressive, high-intensity regimens (35,40).

Furthermore, swimming exercise has consistently demonstrated benefits such as low-impact aerobic exercise, with improvements in

axonal regeneration, nerve fiber organization, and motor recovery (19,33,37). Swimming exercises also reduce mechanical allodynia and modulate neurotrophic factors within the dorsal root ganglia. These beneficial effects suggest that aquatic exercises can support both sensory and motor recovery, with added benefits of hydrotherapy exhibiting its importance in early rehabilitation (41).

Similarly, resistance and eccentric exercises enhanced targeted neuromuscular stimulation. Resistance exercises demonstrated additional benefits, including improved strength and reflex-related outcomes, but with reduced effect on gait coordination (18). Eccentric exercises were associated with reduced neuropathic pain, increased myelinated fiber density, and reduced inflammation.

Despite this, constraint-induced movement therapy improved use-dependent plasticity with greater improvements when combined with aerobic exercise (31). Therapeutic massage has also promoted enhanced regeneration rate and has shown notable central neuroplastic changes on neuroimaging (29). Collectively, these findings emphasize the significance of sensory input and cortical reorganization in rehabilitation. Key evidence across exercise interventional studies is that early, repeated, and task-specific activation enhances neural plasticity and functional reinnervation (39,42). However, controversies still exist regarding optimal intensity, timing, and progression, as functional improvements remain inconsistent despite histological improvements.

Altogether, exercise-based interventions demonstrate substantial neuroregenerative and neuroprotective potential, particularly when delivered in an early, graded, and task-specific protocol. Moderate-intensity aerobic and resistance training consistently facilitates axonal regeneration, remyelination, and functional restoration, whereas excessive intensity may attenuate recovery. In summary, evidence supports precise dosing, and progression maximizes neural plasticity and functional reinnervation.

Electrotherapy Interventions

Electrotherapy interventions are adjuncts to exercise and exhibit specific positive effects for each modality. Electrical stimulation is one among the categories with stronger evidence for promoting axonal regrowth and accurate motor reinnervation (43-45). At the same time, brief stimulation was effective in maintaining neuronal excitability and accelerating regeneration. Combined central and peripheral stimulation produced greater outcomes than in peripheral stimulation alone (16). Clinically, this suggests that focused stimulation early after repair accelerates recovery.

Whereas photo-biomodulation (PBMT) or laser therapy demonstrated promising bioenergetics and neurotrophic effects. Higher-intensity protocols resulted in greater functional and electrophysiological improvements than low-intensity protocols (17, 46). The “triple site” strategy, which focused on the nerve, spinal cord, and denervated muscle, enhanced regeneration and reduced muscle atrophy (47). It also had modulatory effects on inflammation and neurotrophic signaling.

In addition, therapeutic ultrasound showed anti-inflammatory and pro-regenerative effects, with increased axon counts, thicker myelin, and normalized g-ratios. This suppressive mechanism of pro-inflammatory pathways provides a biological basis (21,28,34). In contrast, extracorporeal shockwave therapy (ESWT) illustrated mixed findings. Few studies have reported sensory and functional recovery through mechanosensitive signaling pathways, whereas other studies have reported equal or negative effects, particularly in severe injury models (24,26,27). These effects are highly dose and duration-dependent and limited to early stages (48,49). However, other adjunct modalities, such as whole-body vibration and infrared radiation therapy, have been shown to positively affect vascularization and axonal alignment (25,36).

Taken together, electrotherapy modalities function as valuable adjuncts that promote axonal regrowth, neurotrophic modulation, and electrophysiological recovery. Electrical stimulation and photo-biomodulation exhibit the

most robust and consistent therapeutic effects, especially when applied early and targeted. Nevertheless, therapeutic efficacy remains contingent upon optimal dosage, timing, and injury severity.

Overall Impact of Physiotherapy

Collectively, physiotherapy interventions enhance peripheral nerve regeneration through various complementary mechanisms, including activity-dependent neural plasticity, modulation of neurotrophic factors, improved vascularization, control of inflammation, prevention of muscle atrophy, and facilitation of specific functional reinnervation (50). These mechanisms create a biological and functional environment that supports nerve repair and neuromuscular recovery. The current evidence supports the cumulative effects of exercise-based and therapeutic modality-based interventions, with exercise as the main determinant of neuroplastic and functional gains. At the same time, electrotherapeutic modalities function as biological enhancers, supporting and accelerating regenerative processes. This interventional strategy aligns with modern neurorehabilitation principles that emphasize early activation, task specificity, and combined therapeutic approaches to optimize recovery outcomes, making it essential for promoting healthy lives and improving universal health coverage.

Translational Considerations and Limitations

Despite the encouraging evidence, there is considerable variability in injury models, intervention methods, and outcome assessments. In addition, most of the included preclinical studies used male rodents, and limited information was available regarding sex-specific responses or the influence of comorbid conditions, which may affect the generalizability of the findings. Evidence from rodent models, which regenerate more rapidly, also shows anatomical differences compared with humans. Therefore, applying evidence directly to clinical practice necessitates caution. Human nerves exhibit slower rates of regeneration, greater functional complexity, and greater variability in injury patterns.

The biological principles mentioned – use-dependent plasticity, neurotrophic support, and early activation align with contemporary clinical neurorehabilitation concepts. Tailored doses of treadmill exercise, task-oriented training, and additional methods such as electrical stimulation and photo-biomodulation therapy appear to have the greatest clinical significance.

CONCLUSION

This systematic review has analyzed the findings of 22 preclinical studies investigating the effects of physiotherapy interventions on peripheral nerve regeneration and functional recovery in rodent models. The analyzed results suggest that rehabilitation techniques involving consistent, organized physical exercise and specific therapeutic approaches showed a meaningful effect on neural recovery mechanisms after peripheral nerve damage. These interventions seem to encourage recovery by directly triggering regenerative processes, rather than serving as supplementary or additional methods. Despite significant variations in animal model research, intervention methods, and outcome assessments, this study provides evidence of the benefits of physiotherapy in nerve regeneration. However, as the evidence is derived from preclinical animal studies, further well-designed clinical research is required to determine the extent to which these findings can be translated into human rehabilitation. Additional research, following a standardized protocol, is necessary to identify the most effective methods.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Conflict of Interest. The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this systematic review.

Acknowledgements. The authors would like to acknowledge the academic guidance and institutional support provided during the preparation of this systematic review. Special thanks to faculty members and colleagues who provided valuable insights and feedback throughout the review process.

Funding. This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

REFERENCES

1. Madura T. Pathophysiology of peripheral nerve injury. Basic principles of peripheral nerve disorders. 2012;16:1-7.
2. Lavorato A, Aruta G, De Marco R, Zeppa P, Titolo P, Colonna MR, et al. Traumatic peripheral nerve injuries: a classification proposal. Journal of Orthopaedics and Traumatology. 2023;24(1):20.
3. Simon NG, Spinner RJ, Kline DG, Kliot M. Advances in the neurological and neurosurgical management of peripheral nerve trauma. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2016; 87(2):198-208.
4. Flores AJ, Lavemia CJ, Owens PW. Anatomy and physiology of peripheral nerve injury and repair. American Journal of Orthopedics-Belle Mead. 2000;29(3):167-78.
5. Campbell WW. Evaluation and management of peripheral nerve injury. Clinical neurophysiology. 2008;119(9):1951-65.
6. Wang ML, Rivlin M, Graham JG, Beredjiklian PK. Peripheral nerve injury, scarring, and recovery. Connective tissue research. 2019;60(1):3-9.
7. Taylor CA, Braza D, Rice JB, Dillingham T. The incidence of peripheral nerve injury in extremity trauma. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2008;87(5):381-5.
8. Tuturov AO. The role of peripheral nerve surgery in tissue reinnervation. Chinese Neurosurgical Journal. 2019;5(02):97-101.
9. De Albornoz PM, Delgado PJ, Forriol F, Maffulli N. Non-surgical therapies for peripheral nerve injury. Br Med Bull. 2011;100(100):73-100.
10. Maghimaa M, Bharath S, Kandasamy S, Carbon-Based Nanoparticles for Neural Regeneration. In Nanoparticles in Modern Neurological Treatment. Cham: Springer Nature Switzerland. 2025;263-282.
11. Singh VK, Haq A, Tiwari M, Saxena AK. Approach to management of nerve gaps in peripheral nerve injuries. Injury. 2022;53(4):1308-18.
12. Ashok V, Ganesh MK, Maiti S, Nallaswamy D, Heboyan A. Evaluation of 3D-Printed Polylactic Acid as a Bone Substitute: An Animal Study in a Rat Model. Clin Exp Dent Res. 2025;11(4):e70201.
13. Vela FJ, Martínez-Chacón G, Ballestín A, Campos JL, Sánchez-Margallo FM, Abellán E. Animal models used to study direct peripheral nerve repair: a systematic review. Neural Regeneration Research. 2020;15(3):491-502.
14. Olsen TC, LaGuardia JS, Chen DR, Lebens RS, Huang KX, Milek D, et al. Influencing factors and repair advancements in rodent models of peripheral nerve regeneration. Regenerative Medicine. 2024;19(11):561-77.
15. Dhanusia S, Umasankar Y, Suganthirababu P, Lakshmi SS, Parveen A. Assessing median nerve regeneration in rodent models – a systematic review. Texila International Journal of Public Health. 2025;13(Special Issue 2):Art017.
16. Eftekari SC, Yoon YC, Chen RC, Nicksic PJ, Donnelly DA, Jesch A, et al. Combined Central and Peripheral Nerve Stimulation Improves Functional Recovery of Mixed Peripheral Nerve Injury in a Rat Forelimb Model. bioRxiv. 2025:2025-01.
17. Bayburt KA, Diker N, Aydin MS, Dolanmaz D. The effect of high intensity versus photobiomodulation therapy (PBM) on the regeneration of the sciatic nerve following crush injury: an animal study. Lasers in Medical Science. 2025;40(1):81.
18. Al-Sarraf H, Al Mallah H, Mouihate A. Resistance exercise promotes functional recovery from peripheral nerve injury. Frontiers in Physiology. 2025;16:1653032.
19. Karakoç M, Ayaz H, Çelik F, Aşır F. Evaluation of dexamethasone and swimming exercise as complementary interventions in a rat sciatic nerve injury model. Antioxidants. 2025;14(11):1382.
20. Taboada TB, Heringer LD, de Oliveira CL, da Rosa GV, Pestana FM, Cardoso R, et al. Combination of treadmill training and inosine enhances nerve regeneration and functional recovery after mice sciatic nerve transection. Journal of Neuroscience Research. 2025;103(9):e70080.
21. Kawai H, Ito A, Kawaguchi A, Nagai-Tanima M, Nakahara R, Xu S, et al. Ultrasound therapy for a week promotes regeneration and reduces pro-inflammatory macrophages in a rat sciatic nerve autograft model. Scientific Reports. 2023;13(1):11494.

22. Figueiredo GS, Fernandes M, Atti VN, Valente SG, Roth F, Nakachima LR, et al. Use of aerobic treadmill exercises on nerve regeneration after sciatic nerve injury in spontaneously hypertensive rats. Acta Cirúrgica Brasileira. 2022;37:e370804.
23. Kong Y, Kuss M, Shi Y, Fang F, Xue W, Shi W, et al. Exercise facilitates regeneration after severe nerve transection and further modulates neural plasticity. Brain, Behavior, & Immunity-Health. 2022;26:100556.
24. Heinzel JC, Oberhauser V, Keibl C, Schädl B, Swiadek NV, Längle G, et al. ESWT diminishes axonal regeneration following repair of the rat median nerve with muscle-in-vein conduits but not after autologous nerve grafting. Biomedicines. 2022;10(8):1777.
25. de Oliveira Marques C, Espindula IA, Darko EK, Bonetti LV, Sonza A, Partata WA, et al. Whole-body vibration therapy does not improve the peripheral nerve regeneration in experimental model. Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions. 2021;21(1):68.
26. Li HX, Zhang ZC, Peng J. Low-intensity extracorporeal shock wave therapy promotes recovery of sciatic nerve injury and the role of mechanical sensitive YAP/TAZ signaling pathway for nerve regeneration. Chinese Medical Journal. 2021;134(22):2710-20.
27. Seo M, Lim D, Kim S, Kim T, Kwon BS, Nam K. Effect of botulinum toxin injection and extracorporeal shock wave therapy on nerve regeneration in rats with experimentally induced sciatic nerve injury. Toxins. 2021;13(12):879.
28. Ito A, Wang T, Nakahara R, Kawai H, Nishitani K, Aoyama T, et al. Ultrasound therapy with optimal intensity facilitates peripheral nerve regeneration in rats through suppression of pro-inflammatory and nerve growth inhibitor gene expression. PloS One. 2020;15(6):e0234691.
29. Xing XX, Zheng MX, Hua XY, Ma SJ, Ma ZZ, Xu JG. Brain plasticity after peripheral nerve injury treatment with massage therapy based on resting-state functional magnetic resonance imaging. Neural Regeneration Research. 2021;16(2):388-93.
30. Ferreira MC, Oliveira MX, Souza JI, Souza RA, Machado TP, Santos AP. Effects of two intensities of treadmill exercise on neuromuscular recovery after median nerve crush injury in Wistar rats. Journal of Exercise Rehabilitation. 2019;15(3):392.
31. Sung YB, Lee JH. Effects of nerve regeneration therapy on SFI in nerve-injured rats. International Journal of Bio-Science and Bio-Technology. 2018;10(1):7-12.
32. Martins DF, Martins TC, Batisti AP, dos Santos Leonel L, Bobinski F, Belmonte LA, et al. Long-term regular eccentric exercise decreases neuropathic pain-like behavior and improves motor functional recovery in an axonotmesis mouse model: the role of insulin-like growth factor-1. Molecular Neurobiology. 2018;55(7):6155-68.
33. Liao CF, Yang TY, Chen YH, Yao CH, Way TD, Chen YS. Effects of swimming exercise on nerve regeneration in a rat sciatic nerve transection model. Biomedicine. 20173;7(1):3.
34. Hung CH, Huang PC, Tzeng JI, Wang JJ, Chen YW. Therapeutic ultrasound and treadmill training suppress peripheral nerve injury–induced pain in rats. Physical therapy. 2016;96(10):1545-53.
35. Cannoy J, Crowley S, Jarratt A, Werts KL, Osborne K, Park S, et al. Upslope treadmill exercise enhances motor axon regeneration but not functional recovery following peripheral nerve injury. Journal of Neurophysiology. 2016;116(3):1408-17.
36. Chen TY, Yang YC, Sha YN, Chou JR, Liu BS. Far-infrared therapy promotes nerve repair following end-to-end neurorrhaphy in rat models of sciatic nerve injury. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2015;2015(1):207245.
37. Coradinia JG, Kakihata CM, Kunz RI, Errero TK, Bonfleur ML, Bertolini GR. Evaluation of grip strength in normal and obese Wistar rats submitted to swimming with overload after median nerve compression. Revista Brasileira de Reumatologia. 2015;55:43-7.
38. Hooijmans CR, Rovers MM, De Vries RB, Leenaars M, Ritskes-Hoitinga M, Langendam MW. SYRCLE's risk-of-bias tool for animal studies. BMC Medical Research Methodology. 2014;14:43.
39. Armada-da-Silva PA, Pereira C, Amado S, Veloso AP. Role of physical exercise for improving posttraumatic nerve regeneration. International Review of Neurobiology. 2013;109:125-49.
40. English AW, Cucoranu D, Mulligan A, Sabatier M. Treadmill training enhances axon regeneration in injured mouse peripheral nerves without increased loss of topographic specificity. Journal of Comparative Neurology. 2009;517(2):245-55.
41. Cobianchi S, Arbat-Plana A, M Lopez-Alvarez V, Navarro X. Neuroprotective effects of exercise treatments after injury: the dual role of neurotrophic factors. Current Neuropharmacology. 2017;15(4):495-518.
42. Gouveia D, Cardoso A, Carvalho C, Oliveira AC, Almeida A, Gamboa Ó, et al. Early intensive neurorehabilitation in traumatic peripheral nerve injury—state of the art. Animals. 2024;14(6):884.

43. Al-Majed AA, Neumann CM, Brushart TM, Gordon T. Brief electrical stimulation promotes the speed and accuracy of motor axonal regeneration. Journal of Neuroscience. 2000;20(7):2602-8.
44. Gordon T, Amirjani N, Edwards DC, Chan KM. Brief post-surgical electrical stimulation accelerates axon regeneration and muscle reinnervation without affecting the functional measures in carpal tunnel syndrome patients. Experimental Neurology. 2010;223(1):192-202.
45. Gordon T. Brief electrical stimulation promotes recovery after surgical repair of injured peripheral nerves. International Journal of Molecular Sciences. 2024;25(1):66.
46. Prabakaran L, Vedakumari SW, Pravin YR. Natural polymeric biomaterials for managing peripheral nerve injuries: a novel approach for tissue repair and reconstruction. Neurosurgical Review. 2024;47(1):805.
47. Mandelbaum-Livnat MM, Almog M, Nissan M, Loeb E, Shapira Y, Rochkind S. Photobiomodulation triple treatment in peripheral nerve injury: nerve and muscle response. Photomedicine and laser surgery. 2016;34(12):638-45.
48. Sağir D, Bereket C, Onger ME, Bakhit N, Keskin M, Ozkan E. Efficacy of extracorporeal shockwaves therapy on peripheral nerve regeneration. Journal of Craniofacial Surgery. 2019;30(8):2635-9.
49. Daeschler SC, Harhaus L, Schoenle P, Boecker A, Kneser U, Bergmeister KD. Ultrasound and shock-wave stimulation to promote axonal regeneration following nerve surgery: a systematic review and meta-analysis of preclinical studies. Scientific reports. 2018;8(1):3168.
50. Ramezani F, Neshasteh-Riz A, Ghadaksaz A, Fazeli SM, Janzadeh A, Hamblin MR. Mechanistic aspects of photobiomodulation therapy in the nervous system. Lasers in Medical Science. 2022;37(1):11-8.

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Gac Méd Caracas 2026;134(2):592-605
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.20

Herramientas de laboratorio para el diagnóstico de errores innatos de la inmunidad: avances y desafíos

Laboratory tools for the diagnosis of inborn errors of immunity: Advances and challenges

Soriuska J. Mayora Hernández[1]

RESUMEN

Los errores innatos de la inmunidad (EII), antes llamados inmunodeficiencias primarias, son un grupo heterogéneo de 555 trastornos genéticos que afectan la función del sistema inmunológico, elevando la susceptibilidad a infecciones, a la autoinmunidad y a otras complicaciones, como la linfoproliferación. Aunque su sospecha y diagnóstico recaen principalmente en la historia clínica y familiar del paciente, es importante destacar el papel fundamental de los estudios de laboratorio de rutina, que incluyen pruebas básicas esenciales para la identificación inicial y la confirmación de la sospecha clínica de estas enfermedades. Esta revisión tiene como propósito examinar de manera integral las herramientas de laboratorio disponibles para el diagnóstico de estos trastornos, así como los desafíos actuales asociados a su implementación, especialmente en entornos con recursos limitados. Las conclusiones subrayan que el diagnóstico precoz de los EII depende de una integración efectiva entre la evaluación clínica y los estudios de laboratorio, y que son fundamentales la capacitación del personal de salud y el acceso a pruebas diagnósticas avanzadas.

Palabras clave: *Errores innatos de la inmunidad, enfermedades de inmunodeficiencia primaria, diagnóstico de laboratorio*

SUMMARY

Inborn errors of immunity (IEI), formerly known as primary immunodeficiencies, are a heterogeneous group of 555 genetic disorders that affect immune system function, increasing susceptibility to infections, autoimmunity, and other complications, such as lymphoproliferation. Although suspicion and diagnosis rely primarily on the patient's clinical and family history, it is important to highlight the fundamental role of routine laboratory tests, including basic tests essential for initial identification and clinical suspicion of these diseases. This review examines the laboratory tools available for diagnosing these disorders and the current challenges, particularly in resource-limited settings. The conclusions emphasize that early diagnosis of IEI depends on effective integration between clinical evaluation and laboratory testing, with training of healthcare personnel and access to advanced diagnostic tests being essential.

Keywords: *Inborn errors of immunity, Primary immunodeficiency disorders, Laboratory diagnosis*

ORCID:
[1] https://orcid.org/0000-0002-7194-7264

Instituto de Inmunología "Dr. Nicolás E. Bianco C., Facultad de Medicina. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela

[*]**Autor de correspondencia:** Soriuska Mayora. E-mail: soriuskamayora@gmail.com

Recibido: 26 de enero 2026
Aceptado: 31 de marzo 2026

INTRODUCCIÓN

Los errores innatos de la inmunidad (EII), antes llamados inmunodeficiencias primarias, constituyen un grupo heterogéneo de 555 enfermedades. Estos se originan en defectos genéticos que afectan el desarrollo o la función del sistema inmune (1). Los defectos genéticos asociados a los EII pueden manifestarse de diversas maneras: algunos afectan directamente el número de células inmunitarias, mientras que otros alteran sus funciones celulares, ya sea por pérdida o ganancia de función, sin modificar necesariamente el recuento celular. La naturaleza de estas alteraciones determina las consecuencias clínicas, que pueden incluir una disminución de las defensas del huésped (lo que se traduce en una mayor susceptibilidad a un amplio espectro de patógenos o a un grupo específico de microorganismos), una inflamación excesiva o una combinación de ambas. En otros EII, lo que se ve afectado principalmente es el compartimento soluble del sistema inmunitario, en lugar del brazo celular, que incluye citocinas, quimiocinas, productos del complemento o anticuerpos (2). La prevalencia se estima en 1:10.000 individuos y puede afectar tanto a niños como a adultos (3). La tasa de mortalidad por EII varía según las regiones geográficas y los países. Siendo de mayor prevalencia en los países de Oriente Medio y del Norte de África, donde se registran tasas más elevadas de matrimonios consanguíneos. Además, la supervivencia de los pacientes con EII se ve influida tanto por el defecto molecular como por el impacto de la mutación en el gen causal. Las mutaciones sin sentido suelen asociarse a fenotipos más leves que las mutaciones con cambio de marco. Los pacientes con defectos subyacentes de los linfocitos T, desregulación inmunitaria y defectos fagocíticos presentaban los peores pronósticos, y las infecciones constituían la principal causa de muerte (4).

A grandes rasgos, la evaluación del paciente se realiza de manera secuencial, iniciando con un estudio clínico detallado, con antecedentes familiares y examen físico, que sientan las bases para la solicitud de pruebas de laboratorio básicas e intermedias, como la hematología completa y la medición de los niveles de inmunoglobulinas séricas. Estas pruebas orientan el diagnóstico hacia el tipo de defecto y, posteriormente, permiten realizar estudios más complejos, como la evaluación de subpoblaciones linfocitarias, estudios funcionales y análisis genéticos, los cuales están específicamente dirigidos a la confirmación final del diagnóstico y al establecimiento posterior de la terapéutica (5) (Figura 1).

Los defectos en el número o en la función de los elementos del sistema inmunitario determinan la presentación clínica de un EII. Con frecuencia, los primeros signos se deben a infecciones persistentes, inusuales, difíciles de tratar y recurrentes, así como a la aparición de efectos adversos tras la administración de una vacuna con un patógeno vivo. Además, se debe prestar atención a los signos de desregulación inmunitaria, que parecen igualmente importantes para la susceptibilidad a las infecciones al definir el EII (6,7).

Los retrasos en el diagnóstico son una causa improtante de complicaciones de los EII que se presentan en la edad adulta. Este retraso se define como el tiempo transcurrido entre la aparición de los síntomas del EII y el diagnóstico y puede deberse a la falta de conocimiento sobre el EII por parte del público y de los médicos, así como a las barreras para acceder a la tecnología necesaria para realizar diagnósticos adecuados (8).

Esta revisión tiene como propósito examinar de manera integral las herramientas de laboratorio disponibles para el diagnóstico de estos trastornos, así como los desafíos actuales asociados a su implementación, especialmente en entornos con recursos limitados.

El laboratorio clínico de rutina y la sospecha de EII

El laboratorio clínico de rutina es un área fundamental en los sistemas de salud. Recibe su nombre porque realiza pruebas comunes, accesibles y recurrentes que constituyen la base del diagnóstico clínico y de la vigilancia sanitaria.

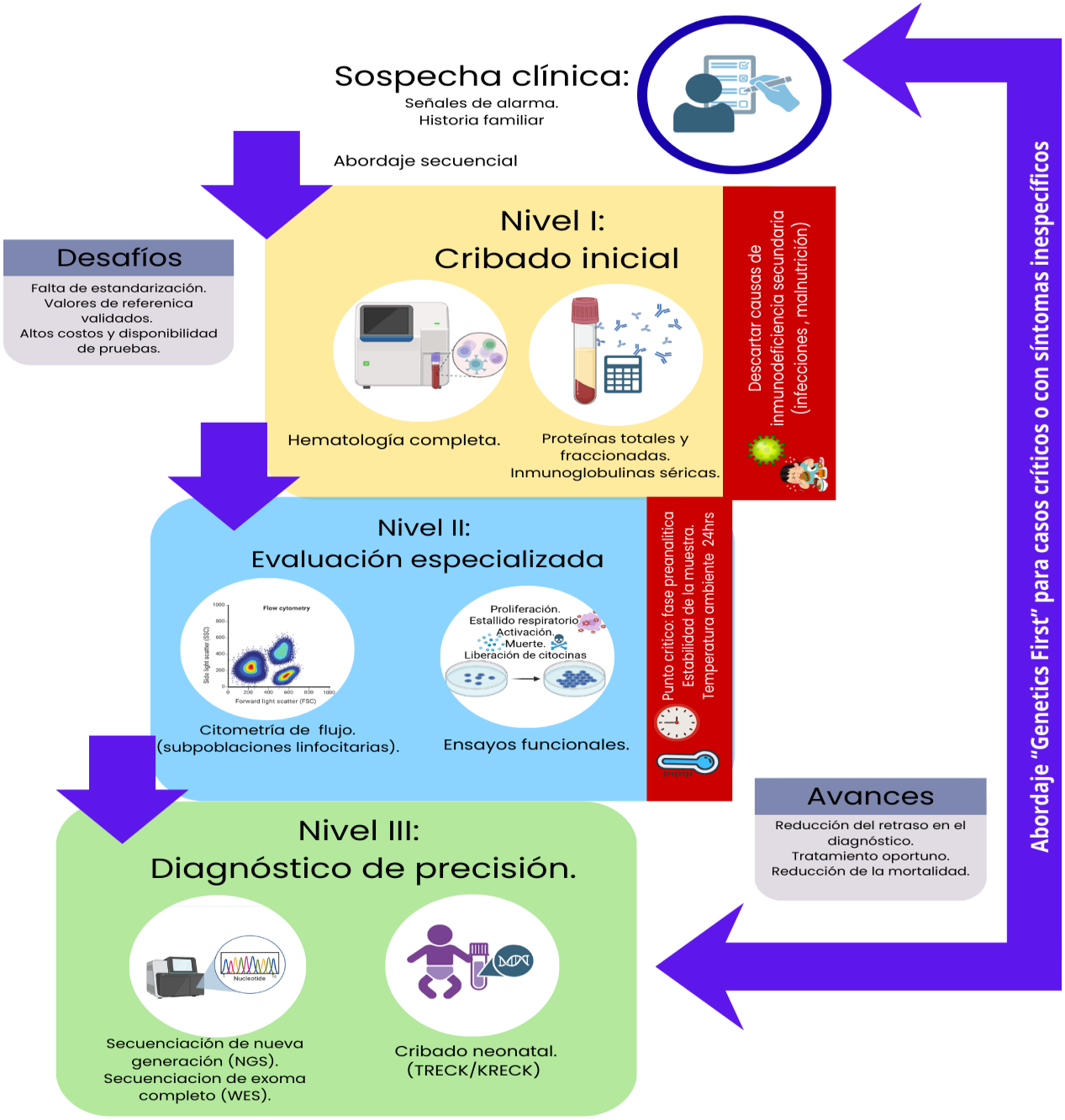


Figura 1. Algoritmo diagnóstico secuencial y desafíos en los Errores Innatos de la Inmunidad (EII). El abordaje diagnóstico de los EII se presenta como un proceso de múltiples niveles que abarca desde herramientas accesibles hasta tecnologías de alta complejidad. Nivel I (Cribado inicial): Destaca el uso de la hematología completa para la detección de citopenias, el cálculo de la globulina (proteínas totales – albúmina) y la medición de inmunoglobulinas como un marcador altamente costo-efectivos en entornos de recursos limitados. Nivel II (Evaluación Especializada): Incluye la caracterización fenotípica mediante citometría de flujo y el análisis de la función inmunitaria (p. ej., estallido respiratorio mediante DHR). Se enfatiza el punto crítico de la fase preanalítica, donde la estabilidad de la muestra (tiempo $<$24h y temperatura controlada) es vital para la viabilidad celular. Nivel III (Diagnóstico de Precisión): Representa la vanguardia diagnóstica a través del cribado neonatal (TREC/KREC) y la identificación de variantes patogénicas mediante Secuenciación de Nueva Generación (NGS) y secuenciación del exoma completo (WES).

Su trabajo es vital para la toma de decisiones médicas, pues facilita la detección temprana, el monitoreo de los tratamientos y la prevención de complicaciones. Aunque las pruebas que aquí se realizan son muy sensibles, algunas carecen de alta especificidad, lo que puede provocar resultados alterados en una amplia variedad de enfermedades. Por ello, la interpretación de los resultados debe realizarse de manera individual, en estrecha relación con la sospecha clínica o el diagnóstico presuntivo de cada paciente.

Un ejemplo de ello es la hematología completa, como prueba de base o pilar fundamental. La sangre incluye varios componentes celulares que se ven afectados en diversas patologías, entre ellas el EII. Esta prueba permite evaluar posibles alteraciones, como linfopenia o neutropenia en los leucocitos, anemia normocítica normocrómica en los glóbulos rojos y trombocitosis o trombocitopenia en las plaquetas, hallazgos que pueden indicar defectos inmunitarios (9,10). El frotis de sangre periférica también tiene un gran valor en la evaluación morfológica de estos defectos. Por ejemplo, la detección de linfopenia o neutropenia puede sugerir un defecto de linfocitos y fagocitos; en síndromes como el de Chédiak-Higashi se observan gránulos gigantes en los granulocitos, y la presencia de blastos puede indicar disfunciones hematológicas asociadas a EII. Aunque la hematología completa y el frotis no diagnostican directamente la inmunodeficiencia, sus hallazgos preparan el terreno para realizar pruebas funcionales y genéticas que confirmen el diagnóstico y orienten hacia el tipo específico de EII presente (11).

Asimismo, la cuantificación de proteínas totales en suero y su fraccionamiento en albúmina y globulinas tienen un alto valor diagnóstico en el EII. La albúmina, producida por el hígado, representa entre el 55 % y el 60 % de las proteínas séricas totales; mantiene la presión oncótica plasmática y actúa como transportadora de hormonas, ácidos grasos y otras moléculas. Por su parte, las globulinas representan aproximadamente el 38-40 % y constituyen un grupo heterogéneo que incluye inmunoglobulinas (Ig, anticuerpos), proteínas transportadoras, componentes del sistema del complemento, proteínas de fase aguda e inhibidores de enzimas. Esta prueba puede revelar alteraciones sugestivas de inmunodeficiencias, como niveles bajos de proteínas totales o desequilibrios en la proporción albúmina/globulina (12). La globulina calculada (CG, proteína total menos los niveles de albúmina) se correlaciona bien con los niveles de IgG y se ha propuesto como método de detección adecuado para personas con deficiencias primarias de anticuerpos (PAD), siendo una prueba adecuada para la hipogammaglobulinemia en niños (13).

En un grupo particular de pacientes con una presentación clínica asociada a un proceso autoinmune, es importante evaluar marcadores inflamatorios como la proteína C reactiva (PCR), la velocidad de sedimentación globular (VSG) y la concentración de ferritina. Un aumento de estos elementos, también llamados reactantes de fase aguda, puede sugerir procesos infecciosos o inflamatorios crónicos asociados a algunos EII. Otros marcadores inflamatorios que pueden utilizarse son la haptoglobina, la ceruloplasmina, el fibrinógeno y la albúmina (14).

Asimismo, el análisis de orina se utiliza habitualmente para evaluar lesiones renales (como glomerulonefritis y nefritis intersticial) y, en estos casos, los resultados mostrarán proteinuria, hematuria o sedimento activo (cilindros de glóbulos blancos o rojos). Muchas otras enfermedades, como la nefropatía diabética, la hipertensión mal controlada o las infecciones, darán resultados similares, pero cuando se sospecha una enfermedad autoinmune, la evaluación de laboratorio habitual servirá como una primera señal de alerta para realizar pruebas adicionales (15).

Los tiempos de coagulación tienen un valor diagnóstico limitado pero relevante en algunos EII, especialmente en aquellos que afectan la función plaquetaria o la vía del complemento. Las alteraciones del tiempo de tromboplastina parcial activada (PTTa) y del tiempo de protrombina (PT) pueden reflejar deficiencias de factores de coagulación o la presencia de inhibidores, que, en el contexto de EII, podrían estar relacionados con

procesos autoinmunes o con consumo secundario por inflamación crónica (15).

Es importante señalar que además de las pruebas de laboratorio de rutina mencionadas, es fundamental descartar otras causas de alteración del sistema inmunitario. Muchas enfermedades infecciosas, metabólicas o neoplásicas pueden provocar alteraciones inmunológicas similares a las observadas en EII. Las infecciones crónicas pueden causar inmunodeficiencias al atacar directamente las células inmunitarias o al inducir una activación inmunitaria prolongada y el agotamiento inmunitario. Como ejemplo, se puede mencionar el virus de inmunodeficiencia humana (VIH) que, en ausencia de terapia antirretroviral, conduce progresivamente a la disminución de los linfocitos T CD4+ y al deterioro de la inmunidad mediada por células, lo que aumenta la vulnerabilidad a las bacterias encapsuladas y a las infecciones oportunistas graves, incluidas las virales (16).

Adicionalmente, la malnutrición es una de las principales causas de inmunodeficiencia secundaria en todo el mundo y afecta tanto a niños como a adultos, especialmente en países de ingresos bajos. Las deficiencias crónicas de calorías y de proteínas afectan el desarrollo, la proliferación y la función de las células inmunitarias, lo que aumenta la susceptibilidad a las infecciones. Las deficiencias de micronutrientes, como zinc, vitamina A, vitamina D, hierro y selenio, debilitan las barreras mucosas y afectan las respuestas inmunitarias innatas y adaptativas. La hipoproteinemia provoca una disminución de la generación y la función de las células T, con inmunosupresión que se correlaciona con la gravedad de la hipoproteinemia (17).

Por ello, es indispensable realizar una evaluación clínica exhaustiva y considerar pruebas complementarias para identificar o descartar estas condiciones antes de establecer un diagnóstico definitivo de EII. Este enfoque integral asegura que las alteraciones inmunitarias detectadas se atribuyen correctamente a la causa subyacente.

El laboratorio de pruebas especiales: pruebas de segundo y de tercer nivel

En el laboratorio de pruebas especiales se realizan análisis específicos y avanzados que no forman parte del conjunto rutinario de pruebas. Estas pruebas especiales suelen requerir técnicas más sofisticadas, equipos especializados y personal altamente capacitado. Son cruciales para confirmar o descartar diagnósticos cuando las evaluaciones de laboratorio de rutina resultan insuficientes o poco específicas. Debido a su complejidad, suelen realizarse en laboratorios de referencia o especializados y requieren una interpretación clínica cuidadosa para contextualizar los resultados en el cuadro clínico del paciente.

En el contexto de los errores innatos de la inmunidad, las pruebas estarán orientadas al defecto inmunitario que se presume en el paciente. Aspectos como la manifestación clínica más prominente (infecciones, inflamación), el tipo de agente causal en el caso de las infecciones, la historia familiar e incluso los hallazgos en pruebas básicas servirán de guía para la selección de estas pruebas más especializadas, que, a pesar de su gran utilidad, en la mayoría de los casos resultan costosas o de difícil acceso. Por lo cual es de gran importancia hacer un uso consciente de ellas (18).

Deficiencias de anticuerpos: Determinación de inmunoglobulinas (Igs) séricas (IgG, IgA, IgM, IgE)

La cuantificación de las inmunoglobulinas ayuda a identificar deficiencias de la inmunidad humoral, frecuentes en muchos EII. Más del 80 % de los pacientes diagnosticados de un EII presentarán anomalías en las inmunoglobulinas séricas. Estas mediciones aportan información indirecta sobre varios aspectos del sistema inmunitario, ya que la síntesis de inmunoglobulinas requiere la coordinación entre los linfocitos B y T y las células presentadoras de antígenos. La detección oportuna de la deficiencia de anticuerpos previene el daño futuro en los órganos (19,20).

Estos pacientes presentarán infecciones recurrentes, principalmente de los sistemas respiratorio y gastrointestinal, causadas por patógenos como *Streptococcus pneumoniae, Haemophilus influenzae, Staphylococcus* y Pseudomonas (21). Aunque los resultados deben interpretarse de acuerdo con la edad del paciente, niveles bajos de Ig sugieren una deficiencia de anticuerpos o una inmunodeficiencia combinada: un nivel de IgG < 300 mg/dL, un Ig total (IgG + IgM + IgA) inferior a 500 mg/dL o la ausencia completa de IgA y/o IgM en un niño mayor de seis meses indica una deficiencia de anticuerpos.

La deficiencia selectiva de IgA (DSIgA) es una patología frecuente cuyo diagnóstico se establece después de los 4 años de edad, y los resultados de laboratorio muestran un nivel de IgA de 7 mg/dL, con IgM dentro de la normalidad. Algunos pacientes con deficiencia de IgA pueden presentar deficiencias asociadas de IgG2 e IgG4. Además, se deben descartar otras causas de hipogammaglobulinemia. A diferencia de otros EII, la mayoría de los pacientes con DSIgA son asintomáticos. Las manifestaciones clínicas de los pacientes sintomáticos incluyen infecciones recurrentes de los tractos respiratorio, auditivo y gastrointestinal (22).

La medición rutinaria de la IgE sérica no es obligatoria en el manejo de pacientes con sospecha de deficiencia de anticuerpos y antecedentes de infecciones recurrentes. Sin embargo, los niveles de IgE significativamente elevados (>2000 UI/mL) pueden indicar un trastorno atópico monogénico o uno de los síndromes de inmunodeficiencia por hiper-IgE. De igual manera, es importante señalar que los trastornos de la producción funcional de anticuerpos pueden presentarse a pesar de niveles normales de IgG, y que los niveles normales de Ig no descartan la enfermedad (23).

Análisis de respuesta vacunal

La evaluación de la respuesta vacunal consiste en medir la IgG específica frente a los antígenos con los que el paciente ha sido inmunizado. La evaluación de la respuesta a los antígenos proteicos se realiza midiendo la presencia de IgG frente a los toxoides tetánico y diftérico; sin embargo, también se pueden medir IgG frente al sarampión y la rubéola debido a la alta tasa de inmunización en la población general. La respuesta a los antígenos polisacáridos puede evaluarse en pacientes mayores de 2 años mediante la IgG frente a los 23 serotipos del neumococo. Para ello, se realiza la inmunización del paciente y, cuatro semanas después, se mide la producción de IgG frente a los serotipos aplicados. El valor normal depende de la edad de la persona (24, 25).

Evaluación del complemento

Las deficiencias del complemento representan aproximadamente el 5 % de todos los EII, según revela la última evaluación del registro de la Sociedad Europea de Inmunodeficiencias (ESID), pero pueden alcanzar cifras significativamente más altas (26). Los pacientes con estos trastornos suelen presentar una enfermedad autoinmune sistémica, similar al lupus eritematoso, o infecciones graves o recurrentes causadas por organismos encapsulados. Los ensayos nefelométricos o de inmunoprecipitación se utilizan habitualmente para medir las concentraciones de los componentes individuales del sistema del complemento. Los ensayos hemolíticos para evaluar las funciones de la vía clásica (CH50) y la vía alternativa (AH50) se utilizan desde hace más de 40 años y se basan en la cuantificación de la cantidad de suero necesaria para lisar el 50 % de una muestra de eritrocitos (27).

Citometría de flujo

La citometría de flujo permite detectar la ausencia de una población o subpoblación celular, la expresión alterada de una proteína extracelular o intracelular y evaluar cambios biológicos asociados a defectos inmunitarios específicos, así como determinadas características inmunitarias funcionales (28).

La cuantificación de las subpoblaciones linfocitarias es indispensable para evaluar posibles defectos de los linfocitos T o de los linfocitos T y B combinados. La citometría de flujo estándar implica la inmunofenotipificación de los linfocitos T (células CD3+ que coexpresan CD4 o CD8), las células B (células CD3–, CD19+/20+) y las células asesinas naturales (NK) (células CD3–, CD16+/56+). Cuando se centra en los linfocitos T, incluir el análisis de la expresión de marcadores como CD45RA, CD62L (o CCR7) y CD45RO, ayuda a identificar las etapas de maduración (por ejemplo, células CD45RA+/CD62L+, células de memoria central CD45RA–/CD62L+, células de memoria efectoras CD45–/CD62L– y células de memoria efectoras CD45RA+/CD62L– de memoria efectora que re-expresan CD45RA (T-EMRA); las isoformas CD45-RA y -RO representan poblaciones vírgenes y de memoria, respectivamente. Hay subconjuntos específicos de células T y B que se han asociado con la EII y la autoinmunidad. Estos incluyen la expansión de células T CD4+ TCRαβ (doble negativas) en el síndrome linfoproliferativo autoinmune (ALPS), de células B CD19hi CD21lo en la inmunodeficiencia común variable con autoinmunidad, y de células T helper foliculares (Tfh) en la deficiencia de CTLA4 (29-31).

Por otro lado, los niveles de Treg y la expresión de FoxP3 pueden evaluarse mediante citometría de flujo. En esta metodología, es habitual teñir las células con CD4, CD25 y CD127 para evaluar la frecuencia o el número de células Treg. Este estudio es de especial importancia para el diagnóstico de los errores congénitos de desregulación inmunitaria (grupo 4), que presentan un fenotipo caracterizado por la pérdida de mecanismos de tolerancia, lo que conduce a autoinmunidad, autoinflamación, linfoproliferación y/o atopia grave. En el registro de la Sociedad Europea de Inmunodeficiencias (ESID), las definiciones de trabajo para el diagnóstico clínico de los EII se utilizan únicamente en pacientes sin diagnóstico genético (32).

La interpretación de las subpoblaciones linfocitarias debe realizarse dentro de estrictos rangos de referencia ajustados por edad, dado que la composición celular del sistema inmune es altamente dinámica, especialmente durante la infancia (33). Asimismo, el cumplimiento de los protocolos de transporte y de estabilidad de la muestra es esencial para garantizar la viabilidad celular requerida en estos ensayos (34). La evaluación cuantitativa del compartimento celular debe complementarse con una evaluación funcional in vitro mediante ensayos de proliferación celular, de producción de citocinas, de señalización intracelular y de citotoxicidad (35).

Más allá de los números, estudios funcionales

Defectos de la inmunidad innata

La evaluación de la función efectora de las células Natural Killer y de las células T citotóxicas, mediante ensayos de citotoxicidad, la movilización de CD107a o la cuantificación de perforinas, resulta fundamental ante sospechas de defectos de la inmunidad innata o de síndromes como la linfohistiocitosis hemofagocítica. También es importante evaluar su función efectora frente a infecciones causadas por patógenos de la familia Herpesviridae (35).

Esto puede hacerse mediante un ensayo de citotoxicidad que consiste en cultivar células mononucleares de sangre periférica (PBMC) con células diana marcadas y, posteriormente, medir la fluorescencia de marcadores de integridad de la membrana o analizar la expresión de marcadores de apoptosis (es decir, anexina V y 7-ADD). Por otra parte, el análisis de la movilización de CD107a, un marcador de desgranulación, así como la evaluación de la presencia de proteínas citotóxicas intracelulares (perforina/granzima), pueden ser útiles para evaluar a pacientes con estas características clínicas, consistentes con un defecto en la funcionalidad de estas células (36,37).

La evaluación funcional de los receptores tipo Toll (TLR), relevante en caso de una susceptibilidad restringida a un tipo de agente infeccioso, lo que sugiere una deficiencia de la inmunidad innata, se realiza mediante el ensayo de liberación de CD62L. Mediante varios estímulos

específicos dirigidos a distintos TLR, se evalúa la cantidad de CD62L liberada por los neutrófilos en el sobrenadante. El aumento de CD62L identifica vías de señalización sin alteración (38).

Defectos de los granulocitos

Las infecciones piógenas recurrentes, la inflamación granulomatosa y la mala cicatrización de las heridas pueden indicar un defecto en las células fagocíticas. Debido a la susceptibilidad inherente de las micobacterias, debe considerarse la enfermedad granulomatosa crónica en pacientes que desarrollan complicaciones tras la vacunación con bacilo de Calmette-Guérin (BCG). Del mismo modo, los abscesos orgánicos profundos pueden indicar una disfunción de los fagocitos. La vía de estallido respiratorio de los neutrófilos puede analizarse mediante pruebas con nitroazul de tetrazolio (NBT) o mediante un ensayo de citometría de flujo (DHR), cuyos resultados son anormales en pacientes con enfermedad granulomatosa crónica, aunque esta última prueba es más sensible (21).

La evaluación mediante citometría de flujo es un ensayo que se utiliza con frecuencia para determinar el estado de los polimorfonucleares en humanos. La generación de especies reactivas de oxígeno se cuantifica mediante un ensayo de formación de peróxido de hidrógeno. En este método, la producción de peróxido de hidrógeno se evalúa mediante la oxidación del colorante indicador dihidrorhodamina (DHR) a rodamina 123, un compuesto altamente fluorescente, en contraste con el DHR, que carece de fluorescencia (39).

Defectos de la respuesta adaptativa

Los ensayos de proliferación de linfocitos T permiten evaluar directamente la capacidad de replicación de estas células. Tras varios días de incubación en presencia de estímulos específicos, la proliferación puede cuantificarse mediante la incorporación de colorantes fluorescentes al ADN de las células en división o mediante la medición de la expresión de marcadores tempranos de activación, como CD25, CD69 y CD154. Los resultados obtenidos pueden transformarse en un índice de estimulación que refleje la magnitud de la respuesta proliferativa (40). El sobrenadante del cultivo también puede utilizarse para detectar la producción de citocinas bajo las mismas condiciones (35).

A pesar de la gran importancia de los datos generados a partir de las pruebas funcionales, varias de ellas aún carecen de estandarización, incluidos los protocolos, los materiales de referencia y los programas externos de evaluación de la calidad. Además, aún no se han establecido valores de referencia bien establecidos, especialmente en las edades tempranas, cuando se manifiestan las afecciones más graves y el diagnóstico resulta fundamental para la supervivencia del paciente. Por lo tanto, en algunos inmunoensayos es importante reforzar la necesidad de procesar, en paralelo a la muestra del paciente, una muestra de un individuo aparentemente sano (41).

Pruebas genéticas

Al igual que con todas las enfermedades genéticas, la selección de las pruebas se basa en múltiples consideraciones, entre las que se incluyen la presentación clínica y la gravedad del paciente, el diagnóstico diferencial genético sospechado y la arquitectura genética asociada, así como el posible impacto en el manejo del paciente y en sus opciones terapéuticas futuras. Siendo realistas, las consideraciones socioeconómicas y familiares también suelen influir (42). La secuenciación genética mediante el método de Sanger sigue considerándose el patrón oro para el diagnóstico de mutaciones. Sin embargo, la secuenciación de nueva generación (NGS), adoptada desde 2010, permite investigar simultáneamente muchos más genes a un costo mucho menor. Estudios moleculares definitivos como la secuenciación del exoma/genoma, análisis de microarreglos y la hibridación *in situ* permiten la identificación precisa del defecto genético subyacente (43).

En lugares de todo el mundo donde solo se dispone de secuenciación Sanger para variantes seleccionadas o de paneles genéticos limitados, a menudo solo se pueden evaluar genes específicamente seleccionados a partir del fenotipo del paciente y de los parámetros de laboratorio disponibles. Lo cual supone un reto enorme incluso para los médicos más experimentados (44).

Lo ideal es que el análisis genético identifique un amplio espectro de anomalías genéticas que abarque no solo variaciones de un solo nucleótido, sino también variantes estructurales como duplicaciones, deleciones, inversiones y translocaciones, mediante un proceso optimizado y oportuno. También se reconoce cada vez más que las tecnologías genéticas más avanzadas requieren colaboraciones interdisciplinarias para lograr los mejores resultados posibles en diagnósticos y en el manejo de pacientes. Los genetistas, inmunólogos y médicos pueden desarrollar conjuntamente planes de tratamiento personalizados que tengan en cuenta tanto las variantes genéticas distintivas como las manifestaciones clínicas del paciente (45).

El diagnóstico precoz tiene como finalidad identificar la enfermedad antes de que aparezcan los síntomas. Especialmente en el caso de las formas graves de EII que requieren tratamiento correctivo en los primeros meses de vida, como la inmunodeficiencia severa Combinada. En la última década, el cribado neonatal (NBS) se ha implementado en muchos países del mundo. Se trata de una prueba de ADN en la que se cuantifican los círculos de escisión de la recombinación V(D) J del locus alfa del receptor de células T a partir de muestras de sangre seca (46).

La cuantificación, mediante la reacción en cadena de la polimerasa, de los círculos de escisión generados durante el reordenamiento de los receptores de células T y B constituye una herramienta de cribado particularmente útil. Estos círculos —TREC y KREC, respectivamente— pueden detectarse a partir de muestras obtenidas mediante manchas de sangre seca en papel de filtro, lo que permite su aplicación en programas de tamizaje incluso en entornos con recursos limitados.

TREC es un círculo de ADN monocatenario que se forma durante eventos separados de recombinación del ADN en las cadenas α, β, γ y δ del receptor de células T (TCR) durante el desarrollo de las células T en el timo. El δRec-φJα TREC se forma mediante la reorganización de los segmentos de unión de diversidad variable (VDJ) en la región variable del TCR, y el círculo de ADN resultante puede identificarse por su secuencia única en la unión de señal (47). Estos círculos de escisión del receptor de células T (TREC) sólo se forman en las células T en desarrollo. El ADN TREC no se replica a medida que las células T maduras se dividen; por lo tanto, el número de copias de TREC por célula disminuye con la edad. Por lo tanto, el número de copias de TREC no se ve afectado por la presencia de células T maternas (48).

Asimismo, es posible detectar linfopenia de células B mediante la cuantificación de los círculos de escisión de recombinación con deleción de kappa (KREC), que se forman en las células B en desarrollo.

La evaluación combinada de TREC y KREC en un único ensayo puede proporcionar más información sobre el defecto inmunitario (49). En regiones donde la vacunación con BCG es obligatoria al nacer, la identificación presintomática de linfopenias profundas, como la inmunodeficiencia combinada grave (SCID), es una prioridad clínica. El diagnóstico temprano permite postergar la administración de vacunas con patógenos vivos atenuados, evitando así complicaciones graves y potencialmente letales como la BCGosis diseminada. Por lo tanto, la expansión de estos programas de tamizaje no solo optimiza el acceso a terapias curativas como el trasplante de progenitores hematopoyéticos, sino que constituye una medida de seguridad biológica indispensable en el manejo inicial de los neonatos con sospecha de defectos inmunitarios (50).

Desafíos diagnósticos de los EII

Conciencia clínica y detección temprana

Muchas veces, los síntomas iniciales de los EII pueden ser similares a los de otras infecciones o trastornos inmunológicos menos graves, lo que provoca retrasos en la evaluación especializada. La sensibilización clínica y el reconocimiento temprano de signos sospechosos son cruciales, pero aún resultan insuficientes en algunos sistemas de salud. La capacitación continua en el campo de los EII para una amplia variedad de profesionales de la salud es fundamental para mejorar la detección precoz. Se debe evitar el uso indiscriminado de pruebas de laboratorio que, además de aportar información relevante, podrían generar confusión y retrasar el diagnóstico. La solicitud de exámenes médicos debe estar adaptada a la sospecha clínica de cada paciente, de acuerdo con la evaluación del médico tratante.

Fase preanalítica

La integridad de la fase preanalítica es determinante para la validez de los resultados en la evaluación de los EII. Factores biológicos y externos pueden inducir variaciones transitorias que simulan o enmascaran un defecto inmunitario; por ejemplo, las infecciones virales agudas pueden provocar linfopenias severas, mientras que procesos inflamatorios crónicos o inmunizaciones recientes pueden elevar artificialmente los niveles de anticuerpos. Asimismo, es crítico documentar el uso de fármacos con actividad inmunomoduladora, como corticosteroides, inmunoglobulinas intravenosas o incluso analgésicos comunes como el acetaminofén, que pueden interferir con los ensayos funcionales.

Más allá del estado del paciente, el manejo físico de la muestra es un desafío logístico crucial: pruebas como la citometría de flujo y los ensayos de proliferación celular requieren células viables, por lo que el tiempo de transporte debe ser mínimo (idealmente menos de 24 horas) y la temperatura debe mantenerse controlada para evitar la apoptosis celular. Siempre que la condición clínica lo permita, la recolección de muestras debe realizarse antes de instaurar tratamientos que alteren la homeostasis del sistema inmunitario, a fin de garantizar que los hallazgos se atribuyan correctamente a la causa genética subyacente (Cuadro 1) (21,34,35).

Diagnóstico molecular y funcional

La heterogeneidad clínica de los EII y las variaciones en los perfiles inmunitarios dificultan la selección de pruebas diagnósticas específicas. El alto costo de las pruebas genéticas, como la secuenciación del exoma o la genómica integral, limita su uso rutinario, especialmente en entornos con recursos limitados, lo que genera disparidades en la atención diagnóstica y dificulta la identificación temprana y precisa de estos trastornos.

Dado el enorme volumen de datos generados por la NGS, no se puede subestimar la importancia de contar con técnicas de filtrado eficaces. Estas son necesarias para reducir la multitud de variantes identificadas a un subconjunto manejable de aquellas que podrían ser clínicamente relevantes. Las estrategias de filtrado adecuadas consideran factores como la frecuencia de las variantes en las bases de datos poblacionales, el impacto funcional previsto, el patrón de herencia y la coherencia con el fenotipo del paciente (51).

El Cambio de Paradigma: Del diagnóstico secuencial al “Genetics First”

El diagnóstico de los EII evoluciona hacia un modelo estructurado que trasciende la sospecha clínica inicial mediante el uso de herramientas de complejidad creciente. En entornos de infraestructura limitada, el laboratorio de rutina, específicamente la hematología completa, el cálculo de globulinas y la cuantificación de inmunoglobulinas, se mantiene como una primera línea de defensa diagnóstica indispensable para optimizar los recursos. No obstante, asistimos a un cambio de paradigma impulsado por el enfoque “Genetics First”, que representa un cambio estructural en la forma de diagnosticar, clasificar

Cuadro 1. Factores de interferencia en la fase preanalítica de las pruebas diagnósticas para errores innatos de la inmunidad

Factor	Efecto en la Prueba	Recomendación/ Observación
Antibióticos (aminoglucósidos/ beta-lactámicos)	Pueden causar neutropenia secundaria o interferir en la viabilidad de los cultivos celulares.	Documentar el uso; idealmente, tomar muestras para cultivos y pruebas funcionales *antes* del inicio del ciclo.
Analgésicos y AINEs (ibuprofeno)	El acetaminofén y ciertos AINES pueden interferir con el metabolismo celular en ensayos de proliferación y de estallido respiratorio.	Evitar la toma del medicamento al menos 12-24 horas antes de pruebas funcionales (DHR, proliferación con mitógenos).
Infección Viral Aguda	Causa linfopenia transitoria o activación inespecífica de células T.	Repetir los recuentos de subpoblaciones 4-6 semanas después de la resolución del cuadro agudo.
Corticosteroides	Inducen neutrofilia (debida a la demarginación) y linfopenia de corta duración.	Suspender 48-72 h antes si la condición clínica lo permite; interpretar con cautela si el paciente está en tratamiento crónico.
Inmunoglobulina IV (IGIV)	Eleva artificialmente los niveles de IgG sérica y puede suprimir la producción endógena de anticuerpos.	Esperar un ciclo completo (3-4 semanas) desde la última dosis para evaluar la producción basal de anticuerpos.
Vacunación Reciente	Elevación de títulos de anticuerpos específicos (falsos negativos para deficiencia de anticuerpos).	Documentar la fecha de la última dosis; útil para evaluar la respuesta vacunal si se realiza de forma programada.
Manejo de la Muestra (Transporte)	La refrigeración o el retraso (>24h) h) causa apoptosis y pérdida de marcadores de superficie.	Mantener a temperatura ambiente (18-22 °C) y procesar en menos de 24 horas para citometría y pruebas funcionales.

y comprender las enfermedades humanas. Este modelo propone que el punto de partida del análisis clínico y biológico sea la identificación de variantes genéticas, en lugar de la caracterización inicial del fenotipo clínico. A partir del genotipo, se reconstruye y redefine el espectro fenotípico asociado. Este enfoque se ha consolidado gracias al acceso creciente a tecnologías de secuenciación de nueva generación (NGS), que permiten detectar alteraciones genéticas incluso en ausencia de manifestaciones clínicas claras. Esta tendencia prioriza el diagnóstico genético temprano cuando el fenotipo es altamente sugestivo de un defecto molecular o cuando la gravedad clínica exige intervenciones inmediatas y críticas, como el trasplante de precursores hematopoyéticos. En casos de EII con presentaciones atípicas o con superposición de síntomas, el uso de paneles de genes dirigidos o de la secuenciación del exoma completo (WES) como herramienta de primera línea puede reducir significativamente la 'odisea diagnóstica'. Este abordaje no solo acelera la instauración de terapias dirigidas, sino que, en ocasiones, revela defectos genéticos antes de que las alteraciones funcionales o celulares sean evidentes en las pruebas de laboratorio convencionales (52,53). Sin embargo, esta aproximación al diagnóstico está limitada en entornos de recursos escasos, donde las tecnologías de secuenciación de ADN no están disponibles o no son accesibles para la mayoría de la población. Por lo tanto, este enfoque queda supeditado a un desafío logístico basado en el envío de muestras hacia otras latitudes donde sí sea posible realizar estas pruebas.

CONCLUSIONES

El diagnóstico de los errores innatos de la inmunidad (EII) evoluciona hacia un proceso estructurado que integra la sospecha clínica con herramientas de laboratorio de creciente complejidad. Esta revisión reafirma que el laboratorio básico, específicamente la hematología completa, el cálculo de la globulina y pruebas intermedias como la cuantificación de inmunoglobulinas siguen siendo la piedra angular de abordaje diagnóstico, esencial para optimizar recursos en entornos de infraestructura limitada.

Sin embargo, el cierre de la brecha diagnóstica y la reducción de la mortalidad asociada a las infecciones dependen de la implementación y de un acceso más equitativo a la secuenciación de nueva generación (NGS), indispensable para consolidar el diagnóstico. Superar los desafíos actuales requiere no solo tecnología avanzada, sino también capacitación continua del personal de salud y formación de redes interdisciplinarias que permitan una interpretación precisa de las variantes genéticas en el contexto del fenotipo del paciente. En última instancia, el diagnóstico precoz no es solo un objetivo técnico, sino también una necesidad ética y clínica para transformar el pronóstico vital de los pacientes con EII.

Agradecimientos

Al Dr. Juan De Sanctis por su apoyo al proporcionar bibliografías clave para contribuir a la edición y mejora de este manuscrito, a la Dra. Inirida Belisario por su colaboración, al equipo del Instituto de Inmunología “Dr. Nicolás E. Bianco C” de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela y del Curso de Perfeccionamiento en Errores Innatos de la Inmunidad.

Conflicto de interés

El autor declara no haber contado con patrocinio ni con fuentes de financiación para la elaboración de este artículo.

Contribución del autor

Conceptualización, escritura y validación a cargo de Soriuska J. Mayora Hernández

REFERENCIAS

1. Tangye SG, Al-Herz W, Bousfiha A, Cunningham-Rundles C, Franco JL, Holland SM. Human Inborn Errors of Immunity: 2022 Update on the Classification from the International Union of Immunological Societies Expert Committee. J Clin Immunol. 2022;42(7):1473-1507.
2. Demir DD, Asnaashari K, Rezaei N, Özen A. Management of Inborn Errors of Immunity in the Genomic Era. Turk Arch Pediatr. 2022;57(2):132-145.
3. Seminario G, González-Serrano ME, Sánchez Aranda C, Sevciovic Grumach A, Rodrigues Silva Segundo G, Regairaz L, et al. The Latin American Society for Immunodeficiencies Registry. J Clin Immunol. 2025; 45(28).
4. Fekrvand S, Esfahani ZH, Yarahmadi M, Saeedi-Boroujeni A, Salehi H, Hakimelahi A, et al. Mortality rate and causes of death in inborn errors of immunity: A systematic review and meta-analysis. Mutat Res Rev Mutat Res. 2025;796:108564.
5. Baloh CH, Chong H. Inborn Errors of Immunity. Prim Care. 2023 Jun;50(2):253-268.
6. Pieniawska-Śmiech K, Pasternak G, Lewandowicz-Uszyńska A, Jutel M. Diagnostic Challenges in Patients with Inborn Errors of Immunity with Different Manifestations of Immune Dysregulation. J Clin Med. 2022;11(14):4220.
7. Costagliola G, Peroni DG, Consolini R. Beyond Infections: New Warning Signs for Inborn Errors of Immunity in Children. Front Pediatr. 2022;10:855445.
8. Wang JJF, Dhir A, Hildebrand KJ, Turvey SE, Schellenberg R, Chen LYC, et al. Inborn errors of immunity in adulthood. Allergy Asthma Clin Immunol. 2024;20(1):6.
9. Cunningham-Rundles C, Casanova JL, Boisson B. Common variable immunodeficiency: autoimmune cytopenias and advances in molecular diagnosis. Hematology Am Soc Hematol Educ Program. 2024;2024(1):137-142.
10. Cortesi M, Soresina A, Dotta L, Gorio C, Cattalini M, Lougaris V. Pathogenesis of Autoimmune Cytopenias in Inborn Errors of Immunity Revealing Novel Therapeutic Targets. Front Immunol.

2022;13:846660.
11. Roberti G, Maestrini G, Polito B, Amato L, Parolo E, Casazza G, et al. Inborn Errors of Immunity in Pediatric Hematology and Oncology: Diagnostic Principles for Clinical Practice. Journal of Clinical Medicine. 2025; 14(17):6295.
12. Duvall LE, Shipman AR, Shipman KE. Investigative algorithms for disorders affecting plasma proteins with a focus on albumin and the calculated globulin fraction: a narrative review. J Lab Precis Med. 2023;8:19.
13. Frias Sartorelli de Toledo Piza C, Aranda CS, Solé D, Jolles S, Condino-Neto A. Calculated globulin can be used as a screening test for antibody deficiency in children and adolescents. Front Immunol. 2024;15:1495564.
14. Castro C, Gourley M. Diagnostic testing and interpretation of tests for autoimmunity. J Allergy Clin Immunol. 2010;125(2 Suppl 2):S238-47.
15. Panizo Morgado E, Páramo Fernández JA. Interpretación de las pruebas de coagulación. Pediatr Integral. 2021; XXV(5): 265.e1–265.e11.
16. Regina J, Doms J, Kampouri E, Gerber C, Manuel O, Bart PA, et al. Immunodeficiencies in Adults: Key Considerations for Diagnosis and Management. Clin Rev Allergy Immunol. 2025;68(1):92.
17. García AH, Crespo FI, Mayora SJ, Martinez WY, Belisario I, Medina C. Role of Micronutrients in the Response to SARS-CoV-2 Infection in Pediatric Patients. Immuno. 2024; 4(3):211-225.
18. De Vries E; European Society for Immunodeficiencies (ESID) members. Patient-centred screening for primary immunodeficiency, a multi-stage diagnostic protocol designed for non-immunologists: 2011 update. Clin Exp Immunol. 2012;167(1):108-19.
19. Homburger HA, Singh RJ. Assessment of proteins of the immune system: Qualitative and Semi-Quantitative Immunoglobulin Testing. En Clinical Immunology: Principles and Practice Expert Consult: Online and Print. Elsevier. 2008. p. 1419-1434.
20. Marsh RA, Orange JS. Antibody deficiency testing for primary immunodeficiency. A practical review for the clinician. Ann Allergy Asthma Immunol. 2019; 123(5): 444-453.
21. Oliveira JB, Fleisher TA. Laboratory evaluation of primary immunodeficiencies. J Allergy Clin Immunol. 2010;125(2 Suppl 2):S297-305.
22. Imam K, Huang J, White AA. Isotype deficiencies (IgG subclass and selective IgA, IgM, IgE deficiencies). Allergy Asthma Proc. 2024;45(5):317-320.
23. Roganović J, Bellesi G. Inborn Errors of Immunity: New Insights. Acta Med Acad. 2024;53(3):293-302.
24. Ballow M. Use of vaccines in the evaluation of presumed immunodeficiency. Ann Allergy Asthma Immunol. 2013;111(3):163-6.
25. Valderrama-Penagos JX, Vélez-Tirado N. Errores innatos de la inmunidad: ¿Qué debe saber y cuándo debe sospechar el otorrinolaringólogo? Acta Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello. 2022;50(3): 220-231.
26. Schröder-Braunstein J, Kirschfink M. Complement deficiencies and dysregulation: Pathophysiological consequences, modern analysis, and clinical management. Mol Immunol. 2019;114:299-311.
27. Brodszki N, Frazer-Abel A, Grumach AS, Kirschfink M, Litzman J, Perez E, et al. European Society for Immunodeficiencies (ESID) and European Reference Network on Rare Primary Immunodeficiency, Autoinflammatory and Autoimmune Diseases (ERN RITA) Complement Guideline: Deficiencies, Diagnosis, and Management. J Clin Immunol. 2020;40(4):576-591.
28. Fleisher TA, Madkaikar M, Rosenzweig SD. Application of Flow Cytometry in the Evaluation of Primary Immunodeficiencies. Indian J Pediatr. 2016;83(5):444-9.
29. Ma CS, Tangye SG. Flow Cytometric-Based Analysis of Defects in Lymphocyte Differentiation and Function Due to Inborn Errors of Immunity. Front Immunol. 2019;10:2108.
30. Ebadi M, Aghamohammadi A, Rezaei N. Primary immunodeficiencies: a decade of shifting paradigms, the current status and the emergence of cutting-edge therapies and diagnostics. Expert Rev Clin Immunol. 2015;11(1):117-39.
31. Walter JE, Ayala IA, Milojevic D. Autoimmunity as a continuum in primary immunodeficiency. Curr Opin Pediatr. 2019;31(6):851-862.
32. Kennedy-Batalla R, Acevedo D, Luo Y, Esteve-Solé A, Vlagea A, Correa-Rocha R, et al. Treg in inborn errors of immunity: gaps, knowns and future perspectives. Front Immunol. 2024;14:1278759.
33. Schatorjé EJ, Gemen EF, Driessen GJ, Leuvenink J, van Hout RW, de Vries E. Paediatric reference values for the peripheral T cell compartment. Scand J Immunol. 2012;75(4):436-44.
34. Gratama, JW. Enumeration of Immunologically Defined Cell Populations by Flow Cytometry; Approved Guideline—Second Edition. Wayne (PA): Clinical and Laboratory Standards Institute; 2007.
35. Klangkalya N, Fleisher TA, Rosenzweig SD. Diagnostic tests for primary immunodeficiency disorders: Classic and genetic testing. Allergy Asthma Proc. 2024;45(5):355-363.

36. Locke BA, Dasu T, Verbsky JW. Laboratory diagnosis of primary immunodeficiencies. Clin Rev Allergy Immunol. 2014;46(2):154-68.
37. Kim J, Phan MT, Kweon S, Yu H, Park J, Kim KH, et al. A Flow Cytometry-Based Whole Blood Natural Killer Cell Cytotoxicity Assay Using Overnight Cytokine Activation. Front Immunol. 2020;11:1851.
38. Grumach AS, Goudouris ES. Inborn Errors of Immunity: how to diagnose them? J Pediatr (Rio J). 2021;97 Suppl 1(Suppl 1):S84-S90.
39. Bitzinger DI, Schlachetzki F, Lindner R, Trabold B, Dittmar MS. Flow-cytometric measurement of respiratory burst in rat polymorphonuclear granulocytes: Comparison of four cell preparation procedures, and concentration-response evaluation of soluble stimulants. Cytometry A. 2008;73(7):643-50.
40. Elst J, Mertens C, Van Houdt M, van der Poorten MM, Van Gasse AL, Toscano A, et al. Flow Cytometry-Assisted Analyses of Individual Human Basophils, Mast Cells and T Cells in the Diagnosis of Immediate Drug Hypersensitivity: A Review. Allergy. 2025;80(5):1242-1255.
41. Perazzio SF, Palmeira P, Moraes-Vasconcelos D, Rangel-Santos A, de Oliveira JB, Andrade LEC, et al. A Critical Review on the Standardization and Quality Assessment of Nonfunctional Laboratory Tests Frequently Used to Identify Inborn Errors of Immunity. Front Immunol. 2021;12:721289.
42. Peng X, Kaviany S. Approach to Diagnosing Inborn Errors of Immunity. Rheum Dis Clin North Am. 2023;49(4):731-739.
43. Gallo V, Dotta L, Giardino G, Cirillo E, Lougaris V, D'Assante R, et al. Diagnostics of Primary Immunodeficiencies through Next-Generation Sequencing. Front Immunol. 2016;7:466.
44. Mauracher AA, Henrickson SE. Leveraging Systems Immunology to Optimize Diagnosis and Treatment of Inborn Errors of Immunity. Front Syst Biol. 2022;2:910243.
45. Von Hardenberg S, Klefenz I, Steinemann D, Di Donato N, Baumann U, Auber B, et al. Current genetic diagnostics in in inborn errors of immunity. Front Pediatr. 2024;12:1279112.
46. IJspeert H, Edwards ESJ, O'Hehir RE, Dalm VASH, van Zelm MC. Update on inborn errors of immunity. J Allergy Clin Immunol. 2025;155(3):740-751.
47. Kobrynski LJ. Newborn Screening in the Diagnosis of Primary Immunodeficiency. Clin Rev Allergy Immunol. 2022;63(1):9-21.
48. Quinn J, Orange JS, Modell V, Modell F. The case for severe combined immunodeficiency (SCID) and T cell lymphopenia newborn screening: saving lives...one at a time. Immunol Res. 2020;68(1):48-53.
49. Dasouki M, Jabr A, AlDakheel G, Elbadaoui F, Alazami AM, Al-Saud B, et al. TREC and KREC profiling as a representative of thymus and bone marrow output in patients with various inborn errors of immunity. Clin Exp Immunol. 2020;202(1):60-71.
50. Liu Q, Dai X, Wei S. BCGitis and BCGosis: Clinical Spectrum, Immunological Mechanisms, and Risk Management. Vaccines (Basel). 2025;13(12):1179.
51. Chinn IK, Orange JS. A 2020 update on the use of genetic testing for patients with primary immunodeficiency. Expert Rev Clin Immunol. 2020;16(9):897-909.
52. Chen Y, Li D, Yin J, Xiong J, Xu M, Qi Q, et al. Diagnostic yield of next generation sequencing in suspect primary immunodeficiencies diseases: a systematic review and meta analysis. Clin Exp Med. 2024;24 (131).
53. Platt CD, Zaman F, Bainter W, Stafstrom K, Almutairi A, Reigle M, et al. Efficacy and economics of targeted panel versus whole-exome sequencing in 878 patients with suspected primary immunodeficiency. J Allergy Clin Immunol. 2021;147(2):723-726.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):606-612
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.21

Hemorragia subaracnoidea como forma inusual de presentación de trombosis venosa cerebral. Reporte de caso

Subarachnoid hemorrhage as an unusual presentation of cerebral venous thrombosis. Case report

Jonathan Adrián Valladares-Vélez[1ab*], Santiago Andrés Vintimilla-Pesántez[2b,c,d,e], Juan Francisco Burgos-Aragón[3b,d,e]

RESUMEN

Introducción: *La trombosis venosa cerebral se define por la presencia de un trombo en los senos venosos durales, venas intracraneales superficiales o profundas; afecta predominantemente a individuos menores de 55 años y dos tercios de los casos ocurren en mujeres; su pronóstico es favorable en relación con su diagnóstico y tratamiento tempranos*. **Presentación del caso**: *Paciente masculino de 38 años acudió por cuadro caracterizado por crisis convulsivas tónico-clónicas generalizadas en varias ocasiones, acompañadas de alteración del estado de conciencia, llegando a presentar somnolencia con desorientación en tiempo y espacio. Al realizar estudios imagenológicos, se catalogó como trombosis venosa cerebral con debut de hemorragia subaracnoidea como forma de presentación inusual; posteriormente, el paciente presentó signos de hipertensión endocraneana y signos de herniación uncal, que requirieron craniectomía descompresiva e inicio de anticoagulación, logrando mejoría clínica y recuperación de funcionalidad*. **Discusión**: *La trombosis venosa cerebral es una causa infrecuente de evento vascular encefálico, con una incidencia de presentación de 1,3-1,6 por 100000 habitantes; hasta el 30% de los pacientes no presentan factores de riesgo. Menos del 5% se debuta como hemorragia subaracnoidea asociada a trombosis venosa cerebral, cuya localización en los surcos de la convexidad, sin compromiso de las cisternas de la base, orienta al seno venoso comprometido*. **Conclusiones**: *La trombosis venosa cerebral debe considerarse como un diagnóstico diferencial en pacientes con hemorragia subaracnoidea o intracerebral atípica, sobre todo cuando las cisternas de la base se encuentran preservadas y la localización se sitúa en los surcos de la convexidad, ya que puede ser una presentación inicial de trombosis venosa. El inicio precoz de anticoagulación, incluso en presencia de hemorragia, junto con la craniectomía descompresiva, permite una evolución favorable del paciente, con reducción de la morbimortalidad.*

Palabras clave: *Craneotomía descompresiva, hipertensión endocraneal, seno venoso, prensa de herófilo; trombosis venosa cerebral, hemorragia subaracnoidea, anticoagulación*

ORCID:
[1] 0000-0002-9513-7629
[2] 0000-0003-1450-6128
[3] 0000-0002-1020-6403

[*]**Autor de correspondencia:** Juan Francisco Burgos-Aragón. E-mail: juanburgos1611@gmail.com

Recibido: 2 de marzo 2026
Aceptado: 30 de marzo 2026

a. Departamento de Neurología, Hospital Carlos Andrade Marín, Quito - Ecuador.
b. Posgradista R4 en Neurología, Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.
c. Técnico Docente. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.
d. Departamento de Neurología, Novaclínica - Santa Cecilia, Quito, Ecuador.
e. Departamento de Imagenología. Complejo SKN (Q-Ra) – Cumbayá, Quito, Ecuador.

SUMMARY

Introduction: *Cerebral venous thrombosis is defined by the presence of a thrombus in the dural venous sinuses, superficial or deep intracranial veins. It predominantly affects individuals under 55 years of age, with two-thirds of cases occurring in women. Its prognosis is favorable when diagnosed and treated early*. **Case presentation**: *A 38-year-old male patient presented with symptoms characterized by generalized tonic-clonic seizures on several occasions, accompanied by altered consciousness, leading to drowsiness with disorientation in time and space. Imaging studies revealed cerebral venous thrombosis with the onset of subarachnoid hemorrhage as an unusual presentation; subsequently, the patient showed signs of intracranial hypertension and uncal herniation, requiring decompressive craniectomy and initiation of anticoagulation, achieving clinical improvement and recovery of functionality*. **Discussion**: *Cerebral venous thrombosis is an uncommon cause of cerebrovascular events, with an incidence of 1.3-1.6 per 100,000 inhabitants; up to 30% of patients have no risk factors. Less than 5% is present as subarachnoid hemorrhage associated with cerebral venous thrombosis, and its location in the convexity sulci without involvement of the cisterns at the base points to the affected venous sinus*. **Conclusions**: *Cerebral venous thrombosis should be considered in the differential diagnosis of patients with atypical subarachnoid or intracerebral hemorrhage, especially when the cisterns at the base are preserved and located in the convexity sulci, as this may be the initial presentation of venous thrombosis. Early initiation of anticoagulation, even in the presence of hemorrhage, together with decompressive craniectomy, allows the patient to have a favorable outcome with reduced morbidity and mortality*.

Keywords: *Decompressive craniectomy, intracranial hypertension, venous sinus, Herophilus press; cerebral venous thrombosis, subarachnoid hemorrhage, anticoagulation*

INTRODUCCIÓN

La trombosis venosa cerebral (TVC) es una entidad infrecuente dentro del espectro de las enfermedades cerebrovasculares, caracterizada por la oclusión trombótica de los senos venosos durales y/o de las venas cerebrales, lo que provoca alteraciones del drenaje venoso, aumento de la presión intracraneal, edema cerebral e infarto venoso (1,2). Aunque representa menos del 1% de todos los accidentes cerebrovasculares, su impacto clínico es relevante debido a su presentación heterogénea y a la población predominantemente afectada, que incluye adultos jóvenes y mujeres en edad fértil (2,3). La cefalea constituye el síntoma más frecuente, seguida de crisis epilépticas, déficit neurológico focal y alteración del estado de conciencia, lo que puede retrasar el diagnóstico oportuno (1,4).

Una de las complicaciones más importantes de la TVC es la hemorragia cerebral, que se produce como consecuencia del aumento de la presión venosa, la congestión capilar y la ruptura de la barrera hematoencefálica, lo que da lugar a infartos venosos hemorrágicos o hemorragias intraparenquimatosas (5,6). La presencia de lesiones hemorrágicas se ha asociado con mayor severidad clínica y peor pronóstico funcional; sin embargo, la evidencia actual respalda el uso de anticoagulación incluso en estos casos, al demostrar una reducción de la progresión trombótica y mejores desenlaces neurológicos (2,6).

Desde el punto de vista epidemiológico, la incidencia mundial de la TVC se estima entre 1 y 2 casos por 100 000 habitantes/año, con una mortalidad que ha disminuido significativamente en las últimas décadas gracias al diagnóstico temprano y al tratamiento oportuno (3,7). No obstante, en Ecuador y en otros países de Latinoamérica, los datos epidemiológicos poblacionales son limitados. Estudios regionales recientes sugieren que las características clínicas y los desenlaces son comparables a los reportados en series internacionales, con una mortalidad aproximada del 5–7% en centros especializados (7,8). Esta falta de información local resalta la necesidad de estudios nacionales que permitan caracterizar mejor la carga de la enfermedad y sus complicaciones hemorrágicas en nuestro medio.

Reportamos a un adulto medio sin antecedentes patológicos ni quirúrgicos, quien debuta con una forma inusual de hemorragia intracerebral en región interhemisférica anterior, frontal derecha, con impresión diagnóstica inicial de hemorragia subaracnoidea, siendo tratado con antagonista de calcio y analgesia, que, por complicaciones propias de la hemorragia, requirió craniectomía descompresiva y neuroprotección. Posteriormente, el paciente egresó con funcionalidad conservada.

Descripción del caso

Paciente masculino de 38 años, sin antecedentes patológicos, quirúrgicos, ni familiares de relevancia, acude el 20 de marzo de 2024 tras presentar, de manera aguda y sin causa aparente, cefalea holocraneana de gran intensidad y de características opresivas, que se acompaña de crisis convulsivas en clúster; los eventos fueron de inicio motor generalizado, con semiología tónico-clónica y una duración aproximada de 4 minutos. El cuadro se repitió en tres ocasiones, con recuperación de la conciencia y confusión posictal tras cada episodio. A su llegada a la emergencia, sus signos vitales se encontraron dentro de parámetros normales; al examen neurológico se evidenció desorientación temporal, hipoprosexia fluctuante y lenguaje hipofluente. En la tomografía de encéfalo sin contraste y la angiotomografía de vasos cerebrales realizadas el 21 de marzo de 2024, se evidenció una hemorragia pequeña en la región interhemisférica frontal, sin hallazgos de dilataciones aneurismáticas ni de malformaciones vasculares (Figura 1).

Inicialmente se catalogó como hemorragia subaracnoidea y crisis convulsiva secundaria a hemorragia subaracnoidea; se inició medicación anticrisis con fenitoína y medicación para la hemorragia subaracnoidea con nimodipina, tramadol y metoclopramida, con respuesta parcial. Al tercer día, inició con cefalea intensa, acompañada de estupor (Escala de Coma de Glasgow 6: M4, V1, O1) y anisocoria (pupila derecha 6 mm; pupila izquierda 3 mm). Se decidió intubación orotraqueal y acoplamiento a ventilación mecánica; en el nuevo control tomográfico se demostró hemorragia intracerebral extensa con desvío de la línea media y colapso del ventrículo lateral derecho, sin respetar un territorio vascular arterial (Figura 2), por lo que Neurocirugía realizó craniectomía descompresiva y evacuación de hematoma de aproximadamente 30 mL de contenido hemático, revirtiendo la anisocoria y recuperando la pulsatilidad (Figura 3).

Durante su estancia en terapia intensiva se realizó veno-resonancia magnética que demostró ausencia de llenado del flujo en el seno venoso longitudinal superior en su porción anterior (Figura 4); por lo que se concluyó en hemorragia intracerebral de origen venoso como debut de trombosis venosa cerebral. 48 horas posteriores a la cirugía, se inició anticoagulación con enoxaparina a dosis de 60 mg cada 12 horas, manteniendo soporte ventilatorio y sedoanalgesia.

Luego de 12 días poscraniectomía, se realizó la extubación exitosa, con control tomográfico que demostró la recuperación de la línea media y la reducción de la hemorragia intraparenquimatosa, con presencia del defecto óseo en las regiones frontoparietales y temporales derechas por la craniectomía (Figura 5). Luego de 72 horas postextubación, su estado neurológico se estabilizó, aunque persistió con alteración del estado de conciencia (agitación psicomotriz), por lo que se

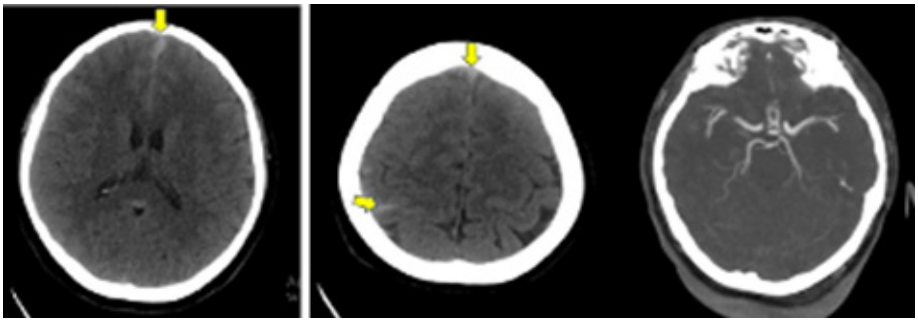


Figura 1. Tomografía de encéfalo sin contraste y angiotomografía de vasos cerebrales que muestran hiperintensidad en la región frontal, sin dilataciones aneurismáticas

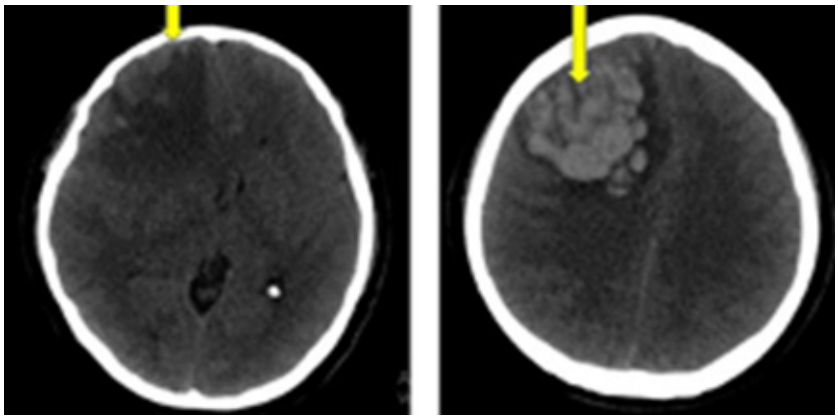


Figura 2. Tomografía de encéfalo sin contraste – 25 de marzo de 2025: hemorragia intracerebral extensa con desvío de la línea media, colapso del ventrículo lateral derecho sin respetar el territorio vascular arterial

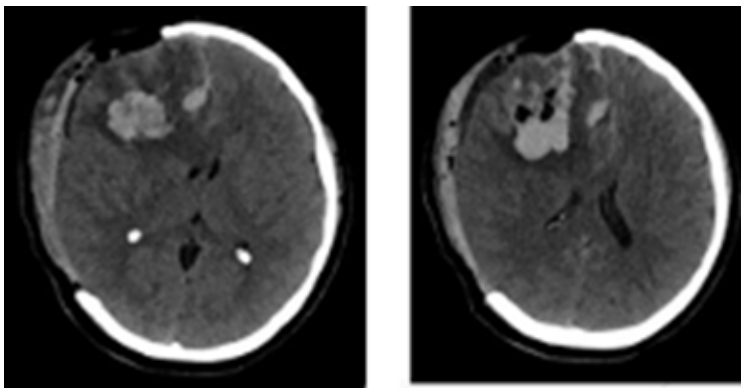


Figura 3. Tomografía de encéfalo sin contraste posquirúrgica del 26 de marzo de 2025: hemorragia frontal residual con desvío de línea media, además de sitio de craniectomía descompresiva frontoparietal derecha

requirieron neurolépticos orales. Posteriormente, fue dado de alta en buenas condiciones clínicas.

DISCUSIÓN

La incidencia de la trombosis venosa cerebral se ha reportado recientemente entre 1,3 y 1,6 por 100.000 habitantes; en contrapartida, la mortalidad ha disminuido hasta un 5% en países de ingresos altos (9). Eso refleja la importancia de considerar esta patología, ya que, debido a su bajo índice de presentación, la sospecha debe orientarse.

Los factores de riesgo para trombosis venosa cerebral incluyen: uso de anticonceptivos orales (46,7 %), embarazo y puerperio (33 %), obesidad (21 %) y trombofilias, como anticuerpos antifosfolipídicos, deficiencia de proteína S, deficiencia de proteína C, deficiencia de antitrombina III y la mutación del factor V Leiden (18,1 %). Tabaquismo (14,1%), infecciones, especialmente infecciones otorrinolaringológicas (13%), cáncer (9,5%), enfermedades autoinmunes (8,2%), terapia de reemplazo hormonal (2,2%), eventos trombóticos previos, historia familiar de trombosis y trauma (10). No obstante, se recalca que la probabilidad de presentación de trombosis venosa cerebral en pacientes sin factores de riesgo es del 30% (11). Es relevante mencionarlo, ya que nuestro paciente no presentó factores de riesgo para desarrollar esta patología.

La sintomatología suele iniciar luego de 48 horas de haber iniciado la oclusión venosa;

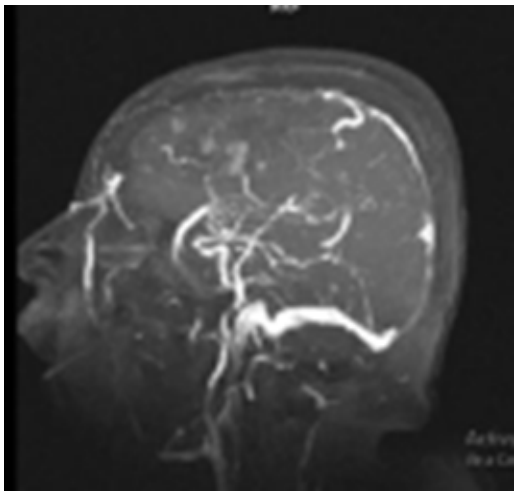


Figura 4. Venorrenorresonancia magnética del 26 de marzo de 2025: ausencia de llenado venoso en el segmento anterior del seno longitudinal superior

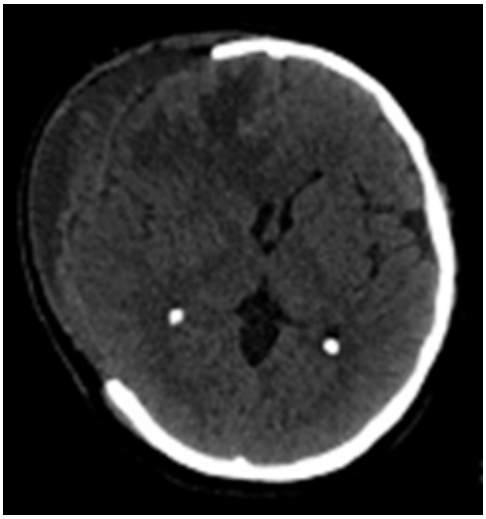


Figura 5. Tomografía de encéfalo sin contraste del 8 de abril de 2024: línea media central, sin evidencia de hematoma; defecto óseo por craniectomía

el síntoma más frecuente es la cefalea (90%), seguido de crisis convulsivas (20 – 40%), focalidad neurológica (20 – 50%) y signos de encefalopatía (20%); en menor frecuencia se presenta con síntomas de elevación de la presión intracraneana con el 13 – 27% (nausea, visión borrosa, papiledema y diplopía); incluso, menos del 5% se presentan como cefalea en trueno o hemorragia subaracnoidea (12). El paciente presentó cefalea de carácter opresivo, con crisis convulsivas en racimos y signos de encefalopatía, con alteración de la atención y del contenido de la conciencia. Llama la atención el aparente inicio agudo; no obstante, los síntomas quizás se presentaron después de la oclusión venosa, tal como se relata en la literatura.

La principal causa de muerte por trombosis venosa cerebral es el inicio de la hipertensión intracraneana, ya que puede producirse como efecto secundario al infarto (especialmente si se asocia a hemorragia), obstrucción venosa, obstrucción del flujo y/o absorción del líquido cefalorraquídeo, o edema secundario a la isquemia; incluso, la presencia de crisis convulsivas al momento del inicio del cuadro clínico, Escala de Glasgow menor de 9, hallazgos radiológicos de compromiso del sistema venoso profundo y compromiso de fosa posterior se asocian como factores predictores de muerte; por lo que en esos casos, se indica la craniectomía descompresiva (aunque la frecuencia de realización de la misma es del 1,4%). Al respecto, Aaron y col. (13) indicaron que la frecuencia de realizar craniectomía descompresiva en las primeras 24 horas tras el inicio fue del 80%, lo que mejoró la supervivencia y el pronóstico a largo plazo. En el caso que se presenta, luego de 72 horas de iniciados los síntomas y tras la presencia de síntomas de hipertensión intracraneana, caracterizados por una disminución de 6 puntos en la Escala de Glasgow y anisocoria derecha, se realizó craniectomía descompresiva, la cual permitió al paciente una evolución favorable. Esto demuestra que el paciente presentó factores predictores de muerte, por lo que requirió dicho procedimiento quirúrgico.

La presentación de hemorragia subaracnoidea o intraparenquimatosa en pacientes con trombosis venosa cerebral se sospecha por la invasión hemorrágica en el espacio subaracnoideo o por la hipertensión venosa, seguida de la posterior ruptura de las venas corticales subaracnoideas dilatadas (14). Panda y col. (15) indican que el porcentaje de presentación es infrecuente, hasta el punto de que incluso se ha reportado hasta un 4,3% de hemorragia subaracnoidea cortical. Oda y col. (16) reportaron que la presencia de hemorragia subaracnoidea como indicador

temprano subyacente fue del 3%; no obstante, para sospecharla, se deben mantener íntegras las cisternas de la base. En el caso clínico que se presenta, se consideró inicialmente una hemorragia subaracnoidea debido a la ausencia de factores de riesgo para trombosis venosa cerebral y a su bajo porcentaje de presentación; luego de la ausencia de mejoría con las anticrisis y del empeoramiento de su cuadro clínico, se realizaron nuevas neuroimágenes, en las que se confirmó un infarto venoso hemorrágico, con imagen inicial de hemorragia subaracnoidea.

Boukobza y col. (17), demostraron que la incidencia de trombosis venosa cerebral asociada a hemorragia subaracnoidea sin evidencia inicial de hemorragia intraparenquimatosa fue del 6,4%, con localización en surcos y, debido a la escasa cantidad de sangre dentro de los surcos, no fue detectada inicialmente en la tomografía de encéfalo sin contraste, por lo que se requirió la realización de resonancia magnética para evidenciar hiperintensidades en los espacios subaracnoideos en la secuencia FLAIR. Además, la hemorragia subaracnoidea siempre se encontró adyacente al trombo. Otra descripción importante de los autores es que la localización de la hemorragia subaracnoidea en regiones frontoparietales y en surcos parasagitales indica trombosis del seno sagital superior y/o de las venas frontales y parietales; si estuviese localizada en la convexidad temporal posterior, temporo-occipital o en la porción distal de la cisura de Silvio, se debe buscar trombosis del seno lateral y de la vena de Labbé. En el presente caso clínico, la localización fue en los surcos de la circunvolución frontal media y superior, por lo cual posteriormente se realizó venorresonancia, que determinó compromiso del seno longitudinal superior, lo que corrobora lo descrito por Boukobza y col. (17).

En cuanto al tratamiento, la anticoagulación con heparina de bajo peso molecular sigue indicada (12); incluso la presencia de hemorragia venosa o su asociación con hemorragia subaracnoidea no constituye una contraindicación para iniciar la anticoagulación; sin embargo, siempre se debe evaluar el riesgo-beneficio del aumento de la hemorragia (12,14). En el presente caso, se decidió iniciar anticoagulación con heparina de bajo peso molecular a 1 mg/kg durante 4 semanas, para posteriormente continuar con warfarina de manera ambulatoria. Seis meses después de su cuadro, el paciente mantuvo una evolución funcional favorable.

CONCLUSIÓN

La trombosis venosa cerebral es una patología vascular infrecuente que suele presentarse en pacientes con factores de riesgo; no obstante, algunos pacientes presentan esta entidad sin factores predisponentes. La sintomatología sigue siendo la misma que se destaca en la literatura médica; sin embargo, hasta un 4,3% puede presentarse como hemorragia subaracnoidea, y su sospecha se refleja en la localización de la hemorragia, que no respeta los territorios arteriales, y en que las cisternas de la base están preservadas. Cuando se presenta en los surcos de la convexidad fronto-parietal o parasagital, se debe sospechar en primera instancia trombosis del seno sagital superior; mientras que, si se aprecian los surcos temporales posteriores o Silviano distal, se debe considerar trombosis del seno lateral y de la vena de Labbé. No se debe retrasar el inicio de la anticoagulación a pesar de la presencia de hemorragia venosa o subaracnoidea de etiología venosa.

Consentimiento informado

Se aplicó un documento de consentimiento informado para el uso de datos, fotografías o imágenes clínicas en el reporte del presente caso, con la autorización de los familiares y del paciente. Se utilizó como modelo el formato de consentimiento informado del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín.

REFERENCIAS

1. Ferro JM, Canhão P, Stam J, Bousser MG, Barinagarrementeria F. Cerebral venous thrombosis. Nat Rev Neurol. 2022;18(9):555-67.

2. Coutinho JM, Zuurbier SM, Aramideh M, Stam J. Diagnosis and management of cerebral venous thrombosis. Lancet Neurol. 2020;19(12):1021–34.
3. Silvis SM, de Sousa DA, Ferro JM, Coutinho JM. Cerebral venous thrombosis. Nat Rev Neurol. 2017;13(9):555-65.
4. Devasagayam S, Wyatt B, Leyden J, Kleinig T. Cerebral venous sinus thrombosis incidence. Stroke. 2016;47(8):2180-2.
5. Bushnaq SA, Alharthy A, Almutairi AR, Alqahtani SA, Alghamdi M, Alshamrani A, et al. Hemorrhagic lesions in cerebral venous thrombosis. Front Neurol. 2021;12:663733.
6. European Stroke Organization. Guideline for cerebral venous thrombosis. Eur Stroke J. 2024;9(1):6–27.
7. Miranda B, Barboza MA, Arauz A, Nunes AP, Santos GR, Rodríguez-Violante M, et al. Cerebral venous thrombosis in Latin America. Front Neurol. 2022;13:964982.
8. Vaca-Villanueva M, Paredes-Rodríguez M, García-Cárdenas M, López-Castro J, Torres-Mendoza A, Rojas-Salazar V, et al. Trombosis venosa cerebral: consideraciones actuales. Rev Ecuat Neurol. 2023;32(2):45-54.
9. Ruuskanen JO, Kytö V, Posti JP, Rautava P, Sipilä JOT. Cerebral venous thrombosis: Finnish nationwide trends. Stroke. 2021;52(1):335-8.
10. Bezerra GMS, Cavalcante YDS, Matos-Neto PR, Silva Júnior RF, Oliveira-Filho J, Rocha-Filho PAS, et al. Cerebral venous thrombosis in Latin America: A critical review of risk factors, clinical and radiological characteristics. Front Neurol. 2022;13:1017565.
11. Saadatnia M, Fatehi F, Basiri K, Mousavi SA, Mehr GK. Cerebral venous sinus thrombosis risk factors. Int J Stroke. 2009;4(2):111-23.
12. Saposnik G, Bushnell C, Coutinho JM, Tsivgoulis G, de Sousa DA, Ferro JM, et al. Diagnosis and management of cerebral venous thrombosis: a scientific statement from the American Heart Association. Stroke. 2024;55(3):e77-e90.
13. Aaron S, Alexander M, Moorthy RK, Rajesh BJ, Joseph M, Thomas SV. Decompressive craniectomy in cerebral venous thrombosis: a single centre experience. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2013;84(9):995-1000.
14. Sun J, He Z, Nan G. Cerebral venous sinus thrombosis presenting with multifocal intracerebral hemorrhage and subarachnoid hemorrhage: a case report. Medicine (Baltimore). 2018;97(50):e13476.
15. Panda S, Prashantha DK, Shankar SR, Nagaraja D. Localized convexity subarachnoid haemorrhage--a sign of early cerebral venous sinus thrombosis. Eur J Neurol. 2010;17(10):1249-1258.
16. Oda S, Shimoda M, Hoshikawa K, Osada T, Yoshiyama M, Matsumae M. Cortical subarachnoid hemorrhage caused by cerebral venous thrombosis. Neurol Med Chir (Tokyo). 2011;51(1):30-36.
17. Boukobza M, Crassard I, Bousser MG, Chabriat H. Radiological findings in cerebral venous thrombosis presenting as subarachnoid hemorrhage: a series of 22 cases. Neuroradiology. 2016;58(1):11-16.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):613-616
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.22

Gangrena de Fournier como complicación de síndrome nefrótico idiopático en un niño

Fournier gangrene as a complication of idiopathic nephrotic syndrome in a child

Eliéxer Urdaneta-Carruyo[1ab*], Mayela Mora Sánchez[2b], Carlos Marín Mata[3c]

RESUMEN

La gangrena de Fournier (GF) es una fascitis necrotizante infecciosa que produce arteriolitis obliterativa de los tejidos subcutáneos. Se describe un niño de 4 años con síndrome nefrótico idiopático (SNI) que presentó GF en el escroto. Se indicó antibioticoterapia de amplio espectro, albúmina endovenosa y limpieza quirúrgica del escroto; el cultivo resultó positivo para Pseudomonas aeruginosa. Evolución satisfactoria, cicatrización del área afectada y remisión con prednisona a las 6 semanas, sin recaídas durante un año. La etiología se consideró de cambios mínimos y por ello, no se realizó biopsia renal. Este paciente es el primero reportado en la literatura médica con respuesta satisfactoria a la prednisona, de allí la relevancia de su presentación.

Palabras clave: *Síndrome nefrótico idiopático - gangrena de Fournier - fascitis necrotizante - infección escrotal – trombosis – esteroides*

SUMMARY

Fournier's gangrene (FG) is an infectious necrotizing fasciitis that causes obliterative arteriolitis of subcutaneous tissues. We describe a four-year-old boy with nephrotic syndrome (NS) who presented with a scrotal mass. Treatment included broad-spectrum antibiotics, intravenous albumin, and surgical debridement of the scrotum; the culture was positive for Pseudomonas aeruginosa. The patient had a satisfactory recovery, with healing of the affected area and remission following six weeks of prednisone, remaining relapse-free for one year. Minimal change disease was considered the likely etiology, and no renal biopsy was performed. This is the first patient reported in the medical literature to respond to prednisone, which highlights the relevance of this case.

Keywords: *Idiophatic nephrotic syndrome – Fournier's gangrene – necrotizing fasciitis – scrotal infection – thrombosis – steroids*

ORCID:
[1] 0009-0007-4225-7639
[2] 0009-0001-7958-439X
[3] 0000-0003-1539-5706

[*]**Autor de correspondencia:** Eliéxer Urdaneta Carruyo, E-mail: eliexeru@gmail.com

Recibido: 2 de marzo 2026
Aceptado: 01 de abril 2026

a Miembro Correspondiente Nacional Electo de la Academia Nacional de Medicina.
b Unidad Docente-Asistencial de Nefrología Pediátrica, Hospital Universitario de Los Andes y Grupo Transdisciplinario de Investigaciones Biomédicas, Facultad de Medicina de la Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.
c Unidad Docente Asistencial de Cirugía Pediátrica, Sección de Urología, del Hospital Universitario de Los Andes y de la Facultad de Medicina de la Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.

INTRODUCCIÓN

En 1883, en París, el cirujano francés Jean-Alfred Fournier fue el primero en describirlas y utilizó el término "gangrena fulminante del pene y del escroto" para referirse a esta entidad clínica en varones jóvenes con gangrena escrotal e infecciones uretrales (1). La gangrena de Fournier (GF) es una infección polimicrobiana, poco frecuente, rápida, progresiva y grave que afecta áreas genitales, perineales, perianales y abdominales; originada de focos genitourinarios, colorrectales o idiopáticos que provocan fascitis necrosante de la piel circundante y de los tejidos circunvecinos, por trombosis subcutánea de vasos sanguíneos; y se acompaña de dolor intenso y síntomas sistémicos (2,3).

La GF se presenta generalmente en varones adultos y su incidencia en niños es poco frecuente; se debe a infecciones, anomalías congénitas y complicaciones quirúrgicas. Debido a lo raro de su aparición en la población pediátrica, existe poca literatura disponible para determinar su prevalencia y, por otra parte, es muy rara, asociada con enfermedades renales en la infancia (4).

El manejo de la GF debe iniciarse rápidamente con la administración intravenosa de antibióticos de amplio espectro, seguida de la resección quirúrgica inmediata del tejido necrótico. De allí la importancia del diagnóstico temprano a fin de reducir la incidencia de complicaciones (5).

Se presenta el caso clínico de un niño con síndrome nefrótico idiopático (SNI) y GF, con buena evolución clínica y adecuada respuesta al tratamiento médico-quirúrgico, sin recaídas posteriores del síndrome y manteniéndose asintomático durante un año de control. De allí la importancia de su presentación.

Presentación del caso

Niño de 4 años de edad, ingresado al hospital por presentar edema generalizado (más acentuado en miembros inferiores y región genital), de tres días de evolución, y dos días después se agregó dolor abdominal difuso. Sin antecedentes familiares ni personales de importancia para su padecimiento actual. Esquema de vacunación completo. El paciente se había mantenido en buenas condiciones generales hasta su enfermedad actual.

Al ingreso se observó febril (39,5 °C), con frecuencia cardíaca de 112 latidos/min, frecuencia respiratoria de 27 respiraciones/min. Tensión arterial: 90/60 mmHg. Ascitis y edema generalizado en el pene, el escroto y los miembros inferiores (con fóvea a la presión profunda). Dolor abdominal difuso a la palpación y ruidos hidroaéreos disminuidos. En sangre: Hb 11,2 g/dL, leucocitos 15800/mm³ con 84% de neutrófilos. Albúmina sérica: 1,1 g/L, creatinina sérica: 0,5 mg/dL. En orina: volumen 20 mL/m²sc/h, examen general de orina con proteinuria ++++ (233 mg/m²sc/h), cilindros grasos, hematuria negativa, leucocitos 0-2 x c. Rx de tórax normal y Rx de abdomen de pie con opacidad difusa y borramiento de las líneas del psoas. Pruebas de autoanticuerpo, de complemento, de título antiestreptolisina O y de antígenos de superficie antihepatitis B negativos. Urocultivo negativo. Ecografía renal: riñones de tamaño normal sin alteraciones.

Se realizaron los diagnósticos de SNI y peritonitis primaria como complicación del mismo, por lo que se inició tratamiento con penicilina cristalina a 200.000 UI/Kg/día; además, se indicó albúmina sérica al 20% (0,5 g/kg/dosis) en dos oportunidades y, por la infección, no se inició tratamiento con prednisona. Al tercer día de hospitalización desapareció el dolor abdominal, pero, continuó febril y aumentó el edema en pene y escroto (Figura 1).

Al quinto día se notó un área de enrojecimiento en el hemi-escroto derecho y dolor a la palpación. Un día después, empeoraron las condiciones generales; el paciente persistía con fiebre (38,7 °C), el edema escrotal era aún mayor y el eritema se extendió a toda el área genital, por lo que solicitó valoración quirúrgica. Al examen físico de ese momento, se observó un área central oscura en el hemiescroto derecho. Examen de laboratorio: leucocitos 22.300/mm³ (neutrófilos 85%) y proteína C reactiva 46 mg/dL y hemocultivo

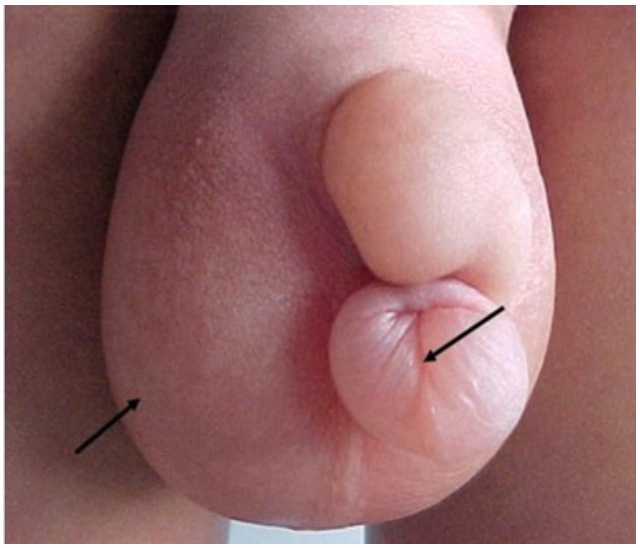


Figura 1. Obsérvese gran edema en escroto y prepucio (señalado con flechas)

negativo. El ultrasonido Doppler no evidenció patología testicular. Se realizó el diagnóstico de GF y se inició tratamiento intravenoso con ampicilina (100 mg/kg/día), amikacina (5 mg/kg/día) y metronidazol (30 mg/kg/día). Al séptimo día, se le realizó una limpieza quirúrgica de la piel y de las fascias del escroto necrosado (Figura 2). Posteriormente, se realizó lavado con solución povidona yodada y se agregó miel de abeja en el área afectada.

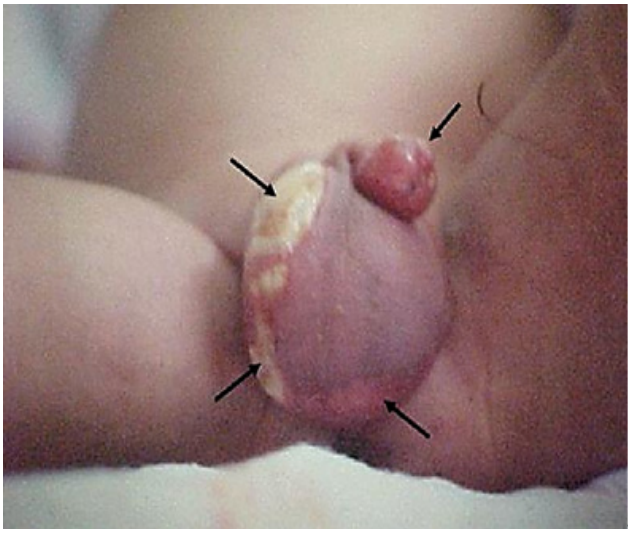


Figura 2. Se observa intenso edema del escroto, con exposición de fascias, tras la limpieza quirúrgica, en el hemiescroto derecho y en parte del izquierdo. Y edema y eritema del prepucio. (señalado con flechas)

El paciente continuó febril y, 72 horas después, en el cultivo del tejido necrótico se aisló *Pseudomonas aeruginosa* resistente a la ampicilina, por lo que esta se sustituyó por ceftazidima (100 mg/Kg/día) y se continuó con los otros antibióticos instaurados durante 15 días más. La fiebre desapareció 48 horas después del nuevo tratamiento y al vigésimo día se observó inicio de la cicatrización del área afectada en escroto evolucionando satisfactoriamente.

La proteinuria de control fue de 123 mg/m² sc/hora, por lo que se inició, esta vez, tratamiento con prednisona oral a 60 mg/m² sc/día, con desaparición del SNI a las seis semanas del tratamiento esteroideo. El paciente fue dado de alta al vigésimo quinto día y su evolución fue satisfactoria, sin recaídas.

DISCUSIÓN

La GF ha sido descrita en casi todas las edades; la mayoría de los casos ocurren en varones adultos (4) y, aunque es poco frecuente en niños, siempre constituye una emergencia quirúrgica. Hasta el momento, en la literatura médica mundial se han informado 68 casos en la edad pediátrica (6) y sólo dos de ellos con SNI resistente al tratamiento con esteroides (7,8).

En nuestro caso, la edad de presentación del SNI y la respuesta satisfactoria a la terapia esteroidea hicieron sugerir una etiología de cambios renales mínimos, por lo que no se justificó realizar la biopsia renal.

Por otra parte, la GF que se presenta en la edad pediátrica se diferencia de la que aparece en adultos, en que su inicio es insidioso; generalmente, los pacientes no se presentan tempranamente con síntomas sistémicos de sepsis y tiene mejor evolución y pronóstico, tal y como se observó en el presente caso. Esta diferencia quizás se deba a la ausencia de enfermedades sistémicas, a bajas dosis de inóculo de microorganismos infecciosos y a la localización de la infección en fascies comparativamente menos desarrolladas.

Además, los niños responden adecuadamente al tratamiento médico (9).

El paciente, al quinto día de su hospitalización, cursó con lesión eritematosa en hemi-escroto derecho, semejante a la erisipela, que luego se extendió a toda el área genital; posteriormente, presentó un área central oscura (de necrosis), por lo que se realizó el diagnóstico de GF.

Los microorganismos más frecuentemente aislados en esta patología en niños son los estafilococos y los estreptococos. La GF como infección polimicrobiana, debe ser tratada con antibióticos de amplio espectro contra bacterias aeróbicas y anaeróbicas; ello contribuye a garantizar un mejor resultado y reducir los riesgos de la resistencia bacteriana. Por otra parte, estos microorganismos, al penetrar la piel, se diseminan a través de tejidos subcutáneos laxos, originando una celulitis necrotizante que se extiende por toda la fascia (7,10).

Los pacientes pediátricos pueden ser tratados exitosamente de manera conservadora con antibióticos de amplio espectro, aporte adecuado de líquidos y electrolitos, además de limpieza quirúrgica, lavado del área afectada con agentes químicos y desbridamiento de la herida para eliminar el tejido necrótico. Además, resulta útil el uso de la miel de abejas como coadyuvante, cuyas características son: alta osmolaridad, propiedades antibacterianas, desbridamiento enzimático y estimulación de la granulación, como sucedió en nuestro paciente (11).

En la literatura médica previamente se han informado dos casos similares, pero con SN corticoresistente, y estudio histopatológico que evidenció esclerosis focal y segmentaria en ambos y con mal pronóstico a largo plazo, a pesar del tratamiento con ciclosporina y metilprednisolona. Mientras que en el paciente aquí presentado es el primero observado con SNI corticosensible, con respuesta óptima a la terapéutica con esteroide y evolución satisfactoria, sin recaídas durante un lapso de más de un año. De allí la relevancia de presentar este caso como el primero descrito en la literatura que presenta dichas características.

REFERENCIAS

1. Fournier JA. Gangrene foudroyante de la verge. Med Prat Paris 1883; 4: 589-97.
2. Smith GL, Bunker CB, Dinneen MD. Fournier´s gangrène. Br J Urol. 1998; 81: 347-355.
3. Ferretti M, Saji AA, Phillips J. Fournier's Gangrene: A Review and Outcome Comparison from 2009 to 2016. Adv Wound Care (New Rochelle). 2017; 6:289- 95.
4. Auerbach J, Bornstein K, Ramzy M, Cabrera J, Parra J, Smith L, et al. Fournier gangrene in the emergency department: diagnostic dilemmas, treatments and current perspectives. Open Access Emerg Med. 2020;12:353-64.
5. Kutsal C, Baloglu IH, Turkmen N, Haciosmanoglu T, Albayrak AT, Cekmece AE, et al. What Has Changed in the History of Fournier's Gangrene Treatment: The Single-Center Experience. Sisli Etfal Hastan Tip Bul. 2023;57(1):99-104.
6. Ekingen G, Isken T, Agir H, Oncel S, Günlemez A. Fournier`s gangrene in childhood: report of infant patients. Pediatr Surg. 2008; 43: e39-42.
7. Wright AJ, Lall A, Gransden WR, Joyse MRI, Rowsell A, Clark G. A case of Fournier gangrene complicating idiopathic nephrotic syndrome of childhood. Pediatr Nephrol. 1999; 13:838-839.
8. Padilla ME, Fernández Berisso S, Vietri AB, Trinitario LP, Liern M, Moreno MS, Podestá ML. Gangrena de Fournier en un niño con síndrome nefrótico corticorresistente. A propósito de un caso. Arch Argent Pediatr. 2020; 118(2): e204-e207.
9. Ratan SK, Rattan KN. Fournier's gangrene in neonates: differences from that in adults. Clin Pediatr (Phila). 2002;41(4):281-2.
10. Alzahrani KA. Paediatric Fournier gangrene: comprehensive insights into diagnosis, management, and outcomes-a narrative review. Transl Pediatr. 2025;14(7):1652-1667.
11. Jull AB, Cullum N, Dumville JC, Westby MJ, Deshpande S, Walker N. Honey as a topical treatment for wounds. Cochrane Database Syst Rev. 2015; 6 (3): CD005083.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):617-623
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.23

Chemical burn in the oral cavity caused by contact with a Portuguese man-of-war (*Physalia Physalis*): an unusual case report

Quemadura química en la cavidad bucal causada por contacto con la Carabela Portuguesa (*Physalia physalis*): un caso inusual

Andrés Acosta-Acuña[1a], Ramón Pedraza-Parra[2b], Jorge Pérez-Benavides[3b], Jonathan Harris-Ricardo[4c], Jaime Plazas-Román[5d*], Antonio Díaz-Caballero[6e]

SUMMARY

Background**: The Portuguese man-of-war (Physalia physalis) is a marine siphonophore whose venomous tentacles can cause severe chemical burns. Oral cavity involvement is extremely rare and poorly documented in medical literature.* ***Case Report: *A 43-year-old male presented with painful oral lesions after accidentally ingesting a Portuguese man-of-war tentacle during marine activities. Clinical examination revealed a 4×1.5 cm ulcerative lesion on the left hard palate with erythematous and necrotic zones. The marine biology laboratory confirmed the identification of the tentacles. Treatment included topical pharmacological therapy with nystatin, hydrocortisone, vitamins A and E, lidocaine, systemic antibiotics, analgesics, and corticosteroids. Histopathological analysis confirmed chemical burn with extensive ulceration and necrosis. Complete healing was achieved after 30 days with minimal residual erythema.* ***Conclusions**: This case represents an exceptionally rare presentation of oral chemical burns from Portuguese man-of-war envenomation. Healthcare professionals in coastal areas should be aware of this possibility and prepared for immediate management to prevent severe complications. The multidisciplinary approach combining pharmacological, surgical, and supportive measures proved effective for tissue regeneration and symptom relief.*

Keywords: *Portuguese man-of-war, Physalia physalis, Oral cavity, Chemical burn, Marine envenomation*

ORCID:
[1] 0009-0009-8497-5772
[2] 0009-0009-7947-0366
[3] 0000-0003-4502-7760
[4] 0000-0002-4662-0729
[5] 0000-0002-5040-6899
[6] 0000-0001-9693-2969

[*]**Corresponding author:** Jaime Plazas Román, E-mail: jplazasr@unicartagena.edu.co - Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena, Campus de la Salud, Zaragocilla, Cartagena, Bolívar, Colombia

a. Dentist. Resident of Stomatology and Oral Surgery, University of Cartagena, Colombia
b. Dentist. Specialist in Stomatology and Oral Surgery. Professor, University of Cartagena, Colombia
c. Dentist. MSc Molecular Microbiology, Specialist in Stomatology and Oral Surgery. Professor, University of Cartagena and Rafael Núñez University Corporation, Cartagena, Colombia
d. Dentist. Master in Bioinformatics, Universidad Tecnológica de Bolívar. Specialist in Pediatric Dentistry and maxillary orthopedics, Professor at Universidad de Cartagena, Cartagena. Professor Universidad del Sinú, seccional Cartagena, Cartagena. Research Group GITOUC
e. Dentist. PhD Biomedical Sciences, MSc in Education, Specialist in Periodontics. Professor, University of Cartagena. Research Group Director GITOUC

Recibido: 19 de febrero 2026
Aceptado: 18 de abril 2026

RESUMEN

Antecedentes**: La carabela portuguesa (Physalia physalis) es un sifonóforo marino cuyos tentáculos venenosos pueden causar quemaduras químicas graves. La afectación de la cavidad oral es extremadamente rara y escasamente documentada en la literatura médica.* ***Caso clínico: *Un hombre de 43 años presentó lesiones orales dolorosas tras la ingestión accidental de un tentáculo de carabela portuguesa durante actividades marinas. El examen clínico reveló una lesión ulcerativa de 4 × 1,5 cm en el paladar duro izquierdo con zonas eritematosas y necróticas. El laboratorio de biología marina confirmó la identificación de los tentáculos. El tratamiento incluyó terapia farmacológica tópica con nistatina, hidrocortisona, vitaminas A y E, lidocaína, antibióticos sistémicos, analgésicos y corticosteroides. El análisis histopatológico confirmó una quemadura química con ulceración y necrosis extensas. Se logró la curación completa a los 30 días, con un eritema residual mínimo.* ***Conclusiones**: Este caso representa una presentación excepcionalmente rara de quemaduras químicas orales por envenenamiento por carabela portuguesa. Los profesionales de la salud en zonas costeras deben estar al tanto de esta posibilidad y preparados para un manejo inmediato que prevenga complicaciones graves. El abordaje multidisciplinario, que combinó medidas farmacológicas, quirúrgicas y de apoyo, demostró ser eficaz para la regeneración tisular y el alivio de los síntomas.*

Palabras clave: *Carabela portuguesa, Physalia physalis, Cavidad oral, Quemadura química, Envenenamiento marino*

INTRODUCTION

Chemical burns in the oral cavity represent a serious medical condition resulting from contact between caustic substances and oral mucous membranes. These injuries can cause significant tissue damage, severe pain, and in extreme cases, necrosis (1). While most oral chemical burns result from accidental ingestion of household chemicals or industrial substances, marine organisms represent an unusual but potentially dangerous source of such injuries.

The Portuguese man-of-war (*Physalia physalis*) is a colonial marine siphonophore commonly mistaken for a jellyfish. This organism possesses long tentacles that can extend up to 30 meters and contain specialized cells called nematocysts filled with potent neurotoxic and hemolytic venom (2). Contact with human skin typically results in immediate, intense pain, erythema, and linear welts, with potential for systemic symptoms in severe cases (3).

Although Portuguese man-of-war stings are well-documented on exposed skin during aquatic activities (4), oral cavity involvement represents an extremely rare occurrence with minimal documentation in medical literature. The unique anatomical characteristics of the oral mucosa, including its high vascularity and delicate structure, may predispose it to more severe and prolonged damage than external skin exposure.

This case report presents the first photographically documented instance of oral chemical burns resulting from direct contact with Portuguese man-of-war tentacles, highlighting the diagnostic challenges and therapeutic approaches to this unusual presentation.

Case report

A 43-year-old healthy male patient was referred to the Stomatology and Oral Surgery Department of a Colombian University, presenting with severe oral pain and unknown-origin lesions. The patient reported that during an evening beach gathering, while under the influence of alcohol, he entered the ocean and engaged in recreational activities, including jumping and singing. During these activities, he felt something enter his mouth but paid little attention to it at first.

By the following morning, the patient experienced severe oral pain, prompting him to seek emergency medical care. Initial emergency treatment included antibiotics, analgesics, hyaluronidase gel, and antiparasitic medication due to eosinophilia detected in blood tests. This treatment provided temporary relief for several days, but the symptoms subsequently intensified, prompting referral to specialist care.

During clinical history taking, the patient reported acute pain localized to the left hard

palate, accompanied by pruritus and scoring 9/10 on the visual analog pain scale. He suspected the symptoms were related to contact with a marine organism, as a family member who had been in the same water experienced similar symptoms on their extremities. Significantly, the patient had retrieved a fragment of the causative organism from his mouth, which was subsequently sent for marine biological analysis.

The marine biology laboratory identified the specimen as a coiled tentacle of the Portuguese man-of-war (*Physalia physalis*) based on morphological characteristics, confirming the suspected diagnosis (Figure 1B).

Clinical Examination: Intraoral examination revealed an extensive ulcerative lesion measuring approximately 4 cm in length and 1.5 cm in width, located on the left hemipalate. The lesion presented with erythematous and whitish zones over an edematous base, irregular borders, and significant pain response to palpation (Figure 1A). The clinical appearance was consistent with chemical burn-induced necrosis. The marine biology laboratory confirmed the retrieved specimen as a coiled tentacle of Portuguese man-of-war (*Physalia physalis*) based on morphological characteristics (Figure 1B).

Treatment Protocol: Following multidisciplinary consultation, an incisional biopsy was performed to assess the cellular and soft-tissue response to the marine toxin. Written informed consent was obtained before all procedures.

Initial topical therapy included: Nystatin 100,000 IU/mL (antifungal prophylaxis); Hydrocortisone 2% (anti-inflammatory); Vitamin A 250 mg and Vitamin E 300 IU (epithelial regeneration); Lidocaine jelly 5% (pain management) and Orabase (mucosal protection).

On day 4 follow-up, despite clinical improvement and significant pain reduction, the lesion had enlarged (Figure 2A). A window biopsy was then performed, collecting both pathological and healthy tissue. The biopsy procedure involved moderate to severe bleeding controlled through standard hemostatic measures. Post-surgical care included application of a mucosal protective plate with surgical periodontal dressing (Figure 2B), followed by systemic therapy: Amoxicillin 875 mg every 12 hours for 5 days; Acetaminophen/Hydrocodone 325/5 mg every 8 hours for 5 days; Dexamethasone 8 mg intramuscular (single dose) and Triticum Vulgare and Aloe Vera gel applied topically over surgical cement.



Figure 1A Figure 1B

Figure 1. ***Initial Presentation and Specimen Identification*** A) Initial clinical presentation showing extensive ulcerative lesion on the left hemipalate with erythematous and whitish zones over edematous tissue, measuring approximately 4×1.5 cm with irregular borders. B) Portuguese man-of-war tentacle fragment retrieved from patient's mouth, confirmed by marine biology laboratory as Physalia physalis based on morphological characteristics

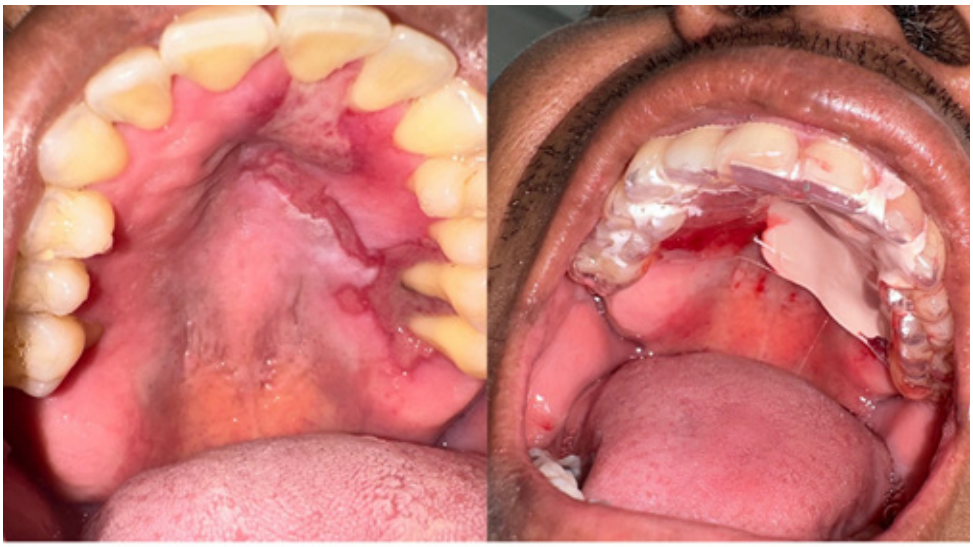


Figure 2A Figure 2B

Figure 2. ***Pre-biopsy Evolution and Surgical Management*** A) Clinical appearance at day 4 showing enlargement of the lesion despite initial topical treatment and pain reduction. B) Placement of mucosal protective plate with surgical periodontal dressing following incisional biopsy procedure

Histopathological Findings: Microscopic examination revealed squamous epithelium with extensive ulceration and necrosis, with the lamina propria displaying chronic inflammation and fibrosis (Figure 3A, 3B). No microorganisms or neoplastic cells were identified, confirming the diagnosis of chemical burn-induced tissue necrosis.

Follow-up and Clinical Evolution: Day 7: Lesion size had reduced with mild erythema and slight masticatory discomfort, showing early signs of re-epithelialization (Figure 4A). Day 21: Evident epithelial regeneration with only minor erythematous zones remaining, demonstrating significant clinical improvement (Figure 4B). Day 30: Approximately 90% healing achieved with

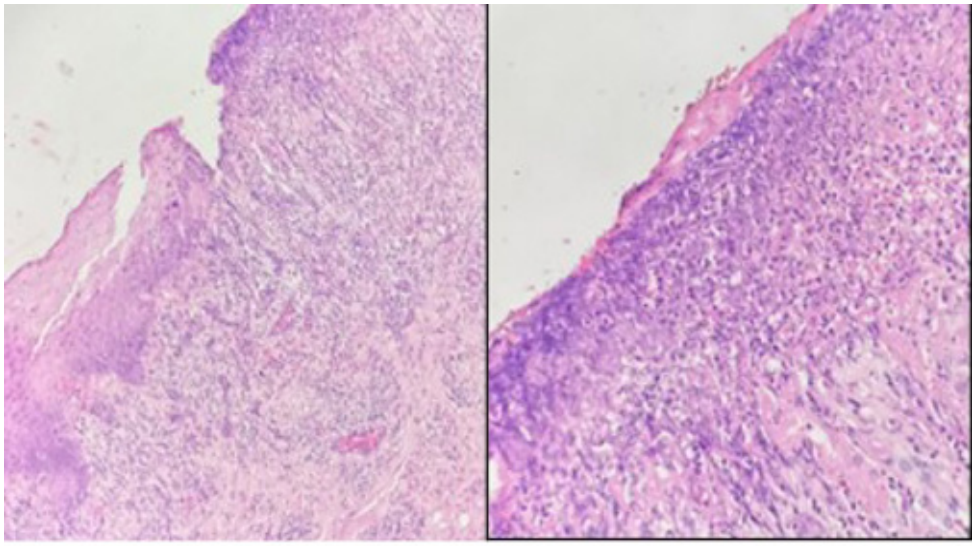


Figure 3A Figure 3B

Figure 3. ***Histopathological Findings*** A) Low magnification histological section showing oral mucosa lined with squamous epithelium demonstrating extensive ulceration and surface necrosis. B) Higher magnification view revealing lamina propria with chronic inflammatory infiltrate and early fibrosis, confirming chemical burn diagnosis without evidence of microorganisms or neoplastic cells



Figure 4A Figure 4B Figure 4C

Figure 4. ***Clinical Evolution and Healing Process*** A) Day 7 post-treatment showing lesion size reduction with mild erythema and initial re-epithelialization. B) Day 21 follow-up demonstrates significant epithelial regeneration with minimal residual erythematous zones. C) Day 30 evaluation revealing approximately 90% healing with minimal residual erythematous area and complete resolution of spontaneous pain and masticatory discomfort

a small residual erythematous area, absence of spontaneous pain, and no masticatory discomfort, representing near-complete tissue recovery (Figure 4C).

DISCUSSION

This case represents the first photographically documented report of oral chemical burns caused by direct Portuguese man-of-war contact. The extreme rarity of such presentations necessitates extrapolation from general literature on Portuguese man-of-war envenomation and chemical burn management.

Recent studies have demonstrated similar outcomes in the management of Portuguese man-of-war envenomation. Weber and Shalaby (2023) reported successful pain control using regional anesthesia techniques for Portuguese man-of-war stings, suggesting that advanced pain management strategies can significantly improve patient comfort during treatment (3). This aligns with our approach of multimodal analgesia, including systemic opioids and topical anesthetics. Cavalcante et al. (2020) conducted an extensive epidemiological analysis of Portuguese man-of-war envenomations along the Brazilian coast, confirming the serious health risks posed by this organism (2). Their findings support our emphasis on the need for professional healthcare in coastal regions.

The therapeutic approach employed in this case incorporates current evidence-based protocols for both marine envenomation and oral chemical burn management. Recent advances in chemical burn treatment have emphasized the importance of early intervention and comprehensive wound care. Hagiwara et al. (2020) described similar oral chemical burns from calcium oxide exposure, highlighting the effectiveness of physiological saline irrigation and antibiotic prophylaxis (4). VanHoy et al. (2023) provided updated guidelines for chemical burn management, emphasizing the critical role of immediate decontamination and appropriate wound care (5).

The use of natural healing agents in our protocol reflects emerging trends in regenerative medicine. Zheng et al. (2022) demonstrated that anti-inflammatory approaches significantly enhance healing in oral chemical burns, supporting our use of corticosteroids and natural healing promoters (6). Chae and Kang (2023) further emphasize the importance of proper chemical burn management to prevent complications (7).

Current literature on marine envenomation management continues to evolve. Hornbeak and Auerbach (2017) provided comprehensive guidelines for the treatment of marine

envenomation, including Portuguese man-of-war stings, emphasizing the importance of species identification and appropriate therapeutic interventions (8). Spyres and Lapoint (2020) highlighted the particular vulnerability of certain populations to severe marine envenomation reactions, supporting our emphasis on immediate and comprehensive treatment (9).

The successful healing observed in this case is consistent with current understanding of oral tissue regeneration. Toma et al. (2021) reviewed emerging regenerative therapies for oral wound healing, demonstrating the superior healing capacity of oral mucosa compared to other tissues (11). Izumi et al. (2023) explored tissue-engineered approaches to oral mucosal reconstruction, providing insights into the biological mechanisms that facilitated recovery in our patient (12).

Recent advances in understanding the mechanisms of oral mucosa healing have been particularly relevant to this case. Chen et al. (2025) described the unique anti-inflammatory properties of oral mucosa that contribute to faster, scar-free healing (13). This explains the remarkable recovery observed in our patient despite the severity of the initial injury.

This case contributes to the growing body of evidence supporting multidisciplinary approaches to unusual oral injuries. The integration of marine biology expertise, histopathological analysis, and advanced wound care techniques proved essential for optimal outcomes. Recent developments in oral tissue engineering and regenerative medicine, as reviewed by Matichescu (2020) and Sun et al. (2024), suggest that even more effective treatments may be available in the future (14,15).

Conflicts of interest

The authors declare no conflicts of interest. All authors have made substantial contributions to this study and manuscript, and all have reviewed the final paper prior to submission. The authors declare no financial conflicts of interest.

Ethics

This case report involved retrospective description of clinical findings during routine clinical treatment without hypothesis testing or systematic data collection. Written informed consent was obtained from the patient for publication of clinical data and images.

Source of funding

No external funding was received for this study. Support was provided by the Stomatology and Oral Surgery Department at the University of Cartagena.

Authors' contributions

AA-A: Case management, literature review, manuscript drafting, final approval RP-P: Case management, literature review, manuscript drafting, final approval. JP-B: Case management, final approval JH-R: Manuscript drafting, final approval JP-R: JH-R: Manuscript drafting, final approval AD-C: Literature review, manuscript drafting, final approval, supervision

REFERENCES

1. Yang K, Klausner JD. Case Report: Unusual Bullous Reaction to *Physalia physalis* Venom after Recurrent Envenomation. Am J Trop Med Hyg. 2023;109(1):201-4.
2. Cavalcante MMES, Rodrigues ZMR, Hauser-Davis RA, Siciliano S, Haddad Júnior V, Nunes JLS. Health-risk assessment of Portuguese man-of-war (*Physalia physalis*) envenomations on urban beaches in São Luís, Maranhão, Brazil. Rev Soc Bras Med Trop. 2020;53:e20200216.
3. Weber L, Shalaby M. Bilateral Erector Spinae Plane Block for Man o' War Stings: A Case Report. Clin Pract Cases Emerg Med. 2023;7(1):36-38.
4. Hagiwara Y, Seki K, Takahashi Y. Oral chemical burns due to accidental ingestion of calcium oxide food desiccant in a patient with dementia. J Int Med Res. 2020;48(6):0300060520920065.
5. VanHoy TB, Metheny H, Patel BC. Chemical Burns. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.

6. Chen JJ, Wang Y, Li X, Zhang L, Liu M. Enhanced healing of oral chemical burn by inhibiting inflammatory factors with an oral administration of shengFu oil. Front Pharmacol. 2022;13:913098.
7. Kim JH, Park SY, Lee DH. Oral chemical burns caused by topical application of policresulen: a case report. BMC Oral Health. 2023;23(1):583.
8. Hornbeak KB, Auerbach PS. Marine Envenomation. Emerg Med Clin North Am. 2017;35(2):321-337.
9. Spyres MB, Lapoint J. Identification and management of marine envenomations in pediatric patients. Pediatr Emerg Med Pract. 2020;17(4):1-24.
10. Renson L, Maillet F, Bonnet C. Suspected Stonefish Envenomation in Reunion Island: 15 Years Later. Wilderness Environ Med. 2025 Jan 22:10806032241308477.
11. Torres AIT, Guo S, Haugsten EM, Green JJ. Oral wound healing models and emerging regenerative therapies. Adv Drug Deliv Rev. 2021;175:113824.
12. Liu Y, Zhang X, Wang H, Chen S, Li J. Recent trends and perspectives in reconstruction and regeneration of intra/extra-oral wounds using tissue-engineered oral mucosa equivalents. Regen Ther. 2023;24:344-357.
13. Wang L, Chen Y, Ma X, Liu K, Zhou H. Oral mucosa: anti-inflammatory function, mechanisms, and applications. J Mater Chem B. 2025;13:2845-2860.
14. Zhang P, Liu H, Wang Y, Chen L. Advanced Biomaterials and Techniques for Oral Tissue Engineering and Regeneration—A Review. Materials (Basel). 2020;13(21):4932.
15. Johnson KM, Smith RJ, Davis AL. Advancements of biomaterials in oral tissue engineering: past, present, and future. Beni Suef Univ J Basic Appl Sci. 2024;13(1):91.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):624-631
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.24

Spinal cord infarction due to Adamkiewicz artery involvement: When thinking the worst leads to the right diagnosis

Infarto espinal por compromiso de la arteria de Adamkiewicz: cuando pensar mal te lleva al diagnóstico correcto

Santiago Andrés Vintimilla-Pesántez[1a*], Fernando Patricio Villa Infante[2c], Karla Elizabeth Escobar Bustamante[3c], Estefani Franchesca Villa Orozco[4c], Rita Teresa Mera Jarrín[5c], Marco Alexander Vásquez Poveda[6c], Luis Alfredo Masabanda Campaña[7cd], José Rodolfo Molina Melendres[8bce]

SUMMARY

Background: *Anterior spinal artery syndrome is an infrequent cause of acute ischemic myelopathy, often caused by aortic pathology involving the artery of Adamkiewicz. This case is presented due to its rarity and the complex decision-making required for treatment in a patient with multiple comorbidities.* **Case Presentation**: *We present a 79-year-old male with hypertension and ischemic heart disease admitted for progressive lower limb weakness and sphincter dysfunction. MRI revealed anterior spinal cord infarction (T9–L1). CT angiography showed a Stanford type B (DeBakey IIIb) aortic dissection extending to the infrarenal segment with a fusiform aneurysm and mural thrombus, likely compromising the artery of Adamkiewicz. Due to high surgical risk and unfavorable vascular anatomy, a multidisciplinary team opted for conservative management.* **Conclusions**: *Vascular involvement of the artery of Adamkiewicz must be considered in patients with acute myelopathy and cardiovascular risk. Conservative management combined with rehabilitation can be a reasonable alternative in patients with complex anatomy and high surgical risk, although the functional prognosis remains reserved.*

Keywords: *Spinal cord infarction, Adamkiewicz artery, aortic dissection, paraparesis, anterior spinal artery syndrome, conservative management*

ORCID:
[1] 0000-0003-1450-6128
[2] 0009-0006-6009-3722
[3] 0000-0001-5871-4100
[4] 0009-0006-9701-4717
[5] 0009-0000-9676-7457
[6] 0000-0002-5559-0525
[7] 0009-0009-0121-7387
[8] 0009-0008-9081-648X

[*]**Autor de correspondencia:** Santiago Andrés Vintimilla-Pesántez. Address: Neurology Department, Hospital de las Fuerzas Armadas HE1. Quito - Ecuador. Av. Gran Colombia S/N y Queseras del Medio. Telephone number: (+593) 994147561. E-mail: santiago.vintimilla.pesantez@udla.edu.ec

Recibido: 23 de marzo 2026
Aceptado: 26 de abril 2026

RESUMEN

Antecedentes: *El síndrome de la arteria espinal anterior es una causa poco frecuente de mielopatía isquémica aguda, a menudo provocada por una patología aórtica que compromete la arteria de Adamkiewicz. Se presenta este caso por su rareza y la complejidad de la toma de decisiones que conlleva el tratamiento de un paciente con múltiples comorbilidades.* **Presentación**

a. Universidad Politécnica Salesiana. Quito - Ecuador.
b. Posgrado de Neurología. Universidad de las Américas. Quito - Ecuador.
c. Hospital de Especialidades de las Fuerzas Armadas. Quito- Ecuador.
d. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito- Ecuador.
e. Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE. Quito- Ecuador.

del caso: *Presentamos el caso de un varón de 79 años, con hipertensión y cardiopatía isquémica, ingresado por debilidad progresiva de las extremidades inferiores y disfunción esfínteriana. La resonancia magnética reveló un infarto de la médula espinal anterior (T9–L1). La angiografía por tomografía computarizada mostró una disección aórtica tipo B de Stanford (DeBakey IIIb) con extensión al segmento infrarrenal, con un aneurisma fusiforme y un trombo mural que probablemente comprometía la arteria de Adamkiewicz. Debido al alto riesgo quirúrgico y a la anatomía vascular desfavorable, un equipo multidisciplinario optó por un manejo conservador.* **Conclusiones**: *Se debe considerar la afectación vascular de la arteria de Adamkiewicz en pacientes con mielopatía aguda y riesgo cardiovascular. El tratamiento conservador, combinado con rehabilitación, puede ser una alternativa razonable en pacientes con anatomía compleja y alto riesgo quirúrgico, aunque el pronóstico funcional sigue siendo reservado.*

Palabras clave: *Infarto de la médula espinal, arteria de Adamkiewicz, disección aórtica, paraparesia, síndrome de la arteria espinal anterior, tratamiento conservador*

Background

The blood supply to the spinal cord depends on a complex vascular network, consisting mainly of three longitudinal arteries: one anterior spinal artery, which supplies the anterior two-thirds of the spinal cord, and two posterolateral spinal arteries, responsible for the posterior third. The anterior spinal artery, which originates from the vertebral arteries, receives segmental contributions along the aorta; notable among these is the arteria radicularis magna, or artery of Adamkiewicz. This artery, with a caliber of 0.6-1.8 mm, most frequently originates between T8 and L1 on the left side and is primarily responsible for irrigating the thoracolumbar region of the spinal cord (1–3).

Anterior spinal artery syndrome is an infrequent entity, responsible for 5% to 8% of acute vascular myelopathies, representing up to 87.2% of spinal cord infarction cases. The average age of presentation is between 50 and 70 years, with no predilection for sex, although some studies report a worse prognosis in women (4).

Pathophysiologically, it may be due to direct mechanisms such as spinal cord compression by hematomas, or more frequent indirect mechanisms, such as ischemia secondary to arterial occlusion or hypoperfusion. Common causes include aortic surgical procedures, aortic dissection, atherosclerosis, cardiac emboli, vasculitis, spinal trauma, fibrocartilaginous embolic myelopathy, hypercoagulable states, cocaine use, and anemias such as sickle cell disease (5–7).

Clinically, it presents with acute radicular pain, loss of motor strength, hyporeflexia or areflexia, and sensory dissociation with loss of thermoalgesic sensitivity and relative preservation of proprioception and vibratory sensitivity (8,9). Given its infrequent nature and the initial nonspecificity of the clinical picture, diagnosis is often delayed. The objective of this case report is to describe a patient with spinal cord infarction secondary to compromise of the artery of Adamkiewicz in the context of an aortic dissection, and to discuss the rationale for conservative management in a high-surgical-risk patient with complex vascular anatomy.

Case Report

A 79-year-old male patient with a personal history of long-standing arterial hypertension with irregular treatment, ischemic heart disease with coronary stent placement in 2011, stage 3A chronic kidney disease, hyperuricemia, and known allergy to penicillin, presented to the emergency department. He reported a clinical picture with approximately 3 days of evolution, characterized by progressive weakness in the lower limbs, profuse diaphoresis, difficulty walking, postural instability, and progressive alteration in sphincter control. The onset occurred following a change in position when going to the bathroom, without evident trauma or falls.

He was initially evaluated by the orthopedics service, which ruled out musculoskeletal lesions or spinal compression due to degenerative pathology and indicated outpatient management. However, due to the persistence and progression of neurological symptoms, he was readmitted to the emergency department two days later with

flaccid paralysis of the lower limbs. On admission, the patient was hemodynamically stable but with mild hypoxemia: blood pressure 146/80 mmHg, heart rate 87 bpm, respiratory rate 19 breaths/min, oxygen saturation 92% on room air, and temperature 36.7 °C.

Upon admission, the neurological physical examination revealed bilateral flaccid paraplegia, areflexia in the lower limbs, anal sphincter atonia, thermoalgesic anesthesia with a sensory level located at T11-T12, and preservation of vibration and joint position sense, suggesting selective involvement of the anterolateral spinal system with preservation of the posterior columns. Motor strength in the upper limbs was normal, with preserved deep tendon reflexes and no signs of cervical myelopathy. Based on these findings, the patient's neurological status at admission was consistent with ASIA Impairment Scale (AIS) grade A, with a neurological level of injury at T10–T11.

Laboratory tests showed elevated creatinine (2.1 mg/dL), urea (89 mg/dL), and a slight elevation in D-dimer, without thrombocytopenia or signs of disseminated intravascular coagulation.

Magnetic resonance imaging (MRI) of the thoracic and lumbar spine was performed in both simple and contrast-enhanced sequences, showing a hyperintense signal on T2 from the T9 to L1 levels, predominantly in the anterior region of the spinal cord. Restriction to diffusion was evident (Figure 1), along with an absence of enhancement on T1 post-contrast sequences, resulting in the characteristic "owl's eye sign" in the axial view, highly suggestive of anterior spinal cord infarction (Figure 2). Likewise, signs of spinal cord edema and subacute ischemic changes were identified, with signal alterations in adjacent vertebral bodies, especially in the right margins of T11 and T12; additionally, a double lumen was evident in the abdominal aorta (Figure 3).

A contrast-enhanced thoracoabdomino-pelvic computed tomography angiography (CTA) evidenced a Stanford type B (DeBakey IIIb) aortic dissection extending to the infrarenal segment, with a fusiform aneurysm of 5 cm in maximum diameter, an intimal flap (Figure 4) extending from the level of the renal arteries to the common iliac bifurcation (Figure 5), partially organized mural thrombus, and complete occlusion of the left renal artery. The right renal artery presented significant stenosis.

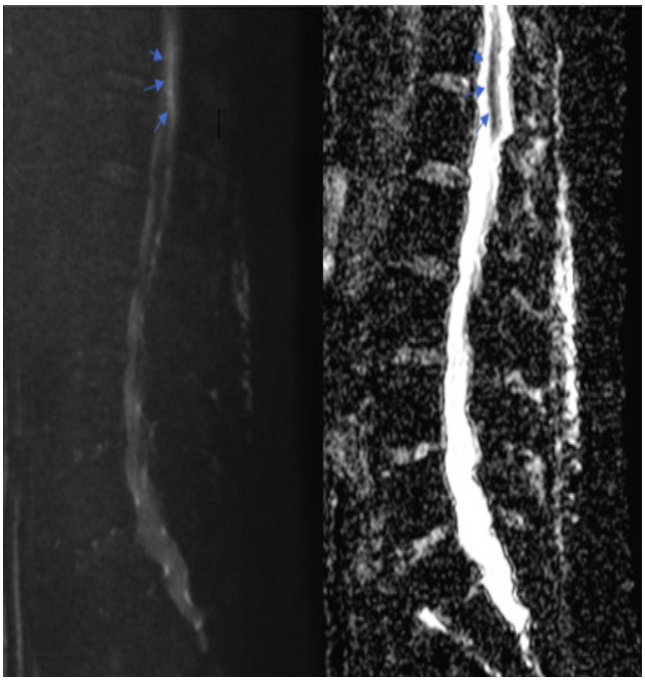


Figure 1. Lunbosacral magnetic resonance imaging: sagittal DWI and ADC sequences showing hyperintensity in the anterior portion of the spinal cord in DWI correlating with hypointensity in ADC (blue arrows) at segments T12 and L5, evidencing spinal cord infarction.

Due to a sustained hypertensive crisis of 190/110 mmHg, the patient was admitted to the intensive care unit for three days for intravenous antihypertensive management, with a good response. He was evaluated by multiple specialties: Cardiology (adjustment of antihypertensive treatment and comorbidity control), Nephrology (monitoring of renal function), Vascular Surgery (ruled out surgical intervention due to unfavorable vascular anatomy and high operative risk), Urology (management of urinary retention with bladder catheterization), and Physiatry (initiated rehabilitation plan).

Evolution showed limited recovery, with minimal recovery of strength in the bilateral psoas (2/5) and right foot extensors (2/5), and flaccid

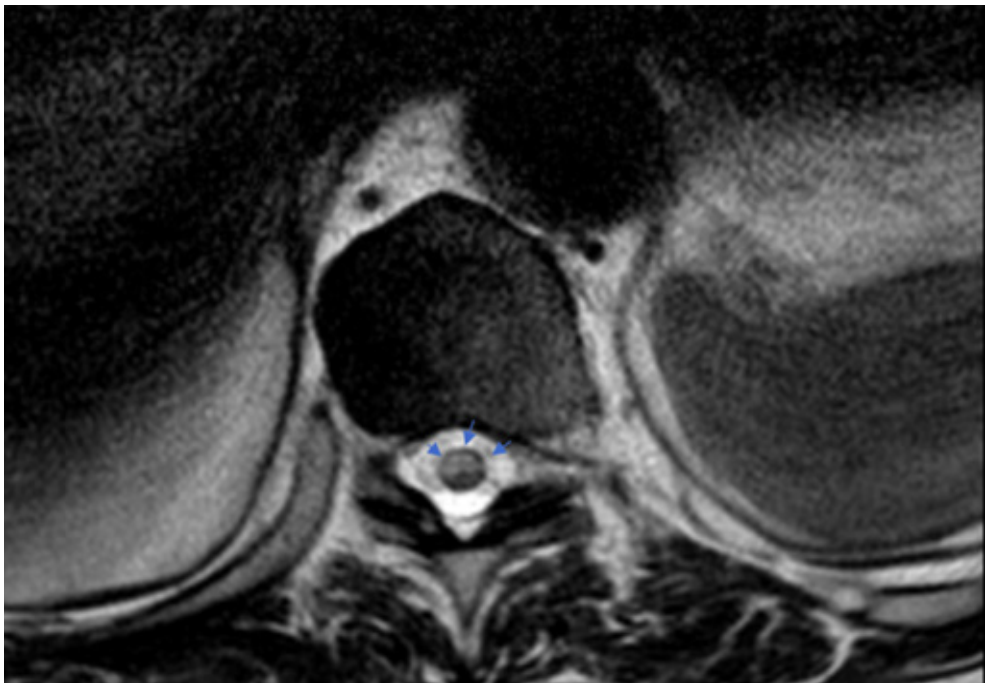


Figure 2. Thoracic magnetic resonance imaging: T2-weighted axial sequences showing hyperintensity in the anterior portion of the spinal cord (blue arrows) at the T11 segment, consistent with spinal cord infarction.



Figure 3. Thoracic magnetic resonance imaging: T2-weighted axial sequences showing hyperintensity in the anterior portion of the spinal cord (blue arrows) at the T11 segment, consistent with spinal cord infarction.

paraparesis remained a severe functional deficit. Thermoalgesic sensitivity remained altered below T10, with bladder dysautonomia (urinary retention) and compromise of anal sphincter control.

Due to the persistence of neurological deterioration and the presence of multiple comorbidities limiting the possibility of a surgical intervention with an adequate risk-benefit ratio, the multidisciplinary team decided to continue with conservative management using acetylsalicylic acid 100 mg daily and atorvastatin 20 mg daily, in addition to motor physical rehabilitation and nutritional support.

The patient was discharged after 18 days of hospitalization, with outpatient follow-up by Neurology, Vascular Surgery, and Physiatry. At discharge, he presented flaccid paraparesis with strength 1-2/5 in the right lower limb and 0-1/5 in the left lower limb, without sphincter control and with functional dependence for basic activities of daily living (Barthel Index of 40).

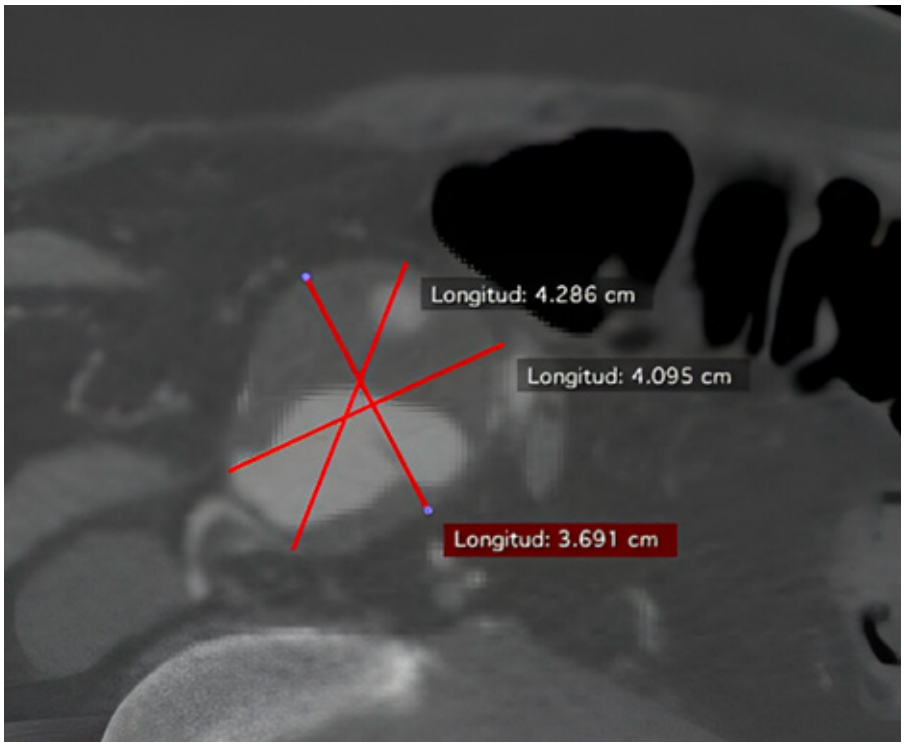


Figure 4. Abdominal computed tomography angiography: Axial view showing aneurysmal dilatation (red lines) with an intimal flap indicative of aortic dissection in the abdominal aorta.



Figure 5. Computed tomography angiography, 3D reconstruction of the aorta: Anterior view showing the start of aneurysmal dilatation below the origin of the renal arteries, measuring up to 37 mm in caliber x 76 mm in length.

DISCUSSION

The artery of Adamkiewicz, also known as the great anterior radiculomedullary artery, represents the main segmental supply to the anterior spinal artery in the thoracolumbar region (1–3). Its origin is highly variable, usually between levels T8 and L1, and it originates more frequently from the left side, from intercostal or lumbar branches (10,11). This artery plays a critical role in spinal cord irrigation; therefore, its obstruction can trigger extensive spinal cord infarction with severe functional consequences.

In the present case, the patient presented a sudden onset of neurological symptoms which, together with imaging findings, were compatible with spinal cord infarction in the territory dependent on the artery of Adamkiewicz. Causes described in the literature for this type of event include aortic dissection, atherosclerosis, fibrocartilaginous embolism, vasculitis, severe hypotension, and vertebral artery dissection (12). Clinically, it usually presents flaccid or spastic

paralysis, loss of thermoalgesic sensitivity with preservation of deep sensitivity, and autonomic dysfunction (12).

This patient had several relevant risk factors, such as uncontrolled arterial hypertension, ischemic heart disease, and chronic kidney disease. The onset of symptoms following a sudden change in position suggests a hemodynamic trigger in the context of a previously undiagnosed aortic dissection. This hypothesis is confirmed by tomographic findings, which evidenced a Stanford type B (DeBakey IIIb) dissection accompanied by a fusiform infrarenal aneurysm with mural thrombus and an intimal flap extending from the renal arteries to the iliac bifurcation.

The association between aortic dissections and Adamkiewicz artery involvement has been previously described by Altuwaijri et al. (13) and MacGillivray et al. (14), who reported intermittent flow obstruction from a false lumen as a cause of spinal cord ischemia. Similarly, in the context of aortic aneurysms, studies such as those by Yogendranathan et al. (15) and Lee et al. (16) have documented spinal cord infarctions due to thrombotic mural compromise in non-dissecting thoracic and non-ruptured abdominal aneurysms, respectively.

From a diagnostic standpoint, evaluating the involvement of the artery of Adamkiewicz remains a challenge. Computed tomography angiography (CTA), although widely used, may not accurately distinguish between the artery and the anterior radiculomedullary vein due to their morphological similarities. Magnetic resonance angiography (MRA) offers a non-invasive alternative, although its applicability may be limited by factors such as claustrophobia or the presence of metallic devices. Digital subtraction angiography (DSA) is considered the gold standard, but its use is limited by its invasive nature and associated risks (17). Despite these limitations, MRI remains fundamental for identifying the compromised vascular territory and estimating the extent of the infarction (18).

The prognosis of anterior spinal cord infarction depends largely on diagnostic precocity and the early institution of therapeutic measures. The initial severity of the motor deficit and the presence of autonomic dysfunction are associated with worse functional evolution. Follow-up imaging findings, such as persistent T2 hyperintensity and spinal cord atrophy, also correlate with a guarded prognosis (18,19). In our case, clinical evolution showed mild improvement during hospitalization. At the time of discharge, the patient presented with flaccid paraparesis and persistence of sphincter dysfunction, reflecting a severe spinal cord lesion without significant functional recovery.

Regarding the therapeutic approach, conservative treatment is generally preferred in patients with high surgical risk or complex vascular anatomies. Aguilar-Salinas et al. (20) state that close observation, neuromonitoring, and the use of steroids can lead to progressive neurological improvement. The 2024 joint guidelines of the European Association for Cardio Thoracic Surgery (EACTS) and the Society of Thoracic Surgeons (STS) recommend conservative management for uncomplicated type B aortic dissections, based on strict control of systolic blood pressure below 120 mmHg. Surgical or endovascular approaches should be reserved for cases with signs of malperfusion, spinal cord ischemia, aneurysmal rupture, or accelerated aneurysm expansion (21).

In accordance with these recommendations, conservative management with acetylsalicylic acid and moderate-potency statins (atorvastatin) was decided for this patient due to multiple comorbidities, deterioration of renal function, and the presence of a “shaggy aorta” with extensive abdominal compromise. This strategy sought to avoid additional complications associated with an invasive intervention that would likely not have represented a net benefit to the patient.

From a pathophysiological standpoint, spinal cord perfusion follows principles analogous to

cerebral perfusion: spinal cord perfusion pressure (SCPP) is defined as the difference between mean arterial pressure (MAP) and intrathecal pressure, mirroring the relationship between MAP and intracranial pressure that determines cerebral perfusion pressure (22). Unlike the brain, however, the spinal cord has a sparse collateral network and relies heavily on a small number of segmental feeders—chiefly the artery of Adamkiewicz—which renders it particularly vulnerable to even brief episodes of hypotension. Loss of autoregulation at the injury site further amplifies this susceptibility, so that minor drops in MAP can propagate secondary ischemic injury (22,23). Current guidelines on acute spinal cord injury recommend avoiding systolic blood pressure below 90 mmHg and maintaining MAP within a target range of 75–80 to 90–95 mmHg for the first 3–7 days (22). In the context of aortic dissection involving the artery of Adamkiewicz, this creates therapeutic tension: aggressive blood-pressure lowering to control aortic wall stress may further compromise already marginal spinal cord perfusion, whereas permissive hypertension risks dissection propagation (23,24). In our patient, this dilemma was managed in the intensive care unit with individualized hemodynamic targets, prioritizing avoidance of hypotension while controlling sustained systolic peaks; this strategy parallels the multimodal perfusion-oriented approach advocated in recent reviews of spinal cord protection during aortic surgery (23,24).

CONCLUSION

Vascular involvement of the artery of Adamkiewicz, although infrequent, must be considered a cause of spinal cord infarction in patients with cardiovascular risk factors and acute neurological symptoms; conservative management may be the most appropriate option in the presence of multiple comorbidities. Spinal cord infarction secondary to aortic dissection with involvement of the artery of Adamkiewicz represents a diagnostic and therapeutic challenge due to its low frequency and high morbidity. Timely identification via MRI and CTA is fundamental; however, in patients with complex vascular anatomy and high surgical risk, conservative treatment combined with rehabilitation offers a reasonable alternative, albeit with a guarded functional prognosis.

Institutional Review Board Statement: Ethical review and approval were waived for this study due to the retrospective nature of the case report, which poses no risk to the participant.

Informed Consent Statement: Written informed consent has been obtained from the patient and his son to publish this paper.

Data Availability Statement: Data sharing is not applicable to this article as no new datasets were generated or analyzed during the current study.

Funding Declaration: There is no funding for the publication of this case report.

Consent to Publish declaration: All authors consent to the publication of this case report.

Ethics and Consent to Participate declarations: We have the informed consent for publishing this case report, signed by the patient and his son.

REFERENCES

1. Lindeire S, Hauser J. Anatomy, Back, Artery of Adamkiewicz. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532971/
2. N'da HA, Chenin L, Capel C, Havet E, Le Gars D, Peltier J. Microsurgical anatomy of the Adamkiewicz artery–anterior spinal artery junction. Surg Radiol Anat. 2016;38:563–7.
3. Guziński M, Bryl M, Ziemińska K, Wolny K, Sąsiadek M, Garcarek JS. Detection of the Adamkiewicz artery in computed tomography of the thorax & abdomen. Adv Clin Exp Med. 2017;26:31–7.
4. Sandoval J, De Jesús O. Anterior Spinal Artery Syndrome. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560731/

5. Rahman M, Rahman S, Siddik AB, Chowdhury FH, Hossain SS, Rahman MM. Review on the pathophysiology and management of anterior spinal artery syndrome. J Spine Res Surg. 2020;2:1–5.
6. Pearl N, Weisbrod M, Dubensky L. Anterior Cord Syndrome. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559117/
7. Gupta M, Chhabra HS. Nucleus pulposus embolism causing anterior spinal artery occlusion: A rare but possible cause of fibrocartilaginous embolic myelopathy. Int J Spine Surg. 2020;14:391–6.
8. Santana J, Dalal K. Ventral Cord Syndrome. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541011/
9. Weidauer S, Nichtweiß M, Hattingen E, Berkefeld J. Spinal cord ischemia: aetiology, clinical syndromes and imaging features. Neuroradiology. 2015;57:241–57.
10. Taterra D, Skinningsrud B, Pękala PA, Henry BM, Vikse J, Hsieh WC, et al. Artery of Adamkiewicz: a meta-analysis of anatomical characteristics. Neuroradiology. 2019;61:869–80.
11. Alvernia JE, Simon E, Khandelwal K, Lanzino G, Rabinstein AA, Brinjikji W, et al. Anatomical study of the thoracolumbar radiculomedullary arteries, including the Adamkiewicz artery and supporting radiculomedullary arteries. J Neurosurg Spine. 2022;38:233–41.
12. Yadav N, Pendharkar H, Kulkarni GB. Spinal cord infarction: clinical and radiological features. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2018;27:2810–21.
13. MacGillivray TE, Gleason TG, Patel HJ, Aldea GS, Bavaria JE, Beaver TM, et al. The Society of Thoracic Surgeons/American Association for Thoracic Surgery clinical practice guidelines on the management of type B aortic dissection. Ann Thorac Surg. 2022;113:1073–92.
14. Altuwaijri M, Delis KT, Vrtiska TJ, Gloviczki P, Bower TC, Noel AA, et al. Aortic fenestration for chronic aortic dissection type B complicated by transient ischemic attacks of spinal cord. J Vasc Surg. 2006;44:186–93.
15. Yogendranathan N, Herath HMMTB, Jayamali WD, Kulatunga A, Kulatunga P, Ranasinghe P, et al. A case of anterior spinal cord syndrome in a patient with unruptured thoracic aortic aneurysm with a mural thrombus. BMC Cardiovasc Disord. 2018;18:48.
16. Lee H, Papanagnou D, Berman M, Zhang XC. Man with sudden paralysis: insidious spinal cord infarction due to a non-ruptured abdominal aortic aneurysm. J Emerg Med. 2019;56:413–6.
17. Bonnet B, Kobeiter H, Pescatori L, Maurel B, Ben Abdallah I, Becquemin JP, et al. Preoperative spinal arterial supply mapping using non-selective cone beam computed tomography before complex aortic repair. J Clin Med. 2024;13:796.
18. Yasuda N, Kuroda Y, Ito T, Matsumoto H, Takahashi T, Kato M, et al. Postoperative spinal cord ischaemia: magnetic resonance imaging and clinical features. Eur J Cardiothorac Surg. 2021;60:164–74.
19. Furukawa K, Kamohara K, Nojiri J, Okada K, Inoue T, Totsugawa T, et al. Operative strategy for descending and thoracoabdominal aneurysm repair with preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery. Ann Thorac Surg. 2010;90:1840–6.
20. Aguilar-Salinas P, Lima J, Brasiliense LBC, Hanel RA, Sauvageau E, Binning MJ, et al. Ruptured aneurysm of the artery of Adamkiewicz: is conservative management the standard of treatment in the current era? J Neurointerv Surg. 2018;10:e22.
21. Czerny M, Grabenwöger M, Grimm M, Etz CD, Kari FA, Kondov S, et al. EACTS/STS guidelines for diagnosing and treating acute and chronic syndromes of the aortic organ. Ann Thorac Surg. 2024;118:5–115.
22. Kwon BK, Tetreault LA, Martin AR, Arnold PM, Marco RAW, Newcombe VFJ, et al. A clinical practice guideline for the management of patients with acute spinal cord injury: recommendations on hemodynamic management. Global Spine J. 2024;14(3_suppl):187S–211S.
23. Torre DE, Pirri C. Spinal cord protection in open and endovascular aortic surgery: current strategies, controversies and future directions. Front Cardiovasc Med. 2025;12:1671350.
24. Brotis AG, Kalogeras A, Bareka M, Arnaoutoglou E, Spanos K, Matsagkas M, et al. Prevention and management of spinal cord ischemia after aortic surgery: an umbrella review. Brain Sci. 2025;15(4):409.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):632-643
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.25

Pulmonary tuberculosis patient on observed anti tuberculosis therapy with secondary spontaneous pneumothorax: a case study using the Roy adaptation model

Tuberculosis pulmonar en paciente con tratamiento antituberculoso con neumotórax espontáneo secundario: estudio de caso basado en el modelo de adaptación de Roy

I Made Kariasa[1a*], Eva Yulianti[b], Ratna Sitorus Sudarsono[c], Denissa Faradita Aryani[d], I Gede Juanamasta[2e]

SUMMARY

Introduction: *Secondary spontaneous pneumothorax can occur as a complication of several underlying diseases, such as pulmonary tuberculosis (TB). The accumulation of air in the pleural space causes shortness of breath due to inadequate oxygen supply, leading to poor adaptation and reduced quality of life for patients and, potentially, death. Interventions that apply Roy's adaptation model can help patients adapt to changes in physiological needs, self-concept, role function, and interdependence. The aim of this case study was to apply Roy's adaptation model theory to pulmonary TB patients on observed anti tuberculosis therapy (OAT) with secondary spontaneous pneumothorax.* ***Case*** **Overview**: *In this case, an ineffective adaptive response was identified, with impaired gas exchange emerging as the priority problem, associated with a ventilation–perfusion imbalance. The focal stimulus corresponded to the accumulation of air in the left pleural cavity, while pulmonary tuberculosis was identified as the contextual stimulus. Residual stimuli included a history of pulmonary bullae, left pleural effusion, and exposure to second hand smoke. The nursing interventions implemented were grounded in the coping and control mechanisms described in Roy's Adaptation Model, specifically the regulator and cognator subsystems, with the aim of promoting an adaptive response and optimizing the patient's respiratory function.* **Conclusions**: *The Roy Adaptation Model is highly applicable to patients with respiratory system disorders, including pulmonary tuberculosis complicated by secondary spontaneous pneumothorax. In clinical practice, it is essential to have nursing professionals who are trained according to established standards of care and who possess the competencies required to apply the Roy Adaptation Model effectively in the management of patients with respiratory alterations.*

Keywords: *Nursing Care, Pulmonary TB, Roy's Adaptation Model, Secondary Spontaneous Pneumothorax*

ORCID:
[1] 0000-0003-1661-5782
[2] 0000-0002-5445-7861

a. SKp., MM., MKep., SpKep., MB, Department of Medical-Surgical Nursing FIK, University of Indonesia, Depok, Indonesia
b. Kep., Ns. Master of Nursing Program Specializing in Medical-Surgical Nursing, Faculty of Nursing, University of Indonesia, Depok, Indonesia

[*]**Corresponding author:** I Made Kariasa, Department of Medical-Surgical Nursing FIK, University of Indonesia, Depok, Indonesia. E-mail: imadekariasa.mk@gmail.com

Recibido: 2 de marzo 2026
Aceptado: 27 de abril 2026

c. S.Kp., M. App.Sc, Department of Medical-Surgical Nursing, Faculty of Nursing, University of Indonesia, Depok, Indonesia
d. S.Kep., M.Sc. Ns.Department of Medical-Surgical Nursing, Faculty of Nursing, University of Indonesia, Depok, Indonesia
e. Ns. Nursing Program, STIKes Wira Medika Bali, Denpasar, 80239, Indonesia

RESUMEN

Introducción: *El neumotórax espontáneo secundario puede presentarse como complicación de diversas enfermedades de base, entre ellas la tuberculosis pulmonar (TB). La acumulación de aire en el espacio pleural ocasiona disnea y compromiso de la oxigenación, lo que puede conducir a una adaptación ineficaz, al deterioro de la calidad de vida e incluso a la muerte. Las intervenciones basadas en la teoría del Modelo de Adaptación de Roy pueden favorecer la adaptación del paciente ante cambios en las necesidades fisiológicas, el autoconcepto, la función de rol y la interdependencia. El objetivo de este reporte de caso fue aplicar la teoría del Modelo de Adaptación de Roy en un paciente con tuberculosis pulmonar en tratamiento antituberculoso y con neumotórax espontáneo secundario.* **Presentación del caso**: *En el presente caso se identificó una conducta ineficaz de adaptación, destacándose como problema prioritario la alteración del intercambio gaseoso, asociada al desequilibrio ventilación perfusión. El estímulo focal correspondió a la acumulación de aire en la cavidad pleural izquierda, mientras que, como estímulo contextual, se reconoció la presencia de tuberculosis pulmonar. Asimismo, se identificaron como antecedentes residuales las bullas pulmonares, el derrame pleural izquierdo y la exposición al tabaquismo pasivo. Las intervenciones de enfermería implementadas se fundamentaron en los mecanismos de afrontamiento y control descritos en el modelo de Roy, específicamente en los subsistemas regulador y cognador, con el propósito de favorecer una respuesta adaptativa y optimizar la función respiratoria del paciente.* **Conclusiones**: *La teoría del Modelo de Adaptación de Roy resulta especialmente pertinente para la atención de pacientes con trastornos del sistema respiratorio, como los que presentan tuberculosis pulmonar complicada con neumotórax espontáneo secundario. En el ámbito clínico, es fundamental contar con profesionales de enfermería formados conforme a los estándares de calidad del cuidado y con dominio en la aplicación del Modelo de Adaptación de Roy, a fin de garantizar una valoración integral y una intervención eficaz en pacientes con alteraciones respiratorias.*

Palabras clave: *Cuidado de enfermería, tuberculosis pulmonar, Modelo de Adaptación de Roy, neumotórax espontáneo secundario*

INTRODUCTION

According to the WHO *Global Tuberculosis Report 2025*, tuberculosis (TB) remains one of the leading infectious causes of morbidity and mortality worldwide. In 2024, an estimated 10.7 million people developed TB, representing approximately 131 cases per 100,000 population, marking the first global decline in incidence since the disruptions caused by the COVID-19 pandemic. Despite this modest progress, TB continues to cause more than one million deaths annually, underscoring the persistent global burden of the disease. The distribution of TB remains highly concentrated, with eight countries accounting for roughly two thirds of all cases worldwide: India, Indonesia, the Philippines, China, Pakistan, Nigeria, the Democratic Republic of Congo, and Bangladesh (1). Indonesia continues to rank among the highest burden countries, contributing substantially to global incidence and mortality. Within the Western Pacific Region, where Indonesia is a major contributor, approximately 2.9 million TB cases were reported in 2024, with a regional incidence of 131 per 100,000 population. Although TB affects individuals across all age groups and geographic regions, it remains a preventable and curable disease, and the gradual recovery of TB services post pandemic reflects a positive but insufficient step toward achieving international elimination targets (2). TB is transmitted from person to person through airborne spread. An infected individual releases droplet nuclei—typically 1 to 5 μm in diameter—when speaking, coughing, sneezing, laughing, or singing. Larger droplets settle quickly, whereas smaller particles remain suspended in the air for prolonged periods and can be inhaled by susceptible individuals (3,4). The risk of *M. tuberculosis* transmission is influenced by several factors, including the infectiousness of the source case, the degree of air contamination, the duration of exposure, and the host's susceptibility. The bacterial load in the sputum, the frequency and intensity of coughing, and behaviors such as covering the mouth when coughing directly affect the generation and dispersion of infectious droplet nuclei (4).

Primary risk factors for tuberculosis include close or prolonged contact with individuals who have active TB, as well as conditions that impair immune function, such as HIV infection, malignancies, chronic diseases, and advanced age. Additional risk factors include substance use (drug abuse and alcoholism), cigarette smoking, poor ventilation and high humidity, and living or working in overcrowded or high risk settings, such

as prisons. Low body weight—defined as 10% or more below ideal body weight—also increases susceptibility to infection. Metabolic and chronic conditions, particularly diabetes mellitus, further elevate the risk of developing active TB (5-7).

Classic symptoms of active tuberculosis include persistent cough, weight loss and anorexia, fever, night sweats, dull chest pain, and hemoptysis (3,4,7,8). However, approximately 20% of individuals may remain asymptomatic, particularly those who are immunocompromised or of advanced age (7). Among the most severe complications of pulmonary tuberculosis are tuberculous empyema and bronchopleural fistula. When a tuberculous cavity ruptures, bacilli may enter the pleural space, and the rupture can simultaneously allow air to escape from the lung into the pleural cavity, resulting in a pneumothorax (4). Although uncommon, pneumothorax occurs in approximately 1% of patients with pulmonary TB, with higher frequency among those with cavitary disease (9). TB associated pneumothorax may develop either before the initiation of anti tuberculosis therapy or during the course of treatment (10).

Secondary spontaneous pneumothorax may occur as a complication of several underlying pulmonary diseases, including pulmonary tuberculosis (10). This form of pneumothorax, typically resulting from alveolar overdistension and rupture, is more severe and potentially life threatening than primary spontaneous pneumothorax (9,11). Patients who develop pneumothorax commonly present with acute shortness of breath due to the entry of air into the pleural cavity. As the condition progresses, individuals may appear restless or distressed because of increasing respiratory difficulty. Compensatory physiological responses include tachypnea and tachycardia. The accumulation of air within the pleural space increases intrapleural pressure, compressing the lung parenchyma and leading to partial or complete lung collapse. On physical examination, hyperresonance to percussion is typically noted due to trapped air in the pleural cavity. The collapse of the lung impairs ventilation and oxygenation, and breath sounds become markedly diminished or absent on auscultation (7,11).

Nurses play a critical role in the management of patients with tuberculosis and pneumothorax. Their responsibilities extend beyond direct clinical care to include education, motivation, and support for patients and their families, all of which are essential to promoting health and well being (12). Evidence indicate that nursing practice grounded in theoretical frameworks yields greater benefits than traditional practice that is not theory based. Consequently, nurses are expected to conduct their assessments, interventions, and evaluations through the lens of established nursing theories, ensuring a systematic, evidence informed, and holistic approach to patient care (13).

One nursing theory frequently applied in clinical practice is Sister Callista Roy's Adaptation Model, which centers on the concept of human adaptation. Within this framework, the concepts of nursing, person, health, and environment are interrelated, with adaptation serving as the unifying construct (14). Humans are continuously exposed to internal and external stimuli, and assessment of these stimuli involves identifying three categories: the focal stimulus, which is the immediate stimulus confronting the individual; the contextual stimuli, which are additional factors that contribute to the effect of the focal stimulus; and the residual stimuli, which consist of environmental or personal factors whose influence on the current situation may be unclear but nonetheless relevant (14). Ultimately, individuals generate responses to these stimuli, leading to either adaptive or ineffective outcomes. Adaptive responses promote human integrity and support the achievement of adaptation goals—namely, survival, growth, reproduction, mastery, and transformation of both self and environment. In contrast, ineffective responses fail to meet these goals or may even threaten their attainment (14,15). According to Roy's model, patients must be regarded as active participants in the care process, with mutually established goals guiding the therapeutic relationship between nurses and patients (15).

This theoretical model is particularly well suited for nursing care because of its emphasis on the patient's adaptive capacity, a factor that significantly influences the healing process. Through this theory's lens, nurses can assess patients' behavioral responses across the four adaptive modes: physiological–physical function, self-concept, role function, and interdependence. The model also enables nurses to identify and evaluate patient stressors, thereby supporting more accurate and precise nursing diagnoses (14).

Common nursing problems observed in patients with tuberculosis undergoing observed anti tuberculosis therapy (OAT) who develop pneumothorax include impaired gas exchange, ineffective breathing patterns, ineffective airway clearance, imbalanced nutrition (less than body requirements), activity intolerance, and anxiety (16–18).

Nursing interventions guided by Roy's Adaptation Model focus on the regulator and cognator coping mechanisms. Nursing goals and actions are aligned with the Nursing Outcomes Classification (NOC) and the Nursing Interventions Classification (NIC) (19,20). The regulatory mechanism encompasses automatic physiological responses mediated through neural, chemical, and endocrine pathways; nursing actions based on this mechanism typically address physical status, physiological stability, and the availability of physical resources (14). In contrast, the cognator mechanism involves cognitive–emotional processes such as perception, learning, judgment, and emotion. Interventions grounded in this mechanism consider factors such as educational level, family knowledge, decision-making resources, openness to new information, and the patient's capacity to process and integrate inputs.

Case overview

A 37 year old woman, a housewife with a high school education, residing in Central Jakarta and identifying as Muslim and Javanese, was brought by her family to the Central General Hospital Emergency Department on September 15, 2022, at 00:48 WIB. Her medical history included dyspnea, pulmonary tuberculosis under observed anti tuberculosis therapy (OAT), pulmonary bullae, left sided pneumothorax, dyspepsia, and difficulty with oral intake accompanied by electrolyte imbalance.

The patient's chief complaint was worsening shortness of breath and productive cough, accompanied by nausea, vomiting, loss of appetite, and epigastric discomfort for one week prior to hospital admission. She reported no blood in the sputum, which was described as small in volume and greenish in color. The patient stated that she felt more comfortable in a semi sitting position. She had been undergoing observed anti tuberculosis therapy (OAT) since August 30, 2022, and reported experiencing nausea and vomiting since initiating treatment.

On September 15, 2022, at 11:50 WIB, the patient was transferred to Room NB 1 and prepared for the emergency insertion of a water sealed drainage (WSD) system.

Based on the behavioral and stimulus assessment of the patient's oxygenation system, clinical data indicated worsening shortness of breath and productive cough. The patient reported no blood in the sputum, which was greenish in color and produced in small amounts. Episodes of coughing caused significant discomfort, and the patient stated that she felt more at ease in a semi sitting position. She also reported a history of hemoptysis one month earlier, for which she received treatment at the Central General Hospital (RSP). The patient denied any history of smoking or long distance travel. She had been undergoing observed anti tuberculosis therapy (OAT) with Package 3 FDC, 1 × 3 tablets daily, consisting of Rifampicin (R) 150 mg, Isoniazid (H) 75 mg, Pyrazinamide (Z) 400 mg, and Ethambutol (E) 275 mg, since August 30, 2022. Her medical history also included left sided pulmonary bullae and pleural effusion, for which she had previously been treated in the ICU. During that episode, more than 1000 mL of pleural fluid was drained from the left lung on August 13, 2022.

Physical examination

Results of physical examination: Normochestry, asymmetrical chest wall movement, left chest left behind, no nasal breathing, -/- retractions, use of accessory muscles for breathing. 95% O_2 saturation with 5 liters/minute of oxygen via nasal cannula. Respiratory rate: 28 beats/minute, blood pressure 103/66 mm Hg, pulse: 109 beats/minute, regular and strong rhythm, temperature: 36.7 °C. The patient is attached to the WSD on the 3rd ICS of the left chest, producing 20 cc of reddish fluid, undulation (+), and an expiratory bubble (+). Auscultation: vesicular breath sounds + in the right lung, missing in the upper left lung field, coarse crackles +/-, wheezing -/-, Palpation: tactile fremitus (+) in the right chest and reduced in the left chest, Percussion sonor in the right chest and hyperresonance on the left chest. Chest X-ray results 15/09/2022 10:17 WIB: Cardiomegaly, Bronchopneumonia, Left pneumothorax. MSCT Thorax results September 15, 2022 21:40 WIB: Left pneumothorax with collapse of the superior lobe of the left lung. Consolidation of the inferior lobe of the left lung, suspected pneumonia DD/atelectasis. Pleural thickening with left lung basal split sign, suspected loculated effusion. Laboratory Results September 15, 2022 13:28 WIB: ABG: Respiratory alkalosis pH: 7.52; PO_2: 108.7; PCO_2: 24.2; HCO_3: 19.3; Total plasma CO_2: 20; BE: -3.6; O_2 saturation: 98.5%. Hematology 17/09/2022 03:33 WIB: Hb: 11.6 g/dl; Leukocytes: 7.88 /uL; Platelets: 158,000/μL; Erythrocytes: 4.08 million/μL; MCV 96.1 fl. Hemostasis: PT: 19.6 seconds; APTT: 38 seconds. Stimulus assessment resulted in a focal finding: accumulation of air in the left pleural cavity. Contextual stimulus: Pulmonary TB. Residual stimulus: History of pulmonary bullae (left pleural effusion), passive smoking.

Nutritional examination

A behavioral assessment of the patient's nutritional system revealed that nausea had decreased, vomiting was absent, and appetite remained poor. The patient consumed only half of the meals provided by the hospital. She reported that nausea occurred particularly after taking her OAT medication, and she occasionally ingested the medication before eating, which further contributed to gastrointestinal discomfort. Patients with TB on OAT since August 30, 2022 (already two weeks). Physical examination: oral cavity and tongue: state of dry lip mucosa. Inspection of the abdomen: Symmetrical, no masses, dilated veins, surgical scars. Auscultation: Bowel sounds heard, peristalsis 12 times per minute. palpation: There is tenderness in the epigastric area, the pain is sharp and sore with a scale of 2, there is no enlargement of the liver and spleen, Percussion: tympani. Nutritional Assessment: A (Anthropometry): BB: 65 kg, TB: 150 cm, BMI: 28.9 Kg/m^2, Nutritional status: obese 1, B (Biochemistry): Hb: 11.6 g/dL, GDS: 118 mg/dL, SGOT/SGPT: 50/21 U/L, C (Clinical sign): nausea and no appetite, dry lip mucosa, D (Diet): TKTP diet per oral 1700 kcal with a menu of three main meals and two snack times. Currently, the patient is on IVFD, RL 1500 mL/24 hours. Therapy: Ranitidine 50 mg Intravenous, Metoclopramide HCL 10 mg Intravenous, Sucralfate 3x 1 PO, Lansoprazole 2 x 1 tab PO, OAT drugs continue and be taken after meals. Stimulus assessment resulted in a focal stimulus: OAT therapy. Contextual stimulus: Inadequate nutritional intake. Residual stimulus: Lack of knowledge regarding nutrition and the side effects of OAT drugs.

Elimination examination

A review of the patient's elimination system revealed no abnormalities. In the activity and rest system, assessment data indicated generalized weakness, with dyspnea contributing to easy fatigability and excessive sweating. The patient experienced limitations in performing activities of daily living, requiring assistance from family members and nursing staff for tasks such as eating, bathing, and dressing. She reported poor sleep quality, primarily due to coughing, shortness of breath, and discomfort associated with diaphoresis. Episodes of dyspnea and coughing made the patient more comfortable in a sitting or semi Fowler's position, and these symptoms worsened when lying supine.

Physical examination demonstrated normal muscle tone, full range of motion, no muscle atrophy, and normal muscle coordination, with upper and lower extremity muscle strength documented as 5555/5555. Functional assessment using the Barthel Index indicated a moderate level of dependency (score: 11), while the Morse Fall Scale classified the patient as low risk (score: 45). Stimulus assessment identified: Focal stimulus: shortness of breath and coughing, Contextual stimuli: pulmonary tuberculosis under OAT and pneumothorax and Residual stimulus: history of pulmonary bullae.

Protection Assessment

Behavioral assessment of the protection system, sensation, and endocrine function found no nursing problems. In the fluid and electrolyte system, patient data showed no restrictions on fluid intake. Calculation of fluid balance, namely fluid intake of 2700 mL/24 hours (consisting of 1200 mL of oral fluids, and 1500 mL parenteral fluids) minus the amount of urine, namely 1600 mL/24 hours, WSD output of 20 mL/24 hours, and IWL 770 mL/24 hours, obtained +150 mL/24 hours. The results of the physical examination found dry lip mucous membranes, elastic skin turgor, no pitting edema, CRT less than 2 seconds, no elevation of jugular vein pressure (JVP), and no shifting dullness. The patient's blood pressure is 104/66 mmHg, and pulse is 109 beats/minute. The patient was given 1500 mL of RL fluid per 24 hours. Laboratory September 16,2022 03:33 WIB: Kidney function: Ur/Cr: 28/1.3 mg/dL, eGFR: 46 mL/minute/1.73m^2. Electrolytes: Sodium (Na): 133 mmol/L, Potassium (K): 4.8 mmol/L, Chloride (Cl): 97 mmol/L. Stimulus assessment found focal symptoms: nausea and vomiting. Contextual stimulus: Pulmonary TB on OAT, Pneumothorax. Residual stimulus: none.

Self-Concept Assessment

In the self concept mode, assessment data showed that the patient felt unable to carry out her usual activities due to her illness and expressed fear that her condition might worsen, potentially requiring a longer period of hospitalization. She stated that she wished for her physical condition to stabilize so she could resume her normal activities; however, the recurrent nature of her symptoms caused anxiety, leading her to feel resigned. The stimulus assessment identified anxiety as the focal stimulus, the patient's perception of her illness as a serious and threatening condition as the contextual stimulus, and no residual stimulus was identified. In the role function mode, the patient is a wife and mother of two children and works as a housewife. At present, she is unable to perform her domestic responsibilities due to her health condition. Despite this, she expressed confidence that she would recover soon and return to her usual roles and activities. In the interdependence mode, the patient reported receiving continuous care and support from her family during her illness. She also actively communicates her symptoms and concerns to healthcare professionals—including physicians, nurses, nutritionists, and pharmacists—who are involved in her care. The patient stated that she accepts her current health condition and surrenders the outcome to Allah SWT.

Nursing Diagnoses

Based on the results of the behavioral and stimulus assessment, several nursing problems were found, including (1) Impaired gas exchange related to ventilation-perfusion imbalance characterized by complaints of shortness of breath (SpO_2 95% with 5 lpm oxygen via nasal cannula), tachypnoea (RR 28 times/minute), complaints of shortness of breath making the patient more comfortable in a semi-sitting position, asymmetric chest wall movement, left chest left behind, there was use of accessory muscles for breathing, decreased tactile fremitus on the left chest, hyperresonant percussion on the left chest, breath sounds not heard in the left upper lung field, respiratory alkalosis pH: 7.52; PO_2: 108.7; PCO_2: 24.2; HCO_3: 19.3; Total plasma CO_2: 20; BE: -3.6; O_2 saturation: 98.5%, Thorax MSCT results found left pneumothorax with left lung superior lobe collapse (Domain 4, class 4, diagnosis code

00030). (2) Decreased activity tolerance related to an imbalance between oxygen supply and demand which is characterized by complaints of feeling weak in the body, congested conditions making the patient tired and sweating easily, not sleeping well at night due to coughing and shortness of breath, feeling uncomfortable due to excessive sweating, feeling comfortable in a sitting or semi-Fowler's position while resting or sleeping, and complaints of shortness of breath or increasing cough if the patient sleeps on his back, the patient experiences limitations in daily activities, where activities such as eating, bathing, dressing with the help of family and nurses, Barthel Index: Moderate level of dependence (score 11), BP: 103/66 mmHg, pulse: 109 beats/minute, RR: 28 beats/minute, SPO_2 95% (Domain 4, class 2, diagnosis code 00298). (3) Imbalanced nutrition less than body requirements related to lack of interest in food which is characterized by nausea, vomiting, no appetite, only half the portion of food from the hospital is used up, current weight is 65 kg, height: 150 cm, BMI: 28.9 Kg/m^2, Nutritional status: obese 1, Hb: 11.6 g/dL (Domain 2, class 1, diagnosis code 00002). (4) Risk for electrolyte imbalance with risk factors for nausea, vomiting associated with side effects of TB treatment programs, which are characterized by abnormal electrolyte values: Sodium (Na): 133 mmol/L, Potassium (K): 4.8 mmol/L (Domain 2, class 5, Diagnostic code 00195). (5) Anxiety related to changes in health status, which is marked by the patient saying anxious and afraid if his condition worsens and requires longer hospital care (Domain 9, class 2, diagnosis code 00146).

Nursing Care Plan

The goals and intervention plans were aligned with the patient's identified nursing problem of impaired gas exchange related to ventilation–perfusion imbalance. 1. The expected outcomes included maintaining arterial blood gases (PaO_2, $PaCO_2$, and pH) and oxygen saturation within normal limits, achieving balanced ventilation–perfusion, demonstrating normal respiratory rate and rhythm, absence of accessory muscle use, reduced or absent dyspnea at rest and during activity, symmetrical chest expansion, resonant percussion sounds, effective cough, and clear vesicular breath sounds. Interventions focused on continuous respiratory monitoring, including observation of respiratory rate, rhythm, depth, and effort; assessment of chest wall symmetry and accessory muscle use; evaluation of breathing patterns such as tachypnea or hyperventilation; monitoring oxygen saturation; palpation of lung expansion; percussion of the chest; and auscultation to identify decreased ventilation or adventitious sounds. The nurse also assessed the need for suctioning, monitored for signs of restlessness or air hunger, evaluated the effectiveness of the cough and sputum characteristics, identified factors that worsened dyspnea, and positioned the patient to optimize breathing. Oxygen therapy included monitoring flow and device function, educating the patient on proper use, ensuring correct oxygen concentration, and administering oxygen during mobilization. Chest tube care involved identifying the drainage system, monitoring for signs of pneumothorax, ensuring WSD patency, recording drainage characteristics, securing the tube, maintaining the system below chest level, observing for infection, encouraging coughing and deep breathing, repositioning every 2 hours, and performing dressing changes as indicated. Cognator focused interventions included education on effective coughing, breathing exercises, and active cycle of breathing techniques (ACBT) to reduce dyspnea and facilitate sputum clearance, as well as instruction on WSD function and general care. Collaborative actions included monitoring diagnostic results, administering oxygen and pharmacologic therapy, and assisting with the insertion and management of the WSD.

2. Decreased activity tolerance related to an imbalance between oxygen supply and demand. Objective (NOC): Activity Tolerance (0005), Indicators: Oxygen saturation, heart rate, respiratory rate, blood pressure within the normal range during activity, ease of breathing during activity, and able to perform daily activities (ADLs) independently. Intervention (NIC) regulatory activities include Energy Management (0180), encourage patients to express about limitations in activities; observation of patient restrictions

in carrying out activities; Assess for factors that cause fatigue; Monitor for excessive physical and emotional fatigue; Monitor cardiovascular response to activity: blood pressure, pulse, and respiration during and after activity; Note adverse response to increased activity level, increased heart rate and blood pressure, dysrhythmias, dizziness, dyspnea, tachypnea; Monitor the patient's sleep pattern and length of sleep/rest; Help the patient to perform activities (ambulation, self-care) if necessary; Instruct the patient for physical activity (ambulation, self-care) according to the energy sources they have; elevate the head of the bed, according to tolerance; Instruct the patient to change position slowly; Increase tolerable activity level; Instruct patient to stop activity if palpitations, chest pain, shortness of breath , weakness, or dizziness occurs. Cognator activities include education on periods of rest or bed rest; help the patient to prioritize ADL and desired activities; recommend assistance with activities and ambulation as necessary, if possible; Plan the progress of activities with the patient, including activities in the patient's view as important; educational organization of activities and time management techniques to prevent burnout. The collaborative activities include monitoring laboratory tests, such as Hb/Hct, RBC count, and arterial blood gas (AGD), administering additional oxygen as indicated, and administering medications as indicated.

3. Imbalanced nutrition was less than body requirements related to a lack of interest in food. Objectives (NOC): Nutritional Status (1004), Indicators: Nutritional intake within normal limits, food intake within normal limits, fluid intake within normal limits, adequate energy, ratio of body weight/height within normal limits. Intervention (NIC) regulatory activity namely Nutrition Management (1100) with independent activities including Documenting the patient's nutritional status at admission, record skin turgor, current body weight and degree of weight loss, integrity of the oral mucosa, ability to swallow, presence of intestinal tone, and history of nausea, vomiting, or diarrhea; Determine the patient's ability and willingness to address nutritional problems; Assess the patient's usual dietary patterns and favorite or disliked foods; Monitor intake and output (I&O) and body weight regularly; investigate anorexia, nausea, and vomiting. Note possible correlation with drugs; Monitor side effects of drugs given. Cognator activities include encouraging small, frequent meals or snacks with high-protein and carbohydrate foods, encouraging families to bring food from home, and sharing food with patients unless it is inappropriate or contraindicated. Inform the patient and family about the benefits of nutrition. Collaborative activities, namely referral to a dietitian/nutritionist to adjust the diet, monitoring laboratory tests, administering anti-emetics and other pharmacological therapies, and collaborating on fluid therapy.

4. Risk of electrolyte imbalance. Objective (NOC): Electrolyte Balance (0606), Indicator: Increase in serum sodium (sodium) within the normal range (134-146 mmol/L), Decrease in serum potassium (Potassium) within the normal range (3.4 -4.5 mmol/ L). Intervention (NIC) regulatory activities include Electrolyte Management (2000), Independent Activities, including monitoring abnormal serum electrolyte levels; monitoring symptoms of electrolyte imbalance; maintaining patent intravenous access; monitoring fluid intake and output; monitoring loss of fluids and electrolytes from the presence of WSD fluids, diarrhea, or diaphoresis; controlling excessive electrolyte loss. Electrolyte Monitoring (2020) with the activity of monitoring electrolyte serum levels; Identify possible causes of electrolyte imbalances; Monitor for nausea, vomiting, or diarrhea; Identify medications that can change electrolyte status, such as administration of diuretics, and monitor symptoms of electrolyte imbalance. Cognator activities include teaching the patient how to prevent or minimize electrolyte imbalances and instructing the patient and family on specific dietary modifications, as appropriate. Collaborative Activities: Collaborating on treatment based on the underlying cause; Consult a nutritionist/nutritionist to educate the patient/significant other and to recommend or provide balanced nutrition, using the best route, and provide an appropriate diet to balance electrolytes; laboratory tests to monitor changes in fluid or electrolyte levels.

5. Anxiety related to changes in health status. Objectives (NOC): Anxiety Level (1211), Indicators: demonstrate appropriate range of feelings and appear relaxed and rested appropriately; Anxiety Self-Control (1402), Indicators: acknowledging and discussing fears and worries, Expressing accurate knowledge of the situation, reporting the early use of effective coping strategies individually; Spiritual Health (2001), Indicators: increased quality of faith, hope, meaning of life goals, spiritual attainment, feelings of calm, ability to pray, spiritual satisfaction. Intervention (NIC) regulatory activities include Anxiety Reduction (5820). Independent activity Independent: Encourage patient to express feelings; Listen attentively; Identify the level of anxiety; Help the patient recognize situations that cause anxiety; Evaluation of the patient's and family's level of understanding regarding health conditions; Give the opportunity to ask questions and answer honestly; Ensure that the patient and care provider have an understanding of the same terms being used; Involve patients and loved ones in treatment planning; Take time to prepare for action and treatment; Provide physical comfort to the patient. Aromatherapy (1330): Choose or mix the right essential oils to enhance relaxation; Involve the patient in choosing the preferred essential oil; Monitor vital signs, response, and patient discomfort before and after administration of therapy. Cognator activities include practicing diversion activities to reduce anxiety, practicing relaxation techniques, and teaching meditation and guided imagery. Spiritual Support (5420): Use therapeutic communication to build trust and empathic care; Provide privacy and quiet time for spiritual activities; Pray with individuals; Encourage participation in interactions with family members, friends, and others.

DISCUSSION

Roy's Adaptation Model provides a suitable and effective framework for collecting patient information, as its application enhances nurses' concentration, organization, clinical reasoning, and decision making (14,21). Guided by this model, nurses conduct systematic assessments through interviews, observations, and precise measurements. They then identify maladaptive behaviors—representing the patient's problems—across the four adaptive modes, along with the associated stimuli (21,22). Based on this analysis, nurses design targeted educational and therapeutic interventions to address maladaptive responses. Evidence shows that applying this model improves patient adaptation, and studies in individuals with chronic obstructive pulmonary disease have demonstrated positive outcomes when care is guided by Roy's framework (22).

Tuberculosis may present as either an acute or chronic infection, and one of its recognized complications is pneumothorax (23). Although spontaneous pneumothorax is rare, occurring in fewer than 5% of patients with severe cavitary disease, it can develop when a tuberculous cavity ruptures and forms a bronchopleural fistula, when a bleb ruptures into the pleural space, or as a result of liquefactive pleural necrosis secondary to caseous infiltration (24,25). In the present case, the patient developed pneumothorax due to a previously ruptured bleb, and management included the placement of a water sealed drainage (WSD) chest tube. The accumulation of air in the pleural cavity increases intrapleural pressure, compresses the lung parenchyma, and leads to collapse, resulting in shortness of breath that can become life threatening if untreated (9,23). As part of the body's compensatory response to impaired ventilation, the patient exhibited tachypnea and an increased pulse rate (23).

The Multislice Computed Tomography (MSCT) results revealed a left sided pneumothorax accompanied by collapse of the superior lobe of the left lung, as well as consolidation in the inferior lobe suggestive of pneumonia or, alternatively, atelectasis. Additional findings included pleural thickening and a basal split sign, indicating a likely loculated effusion. These structural abnormalities contributed directly to the patient's impaired gas exchange due to a ventilation–perfusion imbalance. In pneumothorax, the accumulation of air in the pleural cavity reduces the available alveolar surface area, decreases the number of functional alveoli through collapse or damage,

and limits the amount of oxygen reaching the alveoli (25,26). Consequently, oxygen diffusion into the bloodstream is diminished, hemoglobin binds less oxygen, and carbon dioxide removal becomes impaired because collapsed alveoli cannot effectively receive CO_2 from the blood. This pathophysiological process was reflected in the patient's arterial blood gas results, which showed a low $PaCO_2$ of 24.2 mmHg, an SpO_2 of 95%, and a respiratory rate of 28 breaths per minute. To address impaired gas exchange, the patient received oxygen therapy at 5 L/min via nasal cannula and underwent insertion of a water-sealed drainage (WSD) chest tube to evacuate intrapleural air and facilitate lung re-expansion. The patient also exhibited an acid–base imbalance consistent with respiratory alkalosis, characterized by decreased $PaCO_2$ and elevated pH, a pattern commonly associated with tachypnea as a compensatory response to hypoxemia and dyspnea. In this state, the kidneys increased bicarbonate excretion as part of the compensatory mechanism (23). Together, these findings illustrate the physiological consequences of pneumothorax and underscore the importance of timely interventions to restore adequate ventilation, correct gas exchange abnormalities, and stabilize acid–base balance.

The nursing actions implemented to support the patient's adaptation to impaired gas exchange involved both regulator and cognator mechanisms. Regulator-focused interventions included continuous monitoring of respiratory status, positioning the patient in Fowler's position to optimize ventilation, collaborating in administering oxygen therapy, and providing comprehensive chest tube care. Cognator-focused interventions emphasized patient education, including instruction in effective coughing techniques, breathing exercises, and the Active Cycle of Breathing Techniques (ACBT) to reduce dyspnea and facilitate sputum clearance, as well as education on overall care and the function of the water-sealed drainage (WSD) system. Another nursing problem identified in the patient was activity intolerance, a condition characterized by insufficient physiological or psychological energy to perform or complete required or desired daily activities. This intolerance may result from generalized weakness, an imbalance between oxygen supply and demand, or a sedentary lifestyle, and is manifested by abnormal blood pressure, heart rate, or respiratory responses during activity, discomfort following exertion, and patient reports of fatigue and weakness (18). Interventions addressing this problem aim to help the patient adapt her activity level to her current capabilities, thereby improving functional tolerance and overall quality of life (27).

In this patient, malnutrition below body requirements was attributed to poor appetite, nausea, and vomiting following OAT administration, as well as the patient's inability to finish more than half of the meals provided. This is particularly concerning because individuals with tuberculosis experience hypermetabolism due to the infectious process, increasing their nutritional requirements. Adequate nutrition is essential for effective TB treatment, and patients must understand the importance of sustained nutritional support throughout therapy. Evidence indicates that interventions to improve nutritional intake, combined with strong support from family members and healthcare providers, play a critical role in helping TB patients meet their nutritional needs (28,29). Another nursing problem identified in the patient was the risk of electrolyte imbalance. Electrolyte disturbances in TB patients may result from vomiting, diarrhea, and excessive sweating. In this case, hyponatremia was likely caused by vomiting and dehydration, while hypokalemia may have resulted from urinary potassium loss and repeated vomiting. Hypocarbonemia observed in pulmonary tuberculosis can be explained by compensatory physiological mechanisms aimed at maintaining electrochemical neutrality, influenced by plasma sodium and chloride levels. Given that electrolyte disturbances occur in approximately 20–40% of patients with tuberculosis, close monitoring of electrolyte levels is essential to prevent complications and guide appropriate management (17).

Another nursing problem identified in this patient was anxiety related to changes in health status. Evidence from Ethiopia reports a high

prevalence of anxiety among individuals with tuberculosis, reaching 41.5%, while a study conducted in Mexico found a wide prevalence range of 7.14% to 74%, indicating that anxiety is a frequent and significant comorbidity in TB patients (29,30). Factors such as perceived stigma, high levels of stress, being in the intensive phase of treatment, and low body mass index have been shown to be significantly associated with both anxiety and depression in this population (31). These psychological conditions can negatively influence treatment adherence and overall well being. Early identification of risk factors and the development of targeted interventions to reduce anxiety in TB patients are essential, as improving psychological adaptation can enhance disease control, reduce transmission, and help prevent the emergence of drug resistant strains. Ultimately, addressing anxiety contributes to a better prognosis and improved quality of life for individuals living with this chronic condition (30,31).

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION

Nursing care planning for pulmonary tuberculosis patients undergoing OAT who develop left secondary spontaneous pneumothorax, when approached through Roy's Adaptation Model, begins with a comprehensive assessment of patient behaviors across the four adaptive modes—physiological, physical function, self concept, role function, and interdependence—in response to internal and external stimuli, including focal, contextual, and residual factors. Based on this assessment, the nurse analyzes the data to identify maladaptive behaviors and formulate nursing diagnoses, then develops intervention strategies to promote adaptive responses. The effectiveness of these interventions depends on the nurse's ability to accurately interpret the patient's situation and collaborate with all members of the healthcare team involved in patient care. Applying this theoretical model enables nurses to deliver more holistic, structured care, thereby enhancing the patient's ability to adapt to internal and external changes that threaten physical and psychological well-being.

Roy's Adaptation Model is particularly applicable to patients with respiratory system disorders, including those with pulmonary tuberculosis complicated by secondary spontaneous pneumothorax. Effective implementation requires nurses who are proficient in the standards of nursing care and skilled in applying the model within clinical settings. By integrating Roy's framework into practice, nurses can better support adaptive processes, improve patient outcomes, and enhance the overall quality of care for individuals with complex respiratory conditions.

Conflict of Interests. The authors declare that there is no conflict of interest

Ethical statement. Not Applicable

Acknowledgments. None

Funding sources. None

Data Availability Statement. Data sharing does not apply to this article as no datasets were generated or analyzed during the current study.

Author contribution: Study design: IMK, EY, RSS; Data collection: EY, DFA; Data analysis: IMK, EY, RSS, DFA; Study supervision: IMK, RSS; Manuscript writing: IMK, RSS, IGJ; Critical revisions for important intellectual content: IMK, RR, LA, EM, RBS, IGJ

REFERENCES

1. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2022. World Health Organization; 2022.
2. World Health Organization (WHO). Global tuberculosis report 2019. World Health Organization, 2019.
3. Smeltzer S, Bare B. Smeltzer & Bare Textbook of Medical Surgical Nursing (M. Farrell (Ed.). Lippincott Williams & Wilkins; 2017.
4. LeMone PT, Burke KM, Gerene Bauldoff RN, Gubrud P. Medical-surgical nursing: Clinical reasoning in patient care. Pearson, 2014.

5. Black JM, Hawks JH. Medical Surgical Nursing: Clinical Management of Expected Results. Elsivier Singapore. 2014;
6. Burhan E, Isbaniah F, Sinaga BY. Tuberculosis–Guidelines for Diagnosis and Management in Indonesia. Jakarta, Indonesia, Pulm Dr. Assoc. 2021;
7. Sorenson M, Quinn L, Klein D. Pathophysiology Concept of Human Disease. Pearson Education, Inc.; 2021.
8. Harding MM, Kwong J, Hagler D, Reinisch C. Lewis's Medical-Surgical Nursing. Elsevier; 2023.
9. Inokuchi G, Chiba F, Makino Y, Tsuneya S, Iwase H. Sudden death due to tension pneumothorax associated with pulmonary tuberculosis. Forensic Sci Med Pathol. 2021;17(1):152–6.
10. Singh SK, Tiwari KK. Analysis of clinical and radiological features of tuberculosis-associated pneumothorax. Indian J Tuberc. 2019;66(1):34–8.
11. Hinkle JL, Cheever KH, Overbaugh KJ. Management of patients with diabetes. Brunner Suddarth's Textbook of Medical-Surgical Nursing, 15th ed., Wolters Kluwer India Pvt Ltd., 2022;2134–76.
12. Byberg L, Väster K, Lepp M, Rosengren K. Nurses' Experiences of Caring for Patients with Tuberculosis - An Interview Study in Indonesia. Int Arch Nurs Heal Care. 2019;5:136.
13. Younas A, Quennell S. Usefulness of nursing theory-guided practice: an integrative review. Scand J Caring Sci. 13;33(3):540–55.
14. Tomey AM, Alligood MR. Nursing Theory Utilization & Application 8th ed. Hamid A, Ibrahin K, editors. St. Louis: The C.V Mosby Elsevier; 2017.
15. Fawcett J, DeSanto Madeya S. Contemporary nursing knowledge: analysis and evaluation of nursing models and theories. 3rd ed. Philadelphia: F.A. Davis; 2012.
16. Doenges ME, Moorhouse MF, Murr AC. Nursing care plans: Guidelines for individualizing client care across the life span. FA Davis; 2019.
17. Mrudula N, Patil L. Effect of antitubercular treatment on serum electrolyte and bicarbonate among pulmonary tuberculosis patients in a tertiary care Hospital: An observational study. Int J Clin Biochem Res. 2019;6(1):41–4.
18. Herdman TH, Kamitsuru S, Lopes C. NANDA International Nursing Diagnoses: Definitions & Classification, 2024-2026. Georg Thieme Verlag; 2024.
19. Butcher HK, Bulechek GM, Dochterman JMM, Wagner CM. Nursing Interventions classification (NIC)-E-Book. Elsevier Health Sciences; 2018.
20. Moorhead S, Johnson M, Maas ML, Swanson E. Nursing Outcomes Classification (NOC)-E-Book: Measurement of Health Outcomes. Elsevier Health Sciences; 2018.
21. Mansouri A, Baraz S, Elahi N, Malehi AS, Saberipour B. The effect of an educational program based on Roy's adaptation model on the quality of life of patients suffering from heart failure: A clinical trial study. Japan J Nurs Sci. 2019;16(4):459–67.
22. Akyil RÇ, Ergüney S. Roy's adaptation model–guided education for adaptation to chronic obstructive pulmonary disease. J Adv Nurs. 2013;69(5):1063–1075.
23. Hinkle JL, Cheever KH. Textbook of Medical-Surgical Nursing. 12 th. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2018.
24. Hulme KM, Isaacs D, Marais BJ, Robinson PD. Spontaneous Pneumothorax in a Young Child With Pulmonary Tuberculosis. Pediatr Infect Dis J. 2018;37(12):e343–5.
25. Walls R, Hockberger R, Gausche-Hill M, Erickson TB, Wilcox SR. Rosen's Emergency Medicine-Concepts and Clinical Practice E-Book: 2-Volume Set. Elsevier Health Sciences; 2022.
26. Briones-Claudett KH, Briones-Claudett MH, Posligua Moreno A, Estupiñan Vargas D, Martinez Alvarez ME, Grunauer Andrade M. Spontaneous Pneumothorax After Rupture of the Cavity as the Initial Presentation of Tuberculosis in the Emergency Department. Am J Case Rep. 2020;21.
27. Roba AA, Dasa TT, Weldegebreal F, Asfaw A, Mitiku H, Teklemariam Z, et al. Tuberculosis patients are physically challenged and socially isolated: A mixed methods case-control study of Health Related Quality of Life in Eastern Ethiopia. Furin J, editor. PLoS One. 2018;13(10):e0204697.
28. Feleke BE, Feleke TE, Biadglegne F. Nutritional status of tuberculosis patients: a comparative cross sectional study. BMC Pulm Med. 2019;19(1):182.
29. Ren Z, Zhao F, Chen H, Hu D, Yu W, Xu X, et al. Nutritional intakes and associated factors among tuberculosis patients: a cross sectional study in China. BMC Infect Dis. 2019;19:907.
30. Lara-Espinosa JV, Hernández-Pando R. Psychiatric Problems in Pulmonary Tuberculosis: Depression and Anxiety. J Tuberc Res. 2021;09(01):31–50.
31. Mohammedhussein M, Alenko A, Tessema W, Mamaru A. Prevalence and Associated Factors of Depression and Anxiety Among Patients with Pulmonary Tuberculosis Attending Treatment at Public Health Facilities in Southwest Ethiopia. Neuropsychiatr Dis Treat. 2020;16:1095–104.

ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

Gac Méd Caracas 2026;134(2):644-648
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.26

Escepticemia: una condición deseable

Skepticism: a desirable condition

Álvaro Bustos González

"Escepticemia:
Trastorno raro y, en general, de baja infectividad.
La educación recibida
en las facultades de medicina puede llegar a conferir
inmunidad de por vida frente al mismo" (1)

Antes del siglo XVI, la ciencia era apenas un estrambote de la cultura. El conocimiento objetivo, fundado en la verificación y el análisis, daba pasos balbuciantes y el embrión de la *Scienza Nouva* apenas comenzaba a mostrar signos de vida. Dos libros, uno de Andrea Vesalio (*De humani corporis fabrica*) y otro de Nicolás Copérnico (*De revolutionibus orbium coelestium*), cambiaron la concepción que se tenía del hombre y del universo, desatando al paso un denso conflicto ideológico con los rezagos medievales de la tradición aristotélico-tomista que habían sobrevivido al envite del Renacimiento (2). Hoy la ciencia, venturosamente, ya no es un simple apéndice de la cultura: es parte fundamental de ella y tal vez uno de sus pilares fundamentales.

Pero no todo el color de la rosa es homogéneo. La confusión persiste, y en plena era del conocimiento el hombre sigue buscando respuestas totales y absolutas a su tránsito vital, unas veces dándole a la ciencia un poder mayor del que formalmente tiene, y en otras ocasiones entregándose a una fe irracional que lo lleva por caminos extraviados, a veces ahítos de violencia y dogmatismo. El origen del mal se halla en la desmedida inclinación que tenemos a resguardar nuestras perplejidades y estupefacciones a la sombra de autoridades sabihondas o proféticas, que, por el simple hecho de serlo, nos inundan y avasallan con sus pregones y sentencias. Con resignada distracción, olvidamos, por lo demás, lo que es una frase atribuida a Bertolt Brecht (1), según la cual el principal objetivo de la ciencia no consiste en abrir una puerta a la sabiduría infinita, sino en poner límites al error infinito.

Una de las actividades profesionales más vulnerables a la influencia del autoritarismo

Correspondencia: Álvaro Bustos González. E-mail: decanoareadelasalud@unisinu.edu.co

Recibido: 17 de marzo 2026
Aceptado: 28 de marzo 2026

ORCID:
[1] 0009-0002-0356-0073

Especialista en Pediatría, Microbiología Médica y Bioética. Decano, Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad del Sinú – Elías Bechara Zainúm, Montería, Colombia

intelectual es la medicina. Con más frecuencia de lo admisible, en el campo médico refulgen verdades establecidas con base en estudios insuficientes o francamente inválidos, pero que se mantienen por largo tiempo como arquetipos del bien pensar y del bien hacer, sin que nadie se atreva a refutarlas, en virtud de que parecen inmutables por la nobleza de su origen o por su repetición sistemática. Para remediar dicho error, un grupo de epidemiólogos de la Universidad de McMaster, en Ontario, Canadá (3), forjó una estrategia de análisis crítico de la literatura médica que implica el aprendizaje de los distintos diseños de investigación clínica, su pertinencia, validez y utilidad en cada caso o circunstancia, así como la cabal interpretación de sus datos y resultados. La *Medicina basada en la evidencia*, hija predilecta de aquella estrategia, constituye hoy el portaestandarte de lo que se ha dado en llamar "la ciencia del arte de la medicina", un instrumento de exploración que se alimenta de la bioestadística, la experiencia del médico, las expectativas del enfermo y la lectura de trabajos bien diseñados y bien conducidos, libres de desvíos metodológicos y de conclusiones improbables.

Pero la *Medicina basada en la evidencia*, si no se usan las bridas apropiadas, podría llegar a convertirse en una nueva liturgia. Su práctica a rajatabla, si ello fuera posible, paralizaría el ejercicio de nuestra profesión y nos devolvería a una situación en la que el médico, una vez más, quedaría embrujado por la información conjetural (toda información de origen científico es conjetural por naturaleza) o por el temor a pretermitir los nuevos paradigmas, aunque estos no sean más que espléndidas y seductoras luces de bengala. El problema mayor consistiría en que hiciera carrera la idea de que las cuestiones de la medicina nada tienen que ver con los intereses culturales o industriales, y que el derroche de imaginación del que hacen gala muchos investigadores es un camino siempre despejado y seguro, inviolable a las asechanzas del sofisma y el desatino. El aforismo de Einstein "*La imaginación es más importante que el conocimiento. El conocimiento es limitado. La imaginación abarca el mundo"* (4), no parece surtir, en todo momento, efectos benéficos en el terreno de la investigación clínica, como veremos ahora.

El doctor Silas Weir Mitchell (1829–1914) fue un prestigioso neurólogo, escritor y fisiólogo de Filadelfia que ejerció entre los siglos XIX y XX. Aquella era una época de machismo desaforado y muchas mujeres, víctimas de la congoja y el estrés, buscaban ayuda en manos de médicos famosos. El doctor Silas, prevalido de su esclarecida reputación, elaboró un estudio para demostrar que la "cura de reposo", un descanso en ambientes bucólicos, sin pensar ni leer, apaciguaba las turbulencias emocionales de la mujer. El reposo servía y sirve, desde luego, pero las conclusiones del estudio son falsas en cuanto a que una de las condiciones del éxito del tratamiento — la ausencia de actividad intelectual — es benéfica porque, presumiblemente, dicha actividad sería dañina para el género femenino (5). Hace unos años, entre 1996 y 1999, en Inglaterra se realizó una investigación que pretendió demostrar que, antes del advenimiento de los teléfonos celulares, los jóvenes fumaban más, hipótesis que, en principio, luce descabellada, ya que, *a priori*, es una asociación sin pies ni cabeza (6). Otros trabajos, también aparecidos en revistas internacionales de renombre, han pretendido relacionar las alergias infantiles con la edad de la menarquia de la madre y la esquizofrenia con la fecha del nacimiento, de tal suerte que a mayor precocidad menstrual, mayor riesgo de asma y dermatitis atópica en la descendencia, mientras que los nacidos en febrero y marzo estarían expuestos a un mayor peligro de desarrollar psicosis hebefrénica o paranoide (7,8). Estas son, a toda luz, búsquedas torpes de asociaciones absurdas o erróneas, producto de una imaginación desbordada o del vanidoso rito que se apropió de las universidades norteamericanas y europeas desde mediados del siglo pasado: "publicar o morir". Es frente a estas deplorables realidades de la literatura médica cuando el escepticismo y su sucedáneo, la escepticemia, adquieren un precio impagable.

Nature y Science se consideran entre las revistas científicas de mayor prestigio internacional, caracterizadas por un riguroso proceso editorial y un altísimo nivel de selectividad. Aunque muchos investigadores aspiran a publicar en ellas, no todos los científicos consolidados eligen estas revistas como destino preferente, ya sea por razones de

especialización, políticas editoriales o estrategias de difusión. Pero la autoridad, tanto moral como científica, a veces se resquebraja por pequeños o grandes desaciertos que sólo corroboran la fragilidad de toda obra humana. *Nature*, por ejemplo, rechazó en su momento los trabajos de Hans Krebs sobre el ciclo del ácido cítrico (ciclo de Krebs), de Harold C. Urey sobre el deuterio (hidrógeno pesado) y de Enrico Fermi sobre su teoría de la interacción débil y la desintegración de las partículas beta (9). El rechazo, en sí, no habría tenido repercusiones profundas si Krebs, Urey y Fermi no hubieran obtenido posteriormente el premio Nobel por esos mismos descubrimientos. *Science*, por su parte, desestimó la comunicación en la que Rosalyn Yalow describía por primera vez los principios del radioinmunoanálisis, un método que posteriormente fue aceptado como útil en muchos hospitales del mundo (10). Si en estos casos hubiera prevalecido el criterio autoritario de las revistas en cuestión, importantes aportes al conocimiento habrían quedado a la deriva durante un tiempo desconocido, con penosas consecuencias imposibles de cuantificar.

Por los días que corren, los metaanálisis se han convertido en una opción de última hora para resolver las dudas que los estudios específicos no han podido elucidar. Bajo una frondosa enramada, llena de sofisticados procedimientos matemáticos, un conjunto de evidencias poco fiables aspira a adquirir un cariz convincente. La técnica consiste, a menudo, en asumir que meras sospechas o argumentos débiles adquieren fuerza demostrativa cuando se consideran en conjunto. Pero lo cierto es que un conjunto de evidencias poco fiables sigue siendo poco fiable. Ahora bien, si es necesario recurrir a innumerables estudios para demostrar una diferencia, la diferencia real debe ser minúscula y, por tanto, no debe tener mayor trascendencia. La necesidad de buscarle explicaciones a todo, como si los linderos de la ciencia fueran inagotables, ha llevado a los médicos y a sus pacientes a confundir los términos de asociación y de causa. Aunque una asociación parezca perfecta, nunca es posible demostrar, basándose exclusivamente en ella, la existencia de un vínculo causal. No todo el que fuma muere de cáncer pulmonar, ni todo aquel que se expone al bacilo tuberculoso adquiere la enfermedad, puesto que una causa necesaria no siempre es una causa suficiente (1).

Tratándose de la *Medicina basada en la evidencia*, el objetivo parece afincarse en lo que se descubre y prueba, y no en lo que se descarta o niega. En este punto, es preciso recordar que son los resultados discordantes los que nos permiten avanzar hacia un mejor conocimiento, en especial cuando se trata de asuntos de cierta complejidad, como los que se derivan de la relación entre la enfermedad y el enfermo. En apoyo a esta tesis, vino como anillo al dedo, con toda su fuerza epistemológica, el muchas veces citado Karl Popper, para quien la ciencia progresa fundamentalmente mediante la detección y eliminación del error. El conocimiento científico es, en su visión, conjetural y provisional, siempre susceptible de revisión a la luz de nueva evidencia (11).

La repetición insensible y acrítica de verdades establecidas por la tradición es otro de los puntos débiles de la literatura médica. A Hipócrates se le atribuye, por centurias, la descripción del cólico saturnino y, al respecto, no existen siquiera indicios (12). Otro tanto ocurre con las espinacas, que tanta fama le han conferido a Popeye. A este vegetal se le atribuye un alto contenido de hierro que, de hecho, no posee. En efecto contienen hierro, pero no más que otras verduras, y además en una forma poco biodisponible por su alto contenido de oxalatos. Ocurrió que, al publicar el trabajo correspondiente, durante la impresión de este, alguien corrió la coma de los decimales y las espinacas, inocentes del pecado, aparecieron conteniendo una carga férrica que no les corresponde. Hoy se sabe, sin embargo, que las primeras tablas nutricionales del siglo XIX sobreestimaron el contenido de hierro de las espinacas, no por un error de impresión, sino por errores metodológicos en la técnica analítica de la época (métodos gravimétricos imprecisos) (13). Otro aspecto muy en boga es el de los apóstoles de la vida sana, un loable propósito que se divulga a través de los medios de comunicación masivos y que desemboca en algunas neurosis colectivas, puesto que no es lo mismo hablarle de los riesgos

al enfermo que al que nada siente ni padece. Aunque es obvio que el riesgo relativo, valga el ejemplo, constituye un índice de la asociación entre un presunto marcador de alarma y una enfermedad, nada tiene que ver con la probabilidad de que un individuo padezca indefectiblemente dicha enfermedad. Lo que no parece prudente es someter a los ciudadanos a pagar anticipadamente el precio de sus precariedades, aunque éstas sean banales. Más humano y científico, si se quiere, sería establecer que, para vivir a plenitud, es necesario mantener un cierto equilibrio entre los riesgos razonables y los que no lo son. Una preocupación mórbida por evitar la muerte y el estado de incertidumbre que origina el miedo pueden llegar a disminuir irremediablemente la calidad de vida de los individuos (1).

Los ensayos clínicos controlados son, sin duda, los diseños más confiables y sólidos en el ámbito de la investigación clínica. El inconveniente es que no siempre es fácil ni posible hacerlos de manera rigurosa. Ya es legendaria la anécdota divulgada por Sir Arthur Bradford Hill, que llevó a terminar con anticipación uno de ellos: "Doctor, ¿por qué me ha cambiado las píldoras?", preguntó la paciente sometida a un estudio aleatorio, prospectivo y doble ciego. "¿Qué le hace pensar tal cosa?", le replicó el investigador. "Pues porque cuando las tiraba al retrete la semana pasada flotaban, y esta semana se hunden" (14).

El epidemiólogo Alvan R. Feinstein advirtió que varias de las principales "enfermedades intelectuales" de la literatura médica moderna derivan del uso inapropiado de la significación estadística, particularmente cuando el valor de p se interpreta como criterio de verdad científica o de relevancia clínica (15). En efecto, se da por sentado que aquello que no es estadísticamente significativo no tiene valor en la práctica médica, lo cual es, al menos, un principio incorrecto. La significación estadística es un concepto probabilístico (la probabilidad de refutar una hipótesis nula cuando esta es cierta) que no debe confundirse con el criterio de importancia clínica. El valor de p no tiene nada que ver con la magnitud de una diferencia medida. Sabido es que grandes diferencias a favor de un medicamento pueden demostrarse con pocos pacientes, pero si para demostrar los beneficios de un tratamiento es indispensable recurrir a un número muy grande de pacientes, es casi seguro que el tratamiento resultará dudoso y, al final, quizá no tenga importancia práctica alguna.

Con frecuencia, en el ámbito de la medicina, se abusa del concepto de la experiencia. Aun cuando la experiencia es invaluable para recordar episodios concretos con pacientes del pasado, la obcecación de tratar de ver las cosas como ya fueron vistas una vez, en todo momento, limita indebidamente el horizonte del diagnóstico diferencial. En ocasiones, la llamada experiencia no significa más que los errores recurrentes que cometemos cada vez con mayor convicción, y, en todo caso, la experiencia personal sólo debe complementar, jamás sustituir, las buenas lecturas, la buena calidad de la información y los buenos experimentos (1).

Una de las características deshumanizadas de la medicina actual es que tiende a preocuparse por curar lo curable a expensas de olvidarse de lo incurable. En este contexto, no debe extrañarnos la proliferación de prácticas alternativas que, además de su bajo costo, constituyen un tributo al poder no suficientemente conocido del efecto placebo, cuya acción se dirige a reducir los componentes subjetivos de las dolencias humanas. ¿Quiere esto decir que la medicina, que se nutre de información científica, no es en sí misma una ciencia, puesto que ésta cultiva lo problemático y lo dudoso, mientras que aquella tiene como función prístina aliviar el sufrimiento? "La ciencia no puede ser buena o mala, decía el neurofisiólogo Sherrington, sino falsa o verdadera" (16). Esto puede ser cierto, en gracia de discusión, y de ello se deduce que una de las propiedades de la ciencia consiste en buscar la verdad y corregir el error, lo cual no puede, por sí mismo, dictar valores morales. De ahí que la ciencia sea compatible con la herejía y que ella y la moral religiosa no hayan hecho nunca buenas migas. En efecto, cuando Copérnico y Galileo echaron por tierra los mitos del cosmos medieval, la física y la astronomía se fortalecieron, mientras que la dogmática católica entró en crisis. Pero con la medicina el asunto es diferente. Esta no es una

ciencia en un sentido estricto, como se dijo arriba, y posee una dimensión moral que la ciencia no tiene. El ser humano, que es el fin último de los estudios médicos, es el único sujeto de valores morales que existe. Esa criatura, que le teme al dolor y a la muerte, no puede ser vista con la frialdad con que se mira un objeto inanimado.

Frente a la información científica, pues, es indispensable inculcarles a los profesionales de la salud el valor del escepticismo, ese bisturí capaz de librar a la gente del cúmulo de tejidos muertos que, en las mentes sugestionables, forman el autoengaño y algunas creencias sin fundamento.

REFERENCIAS

1. Skrabanek P, McCormick J. Follies and Fallacies in Medicine. Glasgow: The Tarragon Press; 1992.
2. Appleyard B. Ciencia vs. Humanismo. Buenos Aires: Editorial El Ateneo; 2004.
3. Sackett DL, Haynes RB, Guyatt GH, Tugwell P. Epidemiología clínica. 2ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 1994.
4. Viereck GS. What life means to Einstein. Saturday Evening Post. 1929 Oct 26:17–117.
5. Giménez O. Relaciones estadísticamente insignificantes. En: Si Galileo levantara la cabeza. Barcelona: Ma Non Troppo, Ediciones Robinbook; 2004. p. — (no se especifican páginas en la fuente original citada).
6. Charlton A, Bates C. Decline in teenage smoking with rise in mobile phone ownership: hypothesis. BMJ. 2000;321:1155.
7. Xu B. [Artículo citado sin título]. Thorax. 2000;55:691–3. Citado por: Jiménez O. En: Si Galileo levantara la cabeza. Barcelona: Ma Non Troppo, Ediciones Robinbook; 2004.
8. McGuffin P, Gottesman II, Swerdlow RH, Binder D, Parker WD, Weilerstein R, et al. Risk factors for schizophrenia. N Engl J Med. 1999;341(5):370-2.9.
9. Fifield D. Nature. 1689–1969. New Sci. 1969;44(673):230–2.
10. Yalow RS. Radioimmunoassay: a probe for the fine structure of biological systems. Science. 1978;200:1236–45.
11. Popper KR. Objective Knowledge: An Evolutionary Approach. Oxford: Clarendon Press; 1972.
12. Waldron HA. Hippocrates and lead. Lancet. 1973;2:626.
13. Hamblin TJ. Fake! BMJ. 1981;283:1671.
14. Hill AB. Personal view. BMJ. 1985;290:1074. Citado en: Skrabanek P, McCormick J. Follies and Fallacies in Medicine. Glasgow: The Tarragon Press; 1992.
15. Feinstein AR. Clinical biostatistics. XXXIV. The intellectual diseases of modern medicine. Clin Pharmacol Ther. 1971;12:864–79.
16. Sherrington CS. The Endeavour of Science. Cambridge: Cambridge University Press; 1929.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):649-669
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.27

Funciones Sigmoideas en Medicina

Sigmoid functions in Medicine

Giuseppe Lanza-Tarricone

RESUMEN

La función sigmoide forma parte de la modelación matemática y se utiliza en investigaciones de múltiples disciplinas. La matemática permite objetivar ciertos problemas médicos y darles una solución razonable aplicable en la realidad. La función sigmoide, con su gráfica en "S" característica, se relaciona con una fase de latencia, una de aceleración y otra de saturación. El objetivo de este trabajo es presentar la utilidad de este tipo de funciones en medicina, con aplicaciones en diversos ámbitos: bioestadística, enfermedades infecciosas, epidemiología, epidemias, farmacología, entre otros. Para su desarrollo se presentan aspectos desde la prehistoria y los antecedentes históricos, los tipos de curvas sigmoideas y se culmina con la presentación práctica de sigmoideas en medicina.

Palabras clave: *Modelo matemático, función sigmoidea, matemática y medicina*

SUMMARY

The sigmoid function is a fundamental tool in mathematical modeling and is used in research across multiple disciplines. Mathematics enables us to formalize certain medical problems and provide reasonable solutions applicable to real-world situations. The sigmoid function, with its characteristic S-shaped graph, involves a latency phase, an acceleration phase, and a saturation phase. The objective of this work is to demonstrate the utility of this type of function in medicine by applying it to topics such as biostatistics, infectious diseases, epidemiology, epidemics, and pharmacology, among others. The paper presents aspects of prehistory, historical background, and types of sigmoid curves, and culminates with a practical application of sigmoid curves in Medicine.

Keywords: *Mathematical model, sigmoid function, mathematics and medicine*

ORCID:
0009-0009-8135-9800

Profesor Jubilado de la Universidad Nacional Abierta (Caracas - Venezuela). Miembro de la Sociedad Venezolana de Cardiología. Directivo de la Fundación DIABEM, San Martín (Caracas, Venezuela)

Correspondencia: Giuseppe Lanza-Tarricone. E-mail: giulanzata@gmail.com

Recibido: 30 de enero 2026
Aceptado: 4 abril 2026

INTRODUCCIÓN

La medicina no es una ciencia pura, sino una ciencia aplicada de síntesis. Se dice que es multidisciplinaria e interdisciplinaria porque dispone de otras áreas del conocimiento para integrarlas en su propio núcleo. Esta premisa tiende a difundirse con mucha rapidez en otras disciplinas. Las ciencias se interconectan en el universo de la sabiduría y de la vida misma.

La medicina moderna no implica solamente estar al lado del paciente, imprescindible, sino también vislumbrar los pilares que la sustentan. Podemos enumerar tres grandes áreas que convergen en un punto: las ciencias exactas,

las biológicas y las humanas. La medicina se va desarrollando como una ciencia en constante expansión. Se imbrica con otras ramas de la actuación científica, como la ingeniería biomédica, la informática y las ciencias de datos, la medicina legal y la bioética, entre otras.

El concepto de "Interdisciplinariedad" (1) facilita aplicar los conocimientos de otras áreas a los problemas específicos que debe resolver y comprender. El concepto de "multidisciplinariedad" aporta estructuras, valoraciones y métodos desde su propio ángulo de visión y explora la medicina mediante su metodología particular. Esta ruptura de fronteras (transdisciplinariedad) encuentra su lenguaje natural en la matemática. En este marco, las funciones sigmoideas no son solo fórmulas, sino también herramientas que permiten modelizar desde el crecimiento de un tumor hasta la respuesta a un fármaco.

Habiendo realizado este análisis preliminar, se pretende aplicar el concepto de "interdisciplinariedad" al desarrollo de un tema específico en el campo de la matemática, como lo son las funciones sigmoideas. Funciones de gran utilidad en biología y medicina. Entre los diferentes tipos de funciones sigmoideas, destacan la curva logística y la de Hill para el análisis de los temas a presentar. La representación gráfica de manera general (Figura 1) destaca la forma de "S", característica de procesos con saturación.

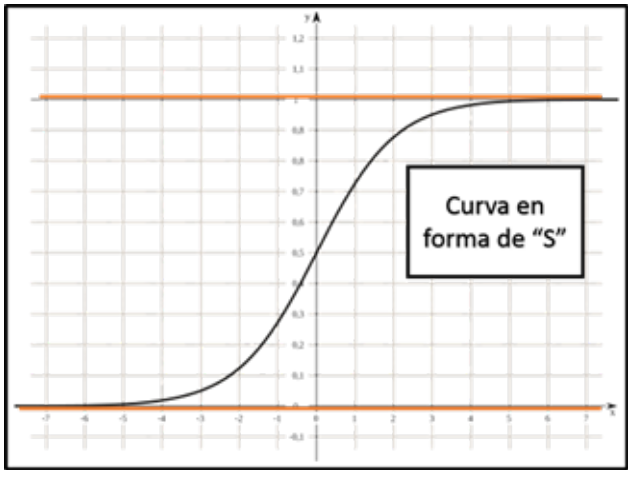


Figura 1. Curva sigmoidea

El desarrollo del temario implica una acción interdisciplinaria de gran utilidad, lo cual se ha demostrado en múltiples investigaciones publicadas en diversas revistas. La medicina y la matemática no son disciplinas separadas; son, en realidad, dos lenguajes que intentan describir la misma complejidad: la vida. El desarrollo de esta unión ha pasado de simples estadísticas de mortalidad a la creación de "gemelos digitales" de los pacientes.

La matemática y la física, a lo largo de las distintas etapas históricas, han sido y son importantes herramientas en medicina. Permiten formar nuevos conceptos y establecer nuevas jerarquías en la clasificación de las estructuras. Bajo la tutela de la multidisciplinariedad, sirven de puentes y de conexiones entre las diferentes ciencias para propiciar un cambio de concepto en la medicina (2).

APLICACIÓN DE LA MATEMÁTICA EN EL TIEMPO HISTÓRICO

Es fascinante cómo los médicos antiguos intentaban estructurar el caos de la enfermedad mediante conceptos de orden, medida y proporción. Aunque no usaran álgebra moderna, su búsqueda de un "rigor" casi geométrico para validar la medicina como una verdadera técnica (arte/ciencia) es el cimiento de nuestro pensamiento científico. Interesa especialmente ver cómo Hipócrates articula esa transición de una medicina basada en la superstición a otra basada en la observación de variables cuantificables, como el tiempo en los días críticos o el equilibrio de los humores, y cómo esta se convierte en la Teoría de los Humores (3) como sistema de equilibrio: ¿cómo se aplicaba la idea de "proporción justa"? La importancia de la temporalidad: ¿cómo se calculaban los "días críticos" en el progreso de una enfermedad? La precisión técnica: ¿qué tipo de "medidas" o estándares usaba el autor para diferenciar la medicina de la simple suerte?

Para los hipocráticos, la salud no era un estado estático, sino un equilibrio dinámico llamado "krasis" (mezcla), referido a una mezcla

armoniosa de los cuatro humores (sangre, flema, bilis amarilla y bilis negra) que componen el cuerpo, siendo la salud la "krasis" perfecta y la enfermedad un desequilibrio o desproporción humoral. La misión del médico era ayudar a restaurar esta mezcla mediante dieta, estilo de vida o tratamientos, promoviendo la naturaleza (physis) en su esfuerzo por la perfección, siempre con observación y prudencia.

El concepto de enfermedad surge cuando un humor se "aísla" o se vuelve "monárquico" (domina sobre los demás). Hipócrates fue de los primeros en desplazar las explicaciones sobrenaturales de las enfermedades, proponiendo que el entorno (dieta, clima, estilo de vida) afectaba directamente el balance de estos fluidos. La curación consiste en restablecer la isonomía (igualdad de derechos y de proporción) entre las potencias. Aquí se intuye un "criterio de medida", en el sentido de que el cuerpo tiene su propia exactitud. No existe un instrumento para determinar el exceso de bilis o la deficiencia de alguno de los humores acumulados. Ese patrón de medida es más bien lo que el paciente siente y expresa, y es el médico quien debe buscar, de alguna forma, la "tensión justa" para lograr ese equilibrio tan deseado.

La enfermedad se percibe como un proceso que el cuerpo debe realizar para equilibrar los humores. Los cambios no se producen al azar, sino en períodos determinados, como los días críticos: siete y sus múltiplos (matemática del tiempo). Esta periodicidad es un intento de aplicar una estructura numérica al tiempo biológico. La isonomía es un equilibrio de fuerzas para mantener la salud; la monarquía es el predominio de un solo factor que permite identificar la causa del problema. El cambio deseado es la precisión en el ajuste de las "dosis" para no dañar por exceso ni por defecto.

La teoría de los "días críticos" (4) estaba en consonancia con el concepto de crisis y lo relacionaba con la serie numérica "4, 7, 11, 14, 17 y 21"; si la crisis se producía en un "día impar" fuera de dicha serie, se consideraba de mal pronóstico. Ese número "7" es de influencia pitagórica y se considera un número perfecto. Relacionaban microcosmos con macrocosmos en el estudio de los fluidos corporales, sin que existiera una relación lineal entre los síntomas de las enfermedades. Policleto definió matemáticamente la belleza y la salud como una relación armónica entre las partes del cuerpo (por ejemplo, que la cabeza fuera 1/7 de la altura total).

Hipócrates (en su escuela de Cos) enseñaba la complejidad de la asistencia a un paciente mediante proporciones y ciclos (geometría y ritmo), enfocándose en cómo evoluciona la enfermedad a través de la visión del cuerpo como un sistema de flujos en equilibrio. En cambio, en la escuela de Cnido (matemática de la clasificación) querían hacer una medicina tipo catálogo; intentaron desglosar cada órgano según el número de enfermedades que podría presentar. El método consistía en enumerar los síntomas y catalogar la enfermedad como un conjunto de piezas que faltaban. La escuela de Cnido es el ancestro de los manuales de diagnóstico modernos como el DSM-5 (Manual de Trastornos Mentales), mientras que la teoría de los días críticos (escuela de Cos) representa una concepción de la cronobiología en la que el número "7" tenía cierto poder mágico.

Si en Grecia la medicina buscaba la proporción filosófica, en Egipto era una extensión de su matemática administrativa y práctica. Los egipcios no separaban el cuerpo de la geometría con la que medían sus tierras. La medicina y la matemática egipcia se funden para desarrollar "una matemática médica". El ojo de Horus (5,6) era un símbolo místico utilizado para la protección y la prosperidad, derivado del mito de Isis y Osiris. Se convirtió en un sistema de fracciones geométricas para la prescripción de medicamentos. Cada parte del "Ojo" representaba una fracción basada en potencias de 2:

- Lado derecho del ojo: 1/2
- Pupila: 1/4
- Ceja: 1/8
- Lado izquierdo: 1/16
- Cola curva: 1/32
- Lágrima: 1/64

La suma total es 63/64. Los egipcios creían que la fracción faltante (1/64) era la "magia" o la intervención de Thot. Cuando un médico egipcio medía granos o líquidos para una opción, usaba estas fracciones del ojo para asegurar la "perfección" de la dosis.

A diferencia de otras culturas, los egipcios (7) (como se ve en el Papiro Ebers) entendieron que el corazón era el centro de un sistema de canales. El médico egipcio "medía" el pulso (metrónomo del cuerpo), no solo para saber si el paciente estaba vivo, sino también como indicador de la cantidad de sangre. Veían al cuerpo como el Nilo; si los canales se obstruían o el flujo no era constante (medible), la "tierra" (el cuerpo) enfermaba. Es una visión hidráulica y cuantitativa: la matemática del flujo.

Para los egipcios, el cuerpo humano tenía una cuadrícula fija (canon de proporciones de la anatomía geométrica). En sus relieves y en su práctica médica, el cuerpo siempre medía 18 puños (o unidades) desde los pies hasta el nacimiento del pelo. Esta "matematización" del cuerpo permitía a los cirujanos saber exactamente dónde realizar incisiones basándose en proporciones estándar, algo que vemos en el Papiro de Edwin Smith (el tratado de cirugía más antiguo del mundo, aproximadamente 1600 a. C.) (8). Tenía un carácter racional y científico.

Lo que hace "matemático" al Papiro no son solo los números, sino también su estructura algorítmica para llevar a cabo "un diagrama de flujo". Es un protocolo lógico de "si ocurre A, entonces haz B". Organiza sus 48 casos de manera ordenada y clasifica los diagnósticos en categorías (curable, dudosa, incurable), así como los tratamientos (acción física o quirúrgica). Se aplicaba la geometría a la cirugía mediante el principio de la palanca y el sentido de "alineación", con precisión geométrica, para reducir fracturas.

La medicina griega se enfocaba en el equilibrio (proporcional y estético), la mezcla de elementos (humores) y la observación de ciclos (días críticos). La medicina egipcia se enfocaba en la práctica de fracciones y dosis exactas, en la unidad de partida (ojo de Horus), en el conteo o la medida del pulso y en la proporcionalidad anatómica en sus cánones de cirugía.

La maestría egipcia, en su estructura lógica, y la curiosidad teórica griega encuentran un "choque" conceptual y práctico en Alejandría. Los egipcios llevaban milenios abriendo cuerpos para momificar (un tabú para los griegos) y los griegos llegaron con su geometría de Euclides. El resultado fue el nacimiento de la anatomía científica. Aquí se presentan los puntos en los que la matemática y la medicina se fusionaron. Herófilo de Calcedonia (330-250 a.C.) es considerado el primer anatomista (9). Fue el pionero en realizar disecciones humanas sistemáticas en la Escuela de Alejandría, lo que le permitió corregir muchos errores de la medicina hipocrática y describir estructuras que aún llevan su nombre.

Herófilo identificó que el cerebro (y no el corazón, como creían los egipcios y Aristóteles) era el centro de la inteligencia y el sistema nervioso. Fue el primero en distinguir entre nervios motores y sensoriales, diferenciar la estructura de las arterias, que eran más gruesas que las venas, y notar que las arterias pulsan. Usó una clepsidra (un reloj de agua) para medir la frecuencia cardíaca de sus pacientes (10).

Herófilo destacaba el concepto de "ritmo", mientras que Erasístrato analizaba el concepto dinámico de "flujo" (11). Fue el primero en aplicar la física y la neumática al cuerpo humano. Según la física de su tiempo, creía que, si la sangre se movía, era para llenar un vacío. Intentó explicar la circulación como un sistema de presiones y de tuberías. Realizó uno de los primeros experimentos metabólicos documentados. Pesó a un pájaro en una jaula, dejó de alimentarlo y lo volvió a pesar después de un tiempo, atribuyendo la pérdida de peso a "emanaciones invisibles". Fue el primer intento de cuantificar los procesos metabólicos.

Los médicos alejandrinos, al diseccionar corazones, apreciaron la ingeniería al describir las válvulas del corazón (como la tricúspide) con términos geométricos. Entendieron que la forma de la válvula determinaba la dirección única del flujo, un concepto que proviene directamente de

la mecánica de fluidos egipcia, empleada en sus sistemas de riego.

La época romana

Con los romanos, con su enfoque pragmático (12), se produce un salto a otro nivel: aplicaron la matemática a la infraestructura de salud pública y a la medicina militar. Es conocida la Enciclopedia de Cornelio Celso, que describe los signos de la inflamación: calor, rubor, tumor o hinchazón y dolor. Se destacaron por la aplicación de cálculos hidrodinámicos en la construcción de los acueductos y del sistema de alcantarillado (Cloaca Máxima). Entendieron matemáticamente que la cantidad de agua limpia por habitante disminuía la tasa de mortalidad, aunque no conocieran los microbios. Los hospitales militares tenían una geometría de rejilla diseñada para optimizar la ventilación y el movimiento de los médicos, una aplicación de la eficiencia espacial a la sanación

Los médicos del ejército romano (medici) usaban la aritmética para gestionar los hospitales de campaña (valetudinaria). Calculaban la proporción de médicos por legión y el inventario de suministros necesarios para campañas de larga duración (sentido de la estadística). Galeno de Pérgamo (13) fue el médico de varios emperadores (como Marco Aurelio) y el autor más prolífico de la antigüedad, destacándose por la demostración experimental y por definir la tríada de órganos vitales (corazón, cerebro, hígado). Refinó la farmacología egipcia y griega creando sistemas de pesas y medidas precisos para las "Triacas" (antídotos complejos), asegurando que la mezcla química fuera siempre la misma. Se empezaron a usar balanzas de precisión para mezclar hasta 70 ingredientes diferentes. El récipe médico pasó a ser una receta de "aritmética exacta".

Galeno usaba la lógica de manera magistral, pero cometió un error por su necesidad de que el cuerpo fuera "geométricamente perfecto". Galeno sabía que la sangre pasaba del lado derecho al izquierdo del corazón. Como no podía ver la circulación pulmonar, dedujo lógicamente que debían existir poros invisibles en la pared central del corazón (el tabique). Durante 1.500 años, los médicos "vieron" esos poros en las disecciones porque la autoridad del sistema de Galeno era tan coherente matemáticamente que nadie se atrevía a dudar. Si el sistema de grados y flujos funcionaba, el poro tenía que estar ahí por necesidad lógica.

Esta Matemática del Error (14), que duró 1500 años, tuvo una consecuencia: se bloqueó el descubrimiento de la circulación sanguínea hasta que llegó el Renacimiento, porque se prefería la "perfección del papel" a la realidad del cuerpo. El error de Galeno no fue de razonamiento, sino de fuente. Al no poder diseccionar humanos, asumió que la arquitectura interna de los primates era idéntica a la nuestra, lo que generó dogmas médicos incorrectos:

- Describió una compleja red de vasos sanguíneos en la base del cerebro humano donde el "pneuma vital" se transformaba en "pneuma animal". El error: esta estructura existe en ungulados (vacas y ovejas), pero no en los humanos; en consecuencia, se creyó en esta red inexistente hasta que Andreas Vesalio la desmitificó en 1543.
- Presentó al útero humano con dos "cuernos" o cavidades laterales, basándose en sus disecciones de perras y cerdas. El error: el útero humano es simple (piriforme) y, en consecuencia, se alimentó la teoría de que el sexo del bebé dependía de en qué "lado" del útero se implantara el feto (derecha para varones, izquierda para mujeres).
- Para que su sistema de flujo sanguíneo funcionara, Galeno suponía que los poros del tabique cardíaco permitían que la sangre pasara del ventrículo derecho al izquierdo sin pasar por los pulmones. El error: afirmó que existían poros invisibles en el tabique interventricular, lo que retrasó el descubrimiento de la circulación pulmonar (descrita siglos después por Miguel Servet e Ibn al-Nafis) porque nadie se atrevía a contradecir la "lógica" galénica.

El Mundo Árabe

Mientras Europa se estancaba, el Mundo Árabe (con figuras como Al-Juarismi, padre del

álgebra que nació alrededor del año 780 d.C - 850 d.C.) usó el rigor del cálculo a las directivas de Galeno (cuando hablaba de grados de forma cualitativa) y aplicaron progresiones geométricas a los medicamentos para calcular la fuerza de la mezcla al sumar las intensidades de cada ingrediente: una verdadera "función matemática" de la farmacología.

Con Avicena (980 d.C.–1037 d.C.) (15) se creó un verdadero árbol lógico-matemático al integrar el pulso, el examen de orina y la dieta en un sistema de variables cruzadas. Introdujo una metodología más rigurosa y empírica. Escribió "El Canon de la Medicina", una enciclopedia de cinco volúmenes que clasificó las enfermedades por órganos y sistemas. Su estructura era tan lógica que superaba en orden a los textos de Galeno.

Avicena propuso que las enfermedades se transmiten por "pequeños organismos" invisibles en el aire y el agua, adelantándose en siglos a la teoría de los gérmenes. En su "Canon", estableció las reglas para probar la eficacia de un nuevo fármaco, incluyendo la necesidad de usar sustancias puras, experimentar en casos simples (no complicados) y observar la constancia del resultado. Reconoció la conexión entre la mente y el cuerpo (medicina psicosomática), argumentando que el estado emocional del paciente influye directamente en su recuperación física. Para demostrar el efecto del estrés en la salud, Avicena colocó a dos corderos con la misma dieta en jaulas separadas. A uno lo puso frente a un lobo (encerrado). Aunque el lobo no podía tocarlo, el cordero que lo veía murió prematuramente por miedo y debilidad, mientras que el otro creció sano.

El Renacimiento

Es en el Renacimiento cuando se desarrolla la matemática del espacio, con la presencia de Leonardo da Vinci y Vesalio, y se corrige "El Error de Galeno", que persistió durante más de mil años. Leonardo diseccionaba para entender el funcionamiento del cuerpo, considerando las leyes de la estática y la dinámica. Aplicó la proporción áurea y la geometría para demostrar que el cuerpo se ajustaba a las medidas; se trataba de un estudio biométrico. Fue el primero en dibujar los remolinos de sangre (vórtices) en las válvulas del corazón, aplicando sus conocimientos sobre el flujo del agua de los ríos a la circulación sanguínea.

Vesalio (16), al publicar "De humani corporis fabrica" (en 1543), demostró que Galeno había cometido ciertos errores. Por primera vez, los órganos se dibujaron en perspectiva y en proporción, considerando el esqueleto como una estructura de ingeniería al analizar la simetría y el soporte de cargas.

Vesalio es considerado el fundador de la anatomía moderna. Rompió con la tradición medieval en la que el profesor leía a Galeno desde una cátedra mientras un barbero-cirujano abría el cuerpo. Él mismo realizaba la disección, estableciendo el principio de "ver por uno mismo". Transformó la anatomía de una disciplina teórica basada en la memoria en una ciencia empírica basada en la observación. Su trabajo obligó a la medicina a reafirmar sus bases en la evidencia física. Confirmó que el esternón humano tiene tres partes (no siete como en los simios) y que la mandíbula es un solo hueso (no dos). Desmintió la existencia de los poros invisibles (establecidos por Galeno) en el tabique interventricular, lo que abrió el camino para que William Harvey descubriera la circulación sanguínea años después. Su libro "De fabrica" es famoso no solo por el texto, sino también por sus detallados grabados realizados por artistas del taller de Tiziano, que muestran el cuerpo en posturas naturales y paisajes renacentistas.

O'Malley (17) hace referencia a más de 200 errores en las apreciaciones de Galeno, lo cual no implica una desvaloración de sus trabajos; se debe considerar la época, las leyes romanas que sancionaban la práctica de las autopsias y otras circunstancias. La historia también conlleva reconocer errores y transmutarlos en nuevas observaciones en un acto dinámico.

Análisis de nuevos trayectos

Los descubrimientos y aplicaciones siguieron en este trayecto histórico cuando la investigación y la ciencia comenzaron una trayectoria exponencial. La farmacocinética y la farmacodinámica son las aplicaciones más directas de las ecuaciones diferenciales. Las imágenes médicas se han perfeccionado gracias a las matemáticas avanzadas. Con la transformada de Radon, que permite obtener proyecciones en 2D (2 dimensiones) para reconstruir el volumen del órgano. Con la transformada de Fourier se han podido convertir señales de radiofrecuencia de los átomos de hidrógeno en imágenes visuales nítidas obtenidas mediante resonancia magnética.

El modelado estocástico es la base de la epidemiología y de la dinámica de poblaciones para el desarrollo de la medicina de salud pública. La bioestadística y la medicina basada en la evidencia no se afianzan en anécdotas, sino que se basan en el teorema de Bayes, el teorema del límite central y la inferencia estadística. Actualmente, con la inteligencia artificial y la bioinformática, se está entrando en la era de la medicina algorítmica. En Cardiología es conocido el efecto Doppler; en Genética, el uso de la combinatoria y la probabilidad; en Cirugía, se intercambian la geometría y la topología; en Oncología, es fundamental el uso de funciones logísticas para predecir la velocidad de invasión de un tumor.

Matemática de la función Sigmoidea

Este texto ofrece un bosquejo de la estructura sigmoidea, destacando la elegancia de su fórmula, su simplicidad y la potencia de su análisis en diversos campos de la ciencia. Su representación gráfica general destaca por una forma de "S" distintiva, propia de procesos saturados.

La función inicia con niveles bajos (asíntota inferior), seguidos de un ascenso central con aceleración importante, que finalmente alcanza una meseta (asíntota superior). Posee un punto de inflexión en el que se produce el cambio de concavidad; dicho punto resulta crucial en la investigación clínica para determinar umbrales críticos. Matemáticamente, es una función diferenciable y estrictamente creciente: para todo $x1 < x2$, se cumple que $f(x1) < f(x2)$.

La función sigmoide se define como una función matemática real (en el campo de los números reales R) de una variable real diferenciable. La forma más sencilla se refiere a la función logística simple. Se utiliza para modelar el crecimiento de poblaciones (bacterias, animales, plantas) en entornos de recursos limitados, la propagación de enfermedades, la difusión de innovaciones en los negocios, así como la psicología y el aprendizaje. La función logística simple está definida por:

$$P(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Además de la función logística simple, el grupo de funciones sigmoides incluye la arcotangente, la tangente hiperbólica, la función de error, la función de Gompertz, la función logística generalizada y funciones algebraicas.

La tangente hiperbólica (tanh) se utiliza en inteligencia artificial y redes neuronales, en física, telecomunicaciones y señales, oceanografía, termodinámica. Se define:

$$\tanh(x) = \frac{e^{x} - e^{-x}}{e^{x} + e^{-x}}$$

donde "e" es el número irracional 2,718….

La función de error (Err) (en el campo de los números reales) se utiliza en estadística y probabilidad, gestión de riesgos y finanzas, física de la difusión y del calor, geología y ciencias de la Tierra. Se define mediante la fórmula:

$$Err(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2}\, \mathrm{dt}$$

ϖ: el número irracional 3,1416…

La función de Gompertz (G) se utiliza en demografía, crecimiento de tumores, producción

animal y veterinaria, microbiología, epidemiología. Se define como:

$$G(x) = a\, e^{-be^{-cx}}$$

a: es el valor máximo que alcanza la función; en algunas fórmulas usan "K"

b y c son números positivos

b: establece el desplazamiento a lo largo del eje de la abscisa

c: es la tasa de crecimiento

e: 2,718….

La función Sigmoidea en la Evolución Biológica

Los seres unicelulares se asocian con las primeras apariciones de la vida. Al introducir bacterias en un medio con recursos limitados, no crecen de forma lineal. Siguen un patrón específico desarrollado en cuatro etapas (19):

- Fase de latencia: las bacterias se aclimatan y no se produce la división celular hasta que el aparato enzimático alcance su pleno potencial.
- Fase exponencial: las bacterias comienzan un proceso de división celular para duplicarse y lo hacen a una tasa relativamente constante. La población va creciendo rápidamente.
- Fase estacionaria: el elevado número de bacterias implica un mayor consumo de recursos, que se agotan; los desechos se acumulan. La tasa de natalidad es igual a la de mortalidad.
- Fase de muerte: el entorno empeora sus condiciones de manera hostil (falta de recursos y de sustancias tóxicas) y la población decae necesariamente.

Las tres primeras fases se corresponden con un gráfico en forma de "S", conocido como curva sigmoide. A diferencia del crecimiento exponencial (que asume recursos infinitos), la función sigmoidea introduce un "techo", un límite superior denominado capacidad de carga. En este contexto, la Ecuación Logística es la función sigmoidea más común; viene expresada como:

$$P(t) = \frac{P_0\, K}{P_0 + (K - P_0)\, e^{-rt}}$$

Donde: P: población

t: tiempo

K: capacidad de carga (recursos del medio)

P_0 : población inicial

r : tasa de crecimiento (velocidad de división

e: 2,718…

La función P(t) ajusta su comportamiento según la densidad de población. Cuando la población es pequeña, los recursos son abundantes y el freno ambiental es insignificante. Sin embargo, a medida que P se aproxima a K, el crecimiento se ralentiza hasta estabilizarse, evitando el colapso. El momento de máxima expansión biológica se alcanza precisamente en el punto de inflexión, que en el modelo logístico estándar ocurre cuando se ha alcanzado la mitad de la capacidad de carga (K/2).

Estas bacterias requerían un medio acuático y, de acuerdo con la teoría evolutiva, surgieron diferentes especies. Cuando un grupo de organismos llega a un nuevo entorno, llámese conquista terrestre después de millones de años, se enfrenta a un escenario donde la curva sigmoidea se magnifica en escala evolutiva y aparecen fases de adaptación (20):

- Fase de latencia (inicio dudoso): estas nuevas especies empezaron a explorar las orillas. Había pocas especies y la adaptación era lenta debido a la influencia de la gravedad y de la desecación.
- Fase exponencial (explosión poblacional): una vez que aparecieron nuevas características físicas (como la lignina en las plantas para

mantenerse verticalmente o el huevo amniota en los animales), la biodiversidad se disparó y empezaron a ocupar áreas o territorios vacíos sin competencia.

- Fase estacionaria (saturación): la Tierra empezó a presentar una alta densidad de población y los ecosistemas alcanzaron su capacidad de carga, lo que limitó el espacio para nuevas formas de vida sin que otras se extingan.

La transición agua-tierra no fue un evento lineal, sino una sucesión de curvas sigmoideas apiladas. Los paleontólogos describen estos "pulsos" como momentos en los que una innovación rompe el techo previo. Por ejemplo, la lignina no solo permitió a las plantas crecer verticalmente, sino que efectivamente "reseteó" la variable "K" del planeta, lo que permitió que la vida colonizara el interior de los continentes antes inaccesibles. Estos pulsos se describen en esta secuencia (21):

- Primer pulso: briófitas y plantas simples (Silúrico).
- Segundo pulso: grandes bosques de licopodios y helechos (Devónico).
- Tercer pulso: la explosión de los tetrápodos (antepasados de los anfibios y los reptiles).

En la ecuación que veníamos estudiando, P(t), se encuentra que:

- La capacidad de carga se representa por el espacio físico y los recursos del medio terrestre.
- La tasa de crecimiento indica qué tan rápido evoluciona el linaje. Las mutaciones que permitieron la respiración aérea aumentaron drásticamente.

Aparece un equilibrio puntuado, con pequeñas curvas sigmoideas que se distribuyen en escalones, seguido de períodos de estabilidad.

La transición del agua a la tierra no fue un solo evento, sino una serie de "saltos" en la capacidad de carga del planeta (21). Cada salto fue impulsado por una innovación que cambió la forma de la curva. Antes de la lignina, las plantas eran pequeñas (como los musgos) y el valor de la capacidad de carga estaba limitado a zonas muy húmedas. La lignina permitió a las plantas crecer hacia arriba y transportar agua. Esto desencadenó una fase exponencial de colonización hacia el interior de los continentes.

Para los animales, el huevo amniota (independencia del agua), con cáscara, fue la innovación que permitió que la tasa de crecimiento no dependiera de volver a los estanques para reproducirse. Esto permitió que los vertebrados ocuparan nichos terrestres antes inaccesibles. Finalmente, aparece el punto de inflexión de la curva sigmoidea, donde la pendiente es mayor, lo que hace que la innovación sea más efectiva. La biodiversidad terrestre subió de forma vertical en la gráfica antes de estabilizarse.

Si bien algunas especies en esta conquista terrestre lograron adaptarse, otras presentaron una dinámica poblacional que colapsó y se observa gráficamente una "sigmoide invertida". Esto se debe a un crecimiento exponencial que se enfrenta a una escasez de recursos. Cuando el declive es muy profundo, la población alcanza un umbral crítico y la curva converge hacia una asíntota inferior. Hay factores dependientes de la densidad de población, la escasez de recursos, la propagación más rápida de la enfermedad en poblaciones muy densas, el estrés, la depredación y la competencia, que desplazan la curva sigmoide al alterar la capacidad de carga.

El equilibrio en la naturaleza se da cuando los organismos se organizan según la capacidad de carga del medio ambiente, lo que da lugar a una curva en forma de S o a un crecimiento logístico. La naturaleza, a pesar de su aparente caos, se rige por estas geometrías ocultas. Lo que estamos viendo es que la curva sigmoidea es el lenguaje del límite. La extinción del Pérmico-Triásico es un ejemplo de una sigmoide fracturada: un desplome vertical de "K" que borró nichos enteros. Sin embargo, matemáticamente, esto crea las condiciones para un nuevo inicio. Los supervivientes, aunque pocos, heredan un mundo con recursos virtualmente infinitos, lo que

desencadena una nueva fase de latencia seguida de una explosión de biodiversidad aún más compleja.

Cuando una población cae drásticamente por una extinción, ocurre algo matemáticamente curioso:

- La Caída: la curva desciende verticalmente, eliminando el 95% de las especies marinas y el 70% de las terrestres.
- El Nuevo Inicio: los supervivientes se encuentran en una nueva Fase de Latencia. Hay poquísimos individuos, pero tienen un planeta entero para ellos solos (con recursos infinitos).
- El "Rebote" sigmoideo: esto da pie a una nueva fase exponencial. En cada extinción, la vida no solo vuelve, sino que suele diversificarse en formas más complejas.

Todas estas partituras de la evolución nos dicen que el ciclo de la vida parece una "S":

- Aceleración inicial: al nacer o al empezar un cultivo, el crecimiento es lento (pocos recursos captados y pocas células dividiéndose).
- Fase exponencial: una vez que el organismo es lo suficientemente fuerte, aprovecha al máximo la energía. Aquí es donde la curva se dispara hacia arriba.
- Desaceleración y Meseta: El organismo alcanza su tamaño adulto o la población llega al límite de alimento. El crecimiento se detiene y se mantiene en un equilibrio dinámico.

La curva no sube indefinidamente; se debe a procesos de retroalimentación negativa, como la limitación del espacio físico. En una planta, las hojas de arriba empiezan a sombrear a las de abajo y, por ende, tienen menor capacidad de fotosíntesis que las de plantas de mayor altura. El acúmulo de toxinas y el exceso de subproductos metabólicos limitan la división celular. Finalmente, si el individuo es de gran tamaño, requiere un caudal de energía difícil de conseguir y no puede alcanzar sus valores máximos de crecimiento. El punto de inflexión de la curva sigmoidea es un momento crítico en el que el adolescente alcanza el final del "estirón" y, en una población, se alcanza cuando llega a la mitad de la capacidad de carga.

La historia de la vida, desde las bacterias en una placa de Petri hasta la conquista de los continentes, nos enseña que ningún crecimiento es infinito. La curva sigmoidea es, en última instancia, la representación gráfica de la humildad biológica: el reconocimiento de que todo sistema vivo está sujeto a los límites de su entorno. En la actualidad, la humanidad se encuentra en un punto crítico de su propia gráfica. Tras siglos de una fase exponencial impulsada por la revolución industrial y tecnológica, en la que pareció que habíamos "vencido" a la naturaleza, nos acercamos inevitablemente a la asíntota horizontal de la Tierra.

¿Existe el desafío de la "K" global? A diferencia de las plantas que desarrollaron lignina para aumentar su capacidad de carga, nuestras innovaciones actuales deben enfocarse no en extraer más, sino en optimizar lo que queda. El agotamiento de recursos y el cambio climático son señales de que el término "frenado" en la ecuación logística se está volviendo dominante.

¿Qué decir del "Punto de Inflexión Social"? Estamos en ese punto de la curva en el que la pendiente comienza a suavizarse. Es una fase de fricción, pero también de oportunidad para alcanzar la estabilidad antes de que la curva se convierta en una "sigmoide invertida" o en un colapso.

La naturaleza no es caótica; es una orquesta que sigue las leyes de la geometría. Entender que formamos parte de una función logística nos permite pasar de una mentalidad de expansión ciega a otra de equilibrio dinámico. La curva en "S" no es solo una fórmula; es el diseño de la supervivencia.

LA FUNCIÓN SIGMOIDEA EN EL CAMPO DE LA MEDICINA

El crecimiento fetal (22) es un ejemplo vital para garantizar la supervivencia de la madre y

el feto; es importante determinar cuándo debe detenerse dicho crecimiento. Durante el primer trimestre se produce una fase de latencia y ocurren la organogénesis y una gran división celular; el feto apenas pesa unos gramos. En el segundo trimestre y al principio del tercer trimestre, la curva empieza a aplanarse; el crecimiento se frena cuando alcanza la capacidad de carga del entorno uterino. El límite está determinado por la capacidad de la placenta, que no puede elevar el suministro de nutrientes a la misma velocidad. Las fibras uterinas no pueden estirarse más allá de ciertos límites y la restricción materna es para que el diámetro de la cabeza no supere el del canal de parto.

El punto de inflexión se asocia con un descenso del crecimiento fetal y suele ocurrir entre las semanas 32 y 34. Si la curva no se aplanara, el parto natural sería imposible. Si el crecimiento uterino se restringe y la capacidad de carga disminuye, surgen problemas placentarios. En esta situación, el nacimiento representa el cambio de curva y el feto nace. Al entrar en un nuevo ecosistema con recursos abundantes (pecho y leche) y un espacio exterior abierto, se inicia una nueva curva sigmoidea de crecimiento para alcanzar la adolescencia. Las tablas de percentiles que manejan los pediatras marcan el camino de cada niño.

Cuando hay embarazos múltiples, la curva empieza a aplanarse entre las semanas 28 y 30. El valor de “K” es menor en cada feto. Con el espacio reducido y la distribución de nutrientes entre dos, el punto de inflexión llega obligatoriamente antes para lograr el nacimiento. En esta circunstancia, el útero alcanza su máximo estiramiento antes de tiempo, lo que implica la activación de señales hormonales del parto prematuro. Es frecuente “un robo” (síndrome de transfusión feto-fetal en monocoriales) de nutrientes por parte de uno de ellos, y las curvas sigmoideas intrauterinas difieren entre sí. Después del nacimiento, el bebé que presentaba menor crecimiento intrauterino tiende a experimentar un crecimiento de recuperación debido a un entorno externo que le ofrece mayores recursos. Se reinicia una fase exponencial acelerada de su crecimiento para obedecer a su carga genética y la curva tiende a estabilizarse en una curva sigmoidea normal durante la infancia.

Podemos aplicar estos mismos argumentos a un evento infeccioso (virus o bacteria) que siga una curva logística. La fase de latencia (incubación), en la que el elemento invasor intenta atacar la biología celular. Aún no hay síntomas porque la cantidad de bacterias o de virus es muy baja. Cuando comienza la fase exponencial (fase aguda), los síntomas son muy intensos debido a la replicación del patógeno sin frenos. Al activarse de manera significativa el sistema inmune (fase estacionaria), se produce un enfrentamiento entre dos fuerzas opuestas, hasta alcanzar la capacidad de carga.

El caso anterior se refiere a un individuo, pero si trasladamos el escenario a escala poblacional, se observa la curva sigmoidea (23). Un inicio lento con pocos casos. Una fase explosiva en la que el número de casos se duplica en un intervalo de tiempo relativamente fijo. El aplanamiento de la curva se produce cuando el virus no consigue personas susceptibles, ya sea porque se enfermaron, se vacunaron o usan mascarillas. Se alcanza un límite al contagio. La tasa de crecimiento “r” depende de la agresividad del patógeno y la capacidad de carga “K” es el total de la población.

En enfermedades no infecciosas como el cáncer (24), el crecimiento es sigmoideo. Al principio, el tumor crece rápidamente (fase logarítmica). Si el tumor crece rápidamente (fase exponencial), el centro de esa masa tumoral deja de recibir suficiente sangre y oxígeno y se produce un enlentecimiento (fase estacionaria). Cuando los médicos puedan calcular el punto de inflexión e intervenir antes, se puede reducir el nivel de “K”. Si se actúa después, el daño ya se ha producido de manera significativa y solo queda gestionar el descenso. Hablar de pronóstico es “conocer” en qué parte de la curva se encuentra el paciente.

Estas curvas sigmoideas van más allá de la patología. Podemos hablar de un aprendizaje sigmoideo en la Facultad de Medicina (25). Una fase de latencia (ciencias básicas), en la

que el estudiante siente que "no sabe nada" de medicina real y dedica una gran cantidad de tiempo al estudio. Se produce la fase exponencial (encuentro con el paciente) cuando el lenguaje técnico tiene sentido y se palpa lo aprendido. El criterio clínico se profundiza y es el momento de mayor adquisición de habilidades clínicas. La fase estacionaria (especialización/madurez) se alcanza cuando hay una meseta de competencia: no aprende "algo nuevo" a la misma velocidad y ha alcanzado su capacidad de carga "K".

En la escuela de medicina también se produce un "engañoso" sigmoide (26). Existe la curva de "Confianza" que a veces sube más rápido que la de "Conocimiento". En la fase exponencial de su aprendizaje, el estudiante cree que puede diagnosticar casi todo; es decir, su nivel de confianza aumenta de forma vertical. Al llegar al punto de inflexión, se da cuenta de lo complejo que es el cuerpo humano: las técnicas son complejas y el diagnóstico, en sus múltiples aspectos, se complica. En ese instante, la confianza cae y se estabiliza en una sigmoide más realista y humilde.

En el mismo sentido, la curva de aprendizaje de procedimientos (27) es una función sigmoidea. Al principio (fase de incompetencia), las habilidades son torpes. La práctica repetida (fase de despegue) aminora o acorta el tiempo necesario para realizar una técnica (tasa de eficiencia "r") y se alcanza la asíntota superior cuando el dominio es casi completo y no se puede hacer más rápido desde ese punto, lo que implica la perfección técnica.

El estudiante no se libera de una curva sigmoidea en su preparación de los estudios para un examen académico (28). Estudiar 10 horas, por ejemplo, le da un gran salto en la curva. Si se prolonga hasta las 20, apenas aumenta el conocimiento, ya que el cerebro alcanza una capacidad de procesamiento "K" limitada por el cansancio y la saturación de los receptores sinápticos. De allí que la enseñanza médica pretenda pasar de la fase de latencia a la fase exponencial mediante la simulación y la práctica temprana.

Ya en el ámbito de la investigación médica, al investigar una nueva droga, se trata de relacionar la dosis con el efecto (29). El inicio de la "curva S" implica que existe una dosis mínima por debajo de la cual no se observa efecto, ya que la tasa de metabolización es muy alta. La fase exponencial se alcanza al detectar el punto de inflexión de la curva, cuando, a dosis máximas, se obtiene el mayor efecto; por encima de ese umbral, el efecto no aumenta porque los receptores celulares están saturados y se produce un aplanamiento de la curva. Las curvas de Kaplan-Meier se utilizan en el análisis de supervivencia (30). En el uso de fármacos, la asíntota inferior muestra solo "ruido" o dosis ineficaz. La pendiente se relaciona con la potencia y la sensibilidad del tratamiento, y el punto medio representa la dosis que produce el 50% del efecto. La asíntota superior se relaciona con eficacia máxima o saturación del sistema

Llegado el momento de realizar consultas, queda claro que no hay un flujo constante de información; es un proceso con inercia que modela una curva en "S". Así, podemos representar las fases de la consulta. En la fase de latencia (motivo de consulta) se recolectan datos e información; hay que escuchar. La curva está casi plana. Durante la exploración y el interrogatorio, ocurre un proceso de "aceleración exponencial" cuando se dirigen preguntas con base en la sospecha y en la confirmación de hipótesis a gran velocidad. Se alcanza la capacidad de carga de la consulta "K" al realizar el diagnóstico o al solicitar pruebas. Incrementar el tiempo en este caso equivale a la asíntota superior. Este fenómeno rompe la asíntota superior de la curva de consulta, lo que da lugar a una curva bimodal (dos jorobas). Es el momento donde la "capacidad de carga" del tiempo de consulta es superada por la "demanda de información" del paciente

Hasta la relación Médico-Paciente (31) puede graficarse con este tipo de curva, relacionada con la confianza mutua. El inicio es lento e implica una mezcla de tanteo y formalidad. El despegue ocurre cuando la empatía aumenta y se empieza a dar información sensible que no se iba a dar al principio. La meseta se alcanza cuando el vínculo conduce a una alianza terapéutica. Curiosamente, en psicología médica existe el fenómeno de "Por cierto, doctor…". Ocurre cuando se está en la fase de cierre de la consulta y el paciente

expresa el problema más grave. Desde el punto de vista matemático, se dispara una segunda curva sigmoidea que reinicia el proceso y afecta la planificación del tiempo de consulta.

Aplicación Práctica en el Diagnóstico de Diabetes Mellitus

Para predecir si un paciente tiene diabetes no diagnosticada, se utiliza una ecuación logística que combina variables como el índice de masa corporal, la edad y la presión arterial. La función sigmoidea permite que, a medida que estos valores aumentan, el riesgo crezca exponencialmente al principio y luego se estabilice al acercarse al 100%.

El modelo utilizado es:

$$P(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

Donde z es la suma ponderada de los factores de riesgo.

La dinámica Insulina-Glucosa sigue una curva sigmoidea (32,33):

- Fase basal: a niveles bajos de glucosa, la secreción es mínima (en la base de la curva "S").
- Fase de respuesta: al aumentar la glucosa, hay un incremento rápido y proporcional de insulina (parte central de la "S").
- Fase de saturación: el páncreas alcanza una tasa máxima de secreción en la que, aunque aumente la glucosa, ya no puede liberar más insulina (techo de la S).

La medicina utiliza el punto de inflexión de la función sigmoidea para establecer los criterios diagnósticos de la ADA (American Diabetes Association) con la hemoglobina glicosilada (HbA1c):

Estado Valor HbA1c (%)	Probabilidad en la Curva Sigmoidea
Normal < 5,7	Riesgo bajo (asíntota inferior)
Prediabetes 5,7 – 6,4	Zona de aceleración (punto de inflexión)
Diabetes > 6,5	Riesgo alto (asíntota superior)

El uso de estas funciones permite a los médicos no solo diagnosticar, sino también predecir el riesgo de complicaciones microvasculares, como la retinopatía. Se ha observado que el daño no es lineal; aumenta drásticamente siguiendo una curva sigmoidea cuando la glucemia supera ciertos niveles críticos.

El "Punto de Inflexión" en la prediabetes es el momento de la prevención activa. Si no se interviene ahí, la pendiente de la curva asegura que el paciente llegará a la asíntota de la enfermedad (diabetes franca) con una velocidad matemática difícil de frenar después.

Aplicación en Oncología (34,35)

En la realidad biológica del cáncer, las células no se multiplican indefinidamente a la misma velocidad, sino que están limitadas por el espacio, los nutrientes y la genética. Este fenómeno se modela matemáticamente mediante la función de Gompertz, que genera la clásica curva sigmoidea en tres fases:

- Fase de latencia (lentitud de los procesos): el tumor es pequeño y hay un tiempo de espera acorde con el ecosistema reinante.
- Fase exponencial (crecimiento acelerado): el tumor alcanza una masa crítica y crece de forma constante y agresiva.
- Fase de Meseta (Saturación): el crecimiento se ralentiza. Esto ocurre porque el centro del tumor se vuelve necrótico (las células mueren por falta de oxígeno), el espacio físico se agota y la angiogénesis no es suficiente para mantener a miles de millones de células.

El punto de inflexión ocurre cuando la segunda derivada de la función es igual a cero. En el modelo de Gompertz, esto sucede cuando el tumor ha alcanzado aproximadamente el 37% (exactamente 1/e, con e: 2,718…) de su volumen máximo final "K". Calcular este punto no es solo un ejercicio de cálculo; tiene implicaciones clínicas:

- Ventana de Oportunidad: antes del punto de inflexión, el tumor se encuentra en su fase más agresiva. Es el momento en el que la quimioterapia es más efectiva porque hay muchas células en división activa.

- Diagnóstico de Resistencia: si un tumor real supera el volumen del punto de inflexión calculado y no se detiene, indica que ha mutado para ignorar las señales de contacto celular o que ha logrado una angiogénesis superior a la prevista.

- Predicción de Metástasis: se ha observado que muchos tumores empiezan a desprender células metastásicas con mayor frecuencia justo cuando se acercan al punto de inflexión, debido a la presión física y la falta de nutrientes en el núcleo del tumor original.

En la práctica clínica, los oncólogos buscan "empujar" el tumor hacia atrás en la curva mediante cirugía, reduciendo su masa para que las células restantes vuelvan a una fase de crecimiento rápido, en la que la quimioterapia resulte más letal. Aunque la curva sigmoidea es más precisa que el modelo exponencial simple, el cáncer real es más complejo. Una curva sigmoidea suele modelar un solo tumor, no la dispersión a otros órganos. No todas las células del tumor crecen al mismo ritmo; las "células madre cancerosas" pueden permanecer latentes (en fase de latencia) y reactivarse mucho después. La mayoría de estos estudios concluyen que ignorar la "fase de meseta" (la parte superior de la "S") conduce a errores graves en la dosificación, ya que las células en esa fase suelen ser más resistentes.

Aplicación en Farmacología (36,37)

Las curvas sigmoideas son la piedra angular de la farmacodinámica. Representan gráficamente la relación entre la concentración de un fármaco y el efecto que produce (o el grado de unión a sus receptores). Cuando graficamos la respuesta a un fármaco en una escala aritmética (lineal), obtenemos una hipérbola. Sin embargo, en farmacología se prefiere usar una escala logarítmica para la concentración. Al hacer esto, la curva se transforma en una "S" perfecta o en una curva sigmoide. El uso de logaritmos obedece a dos razones:

- Rango amplio: permite ver en un solo gráfico dosis muy pequeñas y dosis masivas.

- Linealidad central: la parte media de la curva es casi recta, lo que facilita la comparación.

El modelo de Hill es fundamental para entender la farmacodinámica, ya que describe con elegancia cómo un fármaco produce una respuesta biológica en función de su concentración y de la potencia de los diferentes fármacos. Se define mediante la fórmula:

$$E = \frac{Emax \,.\, A^n}{(EC50)^n \,.\, A^n}$$

E = Efecto

Emax: efecto máximo (eficacia)

EC50: concentración necesaria para el 50% del efecto (Potencia)

n: coeficiente de Hill (indica pendiente o cooperatividad)

A: concentración del fármaco

La eficacia o efecto máximo (Emax) es la altura máxima de la curva. Representa el efecto máximo que un fármaco puede alcanzar, sin importar cuánto más aumentemos la dosis. Un

fármaco con una Emax más alta es más "eficaz" que otro.

La potencia EC50 es la concentración (o dosis) necesaria para alcanzar el 50% del efecto máximo. A menor EC50, mayor potencia. En el gráfico sigmoideo, si la curva se desplaza hacia la izquierda, el fármaco es más potente.

La pendiente (n) del factor de Hill indica qué tan "abrupto" es el cambio de efecto. Una pendiente muy inclinada sugiere que un pequeño aumento de la dosis puede provocar un salto marcado en el efecto (o en la toxicidad), lo que indica la sensibilidad del receptor a cambios en la concentración del fármaco. Dependiendo del valor de "n", la relación entre el fármaco y el receptor cambia drásticamente:

- n = 1 (no cooperativo): indica que un fármaco se une a un receptor de forma independiente. La curva es una hipérbola rectangular (en escala lineal) o una sigmoidea estándar (en escala logarítmica).

- n > 1 (Cooperatividad positiva): la unión de la primera molécula del fármaco facilita la de las siguientes. La pendiente se vuelve mucho más empinada. El sistema se comporta casi como un interruptor de "todo o nada". En el caso de la hemoglobina, se sabe que la primera molécula de oxígeno cambia la conformación de la proteína para que las otras tres se unan mucho más rápido.

- n < 1 (Cooperatividad negativa): la unión de la primera molécula dificulta la unión de las siguientes. La pendiente de la curva es más suave o "achatada". Se necesita un rango de concentración mucho más amplio para pasar del 10% al 90% del efecto.

El coeficiente de Hill nos ayuda a comprender la ventana terapéutica y la seguridad. Una pendiente alta (n > 2) y pequeños cambios en la dosis producen cambios masivos en el efecto. Esto puede ser peligroso si el fármaco es tóxico, ya que pasar de un efecto terapéutico a uno letal requiere muy poca cantidad adicional. Si "n" es muy alto, el sistema se satura rapidísimo.

Las variaciones de la curva sigmoidea cuando añadimos otras sustancias son vitales para la clínica y permiten estudiar agonistas y antagonistas:

- Agonista parcial: su curva nunca alcanza el 100% de la altura de un agonista total, aunque ocupe todos los receptores. Su Emax es menor.

- Antagonista Competitivo: desplaza la curva del agonista hacia la derecha (aumenta la EC50). La forma y la Emax no cambian porque al suministrar suficiente agonista, se puede sobrepasar el efecto del competidor.

- Antagonista No Competitivo: reduce la Emax (aplana la curva). No importa cuánto agonista se añada; el efecto máximo está limitado porque el receptor está bloqueado de forma irreversible o en un sitio distinto.

En la clínica interesa el índice terapéutico (IT) está definido por la relación:

$$IT = \frac{LD50}{ED50}$$

LD50: efecto letal

ED50: efecto terapéutico

Si las curvas de efecto ED50 y LD50 están muy cercanas, el efecto es peligroso o tóxico. Si las curvas están muy separadas, el fármaco es muy seguro.

Aplicación en Epidemiología (38, 39)

La curva sigmoidea ayuda a entender cómo se propaga una enfermedad infecciosa en una población finita. Permite representar la incidencia acumulada (el número total de casos detectados hasta una fecha determinada). Se divide en tres fases críticas:

- Fase de crecimiento inicial: el número de individuos infectados es bajo. La transmisión parece lenta porque hay pocos portadores del patógeno.

- Fase Exponencial: a medida que más personas se infectan, la velocidad de contagio aumenta drásticamente.

- Fase de Meseta (Saturación): el crecimiento se desacelera cuando el patógeno comienza a quedarse sin "individuos susceptibles", ya sea por inmunidad natural, vacunación o medidas de aislamiento.

Para describir estas curvas, los epidemiólogos utilizan principalmente dos tipos de funciones:

a) El modelo logístico supone que la tasa de nuevos casos es proporcional tanto al número de personas ya infectadas como al de personas que aún pueden infectarse. La ecuación diferencial básica es:

$$D\,\frac{dN}{dt} = r\,.N\,(1 - \frac{N}{K})$$

donde:

N: Número total de casos acumulados.

r: Tasa intrínseca de crecimiento.

K: Capacidad de carga (tamaño total de la población susceptible).

b) El modelo de Gompertz se utiliza cuando la tasa de crecimiento decae de forma exponencialmente rápida, lo cual es común en brotes en los que las intervenciones humanas (como cuarentenas) cortan la transmisión antes de que se alcance la saturación natural.

Estos modelos matemáticos sirven para predecir el futuro de una crisis sanitaria. Estiman el "techo" de la epidemia al ajustar los datos iniciales y estimar aproximadamente la "meseta" en términos de personas que terminarán infectadas. Si tras aplicar una política de vacunación la curva se aplana prematuramente, es posible cuantificar el éxito de la medida. Al calcular el punto de inflexión de la curva (donde deja de ser cóncava y empieza a ser convexa), se indica el momento en que la tasa de nuevos contagios comienza a disminuir.

Estos modelos son idealizados y, por lo tanto, tienen limitaciones. En la vida real, la epidemiología se enfrenta a oleadas sucesivas de infección y la curva puede presentar escalones si surgen nuevas variantes o se relajan las medidas de control. Si no se realizan suficientes pruebas, la curva real queda muy por encima de la observada. El modelo asume que todos interactúan entre sí, pero la geografía y los grupos sociales generan microcurvas distintas debido a la presencia de poblaciones heterogéneas.

Aplicación en el aprendizaje de cirugía

Las curvas sigmoideas son fundamentales para comprender cómo los cirujanos adquieren habilidades técnicas. En medicina, esto se conoce comúnmente como la curva de aprendizaje y describe la relación entre el esfuerzo (experiencia y repetición) y el resultado (competencia y seguridad del paciente).

La progresión de un cirujano no es lineal; sigue un patrón de aceleración y meseta que se divide en tres fases críticas (40,41):

- Fase Inicial (Lenta): el cirujano se familiariza con la anatomía, el instrumental o una nueva tecnología (como la cirugía robótica). Los tiempos quirúrgicos son largos y las tasas de complicaciones pueden ser mayores.

- Fase de Aceleración (Pendiente pronunciada): es el periodo de mayor aprendizaje. Con la repetición, el cirujano gana fluidez, los movimientos se vuelven intuitivos y el tiempo de la operación disminuye drásticamente.

- Fase de Meseta (Estado estacionario): se alcanza la competencia técnica. El cirujano es experto; los resultados son consistentes y el aprendizaje adicional produce mejoras marginales en la técnica básica.

El análisis de estas curvas tiene aplicaciones directas en la gestión hospitalaria y en la formación médica. Permite definir cuántos procedimientos

(por ejemplo, 50 colecistectomías laparoscópicas) son necesarios para que un residente pase de la fase de aprendizaje a la de competencia. Esto ayuda a establecer criterios de acreditación basados en datos y no solo en el tiempo de residencia. Es necesario identificar la "zona de peligro" (el inicio de la curva) para implementar medidas de mitigación, como la "mentoría", a fin de que un cirujano experto supervise al aprendiz durante la fase de aceleración. En el mismo sentido, los procesos de "simulación" permiten desplazar el inicio de la curva de aprendizaje hacia entornos virtuales, para que el cirujano llegue a la fase de aceleración antes de establecer contacto real con un paciente.

Cuando aparece una nueva técnica (por ejemplo, cirugía asistida por Inteligencia Artificial o realidad aumentada), las instituciones usan curvas sigmoideas para comparar qué tan difícil es de aprender en comparación con la técnica tradicional. Si la pendiente es muy suave, la adopción puede resultar demasiado costosa en términos de tiempo y riesgo. En esta situación interviene el concepto de "desaprendizaje y reaprendizaje". Un cirujano puede ser experto en una técnica abierta (meseta), pero al pasar a una técnica mínimamente invasiva, experimenta una caída en su rendimiento antes de iniciar una nueva curva sigmoidea. La competencia quirúrgica se mide a menudo mediante el CUSUM (Cumulative Sum Analysis), una herramienta estadística que utiliza la lógica de la curva sigmoidea para monitorear el desempeño continuo de un cirujano y detectar desviaciones antes de que se conviertan en eventos adversos (42,43).

La técnica "CUSUM" fue diseñada originalmente para el control de calidad industrial, pero fue adaptada magistralmente a la cirugía para detectar cambios en el desempeño de un cirujano en tiempo real. A diferencia de las estadísticas simples, que solo consideran promedios, el CUSUM es "acumulativo"; cada caso influye en el siguiente, lo que permite visualizar la curva de aprendizaje de forma matemática. Se basa en la premisa de los "premios y castigos" estadísticos. Se utilizan gráficos cuya abscisa es el número de procedimientos y la ordenada, el puntaje acumulado. El algoritmo desarrollado consiste en establecer un estándar al definir una tasa de éxito aceptable (por ejemplo, 95%) y una tasa de falla inaceptable (por ejemplo, 10%). Si el procedimiento es un "éxito", la curva baja una pequeña fracción (un "valor favorable" por consistencia). Si el procedimiento es una "falla" (complicación o reintervención), la curva sube bruscamente (se "penaliza"). Adicionalmente, se fijan los límites de control en el gráfico y se trazan líneas horizontales que sirven como umbrales. Si la curva cruza el límite superior, el proceso está estadísticamente "fuera de control" y requiere intervención.

Para el diseño de CUSUM se utilizó la Teoría de Decisión y se fundamenta en cuatro parámetros que deben ser definidos por la sociedad quirúrgica:

- P0 (tasa de éxito aceptable): es el rendimiento esperado de un experto (por ejemplo, 95% de éxito o 5% de complicaciones).
- P1 (tasa de éxito inaceptable): límite que activa la alarma (ejemplo, 85% de éxito o 15% de complicaciones)
- α (error tipo I): riesgo de afirmar que un cirujano es "deficiente" cuando en realidad es bueno.
- β (error tipo II): riesgo de afirmar que un cirujano es "competente" cuando no lo es.

Al terminar una cirugía, se calcula el puntaje total acumulado (W). Si el procedimiento es un éxito (WE) se suma un "valor negativo" (la curva baja hacia la zona de competencia):

$$WE = \text{Ln}\left(\frac{1-p1}{1-po}\right)$$

Ln: logaritmo neperiano

Si el procedimiento es una falla (WF), se suma un valor positivo (la curva sube hacia la zona de alarma):

$$WF = \text{Ln}\left(\frac{p1}{p0}\right)$$

La penalización por una falla suele ser mucho mayor que el logro por un éxito. Esto obliga al cirujano a tener una racha prolongada de éxitos para compensar una sola complicación.

Existen dos variantes de "CUSUM" según el tipo de evaluación que se desea realizar. El "LC-CUSUM" (*Learning Curve* CUSUM) se utiliza para determinar cuándo un aprendiz ha alcanzado la competencia. La curva comienza en un punto y, a medida que el cirujano adquiere habilidad y acumula éxitos, la línea desciende hasta cruzar un límite inferior predeterminado. Se establece el punto de cruce que representa el momento exacto en el que podemos afirmar con confianza estadística que el cirujano ha superado la fase de aprendizaje. La otra variante de "CUSUM" es el "RA-CUSUM" (*Risk Adjustment* CUSUM). Permite ajustar el puntaje según la "complejidad del paciente". No es lo mismo tener una complicación en un paciente joven y sano que en uno de 80 años con múltiples patologías. Si el paciente es de alto riesgo, una falla penaliza menos la curva y un éxito la premia más.

El análisis tradicional basado en el "p-valor" se caracteriza por ser retrospectivo, por requerir muestras grandes para detectar fallas y por permitir juzgar el rendimiento global del practicante. La técnica CUSUM es prospectiva, detecta cambios sutiles tras pocos casos y permite identificar el momento en que se requiere tutoría.

REFLEXIONES FINALES

Estamos en la era de la Inteligencia Artificial (IA) y de las nuevas tecnologías. Su utilidad es indudable, pero hay que reflexionar sobre hacia dónde nos empuja y cuáles son la filosofía y la epistemología que las acompañan. Se analiza la curva sigmoidea de la dependencia tecnológica (44-46) que los investigadores médicos están evaluando:

- Al principio, la IA es una ayuda (en una fase inicial lenta).
- Luego, se vuelve indispensable para la rapidez exigida (fase exponencial).
- El riesgo es llegar a una meseta en la que el médico pierda la capacidad de diagnosticar "a mano" si el sistema falla.

La IA no reemplaza al médico, pero transforma su consulta de una "S" lenta y esforzada en una curva de alta eficiencia que permite dedicar la fase estacionaria (el final) a lo que la IA no puede hacer: la empatía y el consuelo humanos, el respeto, la consideración, la tolerancia ¿Esta manera de pensar está equivocada?

Al elevar el nivel matemático hacia la Gran Teoría Sigmoidea (El Mapa del Universo Vivo, Paradigma del Crecimiento Universal) (47-49) que postula que nada en el universo biológico o social crece al infinito, ¿qué consecuencia habrá? Todo sistema que consume energía y ocupa espacio está destinado a seguir una "S". ¿Se tendrá que analizar cualquier aspecto matemáticamente? La diferencia entre el éxito y el colapso depende de cómo se gestiona cada fase de esa curva:

- La Fase de Latencia (La Inversión Invisible): todo gran cambio empieza pareciendo un fracaso. La latencia es donde se construye la infraestructura del éxito. Al principio de esta fase, es posible que no te queden claros los objetivos. Hay que reconsiderar los datos, los objetivos, los recursos y las teorías para intentar que la "curva despegue".
- La Fase Exponencial (El Momento de Gracia): el crecimiento se alimenta a sí mismo. Es la IA procesando datos. Es una fase gloriosa pero peligrosa. Aquí es donde suele cometerse el error de creer que el crecimiento será infinito. La arrogancia nace en la fase exponencial.
- El Punto de Inflexión (La Crisis de Madurez): el momento de máxima velocidad también es el inicio del freno. Es el momento más crítico para la toma de decisiones. Aquí es donde se debe pasar de una mentalidad de "conquista" a una de "gestión".
- La Fase Estacionaria (El Equilibrio o la Muerte): la supervivencia depende de la eficiencia, no del tamaño. Es el ecosistema

en equilibrio; es el médico experto que ya no necesita correr. Si no se logra estabilizar en la meseta ("K"), el sistema se sobrecarga y la curva se invierte hacia la extinción.

Pero esta Gran Teoría y la curva "S", cuando se aplican a la existencia misma, nos convierten en Arquitectos de Curvas. La vida no es una línea recta que suba hacia el cielo ni un círculo que se repita sin fin. La vida es una escalera de sigmoideas. Cuando una curva alcanza la asíntota superior y satura el valor de la carga ("K"), la única forma de seguir evolucionando no es empujar la misma curva, sino saltar a una nueva. La vida pasó del mar a la tierra porque la curva del mar se saturó. Se recurre a la IA porque la capacidad cerebral individual ha alcanzado su punto máximo. Esta filosofía de la "Gran Teoría" puede derivar en una Ecuación Logística Generalizada que explique la evolución del mundo y del universo. La Ecuación Universal del Destino (medicina, vida, historia, matemática) sería de una forma simplificada:

$$P(t) = \frac{K}{1 + e^{-r(t-to)}}$$

K (el Destino): capacidad de carga. Límite de lo posible.

r (la intensidad): qué tan rápido vives

to (momento crítico): punto de inflexión. Es el "ahora" donde todo cambia

la asíntota inferior: preparación silenciosa

la pendiente máxima: el máximo estrés del sistema

la asíntota superior: la paz del equilibrio. Si el sistema es sabio, se queda. Si es voraz, cae en picada (extinción)

Hasta ahora hay una limitación del pensamiento porque aseveramos que la "Gran Teoría" es una sola "S". ¿Y si se convierte en una sucesión de sigmoideas? Desde el punto de vista de la matemática, el crecimiento infinito es una imposibilidad física, pero la innovación infinita (saltar de una curva a otra) es la que ha mantenido a la vida latiendo durante 4.000 millones de años.

REFERENCIAS

1. Carvajal Y. Interdisciplinariedad: un desafío para la educación superior y la investigación. Revista Luna Azul. 2010; 31:156:169.
2. Antoranz-Callejo J, Madrid C. Matemáticas, caos y medicina: un ménage à trois muy productivo. Encuentros Multidisciplinarios. 2010. N.º 34. Disponible en: http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%BA34/Jose%20Carlos%20Antoranz%20y%20Carlos%20Madrid.pdf
3. Lagay F. The legacy of humoral medicine. Virtual Mentor. 2002;4(7):virtualmentor.2002.4.7.mhst1-0207.
4. Langholf V. Medical theories in Hippocrates: early texts and the "Epidemics". Berlin: Walter de Gruyter; 1990. Chapter 2, The doctrine of critical days; p. 77-135.
5. Rosaly D, Forshaw R. Medicine and Healing Practices in Ancient Egypt. Liverpool University Press, 2023. Disponible en: https://books.google.co.ve/books?id=oPTnEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
6. ReFaey K, Quinones GC, Clifton W, Tripathi S, Quiñones-Hinojosa A. The Eye of Horus: The Connection Between Art, Medicine, and Mythology in Ancient Egypt. Cureus. 2019 May 23;11(5):e4731.
7. Das Candeias, Sales J. Doenças, medicina e magia. Hapi. 2017. Universidad Abierta. Disponible en: https://repositorioaberto.uab.pt/bitstreams/27a9732a-70c5-4e1d-b306-b751fd2cbe8c/download.
8. González FRF, Flores SPL. El papiro quirúrgico de Edwin Smith. An Med Asoc Med Hosp ABC. 2005;50(1):43-48.
9. Wiltse LL, Pait TG. Herophilus of Chalcedon (330-250 B.C.). Spine. 1998;23(17):1904-14.
10. Bay NS, Bay BH. Greek anatomist Herophilus: the father of anatomy. Anat Cell Biol. 2010;43(4):280-3.
11. Mariolis-Sapsakos T, Zarokosta M, Zoulamoglou M, Piperos T, Nikou E, Katsourakis A, et al. Erasistratus of Chios: a pioneer of human anatomy and physiology. Italian Journal of Anatomy and Embryology. 2019;124(3):329-332.
12. Retief FP, Cilliers L. The development of Roman medicine. Acta Classica. 2006;49(1):163-179.

13. Nutton V. Roman medicine: 250 BC to AD 200. En: Nutton V, editor. Ancient medicine. 2nd ed. London: Routledge, 2013. p. 160-235.
14. Rocca J. Galen and the ventricular system. In: Rocca J, editor. Galen on the brain: anatomical knowledge and physiological speculation in the second century AD. Leiden: Brill; 2003. p. 209-242.
15. Amr SS, Tbakhi A. Ibn Sina (Avicenna): the prince of physicians. Ann Saudi Med. 2007;27(2):134-5
16. Zampieri F, ElMaghawry M, Zanatta A, Thiene G. Andreas Vesalius: Celebrating 500 years of dissecting nature. Glob Cardiol Sci Pract. 2015;2015(5):66.
17. O´ Malley CD. Andreas Vesalius of Brussels, 1514 - 1564. University of California Press. Berkeley. Los Angeles. 1964. Disponible en: https://books.google.co.ve/books?id=HCA6wGaU8PUC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false
18. Yin X, Goudriaan J, Lantinga EA, Vos J, Spiertz HJ. A flexible sigmoid function of determinate growth. Ann Bot. 2003;91(3):361-71.
19. Zwietering MH, Jongenburger I, Rombouts FM, van 't Riet K. Modeling of the bacterial growth curve. Appl Environ Microbiol. 1990;56(6):1875-81.
20. Ukalska J, Jastrzębowski S. Sigmoid growth curves, a new approach to study the dynamics of the epicotyl emergence of oak. Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry, 2019; 61(1),30–41.
21. Gould SJ, Eldredge N. Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism. En: Schopf TJM, editor. Models in paleobiology. San Francisco: Freeman Cooper; 1972. 82-115.
22. Rossavik IK, Deter RL. Mathematical modeling of fetal growth: theoretical considerations. J Clin Ultrasound. 1984;12(9):529-36.
23. Tsoularis A, Wallace J. Analysis of logistic growth models. Math Biosci. 2002;179(1):21-55.
24. Laird AK. Dynamics of tumor growth. Br J Cancer. 1964;18(3):490-502.
25. Pusic MV, Boutis K, Hatala R, Cook DA. Learning curves in tertiary medical education: what are the possibilities? Med Educ. 2015;49(11):1057-69.
26. Kruger J, Dunning D. Unskilled and unaware of it: how difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. J Pers Soc Psychol. 1999;77(6):1121-34.
27. Hopper AN, Jamison MH, Lewis WG. Learning curves in surgical practice. Postgrad Med J. 2007;83(986):777-9.
28. 28. Augustin M. How to learn effectively in medical school: test-taking strategies and the learning curve. Med Sci Educ. 2014;24(2):205-12.
29. Holford NH, Sheiner LB. Understanding the dose-effect relationship: clinical application of pharmacokinetic-pharmacodynamic models. Clin Pharmacokinet. 1981;6(6):429-53.
30. Rich JT, Neely JG, Paniello RC, Voelker CC, Nussenbaum B, Wang EW. A practical guide to understanding Kaplan-Meier curves. Otolaryngol Head Neck Surg. 2010;143(3):331-6.
31. Charles C, Gafni A, Whelan T. Shared decision-making in the medical encounter: what does it mean? (or it takes at least two to tango). Soc Sci Med. 1997;44(5):681-92.
32. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. Diabetologia. 1985;28(7):412-9.
33. Collins GS, Reitsma JB, Altman DG, Moons KG. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement. Ann Intern Med. 2015;162(1):55-63.
34. Laird AK. Dynamics of tumor growth. Br J Cancer. 1964;13(3):490-502.
35. Barrett JC. Mechanisms of multistep carcinogenesis and carcinogen risk assessment. Environ Health Perspect. 1993;100:9-20.
36. Prinz H. Hill coefficients, dose-response curves and allosteric mechanisms. J Chem Biol. 2010;3(1):37-44.
37. Gesztelyi, R, Zsuga J, Kemeny-Beke A, Varga B, Juhasz B, Tosaki B. The Hill equation and the origin of quantitative pharmacology. Archive for History of Exact Sciences. 2012;66(4): 427-438.
38. Bernardo Gois FN, Lima A, Santos K, Oliveira R, Santiago V, Melo S, et al. Predictive models to the COVID-19. Data Science for COVID-19. 2021:1–24.
39. Walters CE, Meslé MMI, Hall IM. Modelling the global spread of diseases: A review of current practice and capability. Epidemics. 2018;25:1-8.
40. Reznick RK, MacRae H. Teaching Surgical Skills — Changes in the Wind. N Engl J Med 2006;355(25):2664-2669.
41. Hopper AN, Jamison MH, Lewis WG. Learning curves in surgical practice. Postgrad Med J. 2007; 83(986):777-9.
42. Yap CH, Colson ME, Watters DA. Cumulative sum techniques for surgeons: a brief review. ANZ J Surg. 2007;77(7):583-6.

43. Woodall WH. The use of control charts in healthcare and public-health surveillance. Journal of Quality Technology. 2006; 38(2): 89-104.
44. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. Nat Med. 2019;25(1):44-56.
45. Cabitza F, Raso R, Locoro A. The unintended consequences of machine learning in medicine. Health Aff (Millwood). 2017;36(11):1853-9.
46. Parasuraman R, Riley V. Humans and automation: Use, misuse, disuse, abuse. Hum Factors. 1997;39(2):230-53.
47. Meyer PS, Yung JW, Ausubel JH. A primer on logistic growth and substitution. Technol Forecast Soc Change. 1999;61(3):247-71.
48. Panik MJ. Growth Curve Modeling: Theory and Applications. December 2013. DOI:10.1002/9781118763971.
49. Sahal D. Alternative conceptions of technology. Research Policy. 1981;10(1):2-24.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):670-680
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.28

Desde la probeta y el diván: ¿Por qué el dilema del dolor también requiere la participación de la ciencia básica y de la psicología?

From test tube to couch: Why does the complexity of pain demand both basic science and psychology?

Víctor Tortorici[1ab*], Catherine Feijoo[2a], Gabriela Curiel[3a], Daivery Pereira[4a], Beatriz E. Brito[5c]

RESUMEN

Esta revisión narrativa pretende llamar la atención sobre la fragmentación del carácter procedimental en el tratamiento del dolor crónico y proponer una reestructuración de las unidades de alivio bajo un modelo de interactividad total que trascienda la gestión de los síntomas para convertirse en una respuesta integral para la persona. A través de una revisión de la evidencia, se incluye al científico básico como el "cartógrafo molecular" necesario para descifrar los mecanismos de sensibilización periférica y central, y al psicólogo como el "arquitecto de la resiliencia" encargado de reconstruir el proyecto de vida y la identidad erosionada por el sufrimiento causado por el dolor. El texto evoluciona desde la descripción clínica hasta un llamado a la acción política, utilizando ejemplos de buenas prácticas para inspirar la creación de unidades de tratamiento basadas en la neurociencia, en las que la excelencia no sea opcional. Esta propuesta se alinea estratégicamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, impactando directamente en la Salud y Bienestar (ODS 3) al promover terapias de precisión que devuelvan la funcionalidad; en el Trabajo Decente y Crecimiento Económico (ODS 8) al demostrar un aumento significativo en las probabilidades de retorno laboral; y en la Reducción de las Desigualdades (ODS 10) al abogar por políticas públicas que estandaricen un trato digno y una atención de alta complejidad como un derecho fundamental para cada paciente.

Palabras clave: *Modelo biopsicosocial del dolor, ciencia básica traslacional, resiliencia psicológica, unidades de dolor basadas en la neurociencia, salud y bienestar, soberanía sanitaria*

SUMMARY

This narrative review aims to highlight the fragmentation of the procedural nature of chronic pain treatment and to propose restructuring relief units within a model of total interactivity that transcends symptom management to become a comprehensive response to the person. Through an evidentiary review, the work includes the basic scientist as the necessary "molecular cartographer" for deciphering the mechanisms of peripheral and central sensitization, and the psychologist

ORCID:
[1] 0000-0001-7287-176X
[2] 0009-0005-5535-9728
[3] 0009-0009-8929-0940
[4] 0009-0004-4314-5813
[5] 0000-0001-9428-9746

Autor de Correspondencia: Víctor Tortorici. E-mail: vtortorici@unimet.edu.ve

Recibido: 21 de marzo 2026
Aceptado: 19 abril 2026

a Laboratorio de Neurociencia, Universidad Metropolitana (UNIMET). Caracas, Venezuela
b Laboratorio de Neurofisiología, Centro de Biofísica y Bioquímica. Caracas, Venezuela
c Laboratorio de Inmunopatología, Centro de Medicina Experimental, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Caracas, Venezuela.

as the "architect of resilience" tasked with reconstructing the life project and identity eroded by suffering. The text evolves from a clinical description toward a call for political action, using examples of good practices to inspire the creation of neuroscience-based treatment units where excellence is not optional. This proposal aligns strategically with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), directly impacting Good Health and Well-being (SDG 3) by promoting precision therapies that restore functionality; Decent Work and Economic Growth (SDG 8) by demonstrating a significant increase in the probability of returning to work; and Reduced Inequalities (SDG 10) by advocating for public policies that standardize dignified treatment and high-complexity care as a fundamental right for every patient.

Keywords*: Biopsychosocial model of pain, translational basic science, psychological resilience, neuroscience-based pain units, health and well-being, sanitary sovereignty*

INTRODUCCIÓN

La integración biopsicosocial: más allá de la gestión de síntomas

Las décadas transcurridas desde la creación de la *International Association for the Study of Pain* (IASP, Asociación Internacional para el Estudio del Dolor) han permitido comprobar que el abordaje contemporáneo del dolor crónico atraviesa una crisis de fragmentación que obliga a regresar a sus bases conceptuales. Según la última definición de la IASP, el dolor es una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con o similar a la asociada con, daño tisular real o potencial (1). Esta definición supone una experiencia inherentemente dual: un fenómeno en el que la nocicepción biológica y la interpretación emocional son hilos claves de una misma trama. Sin embargo, la práctica clínica ha sido testigo del reduccionismo biomédico, a veces priorizando la supresión del síntoma por encima de la comprensión total del proceso, asumiendo unilateralmente la propiedad del caso doloroso y desafiando los alcances del modelo biopsicosocial propuesto por Engel (2), en el que la interdisciplinariedad no constituye una suma de jerarquías, sino una amalgama de saberes (3,4). Como dato curioso que invita a la reflexión, la definición actual del dolor, propuesta por el Comité de Taxonomía de la IASP en 2020, fue considerada un hito histórico en su momento, ya que no se había modificado de forma sustancial desde 1979. Esta revisión no fue un simple cambio de palabras, sino una evolución hacia una comprensión más profunda y humana del dolor que, aunque tropieza con resistencias, invita a verla desde sus diferentes aristas. Esta nueva definición consolida la transición de un enfoque casi exclusivamente médico a un modelo biopsicosocial integral. El cambio más transformador radica en eliminar el requisito de que el dolor deba describirse obligatoriamente en términos de daño tisular, reconociéndolo ahora como una experiencia que puede simplemente asemejarse a dicho daño. Esta "sutil" modificación legitima la naturaleza intrínsecamente subjetiva del dolor, por lo que el reporte del paciente siempre debe ser considerado, validado y respetado en su justa medida, lo cual resulta sumamente conveniente para el sostenimiento de la relación médico-paciente. Por otra parte, a nivel de diagnóstico, este cambio taxonómico procura que síndromes complejos como el dolor crónico o el dolor nociplástico no sean erróneamente desestimados como afecciones meramente psicógenas. De esta forma, al aceptar que la experiencia dolorosa está modulada por una interacción particular de factores biológicos, psicológicos y sociales, la nueva definición invita a considerar estrategias terapéuticas multidisciplinares y empáticas, en lugar de intervenciones unidimensionales, diseñadas no solo para reparar un tejido, sino también para restaurar la calidad de vida del individuo.

En este escenario, el científico básico emerge como el cartógrafo de la patología; quien posee la mirada microscópica y la parafernalia necesaria para descifrar los mecanismos de sensibilización periférica y central que transforman una señal de alerta en una enfermedad persistente. Sin este aporte fundamental, el abordaje clínico podría carecer de la base mecanicista necesaria, lo que limitaría la transición hacia una terapia de precisión debido a la incertidumbre clínica respecto de la raíz molecular del dolor. Por otro lado, el psicólogo actúa como intérprete

de la subjetividad, descodificando cómo el dolor reconfigura la identidad, las creencias y el comportamiento del individuo (5). El dolor crónico no solo daña tejidos, sino que erosiona el proyecto de vida y allí es donde la intervención psicológica se convierte en el eje de la resiliencia y del cambio funcional.

Ignorar esta tríada de protagonistas que coadyuvan a una causa común resulta inconveniente. El tratamiento adecuado del dilema del dolor no reside en la potencia del fármaco ni en la precisión de la técnica intervencionista por sí solas, sino en la capacidad del equipo para integrar el mecanismo molecular con la reconstrucción psíquica y en la experticia clínica del médico con formación en dolor y analgesia (6,7). Cuando el laboratorio y el diván dialogan con la consulta médica, el paciente deja de ser un caso clínico para volver a ser una persona en equilibrio.

Como puede verse, el abordaje contemporáneo del dolor crónico que se propone rescatar exige trascender la farmacología de superficie y adoptar un modelo biopsicosocial genuino (2). Esta necesidad no es solo una sugerencia clínica, sino un imperativo derivado de la propia arquitectura del dolor. Como bien ha señalado la IASP, el dolor es siempre una experiencia personal e intransferible, modelada por factores biológicos, psicológicos y sociales que el clínico debe considerar (1). Bajo esta premisa, debemos entender que el dolor y la nocicepción son fenómenos distintos: el primero no puede reducirse únicamente a la actividad de las neuronas sensoriales, lo que otorga al científico básico el rol crítico de descifrar los mecanismos moleculares que explican por qué el sistema de alerta se ha vuelto patológico.

Sin embargo, el mapa biológico resulta insuficiente sin el contexto vital. A través de sus experiencias de vida, los individuos aprenden a comprender el dolor, convirtiéndolo en un relato que debe ser respetado en toda su subjetividad. Aquí, el psicólogo resulta indispensable para interpretar esa experiencia, especialmente cuando el dolor pierde su valor adaptativo de protección y se convierte en un agente erosivo del bienestar social y psicológico. Incluso cuando el paciente enfrenta limitaciones en la comunicación, su incapacidad para verbalizar no niega la existencia de su sufrimiento. Resulta entonces de interés ratificar la necesidad de articular la biología molecular con el bienestar psicológico (5,8,9), para que el equipo multidisciplinario atienda la afección en todas sus dimensiones, logrando así llegar al núcleo del modelo conocido como *whole person engagement* (atención integral del paciente) (5).

Método utilizado para la revisión narrativa

Para la elaboración de esta revisión narrativa, se realizó una búsqueda bibliográfica exhaustiva en bases de datos académicas de alto impacto, como PubMed, Scopus, Google Académico y Ai2-Asta. La estrategia de búsqueda combinó descriptores médicos (MeSH) y términos en lenguaje libre, tanto en inglés como en español, orientados a los principales ejes temáticos del documento: modelo biopsicosocial del dolor, ciencia básica traslacional, resiliencia psicológica, unidades de dolor basadas en la neurociencia y whole person engagement.

La selección de los documentos se realizó bajo un criterio estricto de pertinencia clínica y neurocientífica, buscando además la alineación estratégica con los ODS de las Naciones Unidas que fundamentan esta propuesta. En este sentido, se priorizó la literatura que demostrara el impacto del modelo multidisciplinario en la salud y el bienestar (ODS 3), en la recuperación de la funcionalidad y el retorno laboral (ODS 8), y en la reducción de las desigualdades mediante la promoción de un trato digno y equitativo como derecho fundamental (ODS 10).

En la selección final se incluyeron predominantemente publicaciones de la última década (2015-2025) para asegurar la actualidad de la evidencia. No obstante, dadas las bases conceptuales del manuscrito, se incluyeron intencionalmente obras fundacionales y artículos clásicos. Esta decisión metodológica busca sustentar las bases epistemológicas del paradigma biopsicosocial y comprender la evolución de las definiciones taxonómicas de la IASP, garantizando

una perspectiva profunda y contextualizada del problema clínico actual.

El triunfo de la integración: evidencia que transforma vidas

La efectividad de los programas multidisciplinarios para el manejo del dolor cuenta hoy con un sólido respaldo científico. Múltiples revisiones sistemáticas confirman que cuando diversas disciplinas convergen, el alivio del dolor deja de ser una posibilidad y pasa a ser un resultado medible (10). Un metaanálisis de referencia sobre el dolor lumbar crónico, que evaluó 65 estudios interdependientes, es tajante: el enfoque multidisciplinario es superior a cualquier tratamiento único convencional o a la ausencia de intervención, e impacta tanto en la percepción subjetiva del paciente como en sus variables biológicas y conductuales (11).

Lo que hace que este modelo multidisciplinario sea realmente revolucionario es que sus beneficios trascienden el alivio físico. La rehabilitación integral no solo reduce la intensidad del dolor y la discapacidad en comparación con los cuidados habituales (12,13), sino que también restaura la funcionalidad y la autonomía de la persona. De hecho, quienes se someten a este enfoque tienen significativamente mayores probabilidades de trabajar un año después de la intervención que quienes solo reciben tratamiento físico (12).

La evidencia científica actual no se limita a reportar una mejoría clínica aislada, sino que describe una transformación profunda y multidimensional en la realidad del paciente. A nivel cognitivo, el enfoque multidisciplinario logra desmantelar el ciclo del catastrofismo, permitiendo que la persona recupere una sensación de agencia y control sobre su propio cuerpo que el dolor crónico le había arrebatado. Este cambio mental se traduce directamente en el ámbito emocional, donde se documentan descensos notables y sostenidos en los índices de depresión, ansiedad y estrés (11,14). En última instancia, esta reconfiguración de la experiencia interna se manifiesta a nivel vital como una elevación global de la calidad de vida, lo que demuestra que el éxito del equipo no reside en "borrar" el dolor, sino en devolver al individuo su capacidad de habitar el mundo con plenitud.

Este éxito no se limita solamente a pacientes adultos. En poblaciones pediátricas, la rehabilitación interdisciplinaria intensiva ha demostrado ser una herramienta poderosa para rescatar a niños con altos niveles de discapacidad funcional, logrando mejoras sustanciales que se mantienen firmes en los seguimientos a largo plazo (15,16).

Quizás el dato más revelador es la resiliencia de estos efectos. La evidencia demuestra que los beneficios de un manejo multidisciplinario bien ejecutado pueden mantenerse estables durante más de una década (11). Por ello, las guías de tratamiento basadas en la evidencia más recientes no solo sugieren, sino que recomiendan este enfoque como el estándar de oro para condiciones complejas y de alta incidencia, como el dolor lumbar y la osteoartritis. No solo estamos tratando el dolor; estamos restaurando la capacidad de vivir.

La anatomía del cuidado: los pilares del programa multidisciplinario

Los programas de manejo multidisciplinario del dolor se sustentan tradicionalmente en cuatro componentes críticos: la terapia médica (bloqueos de nervios e intervenciones quirúrgicas para dolores más severos), las intervenciones conductuales (terapia cognitivo-conductual para manejar aspectos psicosociales o el mindfulness para reconocer, afrontar y no evitar el dolor, incluso para generar un nivel aceptable de analgesia), el reacondicionamiento físico (terapia física y ocupacional, ejercicio, estiramiento y fortalecimiento corporal para procurar la recuperación funcional) y la educación del paciente (herramientas y conocimiento para manejar la situación) (17-19). Estas dimensiones son ejecutadas por equipos de profesionales de la salud (médicos, fisioterapeutas, psicólogos, terapistas ocupacionales, trabajadores sociales y personal

de enfermería) (20), que buscan converger en un modelo biopsicosocial compartido y en metas de tratamiento alineadas con el diagnóstico y el tratamiento del paciente como un todo, antes que en el enfoque en síntomas particulares (21,22).

Sin embargo, esta estructura, aunque necesaria, plantea un interrogante profundo. Para que estos cuatro pilares no sean solo compartimentos estancos, necesitan una amalgama que les dé sentido. La terapia médica corre el riesgo de ser superficial si no se nutre de los mecanismos moleculares que el científico básico puede descifrar; del mismo modo, las intervenciones conductuales y la educación pueden quedarse en la periferia de la conducta si no cuentan con el psicólogo como arquitecto de la reconfiguración emocional y existencial del paciente. Un equipo que solo "reacondiciona" el cuerpo, pero no interpreta el sufrimiento, corre el riesgo de tratar el dolor como una avería mecánica y de olvidar que detrás de cada diagnóstico hay una persona que intenta recuperar su lugar en el mundo.

El científico básico: de intérprete de la biología a proveedor de estrategias

La vanguardia en el estudio del dolor nos revela una verdad ineludible: el impacto más trascendental del trabajo científico básico no radica en el aislamiento de sus probetas, sino en su integración directa y orgánica en los equipos clínicos. Esta sinergia constituye el puente indispensable que permite que los descubrimientos moleculares trasciendan el papel y se transformen en un alivio real y personalizado a pie de cama (23).

Al cimentar la terapia del futuro, la labor de estos investigadores se convierte en la roca sobre la cual se construyen nuevas alternativas farmacológicas; no se trata simplemente de estudiar receptores en el vacío, sino de diseñar soluciones que minimicen los efectos secundarios y maximicen la precisión diagnóstica y terapéutica (24). En la actualidad, la búsqueda de biomarcadores para el dolor agudo exige este enfoque interprofesional, en el que la ciencia básica actúa como protagonista que guía la innovación hacia horizontes más seguros, transformando la incertidumbre del diagnóstico en una ruta clara basada en la evidencia biológica responsable del mecanismo doloroso, conducente a la fenotipificación de cada paciente y la determinación de su huella digital del dolor (25).

Esta transición de la célula al paciente representa una verdadera integración humana y un avance significativo en nuestra era: romper el muro histórico que separa la investigación de la práctica clínica. Al permitir que las mentes más brillantes de la neurobiología del dolor trabajen codo a codo con los médicos, logramos que comprendan, por primera vez y de manera situada, al ser humano que sufre y la complejidad multidimensional de su problema (23). Este cambio de paradigma crea un enfoque genuinamente centrado en la persona, en el que los procesos genéticos, epigenéticos, neuronales e inmunológicos no se estudian como datos estadísticos abstractos, sino en torno a historias de vida reales. En este ecosistema, el científico básico aporta una mirada microscópica que dota al clínico de "ojos moleculares", facilitando la comprensión de por qué un tratamiento estándar funciona para unos y falla para otros, y así reduciendo el doloroso proceso de ensayo y error al que muchos pacientes se ven sometidos durante años.

Así, los equipos modernos se configuran como un tejido vivo de expertos (neurobiólogos, inmunólogos, ingenieros, especialistas en materiales y científicos del comportamiento) que colaboran con el médico tratante en tiempo real para alimentar un motor de medicina traslacional que asegure que cada hallazgo encuentre su aplicación exacta en el paciente adecuado (25,26). Esta colaboración interdisciplinaria permite que el conocimiento fluya en ambas direcciones: el conocimiento científico básico aporta el mecanismo, mientras que el clínico aporta la realidad fenotípica del paciente, enriqueciendo la investigación con preguntas que solo surgen del contacto humano directo. Para que esta visión de equilibrio entre el laboratorio y la consulta prospere, es imperativo que los centros de dolor evolucionen en su infraestructura, fomentando un diálogo constante que permita a los investigadores

y clínicos compartir la misma meta diagnóstica y ética (23).

El éxito de esta ambiciosa integración depende, en última instancia, de nuestra capacidad para desarrollar sistemas de datos dinámicos y plataformas de evaluación electrónica que evolucionen a partir de la retroalimentación directa sobre la eficacia y la seguridad de los tratamientos (24). Al integrar al científico básico en la toma de decisiones, el equipo multidisciplinario deja de ser una suma de partes para convertirse en una unidad de precisión. Cuando el rigor del laboratorio se funde con la urgencia y la compasión de la clínica, dejamos de gestionar los síntomas para empezar a resolver el dilema del dolor en su raíz más profunda, devolviendo al paciente no solo la salud, sino también la dignidad de ser comprendido en toda su complejidad biológica.

El psicólogo: traductor de la subjetividad humana

Dentro del ecosistema de los equipos multidisciplinarios, el psicólogo desempeña un un papel que trasciende la asistencia emocional convencional; se constituye en el especialista capaz de descodificar la compleja trama de los componentes psicológicos que sostienen, amplifican y, en muchos casos, perpetúan la experiencia dolorosa. Su labor no es periférica, sino fundacional, al proporcionar intervenciones especializadas que requieren una formación avanzada y permiten ofrecer un contacto con el paciente mucho más frecuente, humano y profundo que el de la consulta médica tradicional (27). En este sentido, el psicólogo actúa como un colaborador estratégico cuya pericia es vital para abordar la constelación de síntomas cognitivos, emocionales y conductuales que definen la cronicidad. Al trabajar codo a codo con especialistas en algología, anestesiología, psiquiatría, neurología, neurocirugía y traumatología, el psicólogo aporta una visión longitudinal del individuo, lo que permite analizar los antecedentes personales y realizar intervenciones psicoterapéuticas que redirigen al paciente hacia trayectorias de tratamiento mucho más positivas y adaptativas (28).

La relevancia del componente psicológico radica en su capacidad para intervenir directamente en la forma en que la ansiedad, la depresión y el estrés postraumático modulan activamente la percepción del dolor, convirtiendo al psicólogo y al psiquiatra en miembros indispensables para garantizar la integridad del equipo (29,30). Al operar dentro de marcos conceptuales que complementan y amplían el enfoque puramente biomédico, estos profesionales permiten comprender el dolor como una condición psicofisiológica compleja que, por definición, exige un tratamiento somático y psíquico simultáneo (31,32). Es fundamental reconocer que esta labor exige un rigor técnico absoluto; la implementación de herramientas psicoterapéuticas de alta complejidad, especialmente en cuadros de sensibilización central como la fibromialgia, requiere habilidades que solo poseen los psicólogos licenciados. Delegar estas funciones a personal sin el entrenamiento especializado necesario no solo compromete la efectividad clínica, sino que también pone en riesgo los beneficios a largo plazo y la seguridad del paciente (33,34).

En la práctica clínica moderna, las organizaciones de salud más avanzadas están integrando de forma rutinaria al psicólogo de la salud para empoderar al paciente mediante estrategias de autocuidado activo y facilitar el diseño de planes de tratamiento realmente coherentes entre los distintos proveedores (35). Este modelo de vanguardia, adoptado con éxito por sistemas de salud a escala global, demuestra que el psicólogo es un aliado estratégico incluso en la supervisión y la adherencia al manejo farmacológico, gracias a su capacidad de observación sostenida y su profundo conocimiento de la conducta humana (27,36). El futuro de la medicina del dolor se encamina hacia una colaboración interdisciplinaria radical, en la que médicos, científicos y psicólogos desarrollen modalidades de tratamiento centradas en la persona, capaces no solo de mitigar la intensidad sensorial, sino también de restaurar la

funcionalidad, la esperanza y el bienestar integral del individuo en equilibrio (37).

Hacia una nueva arquitectura del alivio: el imperativo estratégico de las unidades de dolor

La instauración de unidades de dolor con base neurocientífica representa el paso definitivo de una medicina reactiva a una medicina de precisión. Para los decisores públicos y líderes del sector privado, estas unidades no deben verse como centros de costos, sino como una inversión estratégica en la recuperación del capital humano. El dolor crónico es una de las principales causas de ausentismo y discapacidad; por ello, establecer centros eficaces exige un marco organizacional audaz, fundamentado en políticas que garanticen no solo la presencia de múltiples especialidades, sino también su interdependencia absoluta. Inspirados en modelos de éxito internacional, como el sistema implementado en Bélgica y Canadá, debemos avanzar hacia normativas que exijan un núcleo estable de profesionales, en el que el científico básico y el psicólogo sean pilares obligatorios del estándar de calidad (11,38). Estos modelos implementados se erigen como un referente de soberanía sanitaria y de precisión administrativa, al haber transformado la intención clínica en políticas de Estado obligatorias, estableciendo redes de centros multidisciplinarios de referencia donde la excelencia no es opcional: cada unidad debe integrar, por requisito legal, un mínimo de tres especialidades médicas y tres paramédicas, garantizando que el paciente nunca sea tratado de forma fragmentada (11).

Esta estructura se fortalece con una exigencia de liderazgo técnico riguroso, en la que los directores no solo deben poseer una formación especializada de alto nivel, sino también acreditar al menos 3 años de dedicación exclusiva al manejo del dolor (38). Al estandarizar estos requisitos mínimos de personal y experiencia, los ejemplos demuestran que el éxito en la resolución del dolor crónico depende de una gobernanza institucional que priorice equipos estables y dedicados, capaces de convertir la teoría neurocientífica en una práctica clínica coherente, segura y profundamente humana.

El verdadero desafío para la política sanitaria radica en transformar los servicios que hoy operan en paralelo en estructuras de atención profundamente integradas. La evidencia nos advierte que el simple hecho de compartir un edificio no garantiza el éxito; se requieren protocolos que obliguen a la colaboración interdisciplinaria constante y liderazgos con formación especializada en el manejo integral del dolor (38). Solo mediante equipos dedicados a tiempo completo se puede asegurar la continuidad del cuidado y la fidelidad al modelo biopsicosocial. Una unidad de dolor sin un científico básico que valide los mecanismos de sensibilización y una adecuada tipificación sensorial cuantitativa, o sin un psicólogo que reestructure la respuesta adaptativa del paciente, corre el riesgo de operar sin una definición precisa de los mecanismos involucrados, perpetuando el ciclo de polifarmacia y de procedimientos ineficaces que tanto drenan los presupuestos de salud (11).

Más allá de la logística, la gobernanza de estos centros debe equilibrar la actividad clínica con una investigación vigorosa. El médico de atención primaria debe ser reconocido como el guardián de la estrategia a largo plazo, pero el equipo de la unidad de dolor debe funcionar como una "inteligencia colectiva clínico-científica". Esta estructura permite abordar los complejos dilemas éticos inherentes al tratamiento del dolor crónico, en los que la colaboración entre clínicos, investigadores, psicólogos y especialistas en ética resulta esencial para afrontar las decisiones terapéuticas más difíciles (39). Los modelos de financiación, por tanto, deben reconocer esta complejidad y permitir una asignación flexible de recursos que se adapte a la naturaleza dinámica de la patología y a la tríada indispensable de ciencia, mente y clínica.

Por esta vía se hace un llamado a los responsables de la política sanitaria para que lideren la transición hacia este modelo. Implementar centros de dolor con base neurocientífica es el camino más eficiente para devolver la funcionalidad a la ciudadanía y optimizar los recursos del Estado y de las aseguradoras. No se trata solo de gestionar los

síntomas; se trata de diseñar una infraestructura de salud que respete la dignidad humana, integrando la mirada microscópica del laboratorio con la profundidad de la intervención psicológica. Al estandarizar la excelencia y flexibilizar la atención, cumplimos la promesa de una sociedad más sana, resiliente y, sobre todo, liberada del peso del sufrimiento que la ciencia moderna ya sabe resolver.

En este contexto de integración, resulta innegable la relevancia clínica de identificar y estandarizar los principales indicadores funcionales y bioparámetros del dolor que sirvan de referente para futuras investigaciones y tratamientos. Sin embargo, dada la profunda heterogeneidad fenotípica de los síndromes dolorosos y la vasta multiplicidad de sus mecanismos subyacentes, el desarrollo exhaustivo de lo que podría definirse como la "huella individual del dolor" excede el alcance de la presente revisión narrativa y constituye, en sí misma, una extensa línea de investigación independiente. La estructuración de guías de tratamiento y la categorización de neuroparámetros específicos no pueden simplificarse en un apartado general; exigen, por su propia naturaleza y complejidad, la formulación de consensos multidisciplinarios basados en revisiones exhaustivas de la evidencia. Este esfuerzo de categorización y estandarización es una tarea fundamental que debe ser liderada de manera continua por sociedades científicas y foros de expertos, para garantizar la amplitud y el rigor que demanda la atención de las diversas formas de dolor.

CONCLUSIONES

El imperativo de la integridad en la terapia del dolor

Tras más de cuarenta años de evolución desde la fundación de la IASP, la evidencia es tan contundente como desatendida: el dolor crónico no es una avería mecánica, sino una crisis de la identidad biológica y psíquica que no puede resolverse con el aislacionismo médico. La persistencia de un modelo reduccionista no solo desafía los límites del modelo biopsicosocial, sino que condena al paciente a un ciclo ineficaz de polifarmacia y de procedimientos superficiales.

La verdadera excelencia clínica no reside en la potencia de un fármaco, sino en la unidad de precisión que se alcanza cuando el laboratorio y el diván dialogan con la consulta médica. No podemos seguir tratando "casos clínicos" basados solamente en signos y síntomas, mientras ignoramos los mecanismos moleculares que subyacen y forman parte de la experticia del científico básico, o la erosión del proyecto de vida que el psicólogo puede ayudar a reconstruir. Integrar estas disciplinas no es un lujo administrativo; es una respuesta necesaria que devuelve al individuo su capacidad de habitar el mundo con plenitud.

Recomendaciones estratégicas para un cambio de paradigma

Para aquellos con capacidad de decisión, tanto en el sector público como en el privado, el cambio hacia una medicina del dolor actualizada exigiría las siguientes acciones:

- Institucionalizar la tríada fundamental: configurar unidades de dolor en las que la presencia de científicos básicos y psicólogos sea un requisito legal y operativo, siguiendo modelos de éxito en los que la excelencia no es opcional, sino una política de Estado.
- Fomentar la infraestructura de diálogo: superar la coexistencia de servicios paralelos mediante la creación de protocolos de colaboración constante. Se requiere que el conocimiento fluya entre la célula y el contexto vital del paciente.
- Invertir en capital humano y en medicina de precisión: considerar estas unidades como inversiones estratégicas que reducen la discapacidad y el ausentismo laboral. La incorporación del científico básico permite fenotipificar al paciente, eliminando el doloroso proceso de ensayo y error en la terapéutica.

- Garantizar el rigor técnico en salud mental: evitar la delegación de funciones psicoterapéuticas especializadas a personal sin el entrenamiento adecuado. La seguridad del paciente y la efectividad a largo plazo dependen de profesionales capaces de descodificar la trama emocional que perpetúa el sufrimiento.

- Adoptar una gobernanza ética y científica: establecer liderazgos con formación especializada y equilibrar la operación clínica con una investigación vigorosa. Solo una inteligencia colectiva puede afrontar los complejos dilemas éticos y prácticos que el dolor crónico impone a la sociedad moderna.

Para quien ha navegado por las trincheras de la investigación y la clínica, esta integración colectiva representa la evolución definitiva de la unidad de dolor: el paso de una suma de consultorios aislados a un sistema nervioso central asistencial. No se trata de un comité administrativo que se reúne para revisar presupuestos, sino de un espacio de intersección vital donde la urgencia del paciente se encuentra con el rigor del laboratorio y la profundidad de la psique para resolver lo que otros modelos no han logrado. Ese colectivo actúa como un motor de inteligencia traslacional que elimina el doloroso proceso de ensayo y error, transformando la duda diagnóstica en una ruta clara basada en la evidencia biológica.

La visión sistémica operativa funciona como un laboratorio de soluciones éticas y humanas. El dolor crónico es una condición psicofisiológica compleja que erosiona la vida y plantea dilemas que el médico no debe resolver unilateralmente. Esta estructura permite que ese colectivo colabore en tiempo real para afrontar las decisiones terapéuticas más difíciles, asegurando que cada intervención respete la dignidad y la complejidad biológica de la persona.

Finalmente, ese modelo se consolida como una herramienta de soberanía sanitaria y de eficiencia estratégica. Para los decisores, la visión sistémica es la garantía de que los recursos del Estado y de las aseguradoras se optimicen al máximo, ya que evitaría la perpetuación de ciclos de polifarmacia y de procedimientos ineficaces que pueden drenar los presupuestos de salud. En esencia, es el órgano que obliga al laboratorio, al diván y a la consulta a mantener un diálogo constante, logrando que el equipo multidisciplinario deje de ser una suma de partes y se convierta en una unidad de precisión. Es momento de que la ciencia y la empatía dejen de ser compartimentos estancos. Al estandarizar la excelencia y abrazar la complejidad biopsicosocial, se cumple finalmente la promesa de una sociedad liberada del peso del sufrimiento innecesario.

Taxonomía del papel de colaboración académica

Cada uno de los autores participó en la concepción de la idea y en la redacción del manuscrito.

Conflicto de interés

Los autores declaran la inexistencia de cualquier conflicto de interés que impida la publicación de este artículo.

REFERENCIAS

1. Raja SN, Carr DB, Cohen M, Finnerup NB, Flor H, Gibson S, et al. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. Pain. 2020;161(9):1976-82.
2. Engel GL. The need for a new medical model: a challenge for biomedicine. Science. 1977; 196(4286):129-36.
3. Meints SM, Edwards RR. Evaluating psychosocial contributions to chronic pain outcomes. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry. 2018; 87(PtB):168-82.
4. Kovačević I, Pavić J, Filipović B, Ozimec Vulinec Š, Ilić B, Petek D. Integrated approach to chronic pain—the role of psychosocial factors and multidisciplinary treatment: a narrative review. Int J Environ Res Public Health. 2024; 21(9):1135.
5. Gatchel RJ, Peng YB, Peters ML, Fuchs PN, Turk DC. The biopsychosocial approach to chronic pain:

scientific advances and future directions. Psychol Bull. 2007; 133(4):581-624.
6. Turk DC, Rudy TE. Toward an empirically derived taxonomy of chronic pain patients: integration of psychological assessment data. J Consult Clin Psychol. 1988;56(2):233-8.
7. Flor H, Turk DC. Chronic pain: an integrated biobehavioral approach. IASP Press; 2011.
8. Parkin-Smith GF, Amorin-Woods LG, Davies SJ, Losco BE, Adams J. Spinal pain: current understanding, trends, and the future of care. J Pain Res. 2015; 8:741-52.
9. Gálvez-Sánchez CM, Montoro CI. Chronic pain: clinical updates and perspectives. J Clin Med. 2022; 11(12):3474.
10. Kaiser U, Kopkow C, Deckert S, Sabatowski R, Schmitt J. Validation and application of a core set of patient-relevant outcome domains to assess the effectiveness of multimodal pain therapy (VAPAIN): a study protocol. BMJ Open. 2015; 5(11):e008146.
11. Pergolizzi JV, Ahlbeck K, Aldington D, Alon E, Coluzzi F, Dahan A, et al. The development of chronic pain: physiological CHANGE necessitates a multidisciplinary approach to treatment. Curr Med Res Opin. 2013; 29(9):1127-35.
12. Kamper SJ, Apeldoorn AT, Chiarotto A, Smeets R, Ostelo RW, Guzmán J, et al. Multidisciplinary biopsychosocial rehabilitation for chronic low back pain. Cochrane Database Sys Rev. 2014; 2014(9): CD000963.
13. Mauck MC, Aylward AF, Barton CE, Birckhead BJ, Carey T, Dalton D, et al. Evidence-based interventions to treat chronic low back pain: treatment selection for a personalized medicine approach. Pain Rep. 2022;7(5):e1019.
14. Paulokat HM, Klinder A, Mittelmeier W, Bajorat J, Osmanski-Zenk K. Evaluation of a four-week interdisciplinary multimodal pain therapy on chronic pain patients—a comprehensive approach. Life (Basel). 2025;15(4):576.
15. Harrison LE, Pate JW, Richardson PA, Ickmans K, Wicksell RK, Simons LE. Best evidence for the rehabilitation of chronic pain, part 1: pediatric pain. J Clin Med. 2019; 8(9):1267.
16. Liossi C, Johnstone L, Lilley S, Caes L, Williams G, Schoth DE. Effectiveness of interdisciplinary interventions in paediatric chronic pain management: a systematic review and subset meta-analysis. Br J Anaesth. 2019; 123(2):e359-e371.
17. Morley-Forster PK, Pergolizzi JV, Taylor R, Axford-Gatley RA, Sellers EM. Mitigating the risk of opioid abuse through a balanced undergraduate pain medicine curriculum. J Pain Res. 2013; 6:791-801.
18. Podder D, Stala O, Hirani R, Karp AM, Etienne M. Comprehensive approaches to pain management in postoperative spinal surgery patients: advanced strategies and future directions. Neurol Int. 2025; 17(6):94.
19. Wang W, Hao Y, Pang X, Tang Y. Cancer pain: molecular mechanisms and management. Mol Biomed. 2025; 6(1):45.
20. Zhai T, Jiang F, Chen Y, Wang J, Feng W. Advancing musculoskeletal diagnosis and therapy: a comprehensive review of trigger point theory and muscle pain patterns. Front Med. 2024;11:1433070.
21. Dragioti E, Dong H, Larsson B, Gerdle B. Reported outcomes in published systematic reviews of interdisciplinary pain treatment: protocol for a systematic overview. JMIR Res Protoc. 2020; 9:e17795.
22. Dong H, Gerdle B, Dragioti E. Reported outcomes in interdisciplinary pain treatment: an overview of systematic reviews and meta-analyses of randomised controlled trials. J Pain Res. 2022; 15:2557-76.
23. Borsook D. A future without chronic pain: neuroscience and clinical research. Cerebrum. 2012; 2012:7-22.
24. Goldstein DH, Ellis JA, Brown R, Wilson RA, Penning JP, Chisom K, et al. Recommendations for improved acute pain services: Canadian Collaborative Acute Pain Initiative. Pain Res Manag. 2004; 9(3):123-30.
25. Asimakopoulos T, Tsaroucha A, Kouri M, Pasqualucci A, Varrassi G, Leoni ML, et al. The role of biomarkers in acute pain: a narrative review. Pain Ther. 2025; 14(3): 775-89.
26. van Charldorp TC, Strick M, de Grauw JC, Brugman S, van de Burgt Y, Winkens LH, et al. Uneasiness in interdisciplinary research and the importance of metaphors: a case story on building an interdisciplinary chronic pain research team. PEC Innov. 2024; 5:100350.
27. Roditi D, Robinson ME. The role of psychological interventions in the management of patients with chronic pain. Psychol Res Behav Manag. 2011; 4:41-9.
28. Ushida T. Burdensome problems of chronic musculoskeletal pain and future prospects. J Orthop Sci. 2015; 20(6):958-66.
29. Sharif T, Bugo J. A report from the first regional pain medicine symposia in East, Central and

Southern African region (ECSA-R)— "The Rhino Model in Pain Education in Africa". Afr Health Sci. 2015; 15(2):438-43.
30. Nnadi CV, Olawade DB, Shorter S, Oisakede EO, Boussios S, Ovsepian SV. Redefining chemotherapy-related headaches: from pathobiology to differential diagnosis and management. Int J Mol Sci. 2025; 27(1):262.
31. Dun EC, Morozov V, Lakhi NA. Multidisciplinary approach to chronic pelvic pain. J Neurol Exp Neurosci. 2015; 1(1):1-5.
32. Petrini L, Arendt-Nielsen L. Understanding pain catastrophizing: putting pieces together. Front Psychol. 2020; 11:603420.
33. Luciano JV, Neblett R, Peñacoba C, Suso-Ribera C, McCracken LM. The contribution of the psychologist in the assessment and treatment of fibromyalgia. Curr Treat Options Rheumatol. 2023; 9:11-31.
34. Leccese A, Severo M, Ventriglio A, Petrocchi S, Limone P, Petito A. Psychological interventions in patients with physical pain: a focus on catastrophizing and resilience—a systematic review. Healthcare. 2025;13(6):581.
35. Takagishi SC, Grinberg AS, Lindsey H, Goldman RE, Baird SA, Burrone L, et al. Headache specialists'perceptions of the role of health psychologists in headache management: a qualitative study. Cureus. 2024; 16(3):e56175.
36. Murphy JL, Palyo SA, Schmidt Z, Hollrah LN, Banou E, Van Keuren CP, et al. The resurrection of interdisciplinary pain rehabilitation: outcomes across a Veterans Affairs collaborative. Pain Med. 2021; 22(2):30-43.
37. Kori A, Singh A, Caroicar YS, Thomas PE, Chandra A. The intersection of psychology and gynecology: a comprehensive review of pain management strategies in women's health. Cureus. 2025;17(6):e86344.
38. Peng P, Stinson JN, Choinière M, Dion D, Intrater HM, LeFort S, et al. Role of health care professionals in multidisciplinary pain treatment facilities in Canada. Pain Res Manag. 2008;13(6):484-8.
39. Gotani A. Unveiling the placebo effect: how belief shapes relief in low back pain. Int J Papier Adv Sci Rev. 2024; 5(2):1-6.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):681-686
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.29

Disección virtual (digital): una herramienta complementaria en el aprendizaje de la osteología humana

Virtual (Digital) Dissection: A Complementary Tool in the Study of Human Osteology

Rafael Romero-Reverón

RESUMEN

Durante siglos, el estudio de la anatomía humana se ha basado principalmente en la disección de cadáveres. Sin embargo, en el siglo XXI, la enseñanza de la anatomía está experimentando una importante transformación impulsada por las innovaciones tecnológicas, entre las que se incluye la disección virtual. La disección digital (virtual) se basa en la adquisición de imágenes de tomografía computarizada con reconstrucción tridimensional, que proporcionan cortes transversales, coronales y sagitales de las estructuras anatómicas. Estas imágenes se procesan con un software especializado para generar reconstrucciones tridimensionales y su visualización en imágenes fijas y/o en videos, lo que permite una exploración interactiva de las estructuras óseas del cuerpo humano. Esta innovación puede repetirse las veces que se requiera sin necesidad de utilizar múltiples cadáveres, proporcionando un entorno seguro y la posibilidad de reevaluar conceptos complejos a conveniencia de los estudiantes y de los médicos. La disección digital (virtual) ha transformado la capacidad de visualizar, caracterizar y cuantificar los huesos del cuerpo humano, mejorando así nuestra comprensión de su anatomía y de su importancia clínica.

Palabras clave: *Anatomía humana, disección cadavérica, disección digital, educación médica, osteología*

SUMMARY

For centuries, the study of human anatomy has relied primarily on cadaver dissection. However, in the 21st century, anatomy education is undergoing a significant transformation driven by technological innovations, including virtual dissection. Digital (virtual) dissection relies on the acquisition of computed tomography (CT) images with three-dimensional reconstruction, which provide transverse, coronal, and sagittal sections of anatomical structures. These images are then processed with specialized software to generate three-dimensional reconstructions, which are visualized as still images and/or videos, enabling interactive exploration of the skeletal structures of the human body. This innovation can be repeated as many times as needed without requiring multiple cadavers, providing a safe environment and the opportunity to re-evaluate complex concepts at the convenience of students and physicians. Digital (virtual) dissection has transformed the ability to visualize, characterize, and quantify the bones of the human body, thereby improving our understanding of their anatomy and clinical significance.

Keywords: *Human anatomy, cadaveric dissection, digital dissection, medical education, osteology*

Correspondencia: Rafael Romero-Reverón. E-mail: rafa1636@yahoo.es

Recibido: 01 de abril 2026
Aceptado: 25 de abril 2026

ORCID:
0000-0002-6904-5448

Departamento de Anatomía Humana, Facultad de Medicina. Escuela José María Vargas, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela, Caracas-Venezuela

INTRODUCCIÓN

La anatomía humana sigue siendo y seguirá siendo un aspecto fundamental de las ciencias básicas de la medicina. Constituye la base sobre la que se asientan todas las demás ciencias relacionadas con el ser humano, sus enfermedades y sus tratamientos. La anatomía humana se ha visto influida por sus vínculos con campos estrechamente relacionados, como la patología y la fisiología, que, en conjunto, mejoran la comprensión, el diagnóstico y el tratamiento quirúrgico de las enfermedades. La historia de la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía humana, desde los primeros exámenes de cadáveres en la antigüedad hasta los análisis de alto nivel del cuerpo humano realizados por los anatomistas modernos, se caracteriza por una comprensión en constante evolución de la morfología y las funciones de las estructuras y los órganos del cuerpo humano (1). En el siglo XXI, la enseñanza de la anatomía humana se ha enfrentado a retos en la práctica de la disección tradicional de cadáveres, lo que ha impulsado nuevas innovaciones tecnológicas, entre ellas la disección virtual como alternativa educativa. Los estudiantes actuales de medicina (pertenecientes a la Generación Z) son la primera generación con acceso generalizado a Internet a través de computadoras, dispositivos móviles, tabletas, teléfonos inteligentes, relojes inteligentes, lentes inteligentes, anillos inteligentes y otros dispositivos electrónicos. Los estudiantes de medicina están utilizando las innovaciones tecnológicas emergentes para estudiar y aprender sobre temas médicos (2). Estas tecnologías innovadoras permiten a los estudiantes y médicos interactuar con representaciones tridimensionales de estructuras anatómicas, ofreciendo una experiencia educativa más inmersiva e interactiva. Este trabajo tiene como objetivo realizar una evaluación inicial de las ventajas y desventajas de la herramienta de disección virtual (digital).

Disección cadavérica

La enseñanza de la anatomía humana ha cambiado mucho desde la antigüedad hasta nuestros días, desde que el primer ser humano observó los segmentos o órganos anatómicos de otros seres humanos o animales, ya sea con fines curativos o como consecuencia de un combate o de una cacería. Posteriormente, las primeras disecciones anatómicas sistemáticas documentadas del cuerpo humano se llevaron a cabo alrededor del siglo III a. C. en Alejandría, pero pronto fueron prohibidas durante aproximadamente 16 siglos. Subsiguientemente, en la Edad Media tardía y el Renacimiento, las disecciones anatómicas se reanudaron y superaron en cuanto a sus técnicas y resultados durante los siglos siguientes (3). La enseñanza de la anatomía humana es un componente esencial de las ciencias médicas básicas, ya que proporciona una base para las habilidades procedimentales y clínicas en la atención al paciente por parte de los médicos (4). La asignatura de anatomía humana en las facultades de medicina es fundamental para la formación médica. Y la disección de cadáveres forma parte desde la antigüedad de la enseñanza de la anatomía, ya que ofrece a los estudiantes de medicina una forma práctica de conocer la complejidad del cuerpo humano, permitiendo desarrollar los conocimientos y habilidades necesarios, así como una experiencia epicrítica para la práctica clínica. La disección anatómica también permite explorar las complejas relaciones y variaciones anatómicas, lo que fomenta una comprensión más profunda del cuerpo humano. Los métodos basados en la disección de cadáveres y su posterior exposición para la docencia han desempeñado y siguen desempeñando un papel importante en la enseñanza de la anatomía y han dado lugar a resultados favorables en cuanto a los conocimientos adquiridos por los estudiantes de medicina (5). Por otra parte, circunstancias como el creciente número de estudiantes de medicina, los recursos limitados, los costos y el menor tiempo dedicado al proceso de enseñanza y aprendizaje de la anatomía humana, según los nuevos planes de estudio, han obligado a los profesores de anatomía humana a emplear nuevas técnicas educativas (6). Además, la disponibilidad de cadáveres podría ser insuficiente para satisfacer las necesidades de todos los estudiantes. Ya que las instituciones de educación médica se enfrentan a numerosos obstáculos y complejidades al adquirir cadáveres con fines educativos. Entre los cuales se

encuentran los factores legales, administrativos, culturales, religiosos, sociales, económicos y educativos, que constituyen los principales retos a los que se enfrentan las instituciones de educación médica (7).

Disección virtual

La disección digital (virtual), particularmente en su modalidad de imágenes del cuerpo humano más fidedigna, se basa en la obtención de imágenes de tomografía computarizada que proporcionan cortes transversales, coronales y sagitales de los huesos del cuerpo humano. Posteriormente, estas imágenes se procesan con un software especializado para generar reconstrucciones tridimensionales, lo que facilita un estudio interactivo de las estructuras óseas. El procesamiento de imágenes médicas para la reconstrucción tridimensional se realiza con programas de software como 3D Slicer u OsiriX, entre otros, que facilitan la segmentación de las estructuras óseas y la generación de modelos interactivos (8,9). Estos modelos anatómicos obtenidos pueden manipularse digitalmente para obtener mediciones precisas y evaluar la morfología de los huesos. El desarrollo de la tomografía computarizada con reconstrucciones tridimensionales de los huesos del cuerpo humano ha transformado la capacidad de visualizar, caracterizar y cuantificar dichos huesos, mejorando así nuestra comprensión de su anatomía y de su importancia clínica. Esta tecnología innovadora permite la repetición y la visualización sin necesidad de recurrir a múltiples cadáveres, garantizando un entorno seguro que, a la vez, resulta rentable y adaptable a diversos ritmos de aprendizaje. Además, esta tecnología puede aislar diversas estructuras anatómicas en forma tridimensional, lo que permite la reconstrucción, la magnificación de las imágenes (zoom) y la obtención de secciones transversales para comprender mejor las formas y relaciones anatómicas (Video). La posibilidad de pausar, rebobinar y volver a examinar diferentes estructuras y sistemas mediante la creación de configuraciones preestablecidas facilita la realización de disecciones virtuales, lo que constituye una experiencia de aprendizaje personalizada para estudiantes y médicos (10, 11). Este avance puede hacer que el proceso educativo sea más eficaz y accesible. La literatura reciente ha destacado el potencial de estas tecnologías innovadoras en la enseñanza de la anatomía, especialmente para ayudar a médicos y estudiantes a comprender conceptos anatómicos complejos y mejorar sus capacidades de razonamiento clínico. La disección digital o virtual de los huesos del cuerpo humano mediante tomografía computarizada con reconstrucción tridimensional representa un avance notable en el examen de estas estructuras anatómicas (12). Este método permite una evaluación exhaustiva de la morfología ósea sin necesidad de intervención física, lo que mejora el análisis en entornos clínicos, forenses y antropológicos.

DISCUSIÓN

La enseñanza de la anatomía humana atraviesa un proceso de transformación metodológica impulsado por la digitalización educativa, la diversificación de los recursos didácticos y las nuevas expectativas de aprendizaje de las generaciones contemporáneas (13). En ese contexto, la disección virtual ha emergido como una herramienta pedagógica de enorme interés, no como sustituto de la disección cadavérica, sino como un recurso complementario que reconfigura la manera en que el estudiante interactúa con las estructuras anatómicas del cuerpo humano. La enseñanza y el aprendizaje eficientes y provechosos de la anatomía humana requieren que los estudiantes asimilen no solo los elementos anatómicos y sus funciones, sino también las relaciones espaciales entre dichas estructuras, lo que pone de relieve la importancia de las imágenes tridimensionales de las estructuras anatómicas para mejorar su comprensión (14). Comprender el impacto de la disección virtual (digital) frente a la disección de cadáveres en la retención de conocimientos podría ser esencial para los profesores de anatomía humana que desean optimizar el diseño del plan de estudios y mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes de medicina. Uno de los principales beneficios de la disección virtual es su capacidad

para facilitar la comprensión tridimensional de las estructuras anatómicas. El estudio de la anatomía humana exige del estudiante una notable habilidad de visualización espacial y el uso de recursos digitales interactivos permite rotar, aislar, superponer y explorar planos anatómicos con una flexibilidad que la disección convencional no siempre ofrece de inmediato. La disección virtual exige del estudiante la capacidad de decisión, la atención sostenida y la exploración inicialmente guiada por sus profesores. Cuando el estudiante manipula imágenes digitales, selecciona estructuras y contrasta capas anatómicas, participa en un proceso de aprendizaje más cercano a la resolución de problemas que a la memorización mecánica. En los estudios médicos, en asignaturas con alta densidad de contenidos, como la anatomía humana, la posibilidad de observar repetidamente la misma serie de imágenes tridimensionales favorece la consolidación de esquemas mentales anatómicos y la fijación de relaciones espaciales. Sin embargo, la eficacia comparativa de estas dos modalidades (disección de cadavérica versus disección virtual) en la retención de conocimientos sigue siendo objeto de debate. Algunas revisiones al respecto indican que, si bien la disección digital puede mejorar la comprensión inicial, la disección de cadáveres tiende a producir una mejor retención a largo plazo de los conocimientos anatómicos (10,14,15). De manera similar, otros estudios encontraron que los estudiantes que participaron en la disección de cadáveres mostraron una retención superior en las evaluaciones de seguimiento en comparación con quienes utilizaron métodos digitales (16-19). La disección virtual presenta limitaciones como la pérdida de la experiencia táctil y la falta de imágenes tridimensionales reales. La anatomía humana es una ciencia morfológica que se comprende y se asimila no solo por la visión, sino también por el tacto, la exploración en planos, la resistencia tisular y la relación física entre estructuras. La disección virtual (digital) no reproduce la textura, la fragilidad, la variabilidad y la continuidad reales de los tejidos humanos. Por lo tanto, una desventaja de la disección virtual (digital) es la falta de retroalimentación táctil, debido a la ausencia de una experiencia epicrítica. Por otra parte, en la anatomía humana, la variabilidad no es una excepción; es parte constitutiva del conocimiento anatómico. Por ello, si la enseñanza se apoya casi exclusivamente en recursos digitales, puede disminuir la capacidad del estudiante para evaluar la diversidad morfológica existente entre individuos. Por otra parte, el precio y los gastos de mantenimiento de estas herramientas digitales pueden impedir su uso generalizado en países de ingresos bajos (20-22). Se necesita más investigación para desarrollar la implementación de la disección virtual como herramienta efectiva y examinar sus efectos a largo plazo en la enseñanza y el aprendizaje, así como en la retención de conocimientos de anatomía humana por parte de los estudiantes de medicina.

CONCLUSIONES

Las herramientas de disección virtual (digital) pueden ayudar a los estudiantes de medicina a visualizar las estructuras anatómicas en tercera dimensión, como los huesos del cuerpo humano, lo que puede mejorar su aprendizaje y su percepción. Por otra parte, no sustituye la experiencia táctil del cadáver y puede simplificar la complejidad anatómica real; además, depende de recursos técnicos y de una adecuada planificación docente. Sin embargo, actualmente hay poca información fidedigna disponible para los profesores de anatomía humana sobre cómo incorporar la anatomía virtual en sus planes de estudio y en las prácticas docentes, con enfoques basados en principios pedagógicos. Su trascendencia pedagógica se alcanza cuando se emplea como recurso complementario dentro de un modelo integrador, en el que la disección cadavérica continúa ocupando un lugar central por su aporte anatómico, ético y formativo incomparable. La integración de la disección virtual en la docencia de la anatomía humana puede fomentar el interés por los conocimientos anatómicos y la retención de dicha información en los estudiantes de medicina.

Video de los huesos del cráneo, de la cara, de las suturas y de las fontanelas de un niño de 1 año de edad. Link: https://drive.google.com/file/d/1D-keH2vIMiIKNMBZGTQpxP9Ec6ovFNje/view?usp=drive_link

Contribuciones

RRR estuvo involucrado en el estudio, conceptualizando la idea, revisando la literatura, recopilando datos, diseñando análisis formales, redactando el concepto original y elaborando las tablas.

Financiación

No hay fuentes de financiación que reportar.

Declaración de conflictos de intereses

El autor declara que no hay conflicto de interés.

Declaración sobre la disponibilidad de datos

Los datos que respaldan esta investigación están disponibles en las publicaciones originales citadas en la sección de referencias. El autor declara que no se ha utilizado ninguna aplicación de inteligencia artificial específica para ayudar o colaborar en la búsqueda y redacción de este artículo.

REFERENCIAS

1. Dziedzic M, Ostrowski P, Ghosh S, Balawender K, Koziej M, Bonczar M. Exploring the evolution of anatomy: From historical foundations to modern insights. Translational Research in Anatomy. 2024; 35,100286.
2. Romero-Reverón R. Human anatomical dissection in the Generation Z's medical syllabus. Anatomy Journal of Africa. 2022;11(1):2029-2032.
3. Alghamdi MA, Bu Saeed, R, Fudhah W, Alqarni D, Al-barzan S, Alamoudi S, Khan MA. Perceptions of medical students regarding methods of teaching human anatomy. Cogent Education. 2024; 11(1).
4. Emadzadeh A, EidiBaygi H, Mohammadi S, Etezadpour M,Yavari M, Mastour H. Virtual Dissection: an Educational Technology to Enrich Medical Students' Learning Environment in Gastrointestinal Anatomy Course. Med Sci Educ. 2023;33(5):1175-1182.
5. Pandey S, Bhadkaria V, Chourasia R, Kumar R. The Role of Technology in Anatomy Education: Evaluating Knowledge Gains with Virtual Dissection Tools. European Journal of Cardiovascular Medicine. 2024; 14 (3):1355-1360.
6. Romero-Reveron R. The relevance of anatomical dissection-based in 21st century Hell J Surg. 2024;94 (2):107-109.
7. Evans L, Singer L, Zahra D, Agbeja I, Siobhan M, Moyes S. Optimizing group work strategies in virtual dissection. Anatomical Science Education. 2024;17(6): 1323-1335.
8. Rosario M. Virtual Dissection Table: A Supplemental Learning Aid for Head and Neck Anatomy in a Physical Therapy Program. Sch Int J Anat Physiol. 2024;7 (2):17-24.
9. Sangam MR, Deka R, Vinay G, Praveen K, Kaur A, Wahengbam M. Perception of first-year MBBS students toward virtual dissection in learning anatomy: a comparative study between high and low academic achievers. Cureus. 2024;16(10):e72508.
10. Toral-Murillo MV, Lara-Palazuelos N, Ossandón Rocha C, Rodríguez-Flores E. Comparison of the Effect of Motivation in Medical Students with the Use of Virtual Reality and Non-Immersive Digital Resources. Educ. Sci. 2024;14:1288.
11. Romero-Reverón R. Virtual dissection: An educational resource that improves medical students' learning? 2026;4 (1):41-45.
12. Baratz G, Sridharan PS, Yong V, Tatsuoka C, Griswold MA, Wish-Baratz S. Comparing learning retention in medical students using mixed-reality to supplement dissection: a preliminary study. Int J Med Educ. 2022;13:107-114.
13. Aboregela AM, Khired Z, Osman SET, Elhadi M, Abdelrahman A, Ahmed M. Virtual dissection applications in learning human anatomy: international medical students' perspectives. BMC Med Educ. 2024;24:1259.
14. Wiyono N, Azzahrah A, Munawaroh S, Hastami Y, Hadie SNH. 3D model application in anatomy education between 2014 and 2023: a bibliometric analysis and future direction. Clin Anat. 2026.
15. Koelker-Wolfe E. Should virtual anatomy replace time spent with body donors? Ethical considerations from a student's perspective. Anat Sci Educ. 2026.
16. Funjan K, Ashour L, Salameh M, Mustafa A, Seed Ahmed M. Perceptions and Attitudes of Jordanian Medical Students on Using 3D Interactive Anatomy Dissection in Teaching and Learning Anatomy. Adv Med Educ Pract. 2023; 14:837-84.
17. Lee JWY, Susanto J, Lai SH, Cheow PC, Low LXT, Bello F. What Faculty and Students Value When Evaluating Human Digital Anatomy Platforms: A Mixed-Methods Study. J Med Educ Curric Dev. 2024.

18. Kalthur S, Pandey A, Prabhath S, Benefits and pitfalls of learning anatomy using the dissection module in an Indian Medical School: A millennial Learner's perspective. Translational Research in Anatomy. 2002; 26:100-159.
19. Nguyen QT, Hoang DM, Tran DLD, Tran KH, Pham DP, Ha TM. Perceptions of Modernized Anatomy Teaching Tools and Methods: A Mixed Method Study Among Medical, Nursing Students and Faculty. Clin Anat. 2026;39(2):165-174.
20. Ramspott JP, Bungert AD, Szardenings C, Flammang I, Becker F, Holling M, Kneifel F, Pascher A, Morgül H. Implementing virtual reality-based surgical topographic anatomy for the education of medical students: a pilot study. BMC Med Educ. 2026;26(1):151.
21. Moultaka D, Bouchara T, Guilbert A. Dissecting pseudoneglect in real and virtual environments: effects of tool and stimulus, not distance or environment. Laterality. 2026;1-31.
22. Cao Z, Zhang Q, Yan S, Qian Z, Xu X, Liu Z. Impact of a Virtual Three-Dimensional Thyroid Model on Patient Communication in Thyroid Surgery: A Randomized Controlled Trial. Cancers (Basel). 2026;18(2):241.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):687-697
DOI: 10.47307/GMC.2026.134.2.30

Dr. Víctor Raúl Soto (1882 – 1935) y la Caracas enferma

Dr. Víctor Raúl Soto (1882 – 1935) and the sick Caracas

Geraldine Cristal Hernández Molina[1a], Tomás González[2b*]

RESUMEN

La tesis doctoral titulada Naturaleza de la disentería en Caracas, publicada por el Dr. Víctor Raúl Soto en 1906, surge en una época de dificultades sanitarias en la Caracas de principios del siglo XX. La disentería representaba un grave problema de salud pública que afectaba, sobre todo, a las personas con menor acceso a los servicios de higiene. Este trabajo subraya la necesidad de la investigación epidemiológica ajustada a las circunstancias locales y constituye un logro importante para la medicina venezolana, pues integra hallazgos científicos parasitológicos recientes aplicados al contexto del país. Mediante un estudio minucioso, Soto identifica por primera vez el parásito de la bilharzia en Venezuela, junto con otro grupo de agentes patógenos, como causa de la disentería, y describe su manifestación clínica. Empleando métodos novedosos para su tiempo, su trabajo no solo mejoró la comprensión de la enfermedad, sino que también puso las bases para futuras investigaciones en salud pública y epidemiología en Venezuela.

Palabras clave: *Parasitología, bilharzia, disentería, epidemiología*

SUMMARY

The thesis titled "Nature of Dysentery in Caracas," published by Dr. Víctor Raúl Soto in 1906, emerged during a period of severe public health challenges in early 20th-century Caracas. Dysentery represented a serious public health problem, affecting primarily those with limited access to hygiene services. This work underscores the need for epidemiological research tailored to local circumstances and represents a significant achievement for Venezuelan medicine, as it integrates recent parasitological findings into the country's context. Through meticulous study, Soto, for the first time in Venezuela, identified the Bilharzia parasite, along with other pathogens, as a cause of dysentery and described its clinical manifestations. Employing innovative methods for his time, he not only improved understanding of the disease but also laid the foundation for future public health and epidemiological research in Venezuela.

Keywords: *Parasitology, Bilharzia, dysentery, epidemiology*

ORCID:
[1] 0009-0003-9153-5552
[2] 0009-0007-4739-7091

[*]**Autor de correspondencia:** Tomás González, E-mail: tomasenriquegonzalezguanipa@gmail.com

a Estudiante de medicina. Escuela Luis Razetti, Facultad de Medicina, UCV. Caracas-Venezuela
b Médico oftalmólogo. Profesor de la Cátedra de Historia de la Medicina de la Escuela Dr. Luis Razetti de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Doctorando en Historia en la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Caracas-Venezuela

Recibido: 2 de diciembre 2025
Aceptado: 8 de marzo 2026

La Caracas del 1900

Para hablar de la Tesis de Doctorado Nº 63, presentada por el bachiller Víctor Raúl Soto el 16 de noviembre de 1906, debemos contextualizar el momento en que se investiga y se elabora. A principios del siglo XX, Venezuela estaba gobernada por el general Cipriano Castro (1899-1908). Este período estuvo marcado por una fuerte centralización del poder, por conflictos con las principales potencias extranjeras y por un lento desarrollo económico y social interno. Caracas, como capital, era una ciudad pequeña y ruralizada, aunque empezaba a modernizarse con la introducción de los servicios públicos básicos (1). Caracas tenía una población aproximada de 90.000 habitantes hacia 1900 y contaba con un incipiente sistema de calles adoquinadas, alumbrado público y algunos edificios emblemáticos. Sin embargo, la mayoría de las viviendas eran humildes y carecían de los servicios esenciales. El saneamiento era deficiente, con la ausencia de sistemas adecuados de recolección de basura y de una red limitada de agua potable (2). Las enfermedades prevalentes de la época fueron: la fiebre amarilla, la malaria, la tuberculosis y la disentería (3).

El desarrollo del sistema médico era limitado, pero comenzaban a implementarse medidas para abordar los problemas de salud pública. La iniciativa más importante fue la construcción del Hospital Vargas en 1891. Era la principal institución de salud en Caracas y centro de enseñanza para los futuros médicos; además, se adelantaron las primeras campañas de educación sanitaria, aunque rudimentarias, y comenzaron a difundirse mensajes sobre la importancia de la higiene personal (4).

En el imaginario colectivo, la práctica médica era una combinación de ciencia y creencias tradicionales. La población confiaba tanto en médicos formados como en curanderos y en remedios caseros; era común el uso de plantas medicinales y de remedios naturales, así como de creencias religiosas y rituales asociados a la curación, lo que generaba una escasa confianza en la medicina científica en los sectores rurales y menos educados. Aunado a esto, el sector médico formal presentaba distintos retos, como una cantidad insuficiente de médicos para atender a toda la población; una inversión limitada del Estado en salud pública; epidemias recurrentes debido a la ausencia de campañas de salud pública eficaces, que exacerbaban la mortalidad por enfermedades prevenibles; y, a esto, se sumaba la falta de información sobre higiene y prevención, que era un desafío constante (5).

Dr. Víctor Raúl Soto: vida y obra

Víctor Raúl Soto, quien describió por primera vez la bilharzia en Venezuela el 26 de octubre de 1905, nació en Miraca, estado Falcón, el 10 de marzo de 1882. Hijo de Don Nicolás Soto, próspero comerciante en Paraguaná, y de doña Edelmira Delgado. Creció en un hogar con abundantes recursos económicos, lo que le dio acceso a una educación privilegiada. Inicia sus estudios primarios en las escuelas de primaria elemental de Baraived y Pueblo Nuevo; posteriormente, ingresa al Colegio Baralt de Curazao y culmina sus estudios en el Colegio Federal de Coro el 17 de julio de 1900, al obtener el grado de bachiller en filosofía. Inmediatamente se traslada a Caracas para continuar sus estudios universitarios en medicina en la Universidad Central de Venezuela, donde se gradúa como doctor en Ciencias Médicas en 1906 (6).

En el quinto año obtiene, por concurso, el internado en el Hospital Vargas, donde se hizo discípulo y amigo de Rafael Rangel, director del Laboratorio, a quien dedica su investigación. Como requisito para graduarse, debe elaborar una tesis doctoral, para la cual recibe orientación de Rangel y decide trabajar en las disenterías que llegaban al hospital. Inicia la investigación en agosto de 1905 y el 26 de octubre de ese año anota lo que será su aporte más importante a la ciencia médica nacional, el descubrimiento de la bilharzia en Venezuela. Este trabajo contempló el estudio de 53 casos de pacientes disentéricos, analizados desde una perspectiva integral, clínica, evolutiva, anatomopatológica y terapéutica. Tituló su tesis Naturaleza de la disentería en Caracas, publicada en 1906, que le sirvió para optar al título de Doctor

en Ciencias Médicas con la máxima calificación de sobresaliente (7).

Recién graduado, regresó a Miraca, su pueblo natal, en compañía de Rangel para estudiar una enfermedad que diezmaba la población caprina de Paraguaná, denominada por los pobladores "El Grito de las Cabras". Rangel logró comprobar que se trataba de la bacteria Bacillus anthracis, el agente causante de la enfermedad, y publicó su estudio completo en la Gaceta Médica de Caracas (8).

Después de ejercer durante unos meses en su tierra natal, decide viajar a París y Nueva York, donde se especializa en cirugía y bacteriología. A finales de 1908 regresa a Venezuela y se establece nuevamente en Miraca hasta junio de 1914, cuando se traslada definitivamente a Coro, donde funda un laboratorio junto con el doctor Félix María Beaujón. Cumplió un papel destacado en la docencia; fue profesor de botánica, zoología y francés; además, fue vicerrector del Colegio Federal de Coro y miembro correspondiente nacional de la Academia Nacional de Medicina desde el 13 de noviembre de 1929. Otros trabajos publicados por él son: Notas sobre la disentería en Coro (1921), Apuntes para la geografía médica del estado Falcón y Fauna médica del estado Falcón (1924). El doctor Víctor Raúl Soto murió en Coro el 3 de mayo de 1935 por una insuficiencia renal crónica diagnosticada en 1931 (9).

Naturaleza de la disentería en Caracas

Los primeros intentos de explicar la disentería apuntaron a un único agente, probablemente parasitario, cuya patogenicidad no estaba bien establecida. La figura de Lösch, quien en 1875 describió amibas en las heces de un enfermo en San Petersburgo, representa una de las primeras pistas hacia la etiología protozoaria de la enfermedad (10).

La amiba fue vista durante un tiempo como un simple huésped intestinal, e incluso como un organismo benéfico encargado de destruir bacterias nocivas. Esto refleja las incertidumbres de la parasitología temprana, cuando aún no se había consolidado la metodología experimental que permitiría establecer la causalidad entre el agente y el cuadro clínico (10).

Chantemesse y Widal identificaron un bacilo en casos de disentería epidémica y afirmaron haber reproducido la enfermedad mediante inoculación experimental en animales. Shiga, en 1898, aisló el bacilo que llevaría su nombre y lo vinculó con las grandes disenterias epidémicas de Japón. Con estos descubrimientos, la amiba fue relegada a la categoría de huésped intestinal (10).

La amiba recuperó su prestigio gracias a Kartulis en Egipto, quien encontró amibas en una proporción significativa de pacientes con disentería tropical y demostró su asociación directa con las úlceras del colon. Gracias a los hallazgos anteriores, la disentería deja de ser un diagnóstico único y se convierte en un síndrome. Destacan la disentería bacilar, la disentería amebiana, la disentería espiral de Le Dantec, la disentería por *Balantidium coli* y las disenterías producidas por sustancias tóxicas vegetales o minerales; correspondiendo a cada una de ellas una forma clínica, lesiones anatomopatológicas y un tratamiento especial. Soto deja en evidencia que la disentería es muy frecuente entre nosotros y menciona su principal complicación: el absceso amebiano (10).

La mayor parte de los casos fueron recibidos en el Hospital Vargas el octavo día de la enfermedad. Presentaban los síntomas clásicos: heces mucosas sin manchas de sangre (heces blancas de huevo no cocido) o mucosidades sanguinolentas (esputo rectal), adherentes al vaso, escasas. Otras veces, las mucosidades sanguinolentas nadaban en un líquido bruno y fétido (lavadura de carne). Todo esto acompañado de dolores característicos. De 53 casos examinados, 40 eran de etiología amebiana (10).

Disentería amebiana

En los primeros estudios sobre protozoología intestinal, Quincke y Rous propusieron una clasificación basada fundamentalmente en la patogenicidad y en la capacidad de ingerir

eritrocitos. Estos autores distinguieron tres variedades de amebas: la *Amoeba intestinalis vulgaris*, caracterizada por la ausencia de hematófagos y considerada no patógena tanto para el ser humano como para el gato; y la *Amoeba dysenteriae*, forma capaz de contener glóbulos rojos en su citoplasma y reconocida como patógena para ambas especies. Posteriormente, Fritz Schaudinn (1903) realizó una revisión profunda de la taxonomía amebiana, estableciendo una clasificación que marcó un punto de inflexión en la parasitología moderna. Schaudinn distinguió tres especies claramente definidas: la *Amoeba intestinalis*, de mayor tamaño y considerada no patógena, la *Entamoeba coli*, reconocida como huésped habitual del intestino humano, con quistes de gran tamaño, multiplicación directa y formación de quistes octanucleados, rasgos que la identifican como una especie estrictamente comensal y *Entamoeba histolytica*, descrita como patógena para el ser humano y el gato, responsable de la disentería amebiana y caracterizada por su capacidad de fagocitar eritrocitos (11).

La ameba identificada corresponde a *Entamoeba coli*, un protozoo comensal del intestino humano. Presenta una estructura protoplasmática bien definida, con una diferenciación nítida entre el ectoplasma —más claro y viscoso— y el endoplasma, de aspecto granular. En el citoplasma se observan vacúolos contráctiles, gotas lipídicas y un núcleo prominente, cuyas características morfológicas permiten distinguirla de especies patógenas como *Entamoeba histolytica*. En las muestras de heces frescas se describen dos formas evolutivas: una forma móvil o trofozoíto, activa, con desplazamiento lento y aspecto semejante al de un leucocito, visible únicamente en preparaciones recientes debido a su sensibilidad a los cambios de temperatura y pH, y una forma esférica o de reposo, que aparece cuando las condiciones ambientales se modifican o cuando la muestra comienza a enfriarse; corresponde a un estado transicional previo a la enquistación. Desde el punto de vista metodológico, Soto empleaba la centrifugación de las heces para concentrar los elementos parasitarios, especialmente los huevos de helmintos. Para el examen microscópico directo, colocaba una pequeña cantidad de moco recién emitido sobre la lámina portaobjetos inmediatamente después de la deposición del paciente, lo que permitía preservar la motilidad de los trofozoítos. Para la coloración de las preparaciones utilizaba los métodos de Giemsa, Leishman y Wright, técnicas clásicas que facilitan la visualización del núcleo, de la cromatina periférica y de los detalles citoplasmáticos característicos de *E. coli* (12).

El movimiento mediante seudópodos dependía de la temperatura y de las condiciones del medio; se señala como rasgo distintivo que permite diferenciar la ameba de los glóbulos blancos. Se menciona que la ameba es más abundante en las heces mucosanguinolentas y en fragmentos de moco procedentes de ulceraciones rectales, lo que ofrece una pista importante sobre su papel patógeno. Es más abundante en el período agudo y en las exacerbaciones de la disentería crónica. La reproducción de la ameba mediante división simple explica por qué proliferaba en la mucosa del colon y generaba lesiones extensas (12).

Soto establece una diferenciación fundamental entre *Entamoeba coli* y *Entamoeba buccalis*, basada en su hábitat, su comportamiento biológico y su relevancia clínica. Según sus observaciones, *E. coli* reside en el intestino humano y se identifica como el agente responsable de la disentería amebiana, mientras que *E. buccalis* habita la cavidad oral, donde se localiza con frecuencia en las encías y en lesiones como las caries dentales (12).

Soto describe que la ameba posee la capacidad de enquistarse, lo que le permite sobrevivir en el ambiente y resistir condiciones adversas durante largos períodos, incluso durante meses. Esta observación resulta fundamental, pues le permitió identificar con precisión el mecanismo de transmisión y la forma evolutiva de la infección, estableciendo una relación directa entre la resistencia del quiste y la propagación de la enfermedad.

En su análisis patogénico, Soto enfatiza que la ameba penetra en la mucosa intestinal a través de las glándulas de Lieberkühn, donde induce edema, necrosis y ulceraciones características de la

disentería amebiana. La identificación de amebas en vasos linfáticos, en paredes vasculares y en ganglios mesentéricos constituía, en ese momento, una evidencia contundente de invasión tisular, lo que reforzaba la idea de que el parásito no se limitaba a una acción superficial, sino que podía diseminarse a través de estructuras profundas del intestino.

Estas observaciones, adelantadas para su época, contribuyeron a consolidar el entendimiento de la patogenia amebiana, diferenciando claramente las formas comensales de las invasoras y sentando las bases para la interpretación moderna de la amebiasis intestinal (13).

También se refiere a la afectación extraintestinal de la amebiasis, destacando en particular el compromiso del hígado, donde se describe la formación de abscesos amebianos, una de las complicaciones más graves y características de la infección invasora. Asimismo, documenta la presencia del parásito en pulmones, cerebro y piel, registros que, ya en la literatura médica de la época, evidenciaban la capacidad de la ameba para diseminarse más allá del intestino y producir lesiones en órganos distantes.

La inclusión de estas observaciones reforzaba la importancia clínica de la enfermedad, al demostrar que la amebiasis no se limitaba a un cuadro intestinal, sino que podía evolucionar hacia formas sistémicas de alta letalidad. Con ello, Soto contribuyó a consolidar la comprensión temprana de la patogenia invasora y de las manifestaciones extraintestinales, aspectos que serían fundamentales para el desarrollo posterior del diagnóstico, el tratamiento y la clasificación moderna de las amebas patógenas (13).

Este elemento experimental es crucial porque aporta la prueba necesaria para vincular causalmente la *Entamoeba* con la enfermedad. En una época en la que la etiología de la disentería aún era objeto de debate en los círculos científicos europeos y americanos, Soto aporta evidencia sólida que permite afirmar que la amiba no solo acompaña la disentería, sino que la produce activamente.

Disentería bacilar

El bacilo responsable de la disentería bacilar fue identificado en regiones tropicales por diversos investigadores, lo que evidenció desde temprano su amplia distribución geográfica. Leonard Rogers lo describió en la India, Aldo Castellani en Ceilán y Simon Flexner en Puerto Rico, contribuyendo a consolidar la noción de que se trataba de un agente etiológico presente en múltiples zonas del trópico.

El microorganismo había sido descubierto previamente por Chantemesse y Widal en 1888, quienes demostraron su naturaleza patógena mediante inoculaciones experimentales en animales, tanto en el tejido subcutáneo como en la cavidad peritoneal. Estos ensayos permitieron establecer los primeros medios biológicos de cultivo y confirmar su capacidad para producir enfermedad.

Una década más tarde, Kiyoshi Shiga precisó la identidad del bacilo al estudiarlo en 34 pacientes con disentería epidémica en Japón. Shiga logró diferenciarlo de los colibacilos y del bacilo tífico y observó que el microorganismo aglutinaba específicamente con el suero de enfermos, pero no con el de individuos sanos ni con el de pacientes con otras patologías. Este hallazgo constituyó un avance decisivo en la serología diagnóstica y en la delimitación taxonómica del agente.

Tras el descubrimiento de Shiga, investigadores como Flexner y Strong aislaron variantes del bacilo en distintas regiones del mundo, lo que reforzó la idea de que existía una disentería bacilar de distribución universal, pero compuesta por múltiples serotipos (13,14).

Vincent aporta una interpretación relevante sobre la supervivencia del bacilo de Shiga en el medio ambiente, señalando que en las regiones tropicales las altas temperaturas y la radiación solar intensa reducen significativamente su viabilidad. En estas condiciones, los microorganismos saprófitos proliferan con rapidez y desplazan al bacilo, lo que explicaría la baja frecuencia de la disentería bacilar en zonas tropicales, en contraste con lo observado en climas fríos o templados,

donde el microorganismo puede persistir durante largos períodos en aguas estancadas o incluso congeladas. Esta interpretación, ampliamente discutida en la literatura de la época, contribuyó a comprender la distribución geográfica desigual de la enfermedad (14).

La creciente diversidad de bacilos aislados en distintas regiones llevó a Martini y Lentz a proponer una clasificación en grandes grupos, diferenciando el tipo Shiga del tipo Flexner-Manila. Esta distinción se basaba en su comportamiento frente a sueros inmunizados y en su acción sobre diversos azúcares, criterios que inauguraron una clasificación serológica sistemática. Dicho enfoque anticipó la nomenclatura que posteriormente adoptaría el género Shigella, en el que la identificación de serotipos se convirtió en un elemento central para el diagnóstico, la epidemiología y la comprensión de la patogenia de la disentería bacilar (15).

Dopter sostiene que existen diversos bacilos disentéricos, cada uno capaz de producir formas clínicas diferenciadas. A partir de esta observación, distingue entre las verdaderas disenterías bacilares de Shiga, responsables de epidemias graves y altamente letales, y las pseudodisenterías, cuadros más benignos asociados a colibacilos. Esta diferenciación resultó decisiva para consolidar la idea —hoy plenamente aceptada— de que la disentería no constituye una entidad única, sino un síndrome clínico con múltiples etiologías posibles.

En el contexto del trabajo de Soto, esta distinción adquiere especial relevancia. Permite explicar que la sintomatología observada en los pacientes del Hospital Vargas correspondía fundamentalmente a disentería amebiana, la forma más frecuente en regiones cálidas, donde *Entamoeba histolytica* constituye el agente predominante. En contraste, la disentería bacilar típica de los países templados, causada por los bacilos del grupo Shigella, era mucho menos común en el medio tropical venezolano (16).

De este modo, la interpretación de Dopter no solo enriqueció la comprensión etiológica del síndrome disentérico, sino que también proporcionó un marco conceptual que permitió a Soto diferenciar con claridad los cuadros clínicos observados en su práctica hospitalaria, situándolos en el contexto epidemiológico de las regiones cálidas.

Disentería por *Balantidium coli*

Soto inicia su exposición con una detallada descripción morfológica de *Balantidium coli*, que presenta como un infusorio de forma ovalada, cuyas dimensiones oscilan entre 70 y 100 micras de longitud y alrededor de 50 micras de anchura. El organismo está provisto de cilios dispuestos de manera uniforme en su superficie y posee una arquitectura interna compleja, con estructuras citoplasmáticas bien diferenciadas que permiten reconocerlo con facilidad en preparaciones microscópicas. El parásito fue observado por primera vez en el intestino humano por Malmsten en 1856, quien lo identificó en dos pacientes. El primero presentaba un cuadro de constipación alternada con diarrea, acompañado de demacración marcada; durante el examen se halló una ulceración en la porción superior del recto, que exudaba pus sanguinolento en el cual se detectó la presencia de *Balantidium*. El segundo paciente padecía diarrea crónica, que inicialmente respondió al tratamiento, pero recidivó dos años más tarde; en esta nueva hospitalización, el parásito volvió a detectarse en las deposiciones (17).

Estas observaciones tempranas no solo confirmaron la capacidad patógena de *Balantidium coli* en el ser humano, sino que también permitieron establecer una relación entre su presencia y las lesiones ulcerativas del intestino grueso, sentando las bases para el reconocimiento posterior de la balantidiasis como una entidad clínica diferenciada.

Las dos observaciones clínicas realizadas por Soto en el Hospital Vargas se desarrollan en un contexto de marcada incertidumbre etiológica. En ambos casos, *Balantidium coli* aparecía acompañado de otros helmintos y protozoos —*Ascaris lumbricoides, Uncinaria duodenalis y anguíllulas*—, lo que imposibilitaba atribuir de manera concluyente la sintomatología

exclusivamente al infusorio. Esta coexistencia parasitaria, frecuente en regiones tropicales, obligaba a una interpretación prudente de los hallazgos.

En uno de los casos, la mejoría clínica se obtuvo tras la administración de un enema de quinina al 1%, tratamiento que redujo la presencia de *Balantidium*, pero no eliminó los otros parásitos, lo que reforzaba la necesidad de cautela al establecer relaciones causales. Soto subraya que la complejidad parasitaria del intestino tropical exige evitar conclusiones precipitadas sobre la patogenicidad de un solo organismo cuando coexisten múltiples agentes potencialmente nocivos.

Desde el punto de vista epidemiológico, Soto señala que la mayoría de los casos descritos en la literatura internacional correspondían a hombres de 40 a 60 años dedicados a la cría de puercos o a oficios que implicaban un contacto estrecho con estos animales, considerados el principal reservorio de *Balantidium coli*. Sin embargo, los dos casos del Hospital Vargas correspondían a mujeres de 35 a 38 años, ambas lavanderas, lo que introducía un matiz relevante: la infección podía presentarse también en personas sin exposición directa a porcinos, probablemente por contaminación ambiental o hídrica (18).

Estas observaciones, aunque limitadas, aportaron elementos valiosos para comprender la epidemiología local de la balantidiasis y para subrayar la necesidad de un análisis clínico y parasitológico cuidadoso en contextos de poliparasitismo, característico de las regiones cálidas.

Soto señala que, una vez instalado en el intestino grueso, *Balantidium coli* tiende a persistir y no desaparecer espontáneamente. Observa que el parásito es más abundante en las heces líquidas que en las sólidas, lo que coincide con su preferencia por medios más húmedos y con mayor disponibilidad de nutrientes.

Con el fin de estudiar su resistencia y vitalidad, Soto realizó observaciones sistemáticas en heces frescas. En preparaciones diluidas con agua destilada y conservadas a temperatura ambiente, los balantidios mantuvieron su motilidad hasta las seis horas, pero a las veinticuatro horas ya no se movían. En las heces sin mezclar, la motilidad persistía hasta las diez horas en un caso y hasta las cuarenta y ocho horas en otro, lo que sugiere que el medio fecal original ofrece condiciones más favorables para su supervivencia. Asimismo, al colocar la lámina sobre una placa de Petri con hielo, los organismos comenzaron a perder movilidad, lo que confirmó su sensibilidad al descenso brusco de la temperatura. En cuanto a la patogenicidad, Soto recoge los resultados de Ecbekrantz, Wising y Raptschevsky, quienes no lograron infectar perros ni otros animales mediante la administración oral o rectal de heces que contenían el parásito. Estos fracasos experimentales debilitaban aún más la hipótesis de una patogenicidad primaria de *Balantidium coli*, reforzando la necesidad de interpretar con cautela su papel etiológico en cuadros clínicos en los que coexisten múltiples parásitos (19).

En conjunto, estas observaciones contribuyeron a perfilar una visión más matizada del parásito: resistente en el medio intestinal, capaz de sobrevivir durante varias horas fuera del huésped, pero con una patogenicidad incierta y difícil de demostrar experimentalmente, especialmente en contextos de poliparasitismo, característicos de las regiones tropicales.

Bilharziosis intestinal

En la sección dedicada a la bilharziasis intestinal, Soto retoma la descripción original de Theodor Bilharz, realizada en 1852, quien identificó el parásito en la sangre de la vena porta durante sus estudios en El Cairo. El organismo, un trematodo unisexuado, presenta un marcado dimorfismo sexual, siendo el macho el que exhibe las características morfológicas más distintivas.

El macho se describe como un gusano aplanado en su extremidad anterior, donde porta dos ventosas —una oral y otra ventral— casi iguales en tamaño y situadas muy próximas entre sí. A partir de la ventosa posterior, el cuerpo se ensancha

y engrosa, manteniendo este espesor hasta la región caudal. La porción posterior, aunque esencialmente aplanada, adquiere un aspecto aparentemente cilíndrico debido al enrollamiento de la cara ventral, lo que forma un canal incompletamente cerrado. Este canal, observado por Bilharz y denominado *canalis gynecophorus*, constituye una estructura fundamental, pues sirve de albergue y protección para la hembra, que permanece alojada en él durante gran parte de su vida reproductiva. La superficie externa del macho está cubierta por papilas provistas de diminutas espinas, mientras que únicamente la región anterior se mantiene lisa y continua. El fondo del canal ginecóforo también presenta papilas, aunque con menor densidad, especialmente a lo largo de la línea media (20).

Esta descripción morfológica, minuciosa para su época, permitió reconocer con claridad la singular anatomía del parásito y sentó las bases para la identificación de la bilharziasis como una entidad clínica y parasitaria diferenciada.

La descripción morfológica del parásito se completa con las dimensiones y características externas de ambos sexos. El macho presenta una longitud total de 11 a 14 mm y una anchura aproximada de 1 mm. Carece de órganos copuladores, rasgo distintivo entre los trematodos, ya que la cópula se realiza mediante el alojamiento permanente de la hembra en el canal ginecóforo. La hembra, por su parte, es más larga y notablemente más delgada que el macho. Mide entre 15 y 20 mm de longitud, con un espesor mínimo, y adopta una forma casi cilíndrica, semejante a la de los nemátodos. Su cuerpo, fino como un hilo de seda, contrasta con la robustez del macho y explica su adaptación anatómica al canal ginecóforo. En cuanto a los huevos, su forma es regularmente ovoidea, aunque se han descrito variantes irregulares. En la literatura de la época, Harley sostenía que los huevos provistos de espolón terminal correspondían a la *Bilharzia haematobia* de Egipto, mientras que los huevos sin espolón serían característicos de la *Bilharzia carpensis* del Cabo de Buena Esperanza (21). Estas observaciones reflejan los primeros intentos de diferenciación geográfica y morfológica dentro del grupo, previos a la consolidación taxonómica moderna del género *Schistosoma*.

Soto describe que los huevos de bilharzia observados en sus preparaciones presentaban un espolón lateral, situado cerca de la extremidad más gruesa del huevo. Esta observación coincide con lo señalado por González Martínez, en Puerto Rico, quien afirmaba que, en los casos en que el parásito habitaba las venas rectales y producía enteritis bilharziana, el espolón se localizaba precisamente en la extremidad más voluminosa. Las dimensiones del huevo se mantenían dentro de los rangos aceptados por los autores de la época: una longitud de 135 a 160 micras y una anchura de 55 a 66 micras, lo que permitía su identificación morfológica con relativa precisión.

En el interior del huevo, Soto describe la presencia de una masa informe, en cuyo seno se distinguen dos o tres células redondeadas, de contornos gruesos y tonalidad oscura, cada una con un núcleo claro. En ocasiones excepcionales, se observaba un rostro embrionario en vías de formación, lo que sugería un estadio más avanzado del desarrollo del miracidio (22).

En relación con el mecanismo de infección, Soto recoge la interpretación —propia de la literatura de su época— según la cual la bilharziasis se atribuía a la ingestión de agua contaminada. Se consideraba que el hombre adquiría la infección al beber agua que contenía formas intermediarias del parásito. En este contexto, Garbes había señalado la posible participación de un pequeño crustáceo como huésped intermediario. Según esta hipótesis, el embrión del parásito penetraría en el crustáceo, perdería sus cilios y se enquistaría cerca del ojo del animal. El ser humano se infectaría al ingerir agua que contuviera dichos crustáceos; una vez en el tubo digestivo, estos serían destruidos, liberando el embrión, que perforaría la pared intestinal, posiblemente mediante un espolón, para luego alcanzar el territorio de la vena porta, donde se desarrollaría la bilharziasis, entonces denominada también ginecoforosis (22).

Soto recoge la interpretación, ampliamente aceptada en la literatura de su época, de que la

bilharzia adulta es relativamente inofensiva por sí misma. El parásito vive en el territorio de la vena porta, donde se alimenta de sangre. Kuchenmeister sostenía que el gusano chupaba la sangre de los *vasa vasorum*, más que la del torrente circulatorio general; sin embargo, Blanchard consideraba esta hipótesis poco sostenible desde el punto de vista anatómico y fisiológico. La hembra, tras alojarse en el canal ginecóforo del macho, desciende hacia los plexos venosos pelvianos, avanzando contra la corriente sanguínea. Su objetivo es depositar los huevos lo más cerca posible de las mucosas vesical o rectal, facilitando así su salida al exterior. El espolón del huevo desempeña un papel crucial en este proceso, pues le permite rasgar los tejidos y abrirse paso hacia la luz de la vejiga o del intestino, asegurando la continuidad del ciclo biológico (22).

Los vasos venosos por donde pasan los parásitos son atacados por endoflebitis, lo que deja como rastro el parásito. Una vez que los huevos en los plexos pélvicos se abren paso al exterior, rasgando los tejidos, según sea el lado de la vejiga o del intestino, producirá la bilharziosis urinaria o hematuria y la bilharziosis diarreica o intestinal. Solo en raras ocasiones, los huevos son arrastrados por la corriente sanguínea hacia órganos distantes como el hígado, el pulmón u otros tejidos, donde pueden producir lesiones granulomatosas. A la manifestación urinaria se le ha denominado hematuria de Egipto (23).

Soto señala que los síntomas disentéricos asociados a la bilharziasis intestinal suelen precederse de hemorragias hemorroidales. Posteriormente, aparece una disentería crónica sin período agudo definido, que en ocasiones muestra mejorías transitorias, dejando como secuela una diarrea persistente. El tenesmo es menos marcado que en otras formas de disentería, lo que constituye un rasgo clínico diferenciador. Las deposiciones, aunque escasas, contienen abundante sangre, que a veces no se mezcla con las mucosidades; en otras ocasiones, los pacientes expulsan coágulos sanguíneos, signo que, se consideraba característico de la bilharziosis vesical o intestinal (23).

En cuanto a la correlación etiológica, Soto analiza tres casos de bilharziasis: Un caso era "puro", es decir, sin otros parásitos asociados. En él se encontraron muy pocos huevos y el paciente se recuperó en cuatro días, lo que sugiere una infección leve o incipiente. En los otros dos casos, junto a los huevos de bilharzia se identificaron amibas, huevos de *uncinaria y tricocéfalos*, configurando un cuadro típico de poliparasitismo tropical. El tratamiento se inició con ipecacuana y continuó con timol, siguiendo los protocolos terapéuticos de la época.

La coexistencia de múltiples parásitos no impidió a Soto reconocer un patrón clínico que apuntaba a la bilharzia como el núcleo patogénico principal del cuadro disentérico, mientras que las demás especies actuaban como factores acompañantes o agravantes, pero no como causa primaria. Esta interpretación, adelantada para su tiempo, contribuyó a perfilar la bilharziasis como una entidad clínica específica dentro del amplio síndrome disentérico, diferenciándola de la disentería amebiana y de la bacilar (24).

Áscaris lumbricoides

Soto destaca que los huevos de *Ascaris lumbricoides* se encuentran con facilidad en las heces y presentan una forma ovoidea, con una coloración bruna adquirida por la acción de los jugos digestivos; antes de ser expulsados, su color es blanco, lo que evidencia la transformación que sufren durante su tránsito intestinal. Cada huevo posee dos membranas características: una interna, lisa y resistente, y una externa, albuminosa y mamelonada, que le confiere un aspecto muriforme, rasgo diagnóstico ampliamente reconocido en la helmintología clásica. En cuanto a su significado clínico, Soto subraya que las ascárides se vuelven peligrosas principalmente por su número o por los trastornos reflejos que pueden desencadenar —cólicos, irritación intestinal, fenómenos nerviosos—, aunque en la mayoría de los casos son inofensivas y no producen síntomas relevantes.

Soto relata un caso particularmente ilustrativo dentro de su serie de pacientes con disentería. En una de las observaciones, la temperatura del enfermo se mantuvo en 38 °C durante cinco días. La resolución del cuadro se produjo tras la administración de sautonina, tratamiento que provocó la expulsión de quince lombrices, lo que confirmó el papel de la ascariasis como factor contribuyente de la sintomatología (24).

En la revisión de las numerosas observaciones clínicas recopiladas por Soto durante su labor hospitalaria, destaca la minuciosidad con que registra los hallazgos parasitológicos en cada caso. Un ejemplo ilustrativo es la anotación correspondiente a la historia: "cama 10.– Sala 9, Servicio del Dr. Dagnino. Octubre 26 de 1905." El examen de las heces revela un panorama típico del poliparasitismo que caracterizaba a los pacientes atendidos en el Hospital Vargas a comienzos del siglo XX: Protozoarios: no se encontraron, Bacterias: presencia de bacilos gruesos y cortos, micrococos abundantes y bacilos en forma de coma, lo que sugiere una flora bacteriana alterada, posiblemente asociada a procesos disentéricos, Tremátodos: se identificó un huevo de bilharzia, hallazgo de gran relevancia diagnóstica dada la rareza relativa de la bilharziasis en Caracas en esa época, Nemátodos: se observaron huevos de tricocéfalos, parásito frecuente en ambientes tropicales y asociado a cuadros de diarrea crónica y anemia y Levaduras: presentes, probablemente como parte de la flora intestinal alterada (25).

El aporte más trascendente de Soto para la parasitología, y probablemente uno de los más relevantes para la historia de la medicina tropical venezolana, se encuentra en el ámbito experimental. El autor realiza una serie de inoculaciones intrarrectales en gatos con heces de pacientes con disentería amebiana. Las amibas se mostraron capaces de reproducir la enfermedad de manera inequívoca: los animales desarrollaron diarrea y, posteriormente, disentería franca; al ser sacrificados, se observaron ulceraciones del ciego y del recto, así como abundantes amibas en las mucosidades y en los bordes de las lesiones. Estos hallazgos establecen una relación directa entre el protozoo y la lesión tisular, lo que demuestra su capacidad patogénica (26).

CONCLUSIÓN

La amibiasis emerge como un descubrimiento central no solo por su frecuencia, sino también porque Soto logra demostrar su papel patógeno mediante un razonamiento riguroso que combina observación clínica, examen microscópico y experimentación. De esta manera, la obra se convierte en un hito en la historia de la parasitología, pues refleja el momento en que la disentería deja de ser un diagnóstico sindrómico y se convierte en una entidad etiológica, anclada en la identificación de un microorganismo responsable. La amibiasis es la única que emerge como causa verdaderamente demostrada de la disentería local por su presencia reiterada en los laboratorios y, sobre todo, por su capacidad demostrada para reproducir la enfermedad en modelos experimentales. La investigación de Soto sobre la disentería supuso un progreso clave para la salud pública en Caracas a comienzos del siglo XX. Su perspectiva científica, combinada con la adaptación del conocimiento global a la realidad local, subraya la importancia de la investigación médica contextualizada.

REFERENCIAS

1. Rodríguez Gallad I. Venezuela entre el ascenso y la caída de la Restauración Liberal. Caracas: Editorial Ateneo de Caracas; 1980: 82.
2. Marrero G, Yépez-Martínez B. La población de Caracas: 450 años de su evolución. Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura. 2018; XXIV: 51 – 76.
3. Razetti L. Mortalidad de Caracas en 1902. En: Obras Completas Volumen II. Caracas: Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, 1962;162.
4. Razetti L. El gran problema. El estado sanitario de Caracas en 1909. En: Obras Completas Volumen II. Caracas: Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. 1962: 170 – 172.
5. Chacón Vargas, R. Epidemias de Caracas (1900-1945). Boletín de la Academia Nacional de la Historia. 1990; 73: 51 – 68.
6. González Sirit R. Vida y obra del Doctor Víctor Raúl Soto. Revista del Colegio de Médicos del Estado Falcón. 1955; IV: 9 – 18.

7. González Sirit R. Vida y obra del Doctor Víctor Raúl Soto. Revista del Colegio de Médicos del Estado Falcón. 1955; IV: 9 – 18.
8. Rangel R, Minguet A. El Carbunclo bacteridiano en Venezuela. El grito de las cabras. Gac Méd Caracas. 1906; 23: 171 – 173.
9. González Sirit R. Vida y obra del Doctor Víctor Raúl Soto. Revista del Colegio de Médicos del Estado Falcón. 1955; IV: 9 – 18.
10. Soto VR. Naturaleza de la disentería en Caracas. Caracas: Tipografía Herrera Irigoyen; 1906: 10.
11. Soto VR. Ob. Cit. 15.
12. Soto VR. Ob. Cit. 14.
13. Soto VR. Ob. Cit. 20 – 21.
14. Soto VR. Ob. Cit. 23.
15. Soto VR. Ob. Cit. 24.
16. Soto VR. Ob. Cit. 26.
17. Soto VR. Ob. Cit. 30.
18. Soto VR. Ob. Cit. 31.
19. Soto VR. Ob. Cit. 33.
20. Soto VR. Ob. Cit. 38.
21. Soto VR. Ob. Cit. 38 – 40.
22. Soto VR. Ob. Cit. 40 – 41.
23. Soto VR. Ob. Cit. 42 – 43.
24. Soto VR. Ob. Cit. 46.
25. Soto VR. Ob. Cit. 47.
26. Soto VR. Ob. Cit. 55.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):698-703

La Gaceta Médica de Caracas hace 100, 50 y 25 años

The Gaceta Medica de Caracas 100, 50, 25 years ago

Dr. Enrique Santiago López-Loyo

Individuo de Número Sillón XXXI

Hace 100 años: abril – junio de 1926

El número 7 del año se publica el 15 de abril y trae una revisión de un artículo del Dr. Enrique Gómez de Bogotá. Trata sobre "**Anotaciones al margen de la tercera conferencia internacional sobre la lepra**". Describe la entidad como una enfermedad bacteriana con cierta lentitud en su transmisión y que se genera en climas de alta humedad. Se realizó un repaso de las características del agente y de sus características biológicas conocidas hasta ese momento. Realiza una discusión particular: se reseñó la obtención de cultivos del bacilo, con utilidad en la investigación de terapias, y la inoculación de animales para el estudio de modelos clínicos.

Esta patología también es conocida como "Enfermedad de Hansen" y recibe su nombre del médico noruego Gerhard Armauer Hansen (Figura 1). Se ha vinculado a un estigma social, lo que puede impedir la detección temprana y el tratamiento oportuno. Se clasifica como una enfermedad tropical desatendida. Henrik Armauer Hansen descubre el *Mycobacterium leprae*, un hallazgo de gran relevancia histórica, ya que constituye la primera identificación de una bacteria como agente causal de una enfermedad en el ser humano. Luego de esto, Koch realizó el hallazgo del ántrax. Sin embargo, Hansen no pudo cultivar el bacilo de la lepra para confirmar experimentalmente su hipótesis, a diferencia de Koch, una misión que aún hoy sigue pendiente. Gracias a los trabajos de Hansen se establecieron los principios fundamentales de la inmunología, la bacteriología y la salud pública (1).

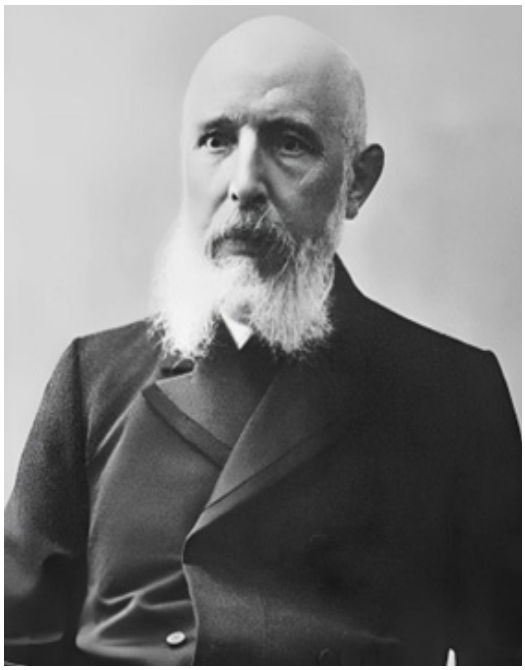


Figura 1. ***Gerhard Armauer Hansen (1841-1912)***

ORCID:
0000-0002-3455-5894

El 30 de abril, en el número 8, se publica "**El tratamiento de la tuberculosis con localizaciones pulmonares con sanocrisina**". Este compuesto es el aurotiosulfato de sodio, un compuesto inorgánico que constituye una sal trisódica de oro. Con propiedades medicinales y potencial hidrometalúrgico. Ha sido usada como terapia contra la tuberculosis y, sin ser específica, muestra una acción clara y favorable en ciertos casos, aplicable en presencia de clínica florida en condición de reposo, contraindicada en terapia ambulatoria, con dosis individualizadas por cada paciente y su uso no garantiza el efecto bactericida completo.

Es importante recordar que la tuberculosis, causada por el microorganismo *Mycobacterium tuberculosis*, es una enfermedad infecciosa persistente que sigue representando un desafío significativo para los sistemas de salud, a pesar de los avances científicos en diagnóstico y tratamiento. La tuberculosis se destacó como un desafío constante para la salud pública debido a la aparición de cepas resistentes a los tratamientos convencionales. Antes del siglo XIX, la tuberculosis seguía siendo una enfermedad desconocida. Las contribuciones de numerosos investigadores, como Villemin y Laennec, y, especialmente, el descubrimiento del agente causal de la tuberculosis por el médico y microbiólogo alemán Robert Koch (Figura 2), fueron cruciales para una mejor comprensión de esta enfermedad. El surgimiento de los sanatorios y la introducción de los antibióticos fueron elementos esenciales en la lucha contra la tuberculosis (2).

El 15 de mayo de 1926, en el número 9, encontramos la publicación "**Nota acerca de la sedimentación globular**", atribuida al Dr. Jesús Rafael Rísquez (Figura 3). Se describe que el fenómeno de sedimentación globular se produce como depósito de glóbulos rojos obtenidos de la vena en una solución citratada, colocada en un envase adecuado y observada en reposo tras un tiempo determinado. La mezcla forma tres capas: la inferior, de glóbulos rojos; la intermedia, de citrato de sodio; y la superior, de leucocitos. Se mide el tiempo en que la capa de glóbulos rojos se separa del resto de las capas, lo que representa un

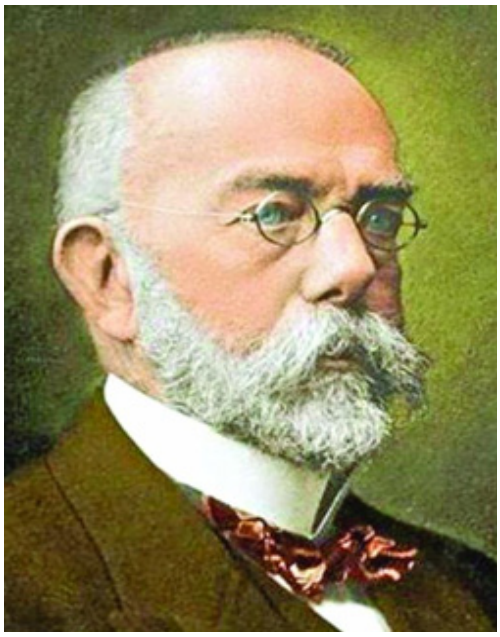


Figura 2. Robert Koch (1943-1910)

espacio cuantificado de 18 mm, y en un hombre tarda 10 horas y en una mujer 5 horas. Este método se propuso a partir de la sedimentación globular en caballos; se utilizó como un índice para establecer procesos agudos febriles como la nefritis y fases iniciales de tuberculosis. En la mujer, hay una variación importante de este parámetro durante la menstruación y el embarazo.



Figura 3. Dr. Jesús Rafael Rísquez (1883-1947)

La tasa de sedimentación globular (TSG) es un análisis de sangre que puede indicar actividad inflamatoria en el organismo. Muchos problemas de salud pueden provocar que el resultado del análisis de la tasa de sedimentación esté por encima de los valores normales. Ayuda al equipo de atención médica a diagnosticar o revisar la evolución de una enfermedad inflamatoria.

Cuando se coloca la sangre en un cilindro alto y delgado, los glóbulos rojos, conocidos como eritrocitos, se sedimentan progresivamente en el fondo. La inflamación puede provocar que las células se amontonen. Las células en inflamación aumentan de peso y se asientan en el fondo más rápidamente. Se mide la distancia que recorren los glóbulos rojos en una hora al descender en un tubo de ensayo. Mientras más bajen los glóbulos rojos, mayor será la respuesta inflamatoria del sistema inmunitario (3).

En el número 10 de la publicación de 1926, editada el 31 de mayo, se identifica una revisión titulada "**Sobre Linfo-granulomatosis**". Bajo la autoría, precisamente, de otro Rísquez: el Dr. Francisco Antonio Rísquez (Figura 4). Describe el inicio del caso de un hombre que, tras una relación sexual, presentó una induración inguinal. Se trató de lo que luego se denominó linfogranuloma venéreo. El linfogranuloma venéreo es una infección de transmisión sexual causada por los serotipos invasivos L1, L2 o L3 de la bacteria *Chlamydia trachomatis*. Los primeros síntomas se presentan entre los 3 y los 12 días después del contagio, y aparece una ampolla indolora. Se produce luego ulceración. Es tan curable que puede pasar inadvertida. Un signo fundamental es que los ganglios linfáticos de la ingle aumentan de tamaño y se vuelven dolorosos al tacto. Fue descrito por primera vez por Wallace en 1833.

Se caracteriza por ulceraciones genitales indoloras que pueden confundirse con sífilis, las cuales progresan hasta destruir tejidos internos y externos, con secreción purulenta y sangrienta. Con frecuencia se complican con fístulas, abscesos y estenosis locales en las vías infectadas. Motivado por su naturaleza destructiva, el linfogranuloma también incrementa el riesgo de sobreinfección por otros microorganismos patógenos. Para el seguimiento epidemiológico, como en todas las enfermedades de transmisión sexual, es necesario realizar un estudio de contactos y tratar a la pareja o a las parejas sexuales del enfermo (4).

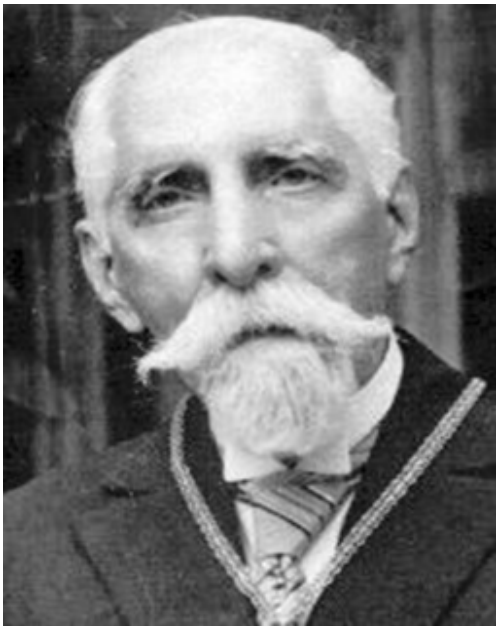


Figura 4. Dr. Francisco Antonio Rísquez (1856-1941)

En el número 11 del año 1926 se encuentra una publicación titulada "**El médico y el paciente del futuro**", escrita por el médico estadounidense Wendell C. Phillips. Describe la importancia de la formación médica orientada al conocimiento de las patologías; sin embargo, esta debe ir acompañada de la aplicación de la "medicina higiénica", que hoy conocemos como medicina preventiva. Son prácticas de saneamiento en el contexto de las comunidades y de la relación de los pacientes con sus condiciones de vida. Se describe que la práctica egoísta de la medicina no conduce al conocimiento de las variables que acompañan las patologías, pues no propicia el conocimiento de las diversas presentaciones clínicas de los síndromes que deben ser estudiados y tratados. Con esa práctica egoísta se deja de analizar los condicionantes sociales de la enfermedad, aquellos que determinan comportamientos distintivos según el entorno de vida de los individuos.

La medicina preventiva es aquella cuyo objetivo principal es la preservación de la salud de los individuos, por lo que está orientada a mantener en salud a las personas de una población determinada mediante la aplicación de diversos mecanismos. De la medicina curativa surge la medicina preventiva, pues esta última impulsa estrategias de salud pública para evitar los efectos devastadores de las patologías.

Buscar los métodos para ayudar a las personas a sanar fue el objetivo histórico inicial de la práctica médica, aun desde las antiguas civilizaciones, que se caracterizaban por las altas tasas de morbilidad y mortalidad y una reducida esperanza de vida; pero los investigadores se concentraron en el estudio de la relación entre diversas variables que intervenían en la aparición de las patologías. Los resultados de todos estos intentos contribuyeron a que, entre los siglos XV y XVIII, se llevaran a cabo múltiples procedimientos con la finalidad de mejorar la salud mediante el desarrollo de medicamentos. El verdadero inicio de la medicina preventiva se consolidó únicamente con la invención de la vacuna contra la viruela por el médico y científico inglés Sir Edward Jenner durante el siglo XVIII. Los procedimientos de prevención para evitar la propagación de esta enfermedad, que ocasionó la muerte de millones de personas, se llevaron a cabo mediante la vacunación de individuos sanos. Estas prácticas, junto con el desarrollo de la medicina curativa, condujeron al establecimiento y al desarrollo de la medicina preventiva tal como la conocemos hoy en día (5).

El número 12 del año 1926 publica otra revisión sobre la terapia de la lepra, en continuidad con lo que escribimos en el número 7 reseñado, lo cual evidencia el impacto de esta patología en la salud pública. Esta vez, en la sección denominada Tratamiento de la Lepra, leemos una revisión sobre "**Nuevo método diagnóstico y vacunoterapia de la lepra**", escrita por el Dr. James Hasson desde Ginebra. Se basa en el fracaso de las terapias basadas en el aceite de Chaulmugra. Las contradicciones en la respuesta al tratamiento se deben a la enfermedad, que varía en su presentación clínica cutánea, con nódulos leprosos, manchas acrómicas y sensación de anestesia como signos en diferentes momentos de su evolución. El



Figura 5. Sir Edward Jenner (1749- 1843)

autor manifiesta que en su experiencia personal ha presentado las mismas respuestas de supuesta mejoría que genera el aceite de Chaulmugra con el uso de inyecciones de cocodilato de sodio, o de aminoarseno-fenol. Describe las características de la vacuna propuesta, que es mixta en un autolisado de 2 cepas, a saber: *Bacillus pyocyaneus* y bacilo de Hansen, en 2 cc de solución fisiológica. No hay información sobre los efectos de esa formulación de vacunas.

Debemos recordar que la lepra o enfermedad de Hansen, se caracteriza por ser una enfermedad infecciosa crónica producida por los bacilos *Mycobacterium leprae* o *Mycobacterium lepromatosis*. Y, profundizando en la clínica-patología de la entidad, consideramos importante señalar que la afectación se localiza principalmente en los nervios periféricos y en la piel (Figura 6), con manifestaciones en las mucosas, los ojos, los huesos y los testículos. Hay daño de la nocicepción, lo que puede derivar en la pérdida de partes de las extremidades debido a lesiones repetidas o infecciones a través de heridas que no producen dolor. Puede complicarse con desfiguración, deformidad y discapacidad por compromiso neurológico o por ceguera degenerativa secundaria. Los síntomas de la lepra pueden comenzar en un año o tardar hasta 20 años, o más, en manifestarse (6).



Figura 6. Lesión cutánea hipocrómica por lepra

Hace 50 años: abril – junio de 1976

Los números 4, 5 y 6 de la Gaceta Médica de Caracas de 1976 incluyen un trabajo del Dr. Dante Borelli (Figura 6) titulado "***Chaetosphaeronema larense*. Nova specie. Agente de micetoma**". El autor describe la variabilidad del clima en el estado Lara, lo cual constituye una fuente de proliferación de agentes infecciosos. La vegetación xerófita con espinas es un factor de traumatismos frecuentes, lo que expone a la población a la infección por micetoma. Presenta un estudio biológico de una nueva cepa aislada de un caso de micetoma. Produce granos negros del tipo cumicético, cuyas características morfológicas son diferenciables de los granos de otra etiología; entre sus características más resaltantes se encuentran la fragilidad y la rugosidad. En los cultivos se presenta como moho que se desarrolla con facilidad en medios para hongos a temperatura ambiente de 25 °C, pero se inhibe con la adición de cicloheximida. Produce picnidias con picnidiosporas, órganos asexuados. Esta nueva entidad patógena, por sus características exclusivas, ha sido clasificada taxonómicamente como *Chaetosphaeronema larense*. El micetoma es una enfermedad crónica que suele originarse en el pie, aunque puede afectar a cualquier parte del cuerpo. La enfermedad se adquiere por inoculación traumática de determinados hongos o bacterias en el tejido subcutáneo. Por el momento, se han señalado como agentes causantes más de 70 bacterias y hongos diferentes. Suele afectar a adultos jóvenes, sobre todo a varones, de 15 a 30 años, en países en desarrollo, y es más prevalente entre las personas de bajo nivel socioeconómico y los trabajadores manuales, como los agricultores, los jornaleros y los pastores. El micetoma tiene numerosas consecuencias negativas, tanto médicas como socioeconómicas, para los pacientes, las comunidades y las autoridades sanitarias. El micetoma se describió por primera vez a mediados del siglo XIX en la ciudad de Madura, en la India, por lo que también se conoce como pie de Madura o maduromicosis. Hasta la fecha, no se dispone de datos exactos sobre su incidencia ni su prevalencia. Sin embargo, su detección y tratamiento precoces son clave para reducir la morbilidad y mejorar los resultados terapéuticos (7).



Figura 6. Dr. Dante Borelli

Hace 25 años: abril – junio de 2001

El número 2 del año 2001 trae un trabajo liderado por nuestra Individuo de Número, Académica Claudia Blandenier de Suárez (Figura 7), con el título de "**Miocardiopatía restrictiva: diagnóstico mediante la biopsia endomiocárdica**". Los autores presentan los resultados de un estudio de correlación, tanto

clínica como histopatológica, en 12 casos de miocardiopatía restrictiva a los que se les practicó una biopsia endomiocárdica. En 7 pacientes con diagnóstico clínico de fibrosis endomiocárdica, los hallazgos de la biopsia fueron confirmatorios en 4 casos y no concluyentes en los restantes. En 4 pacientes con diagnóstico clínico de miocardiopatía restrictiva idiopática, los hallazgos inespecíficos que incluyeron fibrosis intersticial e hipertrofia celular fueron contributorios para el diagnóstico según los criterios establecidos por expertos internacionales. En un caso de amiloidosis primaria senil se confirmó el diagnóstico clínico. Para el estudio de las biopsias endomiocárdicas se aplicó la clasificación de la época de las miocardiopatías, que incluye la miocardiopatía restrictiva idiopática. Se discuten la nomenclatura y los distintos tipos de diagnóstico de la miocardiopatía restrictiva (8).



Figura 7. Dra. Claudia Blandenier de Suárez

REFERENCIAS

1. Gaceta Médica de Caracas. 1926; 33(7):98-112.
2. Gaceta Médica de Caracas. 1926; 33(8):113-128.
3. Gaceta Médica de Caracas. 1926; 33(9):129-144.
4. Gaceta Médica de Caracas. 1926; 33(10):145-160.
5. Gaceta Médica de Caracas. 1926; 33(11):161-176.
6. Gaceta Médica de Caracas. 1926; 33(12):177-192.
7. Gaceta Médica de Caracas. 1976; 84(4,5,6):243-526.
8. Gaceta Médica de Caracas. 2001;109(2):151-300.

Gac Méd Caracas 2026;134(2):704-713

Vida de la Academia, Resúmenes de los trabajos presentados y Notas Bibliográficas

Life of the Academy, Summary of the papers presented and the Bibliographic Notes

Dr. Enrique Santiago López-Loyo

Individuo de Número Sillón XXXI

RESÚMENES DE LOS TRABAJOS PRESENTADOS

Sesión ordinaria del jueves 19 de marzo de 2026

Comisión de Cultura y Humanismo

Preside: Dr. Huniades Urbina-Medina

Conferencia 1: Hitos en la historia del Premio Nobel de Medicina

Ponente: Dr. José Esparza (Figura 1)

Resumen

Alfred Nobel estableció en 1895 una serie de premios destinados a reconocer aportes significativos en beneficio de la humanidad, entre ellos el de Fisiología o Medicina, que es otorgado anualmente por el Instituto Karolinska de Estocolmo tras evaluar nominaciones presentadas por un grupo selecto de expertos. Entre 1901 y 2025, el Premio Nobel de Medicina ha sido concedido a 232 personas, en su mayoría de Estados Unidos. Solo alrededor del 6% de los laureados han sido mujeres, y únicamente tres galardonados han sido latinoamericanos, entre ellos el venezolano Baruj Benacerraf. Aunque Humberto Fernández-Morán fue propuesto para el premio en 1968, no le fue concedido. Cinco laureados —Santiago Ramón y Cajal, Elie Metchnikoff, Paul Ehrlich, Andrew Schally y Harald zur Hausen— han sido Miembros Correspondientes Extranjeros de la Academia Nacional de Medicina de Venezuela. A lo largo del tiempo, el premio ha



Figura 1. Dr. José Esparza

ORCID:
0000-0002-3455-5894

reconocido investigaciones en múltiples áreas de la medicina; sin embargo, en las últimas décadas han predominado los avances en las ciencias básicas, en particular en virología e inmunología. Entre los hitos premiados destacan el descubrimiento de la estructura del ADN (1962), los estudios sobre virus oncogénicos (1975), el descubrimiento del VIH y de los papilomavirus humanos (2008), el desarrollo de vacunas basadas en ARN mensajero, incluida la vacuna contra la COVID-19 (2023), y las investigaciones sobre la tolerancia inmunológica periférica (2025). El único Nobel otorgado específicamente por el desarrollo directo de una vacuna fue el de 1951 por la vacuna contra la fiebre amarilla. Aunque las vacunas de Salk y Sabin contra la poliomielitis no fueron premiadas, sí lo fue en 1954 la investigación básica que permitió el cultivo del virus de la polio en células, un paso clave para su desarrollo.

Conferencia 2: Significado de la tolerancia inmunológica

Ponente: Dra. Doris Perdomo de Ponce (Figura 2)

Resumen

El concepto de tolerancia inmunológica expresa la capacidad del sistema inmunitario para preservar la integridad del organismo mediante la supresión activa de respuestas dirigidas contra antígenos propios. Aunque desde mediados del siglo XX se reconoció que la eliminación de linfocitos T autorreactivos en el timo, proceso conocido como tolerancia central, era incompleta, durante décadas se mantuvo sin esclarecer cómo se mantenía el control inmunitario en la periferia ni qué células eran responsables de dicho equilibrio funcional. El Premio Nobel de Fisiología o Medicina 2025 fue otorgado a Shimon Sakaguchi, Mary E. Brunkow y Fred Ramsdell por esclarecer los mecanismos celulares y moleculares que sustentan la tolerancia inmunitaria periférica. En 1995, Sakaguchi identificó una subpoblación de linfocitos T CD4+ que expresan el receptor de interleucina-2 CD25 y ejercen una función supresora activa sobre respuestas inmunitarias potencialmente patogénicas, estableciendo la existencia de los linfocitos T reguladores como un componente esencial y activo de la autotolerancia inmunológica. La base molecular de este linaje celular fue posteriormente elucidada por Brunkow y Ramsdell mediante la identificación del factor de transcripción FOXP3 como regulador maestro de la diferenciación y la función de los linfocitos T reguladores. Estudios en modelos murinos demostraron que la alteración de Foxp3 induce una autoinmunidad sistémica letal, hallazgos confirmados en humanos al demostrarse que mutaciones en el gen FOXP3 causan el síndrome de poliendocrinopatía autoinmune ligado al cromosoma X, conocido como IPEX, caracterizado por autoinmunidad grave de inicio precoz. En conjunto, este cuerpo de evidencia científica redefinió la tolerancia inmunológica como un proceso activo y dinámico, indispensable para la homeostasis del sistema inmunitario, y estableció las bases conceptuales y experimentales para el desarrollo de estrategias terapéuticas dirigidas a modular la respuesta inmunitaria en enfermedades autoinmunes, trasplantes y cáncer, con un impacto profundo y duradero en la investigación biomédica y la práctica médica contemporánea a nivel global.



Figura 2. Dra. Doris Perdomo de Ponce

Sesión extraordinaria del jueves 19 de marzo De 2026

Juramentación y Presentación Del Trabajo De Incorporación de la Dra. Carla Lozada como Miembro Correspondiente Nacional por el estado Carabobo

En Sesión Extraordinaria del jueves, 26 de marzo de 2026, a las 10:00 a.m., se realizó la incorporación como Miembro Correspondiente Nacional por el estado Carabobo de la Dra. Carla E. Lozada (Figura 3). Se procede a la verificación del quórum, seguida de las palabras del Presidente para iniciar el acto. Con los Académicos de pie, se procedió a la juramentación, a la imposición de la insignia y a la entrega del Diploma que la acredita como Miembro Correspondiente Nacional.

A continuación, se invita a la recipiendaria a presentar su trabajo titulado "**Pérdida gestacional recurrente: impacto de las trombofilias en el pronóstico**".

En su ponencia, estableció que la pérdida gestacional recurrente (PGR) constituye un desafío crítico en medicina reproductiva, con una etiología idiopática que representa aproximadamente el 50%. La presencia de trombofilias altera el sistema hemostático materno, induciendo un estado protrombótico que compromete la microcirculación uteroplacentaria y eleva el riesgo de eventos adversos fetales. Para conocer nuestra realidad estudiamos el impacto de las trombofilias en el pronóstico materno-fetal y nos propusimos generar premisas para la creación de protocolos de estudio y tratamiento en pacientes con PG. Se trató de un estudio descriptivo, ambispectivo y longitudinal, con un enfoque empírico-analítico. Se evaluaron 218 pacientes con antecedentes de PGR. Resultados: Se destacó el grupo etario de 30 a 39 años, predominando las pacientes que refirieron entre 1 y 2 abortos, tanto en las portadoras de trombofilia doble hereditaria (polimorfismo MTHFR C677T + factor II), como en las portadoras de trombofilia hereditaria (polimorfismo MTHFR C677T) y en las portadoras de trombofilia combinada (SAF + polimorfismo MTHFR C677T). El 71,56% de la muestra presentó morbilidades asociadas, siendo la hipertensión arterial la más recurrente. En el período puerperal, el Síndrome HELLP fue la principal complicación materna (15,14%). En cuanto al pronóstico perinatal, la resolución vía cesárea fue del 99,08%, obteniéndose un 98% de recién nacidos vivos, mayoritariamente masculinos y con madurez gestacional. De acuerdo con todo esto, la Dra. Lozada concluye que la investigación permitió generar constructos teóricos que vinculan perfiles trombofílicos específicos, los polimorfismos de la MTHFR, con la PGR y el pronóstico clínico materno-fetal. Estas premisas facilitarán la estandarización de criterios diagnósticos y terapéuticos para disminuir las complicaciones.

Terminada la presentación de su trabajo, se abrió el período de preguntas por parte de los Académicos, al final del cual la Dra. Carla Lozada respondió satisfactoriamente.

Finalizada la sesión, se ofreció un vino de honor en el Salón de los Expresidentes.



Figura 3. Dra. Carla Lozada

Sesión ordinaria del jueves 09 de abril de 2026

Simposio Sobre Fiebre Amarilla

Organizado por la Comisión de Puericultura y Pediatría

Preside: Dr. Huniades Urbina-Medina

Conferencia 1: Ecoepidemiología y control de fiebre amarilla en las Américas

Ponente: Dra. María Eugenia Grillet (Figura 4)



Figura 4. Dra. María Eugenia Grillet

Resumen

La fiebre amarilla sigue poniendo a prueba los sistemas de salud pública en toda América, evidenciando deficiencias en la vigilancia y el control a pesar de contar con una vacuna eficaz. Los recientes brotes en Colombia, Brasil y Venezuela han intensificado la preocupación por la expansión urbana del virus. Un ciclo de transmisión que fue eliminado a principios del siglo pasado en la región. Por lo que un aspecto que parece ser desatendido es entender que la Fiebre Amarilla en las Américas circula principalmente como una zoonosis (ciclo selvático), de allí que el riesgo debe manejarse en la interfase bosque-primates-mosquitos selváticos-hospedadores humanos. La vigilancia efectiva y temprana (en monos y vectores) en las zonas endémicas, las coberturas de vacunación necesarias de la población en riesgo y el diagnóstico oportuno y a tiempo son los tres pilares fundamentales de la estrategia recomendada por la OMS para Anticiparse, Prepararse y Responder a tiempo ante un brote de fiebre amarilla selvática y evitar su propagación local y regional. Proteger a las poblaciones vulnerables y construir sistemas resilientes tanto en contextos selváticos como ante eventuales emergencias urbanas debe ser la estrategia a seguir para controlar de forma efectiva la fiebre amarilla en las Américas.

Conferencia 2: Fiebre amarilla en el continente americano y en Venezuela. ¿Qué podemos esperar de esta epidemia?

Ponente: Dr. Julio Castro Méndez (Figura 5)

Resumen

En las Américas, la fiebre amarilla ha reemergido como una amenaza relevante debido al aumento reciente de casos, a la expansión geográfica fuera de las áreas amazónicas tradicionales y a la acumulación de población susceptible tras la caída de las coberturas durante y después de la pandemia. La OPS reportó que en 2025 hubo 346 casos confirmados y 143 muertes en siete países de la región, incluidos 32 casos y 19 muertes en Venezuela; además, en las primeras semanas de 2026 ya persistía la transmisión en varios países sudamericanos. La mayoría de los casos recientes ocurrió en personas no vacunadas, con exposición a zonas selváticas o boscosas, lo que confirma

que el patrón dominante sigue siendo selvático, aunque con riesgo de urbanización en zonas donde coexisten la baja inmunidad poblacional y la presencia de *Aedes aegypti*.

En Venezuela, el principal problema epidemiológico no es solo la circulación viral, sino también la vulnerabilidad poblacional. La cobertura estimada de la vacuna antiamarílica en Venezuela fue del 71% en 2024, muy por debajo del 95% recomendado por la OPS para áreas de riesgo. Esta brecha favorece brotes focales, especialmente en estados con movilidad humana, actividad minera o contacto con el medio selvático, y obliga a reforzar la vacunación rutinaria, las campañas de rescate, la vigilancia sindrómica y la confirmación rápida de los casos sospechosos. En síntesis, el contexto venezolano combina un riesgo ecológico persistente con una inmunidad insuficiente.



Figura 5. Dr. Julio Castro Méndez

Sesiones extraordinarias de los días 30 de abril y 14 de mayo de 2026. Elección de la nueva Junta Directiva del bienio 2026-2028

En la Sesión Extraordinaria del 30 de abril de 2026, se procedió al acto de elección de la nueva Junta Directiva de la Academia Nacional de Medicina para el período 2026-2028. Se reunieron en el Salón de Sesiones 23 Individuos de Número de forma presencial y 11 se conectaron a través de la plataforma ZOOM. Verificada la existencia del quórum reglamentario, el presidente declaró abierta la sesión. De inmediato se procedió a nombrar a los integrantes de la Comisión Electoral, encargada de conducir el proceso eleccionario. La designación recayó en los académicos Lilia Cruz y Enrique López Loyo. En nombre de la Comisión Electoral, el doctor López Loyo explicó la logística que se seguiría durante el proceso eleccionario. Primero, se precisará el número de electores presentes para establecer el valor límite de la mayoría absoluta. Segundo, se procederá a solicitar la proposición de candidatos para cada uno de los 5 cargos de elección, en el siguiente orden: Presidente, Vicepresidente, Secretario, Tesorero y Bibliotecario Archivero. Tercero, se elaborará la tarjeta electoral con los nombres de los candidatos propuestos para cada cargo. Cuarto, la tarjeta se repartirá entre los electores para que emitan su voto y luego será recogida. Quinto, la tarjeta electoral correspondiente a los electores conectados en línea se enviará de forma virtual, quienes dispondrán de 2 minutos para emitir su voto electrónico. Sexto, la Comisión Electoral procederá a totalizar todos los votos emitidos y a anunciar los resultados. El candidato ganador será proclamado por el presidente de la Junta Directiva. Terminada esta explicación, se procedió a las elecciones propiamente dichas.

Para el cargo de Presidente, el Dr. Marco Sorgi propuso al Dr. Felipe Martín Piñate; la proposición fue apoyada por el Dr. Oscar

Beaujón. No se postularon otros candidatos. Realizados la votación y el escrutinio, el candidato propuesto obtuvo 31 votos a favor, 2 en contra y 1 abstención. Fue declarado electo como Presidente el Dr. Felipe Martín Piñate.

Para el cargo de Vicepresidente, el Dr. Israel Montesdeoca propuso al Dr. Marco Sorgi Venturoni, mientras que el Dr. Claudio Aoün propuso al Dr. Miguel Saade. Realizados la votación y el escrutinio, los resultados fueron: Dr. M. Sorgi, 15 votos; Dr. M. Saade, 19 votos. Fue declarado electo Vicepresidente el Dr. Miguel Saade.

Para el cargo de Secretario, el Dr. Rafael Muci Mendoza propuso al Dr. Andrés Soyano; el Dr. José Luis Cevallos propuso al Dr. Carlos Cabrera. Realizados la votación y el escrutinio, los resultados fueron: Dr. Andrés Soyano, 15 votos; Dr. Carlos Cabrera, 19 votos. Fue declarado electo como Secretario el Dr. Carlos Cabrera.

Para el cargo de Tesorero, el Dr. Sergio Osorio propuso a la Dra. Miriam Marcano; el Dr. Óscar Beaujón propuso al Dr. José Manuel De Abreu. Realizados la votación y el escrutinio, los resultados fueron: Dra. M. Marcano, 17 votos; Dr. De Abreu, 16 votos. Una abstención. Fue declarada electa como Tesorera la Dra. Miriam Marcano.

Para el cargo de Bibliotecario Archivero, el Dr. Israel Montesdeoca propuso al Dr. Franco Calderaro; no hubo otras postulaciones. Realizados la votación y el escrutinio, los resultados fueron: Dr. Calderaro: 26 votos SÍ y 8 votos NO. Fue declarado electo como Bibliotecario Archivero el Dr. Franco Calderaro.

La Comisión Electoral declaró cumplida su misión. El presidente declaró que la nueva JD quedaba constituida de la siguiente manera:

Dr. Felipe Martín Piñate (Presidente), Dr. Miguel Saade Aure (Vicepresidente), Dr. Carlos Cabrera (Secretario), Dra. Miriam Marcano (Tesorera), Dr. Franco Calderaro (Bibliotecario y Archivero).

De igual manera, los felicitó y les deseó éxito en su venidera gestión. Por su parte, el presidente electo agradeció la confianza depositada en él y en los demás miembros de la JD y anunció la próxima elaboración de un plan bienal que sirva de guía para su gestión. Luego de esa breve intervención, y siendo las 10:25 a.m., el presidente declaró clausurada la sesión.

Adéndum por revisión del reglamento: Al considerar esta acta en la sesión ordinaria del 7 de mayo, se verificó el reglamento y, visto que en la elección del cargo de Tesorero ninguno de los candidatos obtuvo la mayoría absoluta requerida, por mitad más uno de los votos, se decidió realizar una nueva elección en la sesión del 14 de mayo de 2026. El Dr. José Manuel De Abreu declinó su candidatura. Solo hubo una candidata, la Dra. Miriam Marcano, quien resultó ganadora por mayoría absoluta, con 22 votos a favor y 7 en contra. De esta manera, la Junta Directiva para el período 2026-2028 quedó ratificada tal como se proclamó en la Sesión Extraordinaria del jueves 30 de abril.

Sesión ordinaria del jueves 30 de abril de 2026

Simposio “El arte un espejo de la condición humana”

Organizado por la Comisión de Cultura y Humanismo

Preside: Dr. Huniades Urbina-Medina

Conferencia 1: El color del espíritu: judaísmo y misticismo en la obra de Chagall.

Ponente: Dra. Miriam Marcano Torres (Figura 7)

Resumen

Marc Chagall (1887-1985) es una de las figuras más singulares del arte del siglo XX. Su obra representa un puente poético entre el folclore de Europa del Este y las vanguardias parisinas.

Nació en Vitebsk, en la actual Bielorrusia; su infancia en un "shtetl" judío marcó de manera indeleble su imaginario creativo. El arte de Chagall no es una representación de la realidad externa, sino una externalización de su geografía espiritual. Las costumbres de su tierra natal son un tema recurrente de su idealización pictórica, que no abandonó a lo largo de su vida; la aldea siempre aparece en sus lienzos, con sus casas de madera, iglesias y animales como cabras y vacas, que adquieren dimensiones simbólicas y oníricas. Sus personajes en estado de levitación, desafiando las leyes de la gravedad, representan la pureza y la lucha del amor ante la adversidad, el éxtasis religioso o el recuerdo nostálgico. El judaísmo jasídico es la savia de su obra. Integra elementos rituales, la música del violín y el misticismo en un lenguaje visual moderno que conjuga cubismo, fauvismo y realismo en un simbolismo estructural de carácter onírico. Su vida, marcada por la tragedia de la persecución durante la Segunda Guerra Mundial, ante el avance del nazismo en Francia, se refleja en obras en las que la figura del judío errante y la crucifixión, símbolo del sufrimiento judío universal, adquieren un tono sombrío y testimonial, dando cuenta del sufrimiento de su pueblo. En sus hermosas obras transforma la memoria de su pueblo y su fe en un lenguaje universal, demostrando que la identidad y el desarraigo pueden convertirse en la materia prima de una belleza imperecedera.

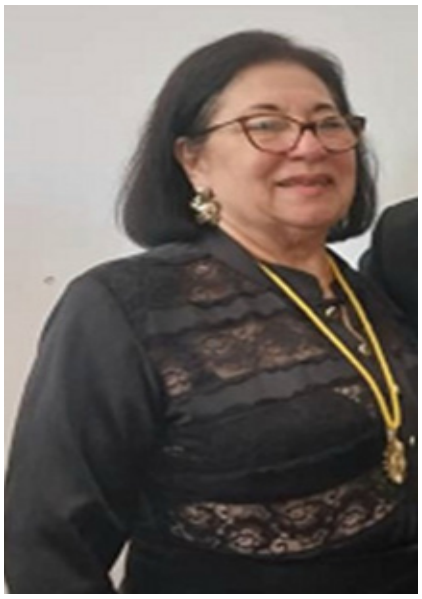


Figura 7. Dra. Miriam Marcano Torres

Conferencia 2: El "Milagro médico" como temática en la pintura española de finales del siglo XIX.

Ponente: Lic. Leonor Colmenares

Resumen

A finales del siglo XIX la pintura española (Realismo Social) fue testigo, vocero y cronista de los logros científicos que en esos momentos no dejaban de sorprender y despertar admiración entre los pobladores de dichos territorios. Para ese momento, la medicina europea experimentó una revolución y esta pintura fue testigo de este "Milagro Médico". Se expondrá que la pintura española de finales del siglo XIX reflejó el auge del cientificismo, convirtiendo al médico en un Prometeo moderno dentro del naturalismo y el realismo. Esta corriente se enmarca en una visión positivista, según la cual el arte servía para registrar los avances de la ciencia y la medicina en la sociedad. Tras esta investigación se expondrá la enorme relevancia del tema médico en el ámbito artístico a lo largo del siglo XIX como eco simbólico en la pintura, lo que, además, pone en evidencia la gran relación que existe entre ambos. El rastreo de la información histórica y de las obras de arte ha permitido confirmar que el interés por el desarrollo de la ciencia siempre estuvo presente en la pintura durante este periodo. Uno de los planteamientos de los artistas plásticos que abordaron temas alusivos al "Milagro Médico" fue la difusión de una revolución científica que mejoró exponencialmente la calidad de vida de las personas de la época gracias a las vacunas, la anestesia y, en otros ámbitos, como el de la electricidad, que cambió profundamente las visiones sobre el ser humano y su entorno. Cabe destacar que estos adelantos científicos no fueron solo descubrimientos aislados, sino una revolución mental que transformó la manera en que la humanidad entendía el mundo. El siglo XIX fue un periodo de grandes avances científicos y tecnológicos. Fue una época de grandes cambios en la que la medicina y la ciencia avanzaron a un ritmo vertiginoso, redefiniendo la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos hoy en día.

Sesión ordinaria del jueves 07 de mayo de 2026

y Sesión conjunta con la Academia de Medicina de Mérida

Preside: Dr. Huniades Urbina-Medina.

Conferencia: Errores innatos del metabolismo: orientación diagnóstica.

Ponente: Dra. Antonieta Mahfoud Dawilou

Resumen

Los errores congénitos del metabolismo (EIM), también conocidos como enfermedades metabólicas hereditarias (EMH), constituyen un grupo heterogéneo de enfermedades genéticas debidas a una mutación que afecta la estructura y/o la función de una proteína, que puede ser una enzima o un transportador, y que provoca el bloqueo de una vía metabólica. La interferencia en estas vías enzimáticas provoca la deficiencia de un producto final específico o la acumulación excesiva de un sustrato intermedio. Las EMH forman parte del grupo de enfermedades conocidas como Enfermedades Raras o de baja frecuencia. Sin embargo, cuando las agrupamos, ocurren entre 1 de cada 800 y 1 de cada 2000 nacidos vivos. Afectan a múltiples órganos y sistemas, pero con mayor frecuencia al SNC. Hasta la fecha se han descrito alrededor de 1800 EMH. En Venezuela, en la Unidad de Errores Innatos del Metabolismo del Instituto de Estudios Avanzados (IDEA), se recibe a los pacientes con sospecha de EIM. Hasta la fecha, hemos podido realizar el diagnóstico de alrededor de 1100 pacientes (datos aún no publicados). Se clasifican en tres grandes grupos: Defectos de pequeñas moléculas. Defectos de moléculas complejas. Defectos del Metabolismo energético. Pueden presentarse a cualquier edad; por lo tanto, el conocimiento de estas enfermedades, sus manifestaciones y su evaluación es fundamental.

Actividad con la Academia de Medicina de Mérida

Simposio Organizado por la Academia de Medicina del estado

Apertura a cargo del Dr. Eliéxer Urdaneta, Presidente.

Conferencias: (No se consignan los resúmenes)

1. **La salud visual: evolución a la era digital**

Ponente: Dr. Pedro Rivas Aguiño.

2. **Más allá de la escala de grises. La ecografía como acto clínico de precisión.**

Ponente: Dr. Ángel R. Sosa Fleitas.

Sesión ordinaria del jueves 28 de mayo de 2026

Simposio "La sombra del olvido: un análisis integral sobre la vida Wayuu y la desnutrición en niños Yukpas"

Organizado por la Comisión de Puericultura y Pediatría

Preside: Dr. Huniades Urbina-Medina

Conferencia: Evaluación nutricional antropométrica en niños Yukpas desplazados

Ponente: Br. José Franceschi

Resumen

En comunidades indígenas desplazadas, la exposición a nuevos patrones alimentarios y la inserción en un entorno urbano generan limitaciones para la conservación de sus costumbres alimentarias. Objetivo general:

Evaluar el estado nutricional antropométrico de niños de 2 a 10 años en la comunidad indígena del sector Parque Valencia, parroquia Rafael Urdaneta, municipio Valencia, estado Carabobo. Metodología: se trata de una investigación de tipo observacional– descriptiva, con un diseño de campo y transversal. La muestra fue de tipo no probabilístico, deliberada y de voluntarios, conformada por 39 niños y niñas de 2 a 10 años que cumplieron los criterios de inclusión. Se emplearon la observación directa y una ficha de registro. Los resultados se presentaron en distribuciones de frecuencias. Resultados: Un 53,85% no estaba escolarizado. Predominaron los Yukpa (71,79%). En el indicador Peso/Talla, predominaron los infantes de bajo peso (76,92%). La anemia representó un 71,79%. De los núcleos familiares, fueron más frecuentes los de 5 y 6 miembros (41,02%); del estrato socioeconómico, predominaron los de pobreza relativa (69,23%). La fuente de ingreso más frecuente fue el trabajo formal (53,85%). Predominaron los grupos familiares que comían entre 2 y 3 veces al día (76,92%). Un 76,92% de los grupos familiares no sembraba hortalizas; 51,28% no consumía harinas; 71,79% no consumía carnes y otro 66,67% no consumía enlatados. Conclusión: Se evidencian los determinantes sociales, culturales y alimentarios que condicionan profundamente el estado nutricional de los niños indígenas.

Conferencia 2: Etnia Wayuu, los grandes olvidados.

Ponente: Dr. Huníades Urbina-Medina (Figura 8)

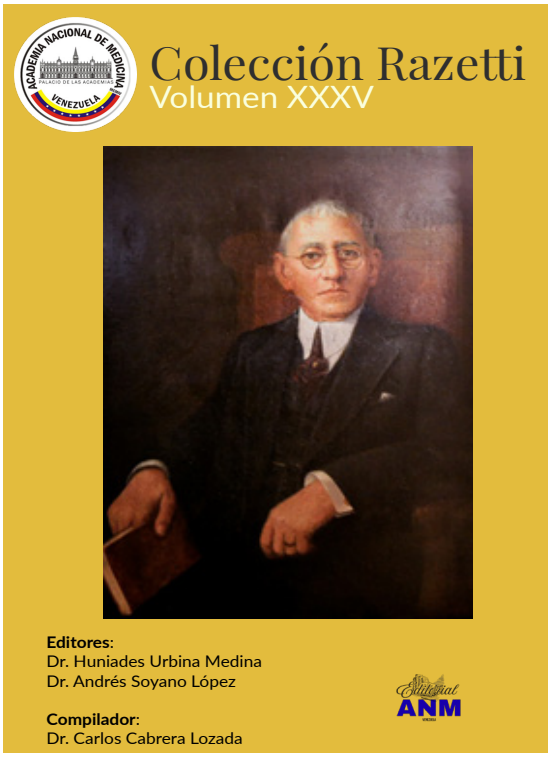
Resumen

Se expone la situación de la etnia Wayuu, el pueblo indígena más numeroso de Colombia y Venezuela, asentado en el territorio fronterizo de la península de La Guajira. A pesar de representar el 57% de la población indígena venezolana y conservar su estructura social matrilineal, sus clanes totémicos y el idioma wayuunaiki, esta comunidad enfrenta condiciones severas de exclusión, despojo y vulnerabilidad social. Los indicadores de morbimortalidad materno-infantil revelan una profunda crisis sanitaria y humanitaria en la región. En La Guajira, la tasa de mortalidad materna se sitúa en 180,9 por cada 100 000 nacidos vivos y está detonada en un 88% por hemorragias posparto y complicaciones del tercer periodo del parto. Por su parte, la niñez sufre una alarmante tasa de mortalidad por desnutrición de 63,24 por mil nacidos vivos menores de cinco años, problema agravado por la falta crónica de agua potable, la inseguridad alimentaria y afecciones prevalentes como infecciones respiratorias, diarreas, tuberculosis pulmonar y bajo peso al nacer. El riesgo de muerte se multiplica hasta diez veces en madres con baja o nula escolaridad, acentuado por la dispersión geográfica en zonas rurales y por un déficit de hasta el 90% en los suministros médicos de los centros asistenciales locales. A nivel sociocultural, los Wayuu enfrentan una segregación urbana e institucional sistemática, en la que las barreras lingüísticas en los hospitales occidentales limitan el acceso oportuno a la atención de salud. Ante este panorama, se destaca la relevancia de su sistema de medicina tradicional, liderado por la figura de la Outshii o piache, que cuenta con reconocimiento legal en la Constitución de Venezuela.



Figura 8. Dr. Huníades Urbina-Medina

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS



Colección Razetti. Volumen XXXV

Editores:
Dr. Huníades Urbina-Medina
Dr. Andrés Soyano

Compilador:
Dr. Carlos Cabrera Lozada

Depósito Legal
DC2025000448

ISBN 978-980-6905-07-8 (Colección)
ISBN 978-980-6155-16-9 (Volumen XXXV)
Editorial Academia Nacional de Medicina, Caracas
www.https://academianacionaldemedicina.org/
e-mail: coleccionrazetti@gmail.com
Versión electrónica abril, 2026

CONTENIDO

Prólogo. Dr. Huníades Urbina-Medina

Capítulo 1. Pérdida Gestacional Recurrente: Impacto de las Trombofilias en el Pronóstico. Dra. Carla Elizabeth Lozada Sánchez.

Capítulo 2. Discurso en Ocasión del 40.º Aniversario de la Promoción de Médicos Cirujanos "Bicentenario del Dr. José María Vargas" (1986-2026). Dr. Huníades Urbina-Medina.

Capítulo 3. Promoción 40 Aniversario. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Medicina.Dr. Pedro Del Médico Lupo.

Capítulo 4. Promoción 40 Aniversario. Universidad Central de Venezuela.Facultad de Medicina. Dr. Isaac Hassan

Capítulo 5. Discurso de Agradecimiento. Sesión solemne con motivo del 68 Aniversario del Urológico San Román e imposición de la Medalla Centenaria. Dr. Julio César Otaola Paván.

Capítulo 6. Semblanza Biográfica y Homenaje al Dr. Julio César Otaola Paván. En ocasión de sus 68 años de trayectoria y de vida institucional. Dra. Milena Arocha Hernández.

Capítulo 7. Ética Médica Venezolana: Un Análisis Comparativo entre el Código de Deontología de 1985 y una Propuesta Actualizada de Código Deontológico. Dres. Freddy Antonio Bello Rodríguez, Jeiv Vicente Gómez Marín, Carlos Ramón Cabrera Lozada.

Capítulo 8. La vivencia dolorosa. Dr. Carlos Rojas-Malpica

Capítulo 9. Elogio de la incredulidad. Perla de Observación Humanística. Milagros de Hospital. Dr. Rafael Muci-Mendoza.

Capítulo 10. Blas Bruni Celli: "Un Personaje de Ayer y Hoy". Dres. Carlos Cabrera Lozada y María Eugenia Bruni de Tortolero.