

Revista de Educación e Investigación en **EMERGENCIAS**



VOLUMEN 7 - NÚMERO 3 / Julio-Septiembre 2025
eISSN: 2604-6520

<https://www.medicinadeemergencias.com>

Indexada en / Indexed in: DOAJ, ROAD,
Latindex (Catálogo 2.0), EBSCO, OpenAlex, MIAR

Editorial

Un mundo complejo, emergencias complejas. El impacto de las crisis globales en los servicios de urgencias en México 147
Augusto F. Figueroa-Uribe

Artículos originales

Relación anatómica entre la arteria carótida y la vena yugular interna y factores modificantes 149
Samantha de la Vega-González, Agustín A. Pizaña-Montero y Ramsés Dorado-García

Sensibilidad bacteriana y antibioticoterapia empírica en pacientes con sepsis urinaria atendidos en urgencia 161
José J. Dávila-Castro y David Santiago-Germán

Impacto del ácido tranexámico en la mortalidad y la morbilidad de pacientes con trauma militar: revisión sistemática y metaanálisis 167
Emmanuel Parada-Huerta, Luis A. Gorordo-Delsol y Key M. Ishiwara-Ramírez

Artículos de revisión

Manejo avanzado de la vía aérea en el servicio de urgencias: revisión narrativa 175
Samantha de la Vega-González, Ramsés Dorado-García, Yazmin A. Gómez-Sánchez y Ana L. Cosme-Leyva

Avances contemporáneos de la fluidoterapia en la sepsis y el choque séptico, una revisión narrativa 186
Manuel S. Pérez-Díaz y Regina Solares-Zendejas

Tratamiento diurético de la insuficiencia cardiaca aguda 197
Begoña Espinosa-Fernández, Leticia Serrano, Víctor Gil y Pere Llorens

Analgesia regional en la sala de emergencias. Una revisión de la evidencia 211
Gastón D. Martínez-Sedas

Cartas al Editor

Manejo integral del paciente quemado en estado crítico. Alta especialidad para los médicos urgenciólogos 220
Oscar M. Marín-Landa, Eunice S. Vargas-Torres y Paul Robledo-Madrid



SOCIEDAD MEXICANA
DE MEDICINA
DE EMERGENCIA

International Federation for Emergency Medicine • Miembro Total



SOCIEDAD DE MEDICINA DE
EMERGENCIAS Y DESASTRES
DEL PERÚ



PERMANYER
www.permanyer.com

REVISTA

RELE

Revista de Educación e Investigación en **EMERGENCIAS**



VOLUMEN 7 - NÚMERO 3 / Julio-Septiembre 2025
eISSN: 2604-6520

<https://www.medicinadeemergencias.com>

Indexada en / Indexed in: DOAJ, ROAD,
Latindex (Catálogo 2.0), EBSCO, OpenAlex, MIAR

CONSEJO EDITORIAL / EDITORIAL BOARD

Presidente / President

Dr. Gustavo López Orozco
Centro Toxicológico, Hospital Ángeles
Morelia, Mich., México

Vicepresidente / Vice-President

Dra. Sofía Romero Hernández
Dirección, Hospital General de Tlaxcala
Lic. Anselmo Cervantes Hernández
Tlaxcala, Tlax., México

Editor en Jefe / Editor in Chief

Dr. Luis Antonio Gorordo Delsol
División de Apoyo a la Atención, Hospital Juárez de México
Unidad de Cuidados Intensivos de Traumatología "Dr. Victorio de la Fuente Narváez"
Ciudad de México, México

Editores Ejecutivos / Executive Editors

Dra. María Miroslava Olivarez Bonilla
Servicio de Urgencias, Hospital General de Zona no. 1, IMSS
Servicio de Urgencias,
Hospital de Alta Especialidad "Centenario de la Revolución", ISSSTE
Cuernavaca, Mor., México

Dr. Ricardo Jonathan Ayala García
Esp. Medicina de Urgencias / Mtro. en Fisiología – Editor de Investigación
Clínica Internacional, Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins
Lima, Perú

Editores Asociados / Associate Editors

Dr. Jesús Daniel López Tapia
M. en C. Educación / Editor Asociado de Educación
Departamento de Emergencias,
Universidad Autónoma de Nuevo León
Monterrey, N.L., México

Dr. José Emanuel Puc Cruz
LE/MAIS / Editor Asociado de Enfermería
Unidad de Cuidados Intensivos,
Clínica Hospital Mérida, ISSSTE
Escuela de Enfermería,
Instituto de Ciencias Humanas A.C
Mérida, Yuc., México

Dr. Augusto Flavio Figueroa Uribe
Esp. / Editor Asociado de Pediatría
Subdirección Médica, Hospital Pediátrico de Peralvillo,
Secretaría de Salud de Ciudad de México
Ciudad de México, México

Dra. Maribel Liliana Juscamayta Tabraj
Esp. Medicina de Emergencias
y Desastres / Dra. en Salud Pública
Hospital Nacional Cayetano Heredia, Clínica Ricardo
Palma, Hospital Leopoldo Bartón Thomsin
Lima, Perú

Dra. Estrella Albarrán Suárez
Esp. / Editora Asociada de Prehospital
Jud. de Organización de la Atención de Urgencias,
Centro Regulador de Urgencias Médicas,
Secretaría de Salud de Ciudad de México
Ciudad de México, México

Dr. Julio Iván Aguayo Ruiz
D. en Farmacología / Editor Junior
Facultad de Medicina,
Universidad de Guadalajara
Servicio de Urgencias,
Hospital General Regional no. 180, IMSS
Guadalajara, Jal., México

Dr. Edgar Landa Ramírez
Doctor en Psicología / Editor Asociado de Salud Mental
Programa de Psicología de Urgencias,
Hospital General "Dr. Manuel Gea González"
Facultad de Psicología, Universidad Nacional
Autónoma de México
Ciudad de México, México

Consejo Consultivo / Consultive Board

Dr. Jesús Daniel López Tapia
Esp. Urgencias Médico-Quirúrgicas, M. en C. Educación
Departamento de Emergencias,
Universidad Autónoma de Nuevo León
Monterrey, N.L., México

Dr. Javier Saavedra Uribe
Esp. Urgencias Médico-Quirúrgicas / MAHSP
Dirección de Ciencias Clínicas,
Universidad de Monterrey
Servicio de Urgencias,
Hospital General "Darío Fernández", ISSSTE
Monterrey, N.L., México

Dr. Luis Daniel Sánchez-Arreola
Esp. Urgencias Médico-Quirúrgicas
Secretaría de Salud de la Ciudad de México
Servicio de Urgencias, Centro Médico ABC
Ciudad de México, México

Dr. Julio César Olvera Barajas
Servicio de Urgencias, Hospital General Dr. Darío
Fernández, ISSSTE Servicio de Urgencias, Unidad de
Medicina Familiar No. 28 Del Valle, IMSS
Ciudad de México, México

Dr. Jaziel Israel Mendoza Villalba
Servicio de Urgencias, Hospital General de Zona y
Medicina Familiar No. 2, IMSS
Monterrey, N.L., México

- Dr. Barbara Hogan**
Group Medical Director of Emergency Departments,
Mühlenkreiskliniken Hospital Group
Bad Oeynhausen, Alemania
- Dr. Virginia Velasco Diaz**
Hospital General Regional no. 25, IMSS
Ciudad de México, México
- Dr. Edgardo Menendez**
Hospital Médico Policial
Buenos Aires, Argentina
- Dr. Darío Eduardo García**
Hospital El Cruce Alta Complejidad,
Red Dr. Nestor Carlos Kirchner
Buenos Aires, Argentina
- Dr. Gonzalo Camargo**
Departamento de Emergencias,
Hospital B. Rivadavia
Buenos Aires, Argentina
- Dr. Ricardo Estrada Escobar**
Hospital Fundación
Bogotá, Colombia
- Dr. Iván Mauricio Lima Lucero**
Hospital General Docente de Calderón
Quito, Ecuador
- Dr. Pascual Piñera Salmerón**
Servicio de Urgencias,
Hospital General Universitario Reina Sofía
Murcia, España
- Dr. Salvador Espinosa Ramírez**
Servicio de Emergencias Médicas de la Comunidad
de Madrid
Madrid, España
- Dr. Eric Revue**
Île de France
Paris, Francia
- Dr. Devendra Richhariya**
Medanta The Medcity
Gurgaon, India
- Dr. Roberta Petrino**
Director Emergency Department,
S. Andre Hospital
Vercelli, Italia
- Dr. Ahgjel Jiménez Ruiz**
Hospital General de Zona no. 25, IMSS
Ciudad de México, México
- Dr. Cidronio Albavera Hernández**
Hospital General de Zona no.1, IMSS
Cuernavaca, Mor., México
- Dr. Claudia Iveth Vázquez García**
Facultad de Estudios Superiores Iztacala,
Universidad Nacional Autónoma de México
Tlanepantla de Baz, Edo. de México, México
- Dr. David Estrada García**
Hospital General Regional no. 1, IMSS
Cuernavaca, Mor., México
- Dr. Diego Armando Santillán Santos**
Hospital General de México
"Dr. Eduardo Liceaga"
Ciudad de México, México
- Dr. Sergio Edgar Zamora Gómez**
Hospital de Beneficencia Española
Tampico, Tamps., México
- Dr. Edmundo García Monroy**
Dirección de Prestaciones Médicas, IMSS
Ciudad de México, México
- Dra. Erika Hernandez Plata**
Hospital de Especialidades no.1 CMN
del Bajío-León
León, Gto., México
- Dr. Fausto Antonio Orozco Ojeda**
Hospital General de Zona no. 2, IMSS
Ciudad de México, México
- Dra. Graciela Merinos Sánchez**
Hospital General de México
"Dr. Eduardo Liceaga"
Ciudad de México, México
- Dra. Ivonne Lisbeth López López**
Hospital General de Zona y
Medicina Familiar no. 2, IMSS
Monterrey, N.L., México
- Dra. Jéssica Garduño López**
Hospital de Especialidades,
Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS
Ciudad de México, México
- Dr. Jesús del Carmen Madrigal Anaya**
División de Medicina,
Hospital Juárez de México
Ciudad de México, México
- Dr. José Isaac Velázquez Alcantar**
Hospital General Regional no. 1, IMSS
Cuernavaca, Mor., México
- Dr. Juan Oscar Toriz Chavarría**
Hospital General Regional no. 25, IMSS
Ciudad de México, México
- Dr. Luis Armando Gervacio Blanco**
Servicio de Urgencias,
Hospital General "Dr. Darío Fernández", ISSSTE
Ciudad de México, México
- Dra. Mactzil Teresa Sánchez**
Hospital General Regional no. 1, IMSS
Cuernavaca, Mor., México
- Dr. Marcos Antonio Amezcua Gutiérrez**
Hospital Star Medica Lomas Verdes
Naucalpan, Edo. de México, México
- Dra. Maridena Páez Carlos**
Unidad Médico Familiar no. 31, IMSS
San Nicolás de los Garza, N.L., México
- Dr. Mario Arturo Carrasco Flores**
Hospital Star Medica Lomas Verdes
Naucalpan, Edo. de México, México
- Dr. Miguel Ángel Sosa Medellín**
Unidad Médica de Alta Especialidad no. 2, IMSS
Monterrey, N. L., México
- Dra. Nancy Guevara Rubio**
Hospital General Regional no. 1, IMSS
Cuernavaca, Mor., México
- Dr. Rafael Tapia Velasco**
Hospital General Regional no. 25, IMSS
Ciudad de México, México
- Dr. Ricardo Muñoz Grande**
Hospital General Regional no. 25, IMSS
Ciudad de México, México
- Dr. Salvador Gómez García**
Hospital General Regional no. 1, IMSS
Morelia, Mich., México
- Dra. Loyda Jocabed Miranda Chávez**
Esp. Medicina de Emergencias y Desastres
Clínica San Felipe, Hospital Nacional Edgardo
Rebagliati Martins
Lima, Perú
- Dr. Carlos Orlando García Bustamante**
Esp. Medicina de Emergencias
y Desastres / Dr. en Salud Pública
Hospital Nacional Guillermo Almenara Irgoyen
Lima, Perú
- Dr. Manuel Benavente Apaza**
Esp. Medicina de Emergencias y Desastres
Hospital Nacional Alberto Sabogal
Lima, Perú
- Dr. Milton John Carlos Valderrama Wong**
Esp. Medicina de Emergencias y Desastres / Mtro.
en Educación Superior y Economía de la Salud
Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins
Lima, Perú
- Dr. Italo Edward Vargas Vargas**
Esp. Medicina de Emergencias y Desastres /
Mtro. en Gestión de los Servicios de Salud
Hospital Nacional Arzobispo Loayza,
Clínica AUNA Guardia Civil
Lima, Perú
- Dr. Danny Jhonathan Ubillus Agurto**
Esp. Medicina de Emergencias y Desastres
Hospital de Emergencias de Villa el Salvador
Lima, Perú
- Dr. Angel Sixto Mamani Ruelas**
Esp. Medicina de Emergencias y Desastres /
Mtro. en Gerencia en Salud
Hospital Base Carlos Alberto
Seguin Escobedo - Essalud
Arequipa, Perú
- Dr. Victor Martin Távora Córdoba**
Esp. Medicina de Emergencias y Desastres / Mtro.
en Salud Pública
Clínica Carita Feliz
Piura, Perú
- Dr. Carlos Emerson Rodríguez Malaver**
Esp. Medicina de Emergencias y Desastres
Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins
Lima, Perú
- Dr. Jiraporn Sri-on**
Faculty of Medicine Vajira Hospital
Bangkok, Thailandia

La REVISTA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN EMERGENCIAS (REIE) con e-ISSN: 2604-6520, es el órgano oficial de difusión científica de la Sociedad Mexicana de Medicina de Emergencia A.C. (SMME) que se publica desde 2019, y está indexada en DOAJ, ROAD, Latindex (Catálogo 2.0), EBSCO, OpenAlex y MIAR, utiliza DOI por CROSSREF y se almacena el repositorio CLOCKSS. Todo el material científico publicado en REIE queda protegido por derechos de autor y son propiedad de la SMME.

La SMME y la REIE no son responsables de la información y opiniones de los autores.

Toda correspondencia deberá ser dirigida al Editor, Dr. Luis Antonio Gorordo Delsol a las oficinas de la SMME en calle Prado Sur No. 275, col. Lomas de Chapultepec, Alc. Miguel Hidalgo. CP 11000, Ciudad de México, México, o al correo: luis.gorordodelsol@icloud.com.

Publicación trimestral de acceso libre elaborada por SMME y disponible en www.medicinadeemergencias.com. Publicado por Permanyer. Publicación open access bajo la licencia CC BY-NC-ND 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Puede enviar su manuscrito en / Please, submit your manuscript in:
<https://publisher.emergencias.permanyer.com/main.php>



Permanyer

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

Permanyer México

Temistocles, 315
Col. Polanco, Alc. Miguel Hidalgo
11560, Ciudad de México
mexico@permanyer.com

eISSN: 2604-6520 - Ref.: 10973AMEX253

Reproducciones con fines comerciales:

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

Un mundo complejo, emergencias complejas. El impacto de las crisis globales en los servicios de urgencias en México

A complex world, complex emergencies. The impact of global crises on emergency services in Mexico

Augusto F. Figueroa-Uribe 

Subdirección Médica, Hospital Pediátrico Peralvillo, Instituto Mexicano del Seguro Social Bienestar, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México

Los servicios de urgencias en México, pilares fundamentales de la atención sanitaria, enfrentan hoy desafíos sin precedentes, magnificados por un panorama global convulso. Los conflictos armados y geopolíticos actuales, aunque geográficamente distantes, generan ondas de impacto que resuenan en nuestra capacidad de respuesta. La desviación de recursos, la alteración de las cadenas de suministro de insumos médicos y la fragmentación de la cooperación internacional son solo algunas de las consecuencias indirectas que complican la ya de por sí exigente labor del personal de urgencias¹. Esta presión global se traduce en una mayor demanda y una menor disponibilidad de recursos, afectando la calidad y el tiempo de respuesta ante emergencias cotidianas y extraordinarias.

Preparación para emergencias NBQR: una necesidad imperativa

En este contexto de incertidumbre, la preparación para emergencias NBQR (Nuclear, Biológica, Química y Radiológica) no es una opción, sino una necesidad imperativa para los servicios de urgencias en México. Si bien la probabilidad de un evento de gran escala puede parecer remota, la globalización y la creciente interconexión mundial aumentan la vulnerabilidad ante

tales amenazas. La capacitación en detección, descontaminación, tratamiento y manejo de víctimas de incidentes NBQR es crucial para minimizar el impacto en la población y proteger al personal de salud^{2,3}. Desarrollar protocolos claros y realizar simulacros periódicos son pasos esenciales para garantizar una respuesta eficaz y coordinada en caso de un escenario tan complejo.

Migración forzada y enfermedades emergentes: un desafío en aumento

La migración forzada, impulsada por conflictos, desastres naturales o crisis socioeconómicas, ha generado un aumento significativo en la aparición de enfermedades emergentes y reemergentes en México⁴. Las poblaciones migrantes a menudo provienen de regiones con diferentes perfiles epidemiológicos y pueden llegar con condiciones de salud no diagnosticadas o con inmunizaciones incompletas, lo que facilita la propagación de enfermedades infecciosas⁵. Los servicios de urgencias son a menudo el primer punto de contacto para estas poblaciones, lo que subraya la necesidad de estar preparados para identificar, diagnosticar y manejar estas patologías de manera eficiente, así como para implementar medidas de salud pública que prevengan brotes^{6,7}.

Correspondencia:

Augusto F. Figueroa-Uribe
E-mail: mandolarian1975@gmail.com

Fecha de recepción: 07-07-2025

Fecha de aceptación: 21-07-2025

DOI: 10.24875/REIE.M25000028

Disponible en internet: 21-08-2025

Rev Educ Investig Emer. 2025;7(3):147-148

www.medicinadeemergencias.com

2604-6520 / © 2025 Sociedad Mexicana de Medicina de Emergencias, AC. Publicado por Permanyer México SA de CV. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Inteligencia sanitaria: clave para una respuesta efectiva

Ante esta compleja amalgama de desafíos, la inteligencia sanitaria emerge como una herramienta indispensable. Comprender los mecanismos de respuesta y estar capacitados en la recolección, el análisis y la interpretación de datos relacionados con la salud pública es fundamental para anticipar amenazas, asignar recursos de manera eficiente y tomar decisiones informadas en tiempo real⁸. Esto implica no solo la vigilancia epidemiológica, sino también el monitoreo de conflictos, patrones migratorios y factores ambientales que puedan influir en la salud de la población⁹. La colaboración interinstitucional y el intercambio de información son vitales para fortalecer la inteligencia sanitaria en los ámbitos nacional y regional.

Conclusión

Los servicios de urgencias en México se encuentran en una encrucijada crítica. Los conflictos globales, la amenaza de incidentes NBQR y el impacto de la migración forzada sobre las enfermedades emergentes exigen una transformación profunda en nuestra preparación y capacidad de respuesta¹⁰. Invertir en capacitación,

fortalecer la infraestructura, fomentar la investigación y promover una sólida inteligencia sanitaria son pasos ineludibles para garantizar que nuestros servicios de urgencias puedan seguir siendo un bastión de salud y seguridad para todos los habitantes de México.

Referencias

1. World Health Organization. (2024). Impact of armed conflict on health systems. Geneva: WHO; 2024. Disponible en: <https://apps.who.int/gb/bd/s/index.html>.
2. Organización Panamericana de la Salud. Preparación y respuesta ante emergencias químicas y radiológicas en entornos de salud. Washington, D.C.: OPS; 2023. Disponible en: www.paho.org
3. Centers for Disease Control and Prevention. Public health preparedness for chemical, biological, radiological, and nuclear threats. Atlanta (GA): CDC; 2022. Disponible en: <https://www.cdc.gov/readiness/php/phep/>
4. United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR). Forced displacement and public health challenges. Geneva (Switzerland): UNHCR; 2023. Disponible en: <https://www.unhcr.org/media/global-trends-report-2023>
5. Rodríguez L, Martínez P, Gómez A, Sánchez R, Herrera M, Duarte J, et al. Impact of forced migration on the epidemiology of infectious diseases in host countries: a systematic review. *J Glob Health*. 2021;11:040203.
6. Sánchez G, Ramírez L, Torres M, Aguilar J, Herrera C, Paredes E, et al. Emerging infectious diseases in migrant populations: challenges for emergency services in Mexico. *Rev Panam Salud Publica*. 2022;46:e67.
7. International Organization for Migration. Migration health: a public health approach. Geneva (Switzerland): IOM; 2024. Disponible en: <https://publications.iom.int/system/files/pdf/pub2024-057-r-migration-health-2023-en.pdf>
8. Pérez C, López D. The role of health intelligence in emergency preparedness and response. *Public Health Rev*. 2023;45:101234.
9. European Centre for Disease Prevention and Control. Strengthening public health intelligence in Europe. Stockholm: ECDC; 2021. Disponible en: www.ecdc.europa.eu
10. García A, Hernández M. Challenges and opportunities for emergency medical services in the face of global crises: The Mexican perspective. *Emergencias*. 2022;34:378-85.

Relación anatómica entre la arteria carótida y la vena yugular interna y factores modificantes

Samantha de la Vega-González*, Agustín A. Pizaña-Montero y Ramsés Dorado-García

Departamento de Urgencias, Hospital General de Zona 1A Dr. Rodolfo Antonio de Mucha Macías, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad de México, México

Resumen

Introducción: El conocimiento de la anatomía de los vasos del cuello es lo que nos permite realizar procedimientos basados en referencias estructurales, sin embargo las variantes anatómicas pueden ser un factor que incremente la tasa de complicaciones asociadas. **Objetivo:** Determinar cuál es la relación anatómica más frecuente entre la arteria carótida y la vena yugular en los pacientes de urgencias del HGZ1A. **Material y métodos:** Se realizó un estudio descriptivo, observacional, transversal y prospectivo, incluyendo a los pacientes de urgencias que cumplieron con los criterios de inclusión y a quienes se sometió a una valoración anatómica ultrasonográfica del cuello. **Resultados:** De un total de 300 pacientes, el 54.3% fueron mujeres y el 45.7% hombres. El grupo etario con mayor número de pacientes fue el de 61-70 años, representando el 21.3% del total. En cuanto al índice de masa corporal (IMC), el grupo con mayor población fue el de 25-29, con un 44.3%. Solo el 5.3% de la población estudiada se encontraba bajo ventilación mecánica. La relación anatómica más frecuente entre la vena yugular y la carótida fue la anterolateral en 63% de los casos. **Conclusiones:** La relación anatómica entre la vena yugular y la arteria carótida encontrada con mayor frecuencia es la anterolateral. Existen variantes a esta condición. Dichas variantes no se asocian con el sexo, ni con el estatus de ventilación mecánica, sin embargo para este último factor nuestra muestra fue pequeña y es necesario que se estudie en poblaciones mayores. Existe una asociación entre las variantes anatómicas de esta relación y el IMC.

Palabras clave: Arteria carótida. Vena yugular interna. Anatomía. Catéter venoso central.

Anatomical relationship between the carotid artery and the internal jugular vein and modifying factors

Abstract

Introduction: The anatomy of the vessels of the neck is what give us the guideline to perform procedures guided by anatomical landmarks, however the anatomical variations may be a risk factor that increases associated complications. **Objective:** To determine which is the most frequent anatomical relationship between the carotid artery and the internal jugular vein in the emergency patients at the HGZ1A. **Material and methods:** A descriptive, observational, cross-sectional, prospective study was carried out, in which emergency patients at the HGZ1A who met the inclusion criteria were included and underwent an anatomical ultrasonographic assessment of the neck. **Results:** Of a total of 300 patients, 54.3% were female and 45.7% male. The group with the greatest number of patients was the one ranging from 61-70 years, 21.3% of the total.

*Correspondencia:

Samantha de la Vega-González
E-mail: samovg@gmail.com

Fecha de recepción: 23-03-2024

Fecha de aceptación: 06-08-2024

DOI: 10.24875/REIE.24000032

Disponible en internet: 21-08-2025

Rev Educ Investig Emer. 2025;7(3):149-160

www.medicinadeemergencias.com

2604-6520 / © 2024 Sociedad Mexicana de Medicina de Emergencias, AC. Publicado por Permanyer México SA de CV. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

*For the body mass index (BMI), the group with the biggest population was the one ranging 25-29, with 44.3%. Just a 5.3% were under invasive mechanical ventilation. The most frequent anatomical relationship between the internal jugular vein and the common carotid artery was the anterolateral in 63% of the cases. **Conclusions:** The most frequent anatomical relationship between the internal jugular vein and the common carotid artery is the anterolateral. There exist some variations to this condition. Those variations are not associated with the sex, neither the invasive mechanical ventilation status, however this last factor in our study constituted a very small percentage and its necessary to study it in larger populations. There is an association between the anatomical relationship variations and the BMI.*

Keywords: Carotid artery. Internal jugular vein. Anatomy. Central venous catheter.

Introducción

Aunque la inserción de un catéter venoso central es un procedimiento de rutina en áreas críticas, aún se asocia a complicaciones graves¹.

Las indicaciones de colocación de un acceso venoso central son^{2,3}:

- Falta de acceso periférico
- Administración de fármacos o soluciones que generen flebitis
- Administración de nutrición parenteral
- Monitoreo hemodinámico invasivo
- Colocación de catéteres pulmonares
- Colocación de marcapasos transvenoso
- Terapia de reemplazo renal

Aunque la única contraindicación absoluta es la trombosis, deben tomarse en cuenta algunas circunstancias, como patologías vasculares, infecciones locales en el sitio de punción, coagulopatías o antecedentes de radioterapia⁴.

Debido a la gran gama de indicaciones para la inserción de un catéter central, se considera una habilidad clínica que se debe de dominar por médicos de áreas críticas^{2,5}.

La tasa de complicaciones derivadas de la inserción de un acceso venoso central puede ser de hasta 10-20%, como la punción arterial, neumotórax, hemotórax, lesiones nerviosas y fracaso en la colocación del acceso^{5,6}. Otras complicaciones menos comunes incluyen arritmias, embolo aéreo, fístula arteriovenosa y lesión de otras estructuras adyacentes como cadenas ganglionares o plexos nerviosos. Y de manera tardía trombosis e infecciones⁷.

Dichas complicaciones pueden estar relacionadas a las variantes anatómicas de los pacientes, a la falta de experiencia del personal que realiza el procedimiento o a una mala técnica⁵. Para disminuir la incidencia de estas complicaciones se ha propuesto el uso del ultrasonido para guiar el procedimiento, incrementando la seguridad¹.

Anatomía del cuello

La vasculatura del cuello es compleja, debido al gran número de vasos encontrados en esta región que se encargan de suministrar a estructuras vitales⁸. Para su estudio y abordaje práctico el cuello se divide en dos triángulos: uno anterior y otro posterior, que a su vez se subdividen, el anterior en cuatro triángulos y el posterior en dos triángulos. Dentro de los cuatro en que se divide la porción anterior, es de relevancia para nosotros el triángulo carotídeo, cuyo contenido incluye la arteria carótida común, la bifurcación carotídea y ramificaciones de esta, los nervios neumogástrico e hipogloso y la vena yugular interna que discurre lateralmente a la arteria carótida común antes de su bifurcación y a la arteria carótida interna posterior a ella⁹.

El sistema venoso del cuello está dividido en una red superficial y una profunda. De la red superficial, los principales vasos venosos son la yugular externa y las yugulares anteriores. La primera se forma posterior al ángulo de la mandíbula, al unirse la vena retromandibular y la auricular posterior, después de su formación la yugular externa discurre caudal y superficialmente en el cuello, lateral al esternocleidomastoideo, el cual cruza diagonalmente en su parte inferior y desciende por la clavícula para desembocar en la vena subclavia. Las yugulares anteriores se encargan del drenaje de la parte anterior del cuello, formándose a la altura del hueso hioides y descendiendo al lado de la línea media del cuello, formando en ocasiones un arco venoso yugular a la altura de la escotadura esternal el unirse entre ellos, finalmente desembocan en la vena yugular externa o directamente en la subclavia. De la red profunda del cuello, la vena yugular interna es el componente principal. En su trayecto cuenta con dos bulbos dilatados, que contienen válvulas en su interior: el superior, localizado justo al salir del foramen yugular y el inferior justo antes de la anastomosis con la subclavia. Durante todo su trayecto cuenta con múltiples venas tributarias, principalmente el seno petroso inferior, que incluyen las siguientes venas: faríngea, facial común, lingual y las tiroideas superior y media^{8,10-12}.

La vena yugular interna es la más larga de la cabeza y el cuello y drena estructuras intracraneales, orbitarias y superficiales de la cara y el cuello^{12,13}.

Finalmente es de relevancia práctica mencionar el triángulo de Sedillot, delimitado por ambos haces del esternocleidomastoideo, uno a cada lado y en la base por el cuerpo clavicular. La importancia de este triángulo radica en que es la referencia anatómica usada para la canalización de la vena yugular interna².

Técnicas para colocación de catéter venoso central

Los tres lugares preferidos para la inserción de un catéter venoso central son la vena subclavia, la yugular interna y la femoral^{2,14}.

Para efectos de este trabajo se describirá únicamente el abordaje de la vena yugular interna, sin embargo se ha demostrado que cuando se utiliza el abordaje basado en referencias anatómicas se tiene una mayor tasa de éxito general al colocar el acceso central en la vena subclavia, en comparación con la vena yugular interna, y se piensa que esto es debido a las variantes anatómicas de ésta última¹⁵.

Abordaje medio

En los abordajes mediante referencias anatómicas, el abordaje «medio» es el más frecuentemente utilizado para canular la vena yugular interna. Para la técnica, la vena yugular interna debe abordarse con el médico en la cabecera del paciente. Rotando la cabeza en sentido contralateral del lado que puncionar se identifica el triángulo que se forma por el haz clavicular, el haz esternal del músculo esternocleidomastoideo y la clavícula, conocido también como triángulo de Sedillot. Se localiza el sitio de punción en el ápex del triángulo y se punciona en un ángulo de 30 a 40°, avanzando la aguja hacia el pezón ipsilateral hasta obtener retorno venoso^{2,16}.

Abordaje anterior

Se identifica el triángulo de Sedillot y se realiza la punción en el borde anterior del haz esternal del esternocleidomastoideo a la mitad de la distancia que hay entre el ángulo de la mandíbula y la articulación esternoclavicular, entrando a 40-45° y dirigiendo la aguja hacia el pezón ipsilateral, hasta obtener retorno venoso¹⁷.

Abordaje posterior

Se localiza el sitio de punción en el cruce de la vena yugular externa y el borde lateral del haz clavicular del esternocleidomastoideo. Se levanta el haz posterior del músculo y se punciona con una angulación de 30°, dirigiendo la aguja hacia la horquilla esternal, hasta obtener retorno venoso¹⁷.

Técnica por ultrasonido

En las últimas décadas el uso de ultrasonido para realizar procedimientos invasivos ha disminuido las complicaciones que se asocian a estos, y la inserción de catéteres centrales no es la excepción, ya que se ha demostrado que la guía ultrasonográfica aumenta el éxito y la seguridad en este procedimiento^{5,18}. La ultrasonografía empezó a cobrar importancia para la canulación de accesos venosos centrales en 1978, cuando comenzó a utilizarse para identificar la vena yugular y marcar el sitio de punción¹⁹, mientras que la primera referencia en que se describe la inserción de una vía venosa central con ultrasonido en tiempo real data del año 1986²⁰.

Una vez que se coloca el transductor sobre el cuello y se identifican las estructuras vasculares para diferenciar la arteria de la vena, se puede realizar compresión externa con el transductor, la estructura vascular que colapse a la aplicación de presión corresponderá a la vena. Se puede observar también la pulsatilidad de la arteria y en caso de duda aplicar Doppler color para confirmar²¹. Otra ventaja que ofrece el uso del ultrasonido es la detección de trombos intraluminales previa a la punción⁷.

En cuanto a la técnica, se describen dos principales: 1) la estática, indirecta o asistida, que consiste en únicamente evaluar, previo al procedimiento, la anatomía de las estructuras vasculares y su relación entre sí, para poder identificar en que punto y en qué dirección se realizará la punción; y 2) la dinámica, directa o guiada, consiste en realizar el procedimiento completo bajo control ultrasonográfico, sin perder de vista la aguja desde la punción hasta su paso por el vaso^{1,5}.

La incidencia de complicaciones en los pacientes en quienes se instala un catéter venoso central con guía «dinámica» se encuentra alrededor del 0.7%, mientras que en los que se realiza mediante técnica convencional (referencias anatómicas) puede llegar hasta el 18%⁵.

La Federación Europea de Sociedades para Ultrasonido en Medicina y Biología, en sus guías de ultrasonografía intervencionista, recomiendan el uso de un

tamizaje preintervencionista con la finalidad de determinar el sitio anatómico más apropiado para la colocación del acceso y posteriormente realizar el procedimiento bajo guía ultrasonográfica en tiempo real, con un nivel de evidencia 1A²².

La colocación de catéteres centrales utilizando referencias anatómicas o guiadas por el pulso arterial de vasos adyacentes a la estructura vascular que se pretende canular tiene la limitante de no poder identificar variantes anatómicas que muchas veces se presentan en los pacientes, lo cual aumenta el riesgo de complicaciones o de fracaso de inserción del catéter venoso central. En 2015 Cochrane realizó un metaanálisis incluyendo a 5,180 pacientes, en el cual se demostró que el uso de ultrasonido al colocar un catéter venoso central reduce el número total de complicaciones en comparación con la técnica basada en referencias anatómicas, para el abordaje yugular²³. Existe otro estudio en el cual se realizó una comparación en cuanto a canulación de vena subclavia y femoral, usando guía ultrasonográfica vs. referencias anatómicas únicamente. Se menciona que para el abordaje subclavio, el uso de ultrasonido reduce el riesgo de punción arterial y de formación de hematoma. Mientras que en la canulación de la vena femoral, utilizar el ultrasonido mejora el éxito al primer intento del procedimiento²⁴.

En algunos estudios se ha descrito que el uso del ultrasonido es limitado, debido a causas como la falta del equipo de ultrasonido, la percepción de que su uso requiere mayor tiempo por parte del personal médico, y preocupación acerca de la pérdida de habilidades en la técnica basada por referencias estructurales^{1,25}.

Relevancia de la relación en la anatomía de la vena yugular y la arteria carótida en la inserción del catéter venoso central

La vena yugular interna y otras venas cefálicas pasan por un complejo proceso embriológico, por lo que corren un gran riesgo de sufrir anomalías en su desarrollo, lo cual culmina en variantes anatómicas. Estas variantes pueden dar como resultado un elevado número de complicaciones derivadas del procedimiento. He aquí la importancia de identificar estas variantes previo al procedimiento, lo que incrementa la tasa de éxito de inserción del catéter¹³.

Las variantes en la relación de la arteria carótida común y la vena yugular interna suelen hacer que las técnicas que se basan en referencias anatómicas sean menos confiables, llevando al fracaso al momento de colocar un acceso venoso, así como a un mayor número

de complicaciones durante el proceso, principalmente punciones arteriales²⁶.

Es conocido que la vena yugular del lado derecho es de mayor tamaño que la izquierda, con una morfología cónica que se ensancha caudalmente. Se han estudiado la forma de la vena yugular interna y su asociación con las características morfológicas de los pacientes, así como de patologías crónicas de base. Por lo que se considera que el método basado en referencias anatómicas puede ser riesgoso en estos pacientes. Se ha demostrado que algunas características como la edad y el índice de masa corporal (IMC) afectan el área de la vena yugular interna: siendo que a mayor edad del paciente, mayor el área de la vena yugular interna, mientras que entre más alto sea el IMC, mayor será el área⁴.

El uso de ultrasonido como guía para estos procedimientos permite no solo la colocación de accesos vasculares en tiempo real, sino también la identificación exacta de cada estructura vascular y la valoración de sus relaciones anatómicas para establecer un margen de seguridad al momento de realizar procedimientos guiados únicamente por referencias anatómicas²⁶. Existe un protocolo sistemático llamado RaCeVa (*rapid central vein assessment*, evaluación rápida de vena central), el cual permite excluir alteraciones vasculares como trombos, estenosis, compresión extrínseca u otras variantes anatómicas no previstas, logrando guiar de forma óptima la decisión del vaso en donde se colocará el acceso central²⁵. Se han reportado casos en donde incluso una variante de las válvulas de la vena yugular interna pueden dificultar la colocación de un acceso vascular central, incluso a veces con error diagnóstico al confundirse esta variable anatómica con una disección yatrogénica del vaso²⁷.

En cuanto a la relación de ambas estructuras vasculares, se estima que el 50% de los pacientes presentan una vena yugular interna en posición anterolateral a la arteria carótida, el 40% en posición lateral y el 10% posterolateral, del lado derecho; mientras que en el lado izquierdo el 73% se encuentra anterolateral, el 21% lateral, el 5% posterolateral y solo el 1% anterior a la arteria carótida²⁶.

Sin embargo, se ha notado que al rotar la cabeza en sentido lateral, a 45° o más, se aumenta el nivel de sobreposición de la vena a la arteria^{26,28,29}.

Se ha sugerido, también, que la posibilidad de que la vena yugular interna se superponga a la arteria carótida común incrementa paulatinamente con la edad⁶.

Esta variante genera distintas situaciones: cuando se canula un vaso a ciegas, el superposicionamiento de la vena a la arteria puede hacer que el pulso arterial se palpe

de manera transmitida, lo que hará que la punción no se realice en el sitio adecuada, resultado en múltiples punciones y aumentando el riesgo de complicaciones. Por otro lado, al guiar la punción por medio de la ecografía, la falta de experticia en la identificación de la aguja al movilizarla puede aumentar el riesgo de punción arterial si la carótida se localiza en su totalidad posterior a la vena yugular²⁹.

Otro estudio describe que en el 96% de los casos la vena yugular interna se encuentra lateral o anterolateral en relación con la arteria carótida, mientras la cabeza se encuentre en posición neutra o en rotación contralateral a 30°²⁸.

Otro factor que altera la relación de estas estructuras vasculares es la altura del triángulo: ya sea en el ápex, centro y base de dicho triángulo, ya que esto puede condicionar que la relación anatómica varíe según discurren ambos vasos por el cuello. Esto podría modificar la posibilidad de éxito del procedimiento, dependiendo de la altura en que se realice la punción²⁸.

La canulación de la vena yugular interna del lado izquierdo se percibe como un procedimiento con mayor grado de dificultad, además de que se asocia a mayor incidencia de complicaciones en comparación con el lado derecho³⁰.

Como se ha descrito, existen múltiples factores que pueden afectar la posición de la arteria carótida común, la vena yugular interna y la relación entre ellas. La inserción de accesos venosos centrales a través de la vena yugular interna se asocia a múltiples complicaciones, mismas que aumentan cuando la relación anatómica «normal» se encuentra alterada. Por lo que resulta fundamental conocer cuál es la relación más frecuente en nuestra población, con la finalidad de disminuir estas complicaciones.

Justificación

Aproximadamente el 10% de los pacientes que ingresan al servicio de urgencias ameritan la colocación de un acceso venoso central. Dicho procedimiento se realiza, sobre todo en escenarios de bajos recursos, generalmente con una técnica basada en referencias anatómicas. Sin embargo, hasta donde se tiene conocimiento por los autores de este estudio, no existe literatura que describa estas referencias anatómicas específicamente en población mexicana, por lo que se considera de vital importancia conocer si existen diferencias en nuestra población, ya que de ser así, la técnica basada en referencias anatómicas no sería la adecuada, incrementado el riesgo de complicaciones asociadas al procedimiento.

Este estudio tiene un impacto directo en la manera en que se abordan los procedimientos para colocación de accesos vasculares centrales, teniendo en cuenta que el realizar un procedimiento por referencias anatómicas es un factor de riesgo que puede aumentar la incidencia de complicaciones si la anatomía de los pacientes no es concordante con la descrita en la literatura. Por lo anterior, conocer las variantes anatómicas de nuestra población permitirá una mejoría en la técnica al realizar procedimientos invasivos y con ello reducir el número de complicaciones que se asocian a este procedimiento, justificando además el uso de técnicas ecoguiadas siempre que sea posible.

Objetivos

General

Determinar la relación anatómica más frecuente entre la arteria carótida y la vena yugular interna en los pacientes de urgencias del HGZ1A.

Específicos

- Describir las relaciones anatómicas vasculares más comunes en los vasos del cuello.
- Conocer si la relación anatómica de ambos vasos es dependiente del sexo, grupo etario e IMC.
- Observar si esta relación se altera en pacientes bajo ventilación mecánica invasiva (VMI).

Material y métodos

Tipo de estudio

Diseño: observacional, descriptivo, transversal, prospectivo.

Población: pacientes ingresados al servicio de urgencias que cumplieren con los criterios de inclusión.

Universo: pacientes ingresados al Servicio de Urgencias del HGZ1A.

Selección de la muestra

- Criterios de inclusión:
 - Pacientes mayores de 18 años edad atendidos en el Servicio de Urgencias del HGZ1A, sin importar el diagnóstico.
 - Pacientes que aceptasen participar en el estudio.
- Criterios de exclusión:

- Pacientes que contasen con angioacceso central antes de su evaluación.
 - Pacientes con antecedente de cirugía de cuello.
 - Pacientes con antecedente de radioterapia en estructuras del cuello.
 - Pacientes con trauma de cuello.
 - Pacientes con patologías que condicionen alteración macroscópica de la anatomía del cuello, como procesos neoplásicos, abscesos o patologías tiroideas.
 - Pacientes que no aceptasen participar en el estudio.
- Criterios de eliminación
- Pacientes en quienes durante el estudio se documentasen hallazgos de patologías que condicionasen alteración macroscópica de la anatomía del cuello, como procesos neoplásicos, abscesos o patologías tiroideas.

Tamaño de muestra

Se realizó un cálculo estadístico con la población ingresada en el último año en la sala de urgencias del HGZ1A, obteniendo una población estimada de 1,344 pacientes en un periodo de cuatro meses. Dicha estimación se utilizó para hacer un cálculo de muestra, tipo probabilístico aleatorio, simple.

- Población: 1,344 pacientes
- Nivel de confianza: 95%
- Margen de error: 5%
- Muestra: 298 pacientes

Procedimiento

Una vez que los pacientes fueron ingresados al área de urgencias y se verificó que cumplían con los criterios de inclusión para el estudio, se realizó la invitación para participar en la investigación de manera voluntaria, explicando la intencionalidad, justificación, metodología, riesgos, beneficios y molestias del estudio. Posterior a ello, se proporcionó un consentimiento informado para recabar firma de aceptación para participar en el estudio. Al aceptar, se realizaron exploraciones anatómicas, mediante ultrasonografía, de los vasos del cuello, utilizando un equipo portátil marca Wed Modelo 9618, con un transductor lineal. Dicho procedimiento fue realizado siempre por la misma persona, la cual tiene capacitación previa para uso de ultrasonido. Se realizó la exploración anatómica durante el primer día de estancia del paciente en el servicio de urgencias, para lo cual se colocó a los participantes

en decúbito dorsal, con la cabeza en posición neutral y se realizó la exploración ultrasonográfica de la región cervical derecha, con un transductor lineal, posicionándolo a la mitad del triángulo conformado por ambos haces del músculo esternocleidomastoideo, identificando así las estructuras vasculares. Posteriormente los datos se recabaron en una hoja de Excel y mediante un esquema se indicó la posición de la vena yugular interna en relación con la arteria carótida común. Se realizó una base de datos que posteriormente fue exportada al programa estadístico SPSS para su análisis.

Resultados

De los 300 pacientes que comprendieron la muestra, se identificó que el sexo femenino representó el mayor porcentaje, con un 54.3% (n = 163 pacientes), mientras que el sexo masculino correspondió a un 45.7% (n = 137 pacientes) (Fig. 1).

La media de edad fue de 61.5 años con una desviación estándar [DE]: 17.3 años, siendo la edad mínima 21 años y la máxima de 104. Se establecieron grupos etarios, identificando un porcentaje mayor dentro del grupo de 61-70 años con un 21.3%, mientras que para los demás grupos, los porcentajes fueron menores (Fig. 2).

Otro de los aspectos evaluados fue en el IMC, identificándose una media de 26.6 (DE: 4.5). Se agruparon los datos por intervalos, representando el grupo de 25-29 el mayor porcentaje con un 44.3%, seguido del grupo de 30-34 con un 24.3%, el grupo de 20-24 con un 19.7%, el grupo de 15-19 con un 8.7% y finalmente el de IMC mayor de 35 con un porcentaje del 3% (Fig. 3).

Con respecto a la VMI, se identificaron 284 pacientes sin VMI, representando un 94.7% de la muestra, mientras que para pacientes con VMI la muestra fue de 16 pacientes, equivalente al 5.3% del total (Fig. 4).

Relación anatómica más frecuente de la vena yugular interna con respecto a la arteria carótida: anterolateral con una n = 189, correspondiente al 63% de los casos estudiados, seguida de la posición lateral con n = 71 (23.7%) y finalmente la relación anatómica anterior, la cual correspondió a n = 40, que se traduce en un 13.3% (Fig. 5).

Para analizar la asociación entre la relación anatómica de la vena yugular interna y la arteria carótida se utilizó el *odds ratio*, para lo cual se consideró como «predominante» la posición anatómica más frecuentemente encontrada, en este caso la anterolateral, y

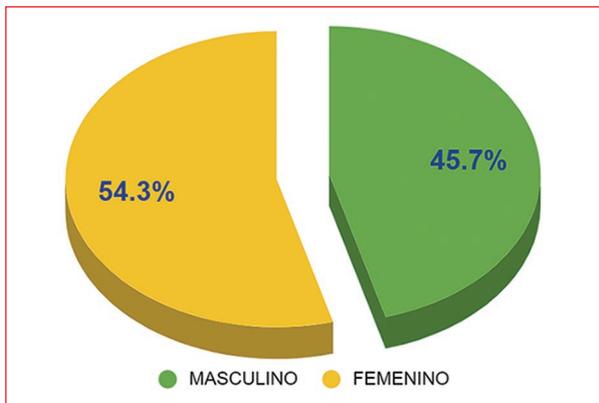


Figura 1. Distribución según sexo. De 300 pacientes, se puede observar que 163 pacientes (54.3%) fueron de sexo femenino, mientras que 137 pacientes (45.7%) fueron de sexo masculino.

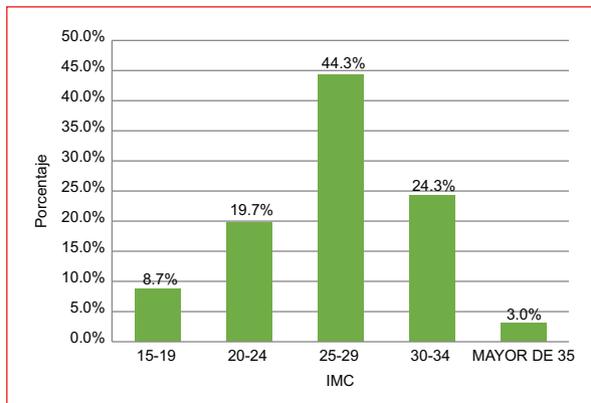


Figura 3. De la distribución por IMC, se encontró que el mayor porcentaje de pacientes (44.3%) tiene un IMC de 25-29, seguido de un IMC de 30-34 (24.3% de los casos) y de 20-24 en el 19.7%, siendo este el tercer lugar en frecuencia. IMC: índice de masa corporal.

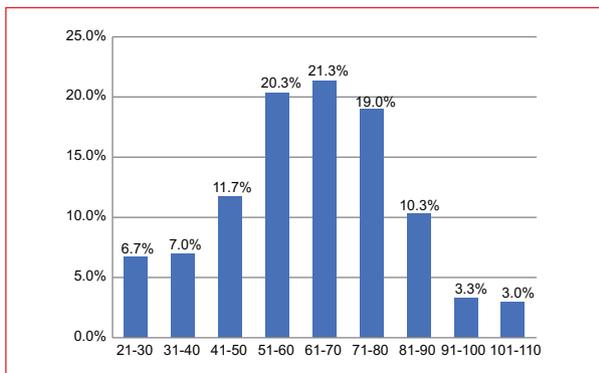


Figura 2. En cuanto a la distribución de edad, se encontró que el grupo más frecuente fue el que abarca los 61-70 años, representando el 21.3% del total.

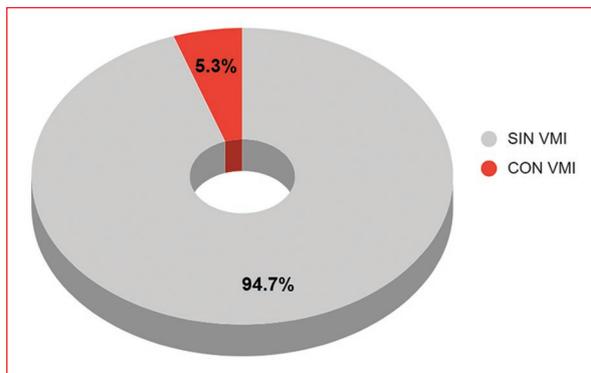


Figura 4. Porcentaje de pacientes con VMI. Del total de los pacientes, 16 (5.5%) se encontraban bajo VMI, mientras que 284 (94.7%) se encontraban sin VMI. VMI: ventilación mecánica invasiva.

como «no predominante» a cualquier otra posición encontrada, agrupándose aquí todas ellas.

Para la asociación entre el sexo y la relación anatómica, se encontró que del 100% de los pacientes masculinos, el 64.2% presentaron una relación anatómica predominante, mientras que el 35.8% presentó una no predominante. En el caso de las pacientes del sexo femenino, el 62% de los casos fueron de una relación predominante y el 38% restante, no predominante (Tabla 1).

Al realizar la estimación de riesgo se encuentra un valor de 0.94 al asociarse el sexo con la relación anatómica (Tabla 2).

La asociación entre la edad y la relación anatómica no se determinó mediante *odds ratio* debido a la complejidad para la división por grupos etarios y su clasificación como «predominante» o «no predominante».

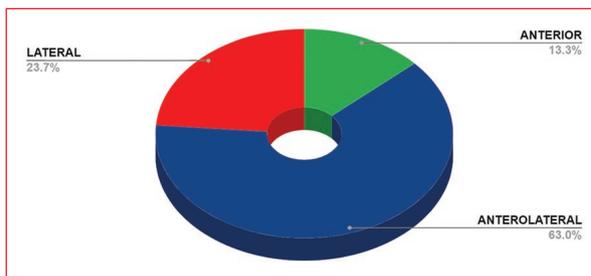


Figura 5. Relación anatómica entre la arteria carótida y la vena yugular interna. De las relaciones anatómicas entre la vena yugular interna y la arteria carótida, se observó que la más frecuente fue la anterolateral en el 63% de los casos (189 pacientes), seguida de la posición lateral en el 23.7% de los casos (71 pacientes) y finalmente en el 13.3% de los casos fueron en relación anterior (40 pacientes).

Tabla 1. Asociación entre sexo y relación anatómica entre la arteria carótida y la vena yugular interna

Variable	RA		Total
	NP	P	
Masculino, femenino			
Masculino			
Recuento	49	88	137
% dentro de masculino, femenino	35.8%	64.2%	100.0%
Femenino			
Recuento	62	101	163
% dentro de masculino, femenino	38.0%	62.0%	100.0%
Total			
Recuento	111	189	300
% dentro de masculino, femenino	37.0%	63.0%	100.0%

NP: no predominante; P: predominante; RA: relación anatómica.

Tabla 2. Estimación de riesgo para la asociación entre el sexo y la relación anatómica no predominante

Variable	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Límite inferior	Límite superior
Razón de las ventajas para masculino, femenino (masculino/femenino)	0.907	0.566	1.453
Para la cohorte rel = NP	0.940	0.698	1.267
Para la cohorte rel = P	1.037	0.872	1.233
N de casos válidos	300		

NP: no predominante; P: predominante.

Con respecto a la asociación entre VMI y relación anatómica, se encontró que del 100% de los pacientes que se encontraban bajo VMI, solo el 43.8% de los casos presentaban una relación anatómica predominante, mientras que en el 56.2% de los casos esta relación fue no predominante. Esto corresponde a siete y nueve pacientes, respectivamente (Tabla 3).

En la tabla 4 mostramos la estimación de riesgo, que arrojó un valor de 0.638 para la relación entre la VMI y la relación anatómica no predominante.

También se analizó la asociación entre el IMC y la relación anatómica entre la arteria carótida y la vena yugular interna, para lo cual se tomó como normal al grupo de IMC de 20-24, mientras que el resto de los grupos se consideraron todos juntos como «anormales».

Tabla 3. Asociación entre VMI y relación anatómica entre la arteria carótida y la vena yugular interna. Contingencia Sí, No * RA

Variable	RA		Total
	NP	P	
VMI			
No			
Recuento	102	182	284
% dentro de Sí, No	35.9%	64.1%	100.0%
Sí			
Recuento	9	7	16
% dentro de Sí, No	56.2%	43.8%	100.0%
Total			
Recuento	111	189	300
% dentro de Sí, No	37.0%	63.0%	100.0%

NP: no predominante; P: predominante; RA: relación anatómica; VMI: ventilación mecánica invasiva.

Tabla 4. Estimación de riesgo para la asociación entre la ventilación mecánica invasiva y la relación anatómica no predominante

Variable	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Límite inferior	Límite superior
Razón de las ventajas para Sí, No (No/Sí)	0.436	0.158	1.205
Para la cohorte rel = NP	0.638	0.403	1.011
Para la cohorte rel = P	1.465	0.835	2.570
N de casos válidos	300		

NP: no predominante; P: predominante.

En la tabla 5 podemos observar que del 100% de los pacientes con un IMC normal, el 66.1% presentó una relación anatómica normal, mientras que el 33.9% restante fue anormal; en el caso de un IMC anormal, el 37.8% de los casos fueron anormales en la posición anatómica y el 62.2% restante fue normal.

El valor de *odds ratio* determinado para la asociación del IMC y la relación anatómica de la vena yugular interna y la arteria carótida fue de 1.114, tal como aparece en la tabla 6.

Discusión

En el presente estudio, la frecuencia observada para el sexo fue de 54.3% para el sexo femenino y de 45.7%

Tabla 5. Asociación entre ventilación mecánica invasiva y relación anatómica entre la arteria carótida y la vena yugular interna. Contingencia IMCNOR * RA

Variable	RA		Total
	NP	P	
IMC			
1.00			
Recuento	91	150	241
% dentro de IMC anormal	37.8%	62.2%	100.0%
2.00			
Recuento	20	39	59
% dentro de IMC normal	33.9%	66.1%	100.0%
Total			
Recuento	111	189	300
% dentro de IMCNOR	37.0%	63.0%	100.0%

IMC: índice de masa corporal; IMCNOR: IMC normal; NP: no predominante; P: predominante; RA: relación anatómica.

Tabla 6. Estimación de riesgo para la asociación entre el IMC y la relación anatómica no predominante

Variable	Valor	Intervalo de confianza al 95%	
		Inferior	Superior
Razón de las ventajas para IMCNOR (1.00/2.00)	1.183	0.650	2.153
Para la cohorte rel = NP	1.114	0.753	1.648
Para la cohorte rel = P	0.942	0.765	1.159
N de casos válidos	300		

IMC: índice de masa corporal; IMCNOR: IMC normal; NP: no predominante; P: predominante.

para el sexo masculino, lo cual es concordante con la predominancia de sexo femenino en el número total de ingresos al servicio de urgencias en esta unidad hospitalaria. Esto es contrario a la predominancia del sexo masculino que se reporta en otros estudios como el de Purohit et al.²⁶, lo cual es explicable por el hecho de que en nuestro país la predominancia del sexo femenino es mayor en general.

Se observó que la media de edad para los pacientes estudiados en este trabajo fue de 61.5 años, lo cual difiere de poblaciones estudiadas en otros países, como el caso del estudio realizado por Purohit et al.²⁶, en donde se describe una edad media de 45 años, o en el estudio de Ahn et al.¹⁶ describiendo una media de 59 años. Consideramos que estas diferencias se deben a que dicho estudio se realizó en pacientes que

ingresarían a quirófano o que se encontraban dentro de un área de cuidados intensivos, a diferencia de este estudio, en el cual el universo de estudio abarcó a todos los pacientes del área de urgencias, siendo así un universo mayor. Además de que en la unidad hospitalaria en donde se desarrolló el presente trabajo, la población en general es constituida por personas con padecimientos crónico-degenerativos y metabólicos, por ende, pertenecientes a un grupo etario mayor.

La siguiente variable que se consideró en este estudio fue el IMC, para el cual no se encontraron estudios previos que lo tomaran en cuenta como un factor que puede influir en la relación anatómica vascular que aquí se estudia. Se realizó una división de los pacientes por grupos, concordantes con lo descrito por la Organización Mundial de la Salud (OMS), para clasificarlos dentro de las categorías de bajo peso, normal, sobrepeso y obesidad. Observándose que la mayor frecuencia de pacientes correspondía al grupo de sobrepeso, en un 44.3%, seguida del grupo de obesidad con una frecuencia de 24.3% de los casos. Esto se corresponde con los datos publicados por la ENSANUT 2018 con respecto al estado nutricional de los mexicanos en general.

Con respecto a la VMI, se estudiaron un total de 94.7% de la muestra, en quienes no se encontraba esta variable, siendo únicamente el 5.3% los que se encontraron bajo esta modalidad de ventilación. Este bajo porcentaje se debe a que un número mayoritario de pacientes con ventilación mecánica ya contaban con el acceso central previo a la intubación orotraqueal, por lo que quedaron fuera de la población de estudio.

La relación anatómica más frecuentemente observada para la vena yugular interna en relación con la arteria carótida fue la posición anterolateral en un 63% de los casos, seguida de la posición lateral en el 23.7% de los casos y anterior en un 13.3%. No se identificaron pacientes cuya vena yugular interna se localizará medial, antero-medial o posterior a la arteria carótida. Al compararse estos resultados con lo descrito por Purohit et al.²⁶, encontramos una concordancia en la predominancia de la posición anterolateral, aunque en diferente porcentaje. En segundo lugar, nuevamente coincide en ambos estudios la posición lateral. En tercer lugar, encontramos discordancia, ya que, a diferencia de la posición anterior, encontrada en un 13.3% de los pacientes de esta investigación, Purohit et al. no reportan casos de dicha relación anatómica, y en su lugar, describen el 10% de posición posterolateral. Consideramos que estas diferencias pueden deberse a que, en el estudio mencionado, la exploración se realizó colocando

el transductor del ultrasonido perpendicular al eje del suelo y a la altura del cartílago cricoides, mientras que en este estudio se colocó la sonda perpendicular y a la mitad del triángulo que se forma por los dos haces del esternocleidomastoideo. Por otro lado, esta diferencia pudiera simplemente deberse a variaciones anatómicas inherentes a la población estudiada.

Al comparar resultados con los reportados por Ahn et al.¹⁶, nuevamente coincide la posición anterolateral de la vena sobre la arteria como la más frecuente, seguida la lateral y en tercer lugar la posición anterior, además de coincidir en no reportarse casos en donde se encontrara la vena posterior o medial a la arteria.

Según Bos et al.³⁰, quien estudió a 151 pacientes en quienes se identificó la relación anatómica de la vena yugular interna y la arteria carótida, posterior a ser sometidos a intubación orotraqueal y ventilación mecánica, se describen las siguientes frecuencias para cada relación: anterolateral 50.7%, lateral 43.9% y anterior 5.4%. Esta descripción coincide con los resultados previamente descritos, en cuanto a la frecuencia de cada relación, haciendo aquí la distinción de que la variable de VMI ya se encontraba presente al momento del estudio, sin encontrarse diferencia entre lo reportado por este autor al compararlo con las relaciones encontradas con autores previamente mencionados, cuyos pacientes no contaban con VMI en el momento de su exploración.

Para el análisis de la asociación entre las variables estudiadas y la relación anatómica, se optó por dividir esta última en predominante (anterolateral) y no predominante (cualquier otra relación).

Al realizarse el cálculo de la estimación de riesgo para el sexo mediante el *odds ratio*, se encontró un valor de 0.940, lo que podría tomarse como factor protector, sin embargo, en el contexto de dicho estudio, se interpreta como una falta de asociación entre el sexo y la posición anatómica predominante, tal y como se describe en los estudios de Ahn et al.¹⁶ y Purohit et al.²⁶, aunque realmente en dichos estudios no se realizó un análisis en donde se determinara el sexo como único factor determinante de la posición anatómica, como se hizo en este caso.

Al estimar el riesgo para asociación de una relación anatómica predominante en pacientes bajo VMI, se encontró que el valor fue de 0.63, aunque la población estudiada en este caso fue una muestra pequeña. Esta limitante fue debido a que la mayoría de los pacientes intubados ya contaban con catéter central previo al manejo avanzado de la vía aérea, por lo que fueron excluidos del estudio, quedando una de muestra

reducida para el análisis de esta variable. Consideramos que se necesitan más estudios para validar esta variable y su efecto sobre la alteración de las relaciones anatómicas más frecuentemente descritas, aunque al compararse con lo descrito por Bos et al.³⁰, tampoco parece haber diferencias significativas, sin embargo dicho estudio se llevó a cabo en pacientes que se sometería a procedimientos quirúrgicos programados, no en pacientes del área de urgencias.

Para el IMC, se consideró como normal al grupo de 20-24, mientras que el resto de los grupos se consideraron como anormales, destacando que, en este caso, la mayoría de los pacientes quedaron dentro de este grupo anormal, ya que solo el 19.7% del total de la población estudiada se encontraba en el grupo de IMC 20-24.

Para el grupo de IMC normal, el 66.1% de los pacientes presentaron una relación anatómica predominante y el 33.9% no predominante, mientras que, para el grupo de IMC anormal, la relación anatómica predominante estuvo presente en el 62.2% de los casos y la no predominante en el 37.8% de ellos.

La estimación de riesgo al comparar la anormalidad del IMC con la no predominancia de la posición anatómica arrojó un valor de 1.11, lo cual se interpreta como una asociación entre el IMC y la relación anatómica predominante. No existe otro estudio que considere esta variable (IMC) como un factor que altera la relación anatómica que aquí se estudia. La importancia de esto radica en la incidencia de sobrepeso y obesidad encontradas en la población mexicana, ya que, al ser de predominancia, implica también variantes anatómicas en la mayoría de la población. Dentro de las categorías consideradas dentro del grupo anormal, predominan la de sobrepeso y obesidad, por lo que se puede inferir que existe una alteración de la relación anatómica conforme mayor sea el IMC del paciente. Sin embargo, no se puede descartar que un IMC menor al normal también condicione alteraciones en dicha relación.

Conclusiones

La relación anatómica entre la vena yugular interna y la carótida común es descrita en la literatura básica como una sola, sin embargo no en todos los casos se cumple esta relación.

La posición anterolateral de la vena yugular interna sobre la arteria carótida común es la más común, aunque existen variantes a esta relación y factores que pueden modificar dicha anatomía.

El sexo no condiciona un factor que pueda alterar la relación anatómica entre la vena yugular interna y la carótida común.

Los pacientes sometidos a VMI pudieran presentar modificaciones de la relación anatómica predominante, sin embargo la muestra de este estudio fue pequeña para esta variable, por lo que se requieren estudios más grandes para poder valorarse de manera significativa.

El IMC es un factor que altera la relación anatómica entre la vena yugular interna y la carótida común, siendo que, a mayor IMC, se encuentra mayor porcentaje de posiciones no predominantes entre ambos vasos.

Perspectivas

El conocimiento de la anatomía de los vasos del cuello es imprescindible en los servicios de urgencias al realizar procedimientos como la inserción de catéteres venosos centrales, por lo que conocer los factores que pueden alterar la relación anatómica que se considera normal y en la cual se basan las técnicas con referencias anatómicas es crucial para poder reducir los riesgos asociados a dichos procedimientos. Se espera que este estudio sienta las bases para poder realizar estudios de mayor tamaño y, por ende, mayor magnitud e impacto en cuanto a la investigación de factores que puedan tener influencia en la anatomía de las estructuras vasculares del cuello, por lo que deban ser considerados al realizar procedimientos y finalmente justificar el uso de técnicas ecoguiadas como procedimiento estándar.

Este trabajo se desprende de la tesis de grado realizada por los mismos autores³¹.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Los procedimientos fueron autorizados por el Comité de Ética de la institución.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Saugel B, Scheeren TWL, Teboul JL. Ultrasound-guided central venous catheter placement: a structured review and recommendations for clinical practice. *Crit Care*. 2017;21(1):225.
2. Akaraborworn O. A review in emergency central venous catheterization. *Chinese J Traumatol (English Ed)*. 2017;20(3):137-40.
3. Lockwood J, Desai N. Central venous access. *Br J Hosp Med*. 2019;80(8):C114-9.
4. Jeon JC, Ik Choi W, Lee JH, Lee SH. Anatomical morphology analysis of internal jugular veins and factors affecting internal jugular vein size. *Medicina (Kaunas)*. 2020;56(3):135.
5. Müller-Ortiz H, Rosales P, Silva-Carvajal J, Kraunik-Rodríguez D, Vera-Calzaretta A, González-Burboa A, et al. Prevalencias de complicaciones asociadas a la instalación de catéter venoso central para hemodiálisis. *Rev Med Chile*. 2019;147:458-64.
6. Umaña M, García A, Bustamante L, Castillo JL, Sebastián Martínez J. Variations in the anatomical relationship between the common carotid artery and the internal jugular vein: an ultrasonographic study. *Colomb Med*. 2015;46(2):54-9n.
7. Millington SJ, Colvin MO, Shiloh AL, Koenig S. How i do it: ultrasound-guided internal jugular and femoral central venous catheter insertion. *Chest*. 2020;158:2425-30.
8. Mumtaz S, Singh M. Surgical review of the anatomical variations of the internal jugular vein: an update for head and neck surgeons. *Ann R Coll Surg Engl*. 2019;101(1):2-6.
9. Kohan EJ, Wirth GA. Anatomy of the neck. *Clin Plast Surg*. 2014;41(1):1-6.
10. Drake R, Vogl A, Mitchell M. Anatomía de Gray. Tercera Ed. Elsevier; 2015.
11. Delmas A, Rouvière H. Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional: cabeza y cuello. 3.ª ed. Barcelona: Masson; 1991.
12. Ellis H. The clinical anatomy of the great veins of the neck. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2010;71(2):M20-1
13. Asari AIA, Barros RAV, Borges MAP. Anatomic variant of the internal jugular vein and its importance in vascular access for hemodialysis. *J Vasc Bras*. 2019;18:e20190014.
14. Ikhsan M, Tan KK, Putra AS. Assistive technology for ultrasound-guided central venous catheter placement. *J Med Ultrason* (2001). 2018;45(1):41-57.
15. Gu Y, Min K, Zhang Q, Chen Z, Feng D, Wei J, et al. Central venous catheterization site choice based on anatomical landmark technique: a systematic review and meta-analysis. *J Anesth*. 2021;35(6):801-10.
16. Ahn S, Ryu HG, Koo CH, Choi S, Lee JH, Jang IK. Validation of the ipsilateral nipple as the needle directional guide during right internal jugular vein catheterization: a prospective observational study. *Asian J Surg*. 2019;42(1):362-6.
17. Vischnu Mahesh B, Kameswara Rao AS, Srikanth B. Comparison of posterior and anterior approaches for internal jugular venous cannulation: a prospective and randomised controlled study. *Int J Sci Study*. 2013;2(2):358.
18. Kunhahamed M, Abraham S, Palatty B, Krishnan S, Rajeev P, Gopinathan V. A comparison of internal jugular vein cannulation by ultrasound-guided and anatomical landmark technique in resource-limited emergency department setting. *J Med Ultrason*. 2019;27(4):187-91.
19. Stoelting RK. Ultrasound Doppler blood flow detector. *J Clin Monit*. 1977;5:197.
20. Sznajder JI, Zveibil FR, Bitterman H, Weiner P, Bursztejn S. Central vein catheterization: failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Intern Med*. 1986;146(2):259-61.
21. Forneris G, Marciello A, Savio D, Gallieni M. Ultrasound in central venous access for hemodialysis. *J Vasc Access*. 2021;22(1_suppl):97-105.

22. Jenssen C, Brkljadic B, Hocke M, Ignee A, Piscaglia F, Radzina M, et al. EFSUMB Guidelines on Interventional Ultrasound (INVUS), Part VI - Ultrasound-guided vascular interventions. *Ultraschall der Medizin*. 2016;37(5):473-6.
23. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;1(1):CD006962.
24. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;1(1):CD011447.
25. Spencer TR, Pittiruti M. Rapid Central Vein Assessment (RaCeVA): a systematic, standardized approach for ultrasound assessment before central venous catheterization. *J Vasc Access*. 2019;20(3):239-49.
26. Purohit G, Setlur R, Dhar M, Bhasin S. Assessment of head and neck position for optimal ultrasonographic visualisation of the internal jugular vein and its relation to the common carotid artery: a prospective observational study. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2020;36(1):62-5.
27. Sun MS, Chen CY, Hsieh YJ. Valves in internal jugular vein: a reason of difficult central venous catheterization. *J Clin Anesth*. 2018;44:60-1.
28. Solanki SL, Doctor JR, Kapila SJ, Jain A, Joshi M, Patil VP. Ultrasonographic assessment of internal jugular vein diameter and its relationship with the carotid artery at the apex, middle, and base of the triangle formed by two heads of sternocleidomastoid muscle: a pilot study in healthy volunteers. *Saudi J Anaesth*. 2018;12(4):578-83.
29. Johnson F, Ho AM, Allard R, Mizubuti GB. Relative positions of the right internal jugular vein and the right common carotid artery. *Postgrad Med J*. 2022;98(e1):e16-e17.
30. Bos MJ, van Loon RFHJ, Heywood L, Morse MP, van Zundert AAJ. Comparison of the diameter, cross-sectional area, and position of the left and right internal jugular vein and carotid artery in adults using ultrasound. *J Clin Anesth*. 2016;32:65-9.
31. De la Vega S, Pizaña AA, Dorado R. Relación anatómica más frecuente entre la arteria carótida y la vena yugular interna en los pacientes de urgencias del Hospital General de Zona 1A Dr Rodolfo Antonio de Mucha Macías. México: Instituto Politécnico Nacional; 2024.

Sensibilidad bacteriana y antibioticoterapia empírica en pacientes con sepsis urinaria atendidos en urgencias

José J. Dávila-Castro^{1*}  y David Santiago-Germán^{1,2} 

¹Servicio de Urgencias, Hospital General Regional No.1 Carlos MacGregor Sánchez Navarro, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); ²División de Investigación en Salud, Unidad Médica de Alta Especialidad de Traumatología, Ortopedia y Rehabilitación Dr. Victorio de la Fuente Narváez, IMSS. Ciudad de México, México.

Resumen

Introducción: La incidencia de infecciones graves en pacientes hospitalizados ha incrementado, y a pesar de los avances en el tratamiento culminan en fracaso multiorgánico y aumentan la mortalidad. **Objetivo:** Identificar los microorganismos con mayor frecuencia asociados a sepsis y choque séptico en pacientes con sepsis urinaria, así como el grado de sensibilidad bacteriana al antibiótico utilizado de manera empírica al ingreso en el servicio de urgencias. **Material y métodos:** Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo del 1 de febrero al 30 de junio de 2018, en el Hospital General Regional No.1 del Instituto Mexicano del Seguro Social. **Resultados:** De los pacientes recolectados, solo 42 cumplieron criterios de inclusión, el 70% con sepsis urinaria y el 30% con choque séptico urinario. La edad promedio fue de 74 ± 14.8 años y el sexo predominante fue el femenino. Los antibióticos utilizados fueron en un 60% cefalosporinas de tercera generación (cefotaxima y ceftriaxona) y en un 40% fluoroquinolonas (ciprofloxacino y levofloxacino). Solo el 72% ($n = 30$) de los urocultivos presentaron desarrollo bacteriano. Los microorganismos aislados fueron bacterias gramnegativas en un 86% (*Escherichia coli* BLEE +/-, *Proteus mirabilis* y otros) y bacterias grampositivas en un 13% (*Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* y *Staphylococcus hominis*). El 20% de los antibiogramas mostraron una concentración mínima inhibitoria (CMI) < 0.5 para levofloxacino, el 9.5% para ciprofloxacino, el 9% para cefotaxima y el 4% para ceftriaxona. En contraste, para el meropenem la sensibilidad fue mayor en el 36% de los antibiogramas. El porcentaje de resistencia para ciprofloxacino fue del 52.8%, para ceftriaxona del 49.5%, para cefotaxima del 46.2% y para levofloxacino del 42.9%. **Conclusiones:** Existe una elevada frecuencia de resistencia bacteriana a los antibióticos utilizados en el servicio de urgencias de manera empírica para el tratamiento de los pacientes con sepsis y choque séptico urinario.

Palabras clave: Sepsis. Choque séptico. Resistencia antimicrobiana a los medicamentos.

Bacterial susceptibility and empirical antibiotic therapy in patients with urinary sepsis seen in the emergency department

Abstract

Introduction: The incidence of severe infections in hospitalized patients has increased, despite advances in the treatment, culminating in multiorgan failure and increasing mortality. **Objective:** To identify the microorganisms most frequently associated with sepsis and septic shock in patients with urinary sepsis, as well as the degree of bacterial sensitivity to the antibiotic used empirically on admission to the emergency department. **Material and methods:** An observational, descriptive, cross-sectional and retrospective study was conducted from February 1 to June 30, 2018, at the Hospital General Regional No.1 of the Instituto Mexicano del Seguro Social. **Results:** Of the patients collected, only 42 met the inclusion criteria, 70% with urinary sepsis and 30% with septic shock. The mean age was 74 ± 14.8 years, and the predominant sex was female. The antibiotics

***Correspondencia:**

José J. Dávila-Castro
E-mail: davila_88@outlook.com

Fecha de recepción: 07-05-2024

Fecha de aceptación: 26-08-2024

DOI: 10.24875/REIE.24000042

Disponible en internet: 21-08-2025

Rev Educ Investig Emer. 2025;7(3):161-166

www.medicinadeemergencias.com

2604-6520 / © 2024 Sociedad Mexicana de Medicina de Emergencias, AC. Publicado por Permanyer México SA de CV. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

used were: 60% third generation cephalosporins (cefotaxime and ceftriaxone) and 40% fluoroquinolones (ciprofloxacin and levofloxacin). Only 72% ($n = 30$) of the urine cultures showed bacterial growth. The micro-organisms isolated were Gram-negative bacteria in 86% (*Escherichia coli* BLEE +/-, *Proteus mirabilis*, and others), and Gram-positive bacteria in 13% (*Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* and *Staphylococcus hominis*). Twenty percent of the antibiograms showed a MIC < 0.5 for levofloxacin, 9.5% for ciprofloxacin, 9% for cefotaxime, and 4% for ceftriaxone. In contrast, meropenem showed sensitivity with MIC < 0.5 in 36% of the antibiograms. The percentage of resistance for ciprofloxacin was 52.8%, ceftriaxone 49.5%, cefotaxime 46.2%, and levofloxacin 42.9%. **Conclusions:** There is a high frequency of bacterial resistance to antibiotics used empirically in the emergency department for the treatment of patients with sepsis and urinary septic shock.

Keywords: Sepsis. Septic shock. Microbial drug resistance.

Introducción

La incidencia de infecciones graves en pacientes hospitalizados ha incrementado, y a pesar de los avances en el tratamiento culminan en fracaso multiorgánico y aumentan la mortalidad¹.

La sepsis es un proceso infeccioso que cursa con alteraciones en la perfusión tisular y disfunción orgánica, la cual puede evolucionar a choque séptico definido como un estado séptico acompañado de disfunción circulatoria, celular o metabólica, que requiere apoyo con vasopresores para mantener una presión arterial media > 65 mmHg y se asocia a niveles de lactato > 2 mmol/l².

En México, el registro más grande de sepsis reportó una prevalencia del 27.3%, con una mortalidad del 30.4%, pese al desarrollo de nuevos antibióticos³.

Sepsis urinaria

La sepsis urinaria es un síndrome clínico causado por infecciones del tracto urinario, incluida la cistitis o infección del tracto urinario inferior y la pielonefritis o infección del tracto urinario superior y renal. Casi el 25% de los casos de sepsis se originan en el tracto urogenital⁴.

El patógeno más común que causa infecciones del tracto urinario y sepsis urinaria es *Escherichia coli* (50%), seguido por *Proteus* (15%), *Enterobacter* (15%), *Klebsiella* (15%), *Pseudomonas aeruginosa* (5%) y bacterias grampositivas (15%)⁴.

La bacteriemia es más frecuente en adultos mayores, diabéticos y pacientes con obstrucción urinaria e infección de vías urinarias por *Klebsiella* o *Serratia*⁵.

La pielonefritis puede complicarse con sepsis (20%), abscesos intrarrenales, abscesos perinefríticos, piodermitis (con mayor frecuencia en pacientes con anomalías urológicas), cálculos, diabetes o reflujo vesicoureteral. Estas complicaciones se deben sospechar cuando el paciente persiste con fiebre 72 horas después de haber iniciado un tratamiento antibiótico⁵.

La infección de vías urinarias es más común en la población de adultos mayores y *E. coli* es el patógeno más común en esta población. El espectro de manifestaciones clínicas varía desde una enfermedad leve hasta la manifestación más grave, que es choque séptico, con una tasa de mortalidad del 20-40%. La incidencia aumenta de manera desproporcionada con la edad hasta los 65 años, y en pacientes mayores de 70 años la proporción de mujeres a hombres es de 2:1, mientras que la susceptibilidad en mujeres jóvenes es de 50:1⁶.

SOFA como primer acercamiento

El consenso Sepsis-3 incluye la escala SOFA (*Sepsis related Organ Failure Assessment*) completa y una versión rápida (qSOFA) para ayudar en el diagnóstico. Se debe sospechar sepsis en pacientes que cumplen al menos dos de los tres criterios qSOFA: frecuencia respiratoria ≥ 22 respiraciones por minuto, estado mental alterado y presión arterial sistólica ≤ 100 mmHg. Estos pacientes deben recibir una evaluación adicional.

La escala qSOFA está limitada por su baja sensibilidad (aproximadamente del 50%) y porque normalmente identifica a los pacientes que se presentan tarde en el curso de la sepsis. La escala SOFA completa ha sido respaldada por la Society of Critical Care Medicine y se utiliza para predecir la mortalidad hospitalaria, evaluando la gravedad de la disfunción de seis sistemas de órganos en pacientes en estado crítico⁷.

Resistencia bacteriana

Los estudios epidemiológicos han demostrado una relación directa entre el consumo de antibióticos y la aparición y diseminación de cepas de bacterias resistentes. En las bacterias, los genes pueden heredarse de parientes o pueden adquirirse de no familiares en elementos genéticos móviles, como los plásmidos. Esta transferencia horizontal de genes permite que la resistencia a

los antibióticos se transfiera entre diferentes especies de bacterias. La resistencia también puede ocurrir de manera espontánea mediante una mutación⁸.

La resistencia a los antimicrobianos afecta la capacidad del sistema inmunitario para combatir enfermedades infecciosas, causando alteración de la flora intestinal, y de igual manera el manejo de condiciones comórbidas como diabetes, y aumenta la morbilidad y la mortalidad, además de asociarse a altos costos económicos debido a su carga asistencial⁹.

El objetivo del estudio fue identificar los microorganismos con mayor frecuencia asociados a sepsis y choque séptico en pacientes con sepsis urinaria, así como el grado de sensibilidad bacteriana al antibiótico utilizado de manera empírica inicialmente en el servicio de urgencias.

Material y métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo del 1 de febrero al 30 de junio de 2018, en el Hospital General Regional No. 1 del Instituto Mexicano del Seguro Social. Se incluyeron de manera consecutiva todos los pacientes mayores de 18 años, de ambos sexos, con diagnóstico de sepsis o choque séptico urinario, tratados con antibioticoterapia y que contarán con urocultivo en las primeras 24 horas de su ingreso al servicio de urgencias. Los criterios de no inclusión fueron pacientes con expediente clínico incompleto o con algún otro foco infeccioso además del urinario.

Se definió como sepsis un foco urinario infeccioso documentado más una puntuación SOFA > 2. Se definió como choque séptico la presencia de sepsis con una presión arterial media < 65 mmHg o datos clínicos de hipoperfusión (diuresis < 0.5 ml/h o deterioro neurológico) y que ameritara el uso de aminas vasoactivas.

La determinación de la sensibilidad bacteriana se realizó a partir de los antibiogramas generados mediante la plataforma automatizada VITEK 2 (bioMérieux®), instalada en el laboratorio clínico de la unidad hospitalaria. Se consideraron sensibles aquellos microorganismos con concentración mínima inhibitoria (CMI) dentro del rango de sensibilidad definido, priorizando los antibióticos con menor CMI efectiva.

Definición operacional

La CMI define la sensibilidad bacteriana específica para un antibiótico como la concentración más baja de un agente antibacteriano (expresada en mg/l o µg/ml) que, en condiciones *in vitro* estrictamente controladas,

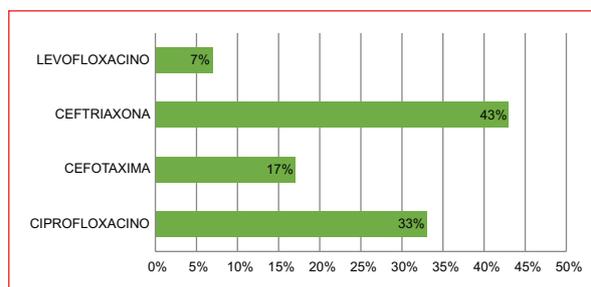


Figura 1. Antibióticos iniciales utilizados, por orden de más a menor frecuencia, en el servicio de urgencias.

impide por completo el crecimiento visible de la cepa de prueba de un microorganismo¹⁰.

Análisis estadístico

Las variables numéricas con distribución simétrica se representaron como medias y desviaciones estándar, y aquellas con distribución asimétrica como medianas y rangos intercuartiles. Las variables cualitativas se representaron como número de observaciones y porcentajes. Los datos se estratificaron de acuerdo con la presencia de sepsis o choque séptico. Para los análisis se utilizó el programa estadístico XLSTAT.

Resultados

Se incluyeron 64 pacientes con diagnóstico de sepsis y choque séptico urinario tratados en el servicio de urgencias del Hospital General Regional No. 1 del Instituto Mexicano del Seguro Social, del 1 de febrero al 30 de junio de 2018. Se excluyeron 51 pacientes: 22 sin realización de urocultivo, 18 con expediente clínico incompleto y 11 con ≥ 2 focos infecciosos.

La muestra total analizada fue de 42 pacientes, el 70% con sepsis urinaria y el 30% con choque séptico. La edad promedio fue de 74 ± 14.8 años y el sexo predominante fue el femenino (65%), con mayor predominio en sepsis y choque séptico.

Los antibióticos utilizados en el servicio de urgencias para el tratamiento de pacientes con sepsis o choque séptico urinario fueron, por orden de frecuencia, cefalosporinas de tercera generación (60%), como cefotaxima y ceftriaxona, y fluoroquinolonas (40%), como ciprofloxacino y levofloxacino (Fig. 1).

Del total de las muestras de urocultivo, el 72% ($n = 30$) presentó desarrollo bacteriano. De los microorganismos aislados e identificados por tinción de Gram, el 87% ($n = 37$) fueron bacterias gramnegativas y el

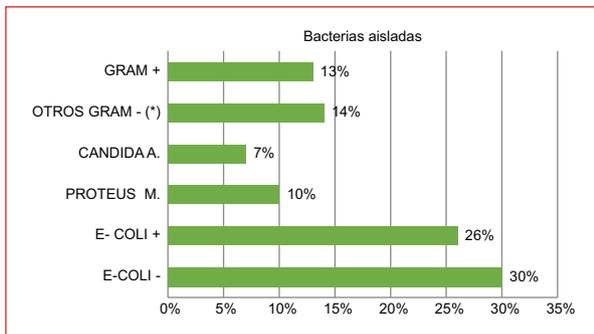


Figura 2. Microorganismos aislados de más a menor frecuencia en los urocultivos de pacientes con sepsis o choque séptico urinario. Los grampositivos corresponden a *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* y *Staphylococcus hominis*. *Otros gramnegativos incluyen *Klebsiella*, *Serratia odorifera*, *Acinetobacter* y *Pseudomonas aeruginosa*.

13% (n = 5) bacterias grampositivas (Fig. 2). De las bacterias gramnegativas identificadas, el 30% (n = 12) fueron *E. coli* no generadora de betalactamasas de espectro extendido (*E. coli* BLEE -), el 26% (n = 11) *E. coli* generadora de betalactamasas de espectro extendido (*E. coli* BLEE +), el 10% (n = 3) *Proteus mirabilis* y el 13.6% (n = 5) otros (*Klebsiella*, *Serratia odorifera*, *Acinetobacter*, *P. aeruginosa*). De las bacterias grampositivas identificadas, el 13.2% (n = 4) fueron *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium* y *Staphylococcus hominis*. Solo en el 7% (n = 2) de los urocultivos se desarrollaron hongos, como *Candida albicans*.

En cuanto a los antibióticos utilizados que tuvieron una CMI < 0.5 con reporte de sensibilidad, el levofloxacino solo lo cumplió en el 20% de los reportes de los antibiogramas, el ciprofloxacino en el 9.5%, la cefotaxima en el 9% y la ceftriaxona en el 4%. El antibiótico reportado con mayor sensibilidad de los urocultivos obtenidos fue el meropenem, en el 36% de los antibiogramas.

La sensibilidad de las tres bacterias gramnegativas más comunes en los urocultivos varió considerablemente, siendo el levofloxacino el tratamiento más efectivo para *E. coli* BLEE -, la cefotaxima para *E. coli* BLEE + y el ciprofloxacino para *P. mirabilis*.

En la figura 3 se reporta la frecuencia de resistencia de las bacterias aisladas en los urocultivos de pacientes con sepsis y choque séptico urinario frente a los antibióticos empíricos utilizados en el servicio de urgencias. El porcentaje de resistencia reportado para la ceftriaxona fue del 49.5%, para la cefotaxima del 46.2%, para el ciprofloxacino del 52.8% y para el levofloxacino del 42.9%. Solo un agente bacteriano reportó resistencia a todos los antibióticos: *Acinetobacter baumannii*.

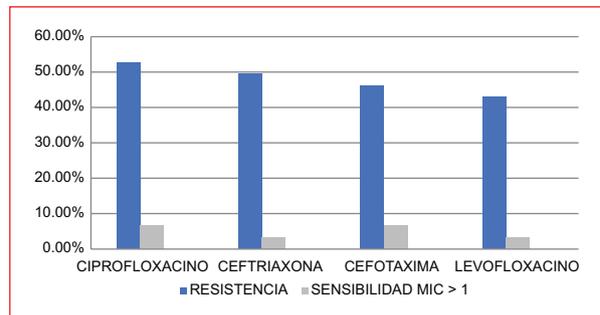


Figura 3. Resistencia reportada en urocultivos de los antibióticos usados en el servicio de urgencias, considerando una sensibilidad reportada con CMI > 1.

Discusión

En el presente estudio, de los 64 pacientes con diagnóstico de sepsis o choque séptico urinario, 22 no contaban con urocultivo en las primeras 24 horas, lo que podría reflejar una tendencia en los pacientes con sepsis. Restrepo-Álvarez et al.¹¹ analizaron 2510 pacientes y solo al 87.1% se les había pedido un urocultivo. No obstante, es importante recordar que una de las razones de no tener dicha prueba puede ser el tiempo de espera para los resultados.

En el presente estudio, de un total de 42 casos (70% con sepsis y 30% con choque séptico), en su mayoría mujeres (65%), solo el 72% de los urocultivos presentaron desarrollo bacteriano: el 87% gramnegativos (*E. coli* BLEE -, *E. coli* BLEE+, *P. mirabilis* y *Klebsiella*) y el resto grampositivos. En cuanto al sexo, se observa una alta frecuencia de mujeres; González et al.¹² encontraron resultados similares en cuanto al sexo más afectado en su muestra. Entre los microorganismos aislados, es esperable que uno de los más frecuentes sea *E. coli* (BLEE - y BLEE +), dado que es una de las bacterias más habituales en la región perineal, y también explica la mayor frecuencia de infección y sepsis en las mujeres. Similar a nuestros resultados, Gómez-González y Sánchez-Duque¹³, en su estudio realizado con pacientes en una unidad de cuidados intensivos, también encontraron que *E. coli* era el microorganismo con mayor aislamiento en los urocultivos.

En un estudio realizado en un hospital universitario español, en 947 pacientes con sepsis urinaria diagnosticada al ingreso, con realización de urocultivo, se encontró una media de edad de 80 años y un porcentaje mayor de microorganismos gramnegativos, en su mayoría *E. coli*¹⁴.

Las directrices para el manejo de la sepsis y el choque séptico de la Surviving Sepsis Campaign recomiendan

la prescripción de antibióticos de amplio espectro en pacientes con sospecha, sin tener en cuenta la gravedad del resultado, es decir, las consecuencias de suspender los antibióticos si la infección resulta ser la causa¹⁵.

Los antibióticos utilizados de manera empírica con mayor frecuencia en el servicio de urgencias fueron las cefalosporinas de tercera generación (cefotaxima y ceftriaxona) en un 60% de los casos y las fluoroquinolonas (ciprofloxacino y levofloxacino) en un 40%. Entre las razones probables para el uso de estos antibióticos se encuentra el amplio espectro de su acción antimicrobiana; sin embargo, este resultado difiere de lo encontrado en otros estudios, como el de Velasco et al.¹⁶, realizado en España, en el que se observó que los antibióticos más empleados de manera empírica en urgencias en pacientes con infección urinaria fueron la amoxicilina-ácido clavulánico, el ciprofloxacino y finalmente las cefalosporinas de tercera generación. Dunne et al.¹⁷ usaron antibióticos similares a los utilizados por nosotros: el ciprofloxacino fue el antibiótico prescrito con más frecuencia, seguido de la nitrofurantoína. En general, el 21.5% de los pacientes recibieron tratamiento empírico inadecuado.

Los antibióticos utilizados en el servicio de urgencias que reportaron una CMI < 0.5 en los antibiogramas fueron levofloxacino en el 20%, ciprofloxacino en el 9.5%, cefotaxima en el 9% y ceftriaxona en el 4%. Este resultado puede deberse no solo al tipo de antibiótico, sino también al tipo de microorganismo. Neyra et al.¹⁸ encontraron resultados diferentes; en su trabajo, el levofloxacino tuvo resistencia antimicrobiana en el 20-39% de los pacientes, mientras que en el presente estudio fue de los antibióticos con mayor sensibilidad en la muestra.

Se observó un porcentaje de resistencia del 42-52% para los cuatro antibióticos (ciprofloxacino, ceftriaxona, cefotaxima y levofloxacino) utilizados en el servicio de urgencias para el tratamiento de los pacientes con sepsis o choque séptico urinario.

En un metaanálisis se halló que el patógeno más frecuente es *E. coli*, y las resistencias más comunes son a cefalexina (61%), cefalotina (60%) y amoxicilina (70%)¹⁹. Otros estudios han hallado diferencias en la frecuencia de la resistencia bacteriana: Velasco et al.¹⁶ observaron una resistencia del 17.2 % al ciprofloxacino y del 37.7% a las cefalosporinas de tercera generación (incluidas ceftriaxona y cefotaxima), mientras que otro estudio encontró una resistencia del 36.7% al levofloxacino; ambos trabajos reclutaron pacientes con infecciones

en el tracto urinario en las cuales el principal microorganismo también fue *E. coli*^{20,21}.

Limitaciones y perspectivas

Este estudio se realizó con un tamaño de muestra pequeño y en un corto periodo de tiempo, por lo que se requiere una población más grande y representativa de nuestro entorno, en la que se compare el uso de antibioticoterapia empírica en pacientes con sepsis y choque séptico urinario, las cepas bacterianas más frecuentes y la sensibilidad en el antibiograma, para poder establecer pautas de uso de antimicrobianos en urgencias de inicio temprano (primer hora) en pacientes con sepsis o choque séptico de origen urinario, con el objetivo de mejorar su pronóstico.

En el servicio de urgencias se reportan altas tasas de resistencia bacteriana en pacientes con sepsis o choque séptico por infección de vías urinarias, por lo que se propone continuar el presente estudio para monitorear el grado de resistencia antimicrobiana y sugerir un cuadro de fármacos iniciales congruentes con la evidencia local, en busca de mejorar las metas de tratamiento temprano en pacientes con sepsis y choque séptico urinario, y en un futuro incluir esta información, de acuerdo con sus niveles de recomendación, en las guías nacionales de práctica clínica.

Conclusiones

Las bacterias aisladas con mayor frecuencia en los urocultivos de pacientes con sepsis y choque séptico urinario en las primeras 24 horas de ingreso al servicio de urgencias fueron gramnegativas en un 87% (*E. coli* BLEE+/-, *P. mirabilis* y *Klebsiella*).

Los antibióticos empíricos utilizados con mayor frecuencia en el servicio de urgencias para el tratamiento de los pacientes con sepsis y choque séptico fueron las cefalosporinas de tercera generación (cefotaxima y ceftriaxona) en un 60% y las fluoroquinolonas (ciprofloxacino y levofloxacino) en un 40%.

Los antibióticos utilizados en el servicio de urgencias que tuvieron una CMI < 0.5 en los antibiogramas fueron levofloxacino en el 20%, ciprofloxacino en el 9.5%, cefotaxima en el 9% y ceftriaxona en el 4%.

A pesar de demostrar la sensibilidad de los microorganismos mencionados, para el tratamiento del paciente con sepsis o choque séptico urinario en la unidad hospitalaria se observa un elevado porcentaje de resistencia bacteriana para los cuatro antibióticos: ciprofloxacino 52.8%,

ceftriaxona 49.5%, cefotaxima 49.2%, ceftriaxona 46.2% y levofloxacin 42.9%.

Los antibióticos para los que se reportó mayor sensibilidad de la bacteria en los antibiogramas de pacientes con sepsis y choque séptico urinario fueron el meropenem (36%), la tigeciclina (33%) y el ertapenem (20%). La única bacteria que mostró resistencia a todos los grupos de antibióticos fue *A. baumannii*.

De acuerdo con los hallazgos descritos, concluimos que es habitual iniciar esquemas antimicrobianos empíricos en pacientes con sepsis o choque séptico de origen urinario que tienden a no ser efectivos, y no es posible saberlo hasta tener un urocultivo inicial; en pocas ocasiones se indican carbapenémicos de manera empírica a la llegada a urgencias.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

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

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria y anonimizados, por lo que no fue necesario el consentimiento informado. Se han seguido las recomendaciones pertinentes. El presente estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación en Salud con el número de registro R-2019-3609-022.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Yealy DM, Mohr NM, Shapiro NI, Venkatesh A, Jones AE, Self WH. Early care of adults with suspected sepsis in the emergency department and out-of-hospital environment: a consensus-based task force report. *Ann Emerg Med.* 2021;78:1-19.
2. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Med.* 2021;47:1181-247.
3. Kranz J, Schmidt S, Lebert C, Schneidewind L, Mandraka F, Kunze M, et al. The 2017 update of the German clinical guideline on epidemiology, diagnostics, therapy, prevention, and management of uncomplicated urinary tract infections in adult patients: Part 1. *Urol Int.* 2018;100:263-70.
4. Porat A, Bhutta BS, Kesler S. Urosepsis. En: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482344>
5. Hecker MT, Aron DC, Patel NP, Lehmann MK, Donskey CJ. Unnecessary use of antimicrobials in hospitalized patients: current patterns of misuse with an emphasis on the antianaerobic spectrum of activity. *Arch Intern Med.* 2003;163:972-8.
6. Gharbi M, Drysdale JH, Lishman H, Goudie R, Molokhia M, Johnson AP, et al. Antibiotic management of urinary tract infection in elderly patients in primary care and its association with bloodstream infections and all-cause mortality: population based cohort study. *BMJ.* 2019;364:i525.
7. Gauer R, Forbes D, Boyer N. Sepsis: diagnosis and management. *Am Fam Physician.* 2020;101:409-18.
8. Papatimitriou-Olivgeris M, Bartzavali C, Spyropoulou A, Lambropoulou A, Sioulas N, Vamvakopoulou S, et al. Molecular epidemiology and risk factors for colistin- or tigecycline-resistant carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae* bloodstream infection in critically ill patients during a 7-year period. *Diagn Microbiol Infect Dis.* 2018;92:240-5.
9. Anwarul A, Sayeed R, Cohall D, Bharatha A, Sih K, Haque M, et al. Antimicrobial stewardship: fighting antimicrobial resistance and protecting global public health. *Infect Drug Resist.* 2020;13:4713-38.
10. Kowalska-Krochmal B, Dudek-Wicher R. The minimum inhibitory concentration of antibiotics: methods, interpretation, clinical relevance. *Pathogens.* 2021;10:165.
11. Restrepo-Álvarez CA, Bernal E, Ascuntar-Tello J, Jaimes F. Análisis clínico y microbiológico de la sepsis grave y el choque séptico por *Escherichia coli* en Medellín, Colombia. *Rev Chil Infectol.* 2019;36:447-54.
12. González Y, Duquense A, Ruiz M. Caracterización epidemiológica y microbiológica de las infecciones del tracto urinario en el Hospital Ortopédico Docente "Fructuoso Rodríguez". Año 2015. *Panorama Cuba Salud.* 2018;13:11-7.
13. Gómez-González JF, Sánchez-Duque JA. Perfil microbiológico y resistencia bacteriana en una unidad de cuidados intensivos de Pereira, Colombia, 2015. *Med UIS.* 2018;31:9-15.
14. Madrazo M, López-Cruz I, Piles L, Viñola S, Alberola J, Eiros JM, et al. Risk factors and the impact of multidrug-resistant bacteria on community-acquired urinary sepsis. *Microorganisms.* 2023;11:1278.
15. Strich JR, Heil EL, Masur H. Considerations for empiric antimicrobial therapy in sepsis and septic shock in an era of antimicrobial resistance. *J Infect Dis.* 2020;222(Suppl 2):S119-31.
16. Velasco M, Rubio L, Casas A, Martín M, Gámez S, Delgado-Iribarren A, et al. Adecuación del tratamiento empírico de la infección urinaria en urgencias. *Rev Clin Esp.* 2010;210:11-6.
17. Dunne MW, Puttagunta S, Aronin SI, Brossette S, Murray J, Gupta V. Impact of empirical antibiotic therapy on outcomes of outpatient urinary tract infection due to nonsusceptible Enterobacterales. *Microbiol Spectr.* 2022;10:e0235921.
18. Neyra L, Lezama V, Lezama W, Medina M, Murillo F, Purizaga H, et al. Bacteriología y resistencia bacteriana en el pie diabético infectado en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza, Lima. *Rev Soc Peru Med Int.* 2019;30:24-7.
19. Mortazavi-Tabatabaei SAR, Ghaderkhani J, Nazari A, Sayehmiri K, Sayehmiri F, Pakzad I. Pattern of antibacterial resistance in urinary tract infections: a systematic review and meta-analysis. *Int J Prev Med.* 2019;10:169.
20. Zúñiga-Moya JC, Bejarano-Cáceres S, Valenzuela-Cervantes H, Gough-Coto S, Castro-Mejía A, Chinchilla-López C, et al. Perfil de sensibilidad a los antibióticos de las bacterias en infecciones del tracto urinario. *Acta Med Costarric.* 2016;58:146-54.
21. Sierra E, Hernández C, Bravo A. Antibiotic resistance: microbiological profile of urinary tract infections in Mexico. *Cir Cir.* 2019;87:176-82.

Impacto del ácido tranexámico en la mortalidad y la morbilidad de pacientes con trauma militar: revisión sistemática y metaanálisis

Emmanuel Parada-Huerta¹, Luis A. Gorordo-Delsol^{2*}  y Key M. Ishiwara-Ramírez³

¹Servicio de Urgencias, Hospital Naval de La Paz, La Paz, Baja California Sur; ²Unidad de Cuidados Intensivos Adultos, Hospital Juárez de México, Ciudad de México; ³Servicio de Urgencias, Hospital Naval de Manzanillo, Manzanillo, Colima. México

Resumen

Introducción: La hemorragia es la principal causa de muerte en el ámbito militar. El ácido tranexámico (TXA) ha demostrado ser efectivo en la reducción de la mortalidad en los casos de trauma civil, pero su eficacia y seguridad en el contexto militar, particularmente en el trauma de combate, aún no son claras. **Objetivo:** Evaluar el impacto del TXA en la mortalidad y la morbilidad en personal militar con trauma de combate. **Material y métodos:** Se realizó una revisión sistemática de estudios en PubMed, Europe PMC, Epistemonikos y Science Direct, incluyendo estudios clínicos aleatorizados, observacionales prospectivos y retrospectivos, y de cohortes, que evaluaran la administración de TXA en personal militar con trauma de combate. Se utilizaron las odds ratio (OR) de Mantel-Haenzel para analizar la mortalidad y los eventos tromboembólicos. **Resultados:** Se incluyeron siete estudios con un total de 586 pacientes. La mortalidad hospitalaria fue mayor en el grupo que recibió TXA (20.01%) en comparación con el grupo sin TXA (13.7%) (OR: 1.36; intervalo de confianza del 95% [IC 95%]: 1.13-1.63; $p = 0.001$; $I^2 = 67\%$). El porcentaje de eventos tromboembólicos también fue mayor en el grupo con TXA (12.8%) que en el grupo sin TXA (4.3%) (OR: 2.08; IC 95%: 1.48-2.93; $p < 0.0001$; $I^2 = 90\%$). **Conclusiones:** Se observó un aumento en la mortalidad y en los eventos tromboembólicos en quienes recibieron TXA. Estos resultados podrían estar influenciados por la gravedad del trauma, los protocolos de transfusión masiva y los largos periodos de inmovilización. Se necesitan más estudios, idealmente estudios clínicos aleatorizados, para evaluar la eficacia y la seguridad del TXA en el trauma de combate.

Palabras clave: Ácido tranexámico. Personal militar. Mortalidad. Morbilidad. Hemorragia. Heridas y lesiones.

Impact of tranexamic acid on mortality and morbidity in military trauma patients: systematic review and meta-analysis

Abstract

Introduction: Hemorrhage is the leading cause of death in the military setting. Tranexamic acid (TXA) has been shown to be effective in reducing mortality in civilian trauma, but its efficacy and safety in the military setting, particularly in combat trauma, remains unclear. **Objective:** To assess the impact of TXA on mortality and morbidity in military personnel with combat trauma. **Material and methods:** A systematic review of studies in PubMed, Europe PMC, Epistemonikos, and Science Direct was conducted, including prospective and retrospective observational randomized controlled trials, and cohort studies, that

*Correspondencia:

Luis A. Gorordo-Delsol
E-mail: luis.gorordodelsol@icloud.com

Fecha de recepción: 28-11-2024

Fecha de aceptación: 11-03-2025

DOI: 10.24875/REIE.24000117

Disponible en internet: 21-08-2025

Rev Educ Investig Emer. 2025;7(3):167-174

www.medicinadeemergencias.com

2604-6520 / © 2025 Sociedad Mexicana de Medicina de Emergencias, AC. Publicado por Permanyer México SA de CV. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

evaluated the administration of TXA in military personnel with combat trauma. Mantel-Haenzel odds ratios (OR) were used to analyze mortality and thromboembolic events. **Results:** Seven studies with a total of 586 patients were included. In-hospital mortality was higher in the TXA group (20.01%) compared to the non-TXA group (13.7%) (OR: 1.36, 95% confidence interval [95% CI]: 1.13-1.63; $p = 0.001$; $I^2 = 67\%$). The percentage of thromboembolic events was also higher in the TXA group (12.8%) than in the non-TXA group (4.3%) (OR: 2.08; 95% CI: 1.48-2.93; $p < 0.0001$; $I^2 = 90\%$). **Conclusions:** An increase in mortality and thromboembolic events was observed in those receiving TXA. These results could be influenced by the severity of the trauma, massive transfusion protocols and long periods of immobilization. Further studies, ideally randomized controlled trials, are needed to evaluate the efficacy and safety of TXA in combat trauma.

Keywords: Tranexamic acid. Military personnel. Mortality. Morbidity. Hemorrhage. Wounds and injuries.

Introducción

La inseguridad es un problema social en México que ha ido creciendo de manera exponencial, por lo que se ha colocado en la agenda política como una de las prioridades nacionales, constituyendo así un tema a resolver debido al aumento de las actividades del crimen organizado¹.

Estas actividades delictivas al alza conllevan un aumento de los enfrentamientos entre las Fuerzas Armadas de México y las células del crimen organizado. Desde 2006 hasta 2020, Tamaulipas fue la entidad donde hubo más bajas de militares como parte de operativos en combate a la delincuencia organizada, y se mantiene como la entidad más letal para los elementos de las Fuerzas Armadas de México, con 139 muertes desde diciembre de 2006².

La experiencia que nos dejaron las guerras en Irak y Afganistán ha llevado a avances en la reanimación del choque hemorrágico, que es la principal causa de muerte en los pacientes traumatizados y que han podido ser replicables en los pacientes con trauma civil. Estos avances culminan con la identificación de las proporciones óptimas de los componentes sanguíneos para restaurar el volumen circulante y los factores de coagulación, esto obviamente realizado en un hospital que cuente con infraestructura y equipos^{3,4}.

La mayoría de las muertes por hemorragia ocurren en o cerca del punto de la lesión, es decir, antes de que el paciente llegue al hospital. Estos datos han llevado a poner especial énfasis en la atención brindada a los pacientes con hemorragia en los entornos prehospitalarios⁵.

Algunas sociedades científicas, como el American College of Surgeons, recomiendan el rápido control de la hemorragia y el transporte rápido a un centro de trauma, y esto es la clave para la supervivencia en el paciente con sangrado⁶. Nos centramos en el uso de ácido tranexámico (TXA) desde su descubrimiento por los médicos Utako y Shosuke Okamoto, que después de

la Segunda Guerra Mundial dirigieron su investigación hacia la hemostasia debido a la escasez de recursos, bajo la premisa «Si no hubiera suficientes recursos, simplemente podríamos usar nuestra propia sangre»^{7,8}. Desde 1968, el uso del TXA se ha extendido a los campos de la medicina, incluida la cirugía, la hematología y, desde luego, la medicina de urgencias.

Años más tarde, Ian Roberts culminó en el estudio clínico CRASH-2, donde se demostró un efecto significativo en la supervivencia de los civiles traumatizados cuando se utilizó TXA de forma temprana. Se observó una reducción del 9% en el riesgo relativo de mortalidad general y del 15% en el riesgo relativo de muerte por hemorragia. La reducción en la mortalidad solo fue demostrable si el fármaco se administraba dentro de las 3 horas posteriores a la lesión. Cabe mencionar que no se realizaron pruebas de laboratorio para definir y diagnosticar un estado de coagulopatía o fibrinolítico^{9,10}; sin embargo, CRASH-2 no consideró el trauma de combate, que consiste en controlar el sangrado en pacientes gravemente heridos, la mayoría por algún tipo de trauma penetrante. A pesar de esto, basándose en los resultados del ensayo CRASH-2, el TXA se incluyó en las directrices para la atención prehospitalaria de los pacientes con trauma, excluyendo aquellos con alguna lesión cerebral traumática aislada. Posteriormente, el ensayo CRASH-3 proporcionó evidencia de que el TXA es seguro en pacientes con lesión cerebral traumática y de que el tratamiento dentro de las 3 horas posteriores a la lesión reduce las muertes relacionadas con lesiones craneales¹¹. A diferencia de estos dos estudios, los ensayos posteriores de terapia prehospitalaria con TXA en sistemas avanzados de trauma no mostraron beneficios claros en pacientes traumatizados con sospecha de hemorragia o de lesión cerebral traumática¹², y otros estudios mostraron un aumento de los eventos tromboembólicos¹³. Así mismo, en 2019, Morte et al.¹⁴, en un estudio retrospectivo de 4476 pacientes en Tacoma, Washington, hallaron que los que recibieron TXA mejoraron la puntuación de la

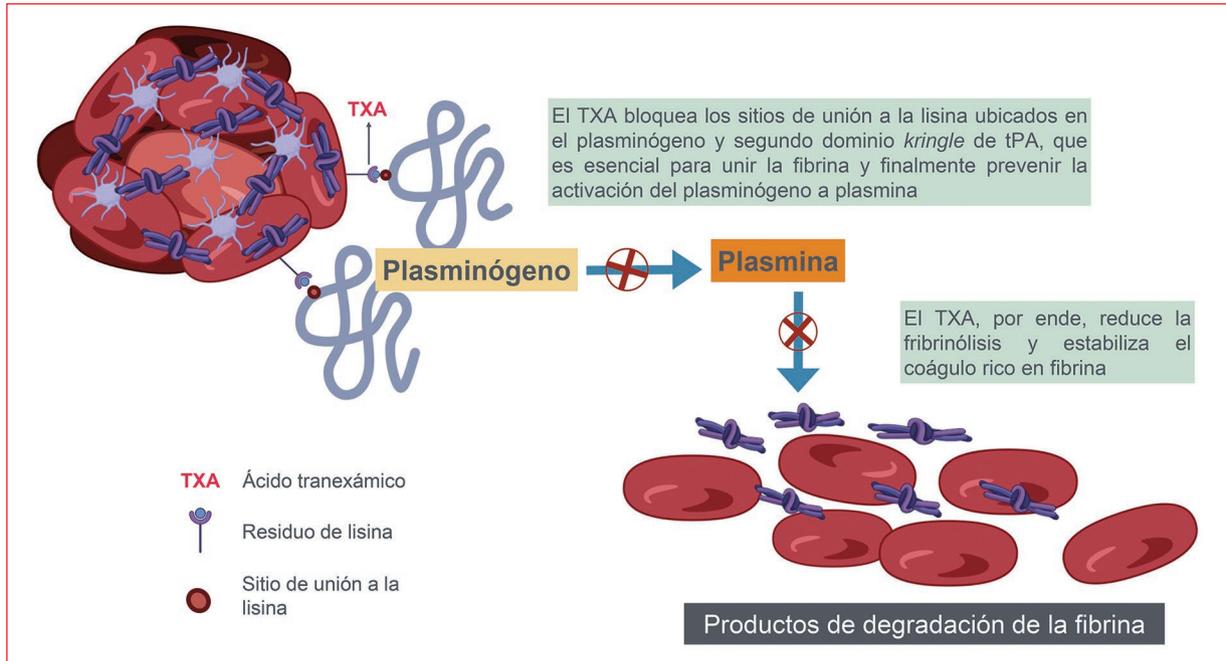


Figura 1. Mecanismo farmacológico del ácido tranexámico.

Escala de Glasgow de 14 a 15 puntos, así como una disminución en la mortalidad y las manifestaciones neurológicas tardías.

En el año 2018, Coats et al.¹⁵, en el Reino Unido, observaron que cuando un paciente era abordado por personal paramédico experimentado, brindando atención prehospitalaria, la media de tiempo desde la lesión hasta la administración del TXA era de 49 minutos, mientras que si la atención se realizaba directamente en un área hospitalaria la media del tiempo era de 111 minutos, considerablemente menos efectivo.

Al hablar sobre el TXA debemos conocer su mecanismo de acción y algunos efectos adversos que se pudieran desencadenar posterior a su aplicación. El TXA (trans-4-aminometil ciclohexano-1-ácido carboxílico) es un análogo del aminoácido lisina que inhibe la activación del plasminógeno en plasmina al interferir con la unión del plasminógeno a los residuos ricos en lisina en la fibrina. Esto previene o retrasa el desarrollo de la fibrinólisis que ocurre después del inicio de la coagulación en cualquier paciente, lo que promueve la capacidad de la fibrina para formar coágulos fuertes y duraderos, como se muestra en la [figura 1](#).

El TXA se distribuye por todos los tejidos y su vida media plasmática llega a 120 minutos^{7,10,16}. Dentro de los efectos secundarios observados con su administración se encuentran cefalea (50%), síntomas gastrointestinales como náusea, emesis, diarrea y dolor abdominal

(20%), artralgias, mialgias (10%), visión borrosa (< 1%) y crisis convulsivas (< 1%)^{17,18}; este último evento debido al antagonismo competitivo de los receptores GABA_A y que inhibe los receptores GABA_A recombinantes ($\alpha 1\beta 2\gamma 2$), pero solo a concentraciones que son más altas que la detectada en el líquido cefalorraquídeo de los pacientes¹⁹.

Los resultados prometedores y la falta de síntesis en el entorno militar para la administración de TXA justifican realizar esta revisión sistemática sobre la seguridad y la eficacia del TXA específicamente en el trauma militar.

Material y métodos

Este artículo fue preparado siguiendo las directrices de la declaración PRISMA 2020²⁰. Para los criterios de elegibilidad se consideraron estudios publicados que cumplieron con los siguientes criterios PICO: personal militar con cualquier tipo de trauma en combate (P), administración intravenosa o intramuscular de TXA (I), sin ninguna intervención (C), y como resultado primario mortalidad y resultados secundarios eventos adversos (O). Se incluyeron estudios clínicos aleatorizados y todos los estudios observacionales prospectivos y retrospectivos, y de cohortes.

Siguiendo los criterios PICO, se realizó una búsqueda sistemática en las bases PubMed, Europe PMC, Epistemónikos y Science Direct utilizando como

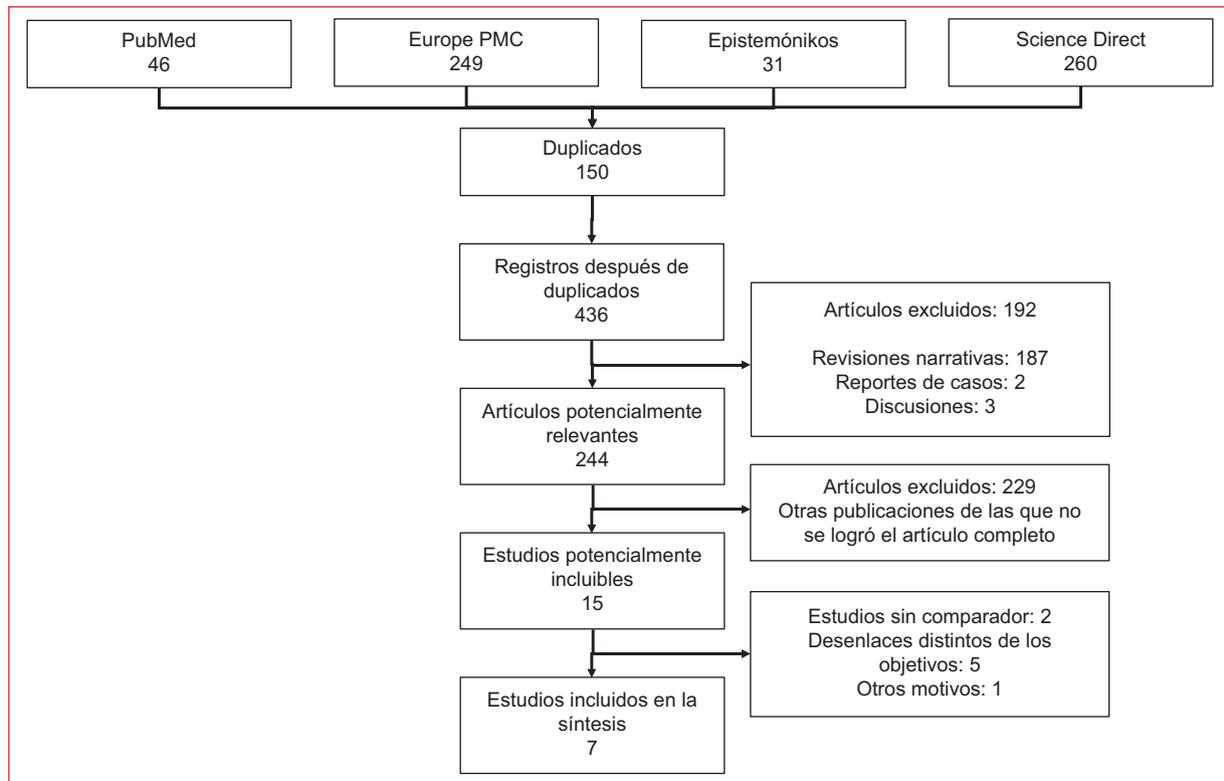


Figura 2. Diagrama PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) del proceso de selección de los estudios encontrados, eliminados e incluidos en el estudio.

palabras clave en inglés y español “ácido tranexámico”, “personal militar” y “lesiones traumáticas en combate”, con los operadores booleanos AND y OR. Se descartaron los estudios en modelos anatómicos, animales, pacientes pediátricos y embarazadas con el booleano NOT. Con lo anterior, se localizaron artículos en inglés y español, de acceso gratuitos o mediante la Biblioteca Médica Digital (<http://www.facmed.unam.mx/bmd/>) de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México, mismos que se filtraron con las herramientas de búsqueda avanzada para eliminar aquellos que no contaran con resumen completo, así como revisiones bibliográficas, cartas científicas, cartas al editor, reportes de caso y puntos de vista. A continuación, los investigadores revisaron los títulos para eliminar artículos que no cumplieran con el objetivo de la revisión. De los títulos elegibles, se revisaron los resúmenes para eliminar los que no cumplieran con el objetivo de la revisión (Fig. 2).

Análisis estadístico

La mortalidad y los eventos tromboembólicos se resumen utilizando las *odds ratio* (OR) de

Mantel-Haenzel. Se consideró significativo un valor $p \leq 0.05$. Los análisis se realizaron con Revman 5, Versión 5.4 (The Cochrane Collaboration, 2020).

Dos autores examinaron de forma independiente el título y el resumen de cada estudio. Todos los estudios seleccionados se evaluaron para su inclusión de acuerdo con los criterios de elegibilidad. Los desacuerdos se resolvieron mediante discusiones entre los tres autores de la selección. Se utilizó la escala de Newcastle-Ottawa (Fig. 3).

Resultados

Se identificaron 586 estudios, y después de eliminar los duplicados, no efectuados en humanos, sin controles, sin resumen disponible ni texto completo en español o inglés (Fig. 2), se incluyeron estudios retrospectivos observacionales y estudios de cohorte que compararan el efecto de la administración de TXA en personal militar con lesiones por trauma en combate y sus efectos adversos, con lo cual se dispuso de cinco estudios retrospectivos y dos estudios de cohorte; sin embargo, se excluyeron tres estudios para el análisis de la mortalidad por falta de datos y dos estudios para el análisis

Estudio	Generación de secuencia de aleatorización	Ocultamiento de asignación	Cegado de los pacientes y del personal	Cegado de la evaluación de desenlaces	Datos de desenlaces incompletos	Reporte selectivo	Otros sesgos
Morrison et al. ²¹	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Lipsky et al. ²⁴	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Howard et al. ²²	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Adair et al. ²³	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Walker et al. ²⁵	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Hoyt et al. ²⁶	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Johnston et al. ²⁷	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	Bajo

Riesgo

Alto	Incierto	Bajo

Figura 3. Análisis de riesgo de sesgo.

del riesgo de eventos tromboembólicos. Se encontró que la mortalidad hospitalaria cuando se utilizó TXA en lesiones o condiciones de combate fue del 20.01%, frente al 13.7% en el grupo sin TXA (OR: 1.36; intervalo de confianza del 95% [IC 95%]: 1.13-1.63; $p = 0.001$; $I^2 = 67\%$) (Fig. 4).

En cuanto al porcentaje de militares con eventos tromboembólicos, se encontró un 12.8% para el grupo que utilizó TXA, contra un 4.3% para el grupo sin TXA (OR: 2.08; IC 95%: 1.48-2.93; $p < 0.0001$; $I^2 = 90\%$) (Fig. 5).

Al final se extrajo la información de todos los estudios donde solo se describe al personal militar, el tipo de estudio y el desenlace de acuerdo con la pregunta PICO previamente planteada (Tabla 1).

Discusión

La hemorragia es la principal causa de muerte en el entorno militar durante las operaciones de alto

impacto; tan solo en la guerra de Vietnam, el sangrado secundario a una herida de alguna extremidad fue la causa de muerte en más de 2500 heridos. Esto se comprobó tras una década después de los acontecimientos del 11 de septiembre de 2011 en los Estados Unidos de América, donde más del 90% de 4596 servidores fallecieron por lesiones asociadas a hemorragia²⁸. Encontramos que la mortalidad fue mayor en el personal militar que recibió TXA en comparación con el grupo en el que no se administró TXA, a diferencia de la revisión sistemática de Gayet-Ageron et al.²⁹, en la que obtuvieron los datos de 40,138 pacientes de ensayos aleatorizados sobre TXA en sangrado agudo grave (hemorragia traumática y posparto) y hallaron que el TXA aumentó significativamente la supervivencia general por sangrado. Lo mismo se reporta en el metaanálisis de Morales-Cané et al.³⁰, en el que se observa una disminución en la mortalidad en los pacientes a los que se administró TXA. En contraparte, el metaanálisis de Al-Jeabory et al.⁴, que solo incluyó personal militar, muestra concordancia con los resultados obtenidos en nuestro trabajo, acuñando este resultado a puntuaciones de la *Injury Severity Score* (ISS) en el momento de la admisión más altas, infiriendo un trauma más grave, que se correlacionó con una menor supervivencia y un mayor riesgo de eventos tromboembólicos. Por otro lado, en el estudio MATTERS II, publicado por Morrison et al.³¹, se analizó la adición de crioprecipitados al tratamiento con TXA y se encontró que, independientemente de una ISS más alta, el grupo que recibió el tratamiento combinado tuvo la mortalidad hospitalaria más baja. Finalmente, en el estudio PATCH³² sobre el inicio del TXA antes del ingreso hospitalario en sistemas prehospitalarios de trauma avanzados, se encontró una menor mortalidad temprana, pero que no resultó en un mayor porcentaje de pacientes que sobrevivieron.

En cuanto al riesgo tromboembólico tras la administración de TXA, en numerosos estudios se ha hablado sobre la asociación de un mayor riesgo de algún evento tromboembólico venoso (pulmonar o periférico). En el análisis realizado, el porcentaje de militares con eventos tromboembólicos en el grupo con TXA fue mayor que en el grupo sin TXA. Sin embargo, en los estudios analizados este resultado puede estar influenciado por puntuaciones ISS más altas a la admisión, así como por un mayor número de amputaciones traumáticas y periodos largos de inmovilidad de pacientes que requirieron ser transportados a hospitales desde zonas de conflicto bélico a otros países, como ocurrió en Iraq y

Tabla 1. Resumen de los resultados de las series de casos

Estudio	Tipo de estudio	País	Población	Grupo ácido tranexámico			Grupo sin ácido tranexámico			Desenlace
				n	ISS	ET	n	ISS	ET	
Morrison et al., 2013 ²¹	Estudio retrospectivo observacional	Afganistán	Militares en combate	293	25.2 ± 16.6	15	603	22.5 ± 18.5	3	El grupo con TXA tuvo una mortalidad no ajustada más baja que el grupo sin TXA (17.4% vs. 23.9%; p = 0,003) a pesar de tener lesiones más graves (ISS 25.2 vs. 22.5; p = 0,001.)
Lipsky et al., 2014 ²⁴	Estudio retrospectivo	Israel	Militares en combate	28	17.8 ± 3.7	NE	12	7 ± 2.3	NE	El TXA se administró antes de lo que podría haber sido en el entorno hospitalario sin retrasar la evacuación
Howard et al., 2017 ²²	Estudio retrospectivo observacional	EE.UU.	Militares en combate	849	21.5 ± 21.5	NE	2924	18.2 ± 11.2	NE	El uso de TXA se asoció con un mayor riesgo de embolia pulmonar en la muestra total (HR: 2,82; IC 95%: 2.08-3.81; p < 0,001)
Adair et al., 2020 ²³	Análisis retrospectivo observacional	EE.UU.	Militares en combate	318	NE	96	38	NE	10	El 30% de los que recibieron TXA tenían un ET documentado, el 26% de los que no recibieron TXA tenían un ET documentado y el 43% (n = 264, n = 620) de la muestra no tenían TXA documentado como dado o no dado
Walker et al., 2020 ²⁵	Estudio de cohorte retrospectivo	EE.UU.	Militares en combate	14	36.6 ± 12.5	5	57	25.5 ± 5.3	4	Los pacientes que recibieron TXA tuvieron una GCS inicial más baja (9.2 ± 4.4 vs. 12.5 ± 3.4; p = 0,003); sin embargo, no hubo diferencia en la mortalidad (7.1% vs. 7.0%; p = 1.00)
Hoyt et al., 2021 ²⁶	Estudio retrospectivo observacional	EE.UU.	Militares en combate	176	NE	34	314	21.5 ± 12	12	El TXA es un factor de riesgo independiente para ET mayor después de una lesión ortopédica relacionada con el combate
Johnston et al., 2018 ²⁷	Estudio de cohorte retrospectivo	EE.UU. y Afganistán	Militares en combate	309	27.8 (12.4)	50	146	15.6 (10.8)	21	El personal médico militar disminuyó las oportunidades perdidas de usar adecuadamente TXA, pero también aumentó el uso excesivo; además, la administración de TXA fue un factor de riesgo independiente para la tromboembolia venosa

ET: evento tromboembólico; GCS: Escala de Coma de Glasgow; HR: hazard ratio; IC 95%: intervalo de confianza del 95%; ISS: Injury Severity Score; NE: no especificado; TXA: ácido tranexámico.

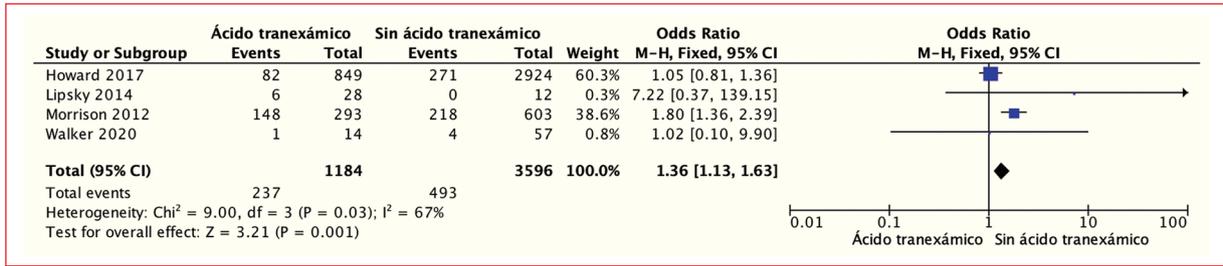


Figura 4. Forest plot de la mortalidad hospitalaria en los grupos con y sin ácido tranexámico.

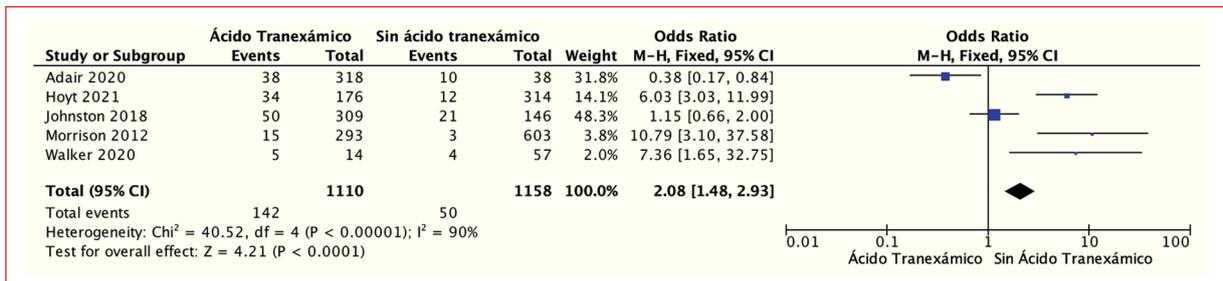


Figura 5. Forest plot de los eventos tromboembólicos en los grupos con y sin ácido tranexámico.

Afganistán, culminando con un mayor riesgo de eventos tromboembólicos independientemente de la administración de TXA. En el metaanálisis de Murao-Shuhei et al.³³, en el que se analizaron 234 estudios con 102,681 pacientes, no hubo evidencia de un aumento del riesgo de evento tromboembólico con la administración de TXA en los pacientes con sangrado.

Conclusiones

Pese a los resultados del aumento de la mortalidad y de los eventos tromboembólicos en el personal militar que recibió TXA en comparación con el grupo en el que no se administró, consideramos que esto puede estar influenciado por puntuaciones ISS más altas a la admisión, infiriendo un trauma más grave que se correlacionó con una menor supervivencia, aunado a que los médicos desplegados estaban obligados a seguir las guías de práctica clínica militar que indican que la administración de TXA debe hacerse como parte de un protocolo de transfusión masiva, así como por periodos largos de inmovilidad secundario a traslados fuera de otro país, que culminan con un aumento del riesgo de eventos tromboembólicos que no se puede atribuir directamente al fármaco. Hay poca evidencia del uso combinado de TXA y hemocomponentes u otros fármacos hemostáticos. Queda pendiente evaluar la

intervención en relación al tiempo puerta-aguja, pues la evidencia en trauma civil demuestra la importancia del tiempo para el tratamiento y la necesidad de uso prehospitalario, pues por cada 15 minutos de retraso en el tratamiento con TXA hay una reducción del 10% de la supervivencia dentro de las 3 horas posteriores a la lesión.

Fortalezas y limitaciones

Las principales limitaciones de este trabajo giran alrededor del tipo de estudios, ya que todos los encontrados en la búsqueda sistemática son observacionales y de cohortes retrospectivos, por lo que la realización de estudios clínicos aleatorizados en el personal militar permitiría reflejar un efecto con más significancia estadística para la administración de TXA. De igual manera es importante mencionar que no se encontraron estudios realizados en nuestro país ni en la región de Latinoamérica. Como fortaleza podemos señalar que es una revisión exhaustiva de la literatura disponible, dirigida a un tipo de trauma específico como es el trauma grave en el contexto bélico.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

L.A. Gorodo-Delsol declara recibir honorarios de Pfizer México S.A. de C.V., Merck Sharp & Dohme Comercializadora S. de R.L. de C.V., Abbot Laboratories de México S.A. de C.V., y SANOFI Pasteur S.A. de C.V., por actividades de educación médica continua y consultoría, pero sin relación con el trabajo presentado, así como de Naturalmedic Quim S.A. de C.V., empresa relacionada al fármaco en cuestión, pero sin injerencia en la elaboración del manuscrito; asimismo, es parte del comité editorial de *Revista de Educación e Investigación en Emergencias*, por lo que se excluyó del proceso de dictamen. El resto de los autores declaran no tener conflicto de intereses que reportar.

Consideraciones éticas

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

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que utilizaron inteligencia artificial para la redacción del texto con NotebookLM de Google para revisión ortográfica y de estilo general, así como para la redacción base del resumen en español.

Referencias

1. Parra C, René O. Consideraciones teórico-metodológicas para el estudio conceptual de la seguridad en México. México: Universidad del Valle de México; 2018. Disponible en: <http://repositorio.uninav.edu.mx/xmlui/handle/123456789/493>.
2. Zerega G. Soldados, 43% de las bajas en la lucha contra el narco. El Economista; 26-01-2020. Disponible en: <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Soldados-43-de-las-bajas-en-la-lucha-contra-el-narco-20200126-0076.html>.
3. Bohannon J. The war in Afghanistan: war as a laboratory for trauma research. *Science*. 2011;331:1261-3.
4. Al-Jeabory M, Szarpak L, Attila K, Simpson M, Smereka A, Gasecka A, et al. Efficacy and safety of tranexamic acid in emergency trauma: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Med*. 2021;10:1046.
5. Nadler R, Gendler S, Benov A, Strugo R, Abramovich A, Glassberg E. Tranexamic acid at the point of injury: the Israeli combined civilian and military experience. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;77(3 Suppl 2): S146-50.
6. Fischer PE, Bulger EM, Perina DG, Delbridge TR, Gestring ML, Fallat ME, et al. Guidance document for the prehospital use of tranexamic acid in injured patients. *Prehosp Emerg Care*. 2016;20:557-9.
7. Relke N, Chornenki NLJ, Sholzberg M. Tranexamic acid evidence and controversies: an illustrated review. *Res Pract Thromb Haemost*. 2021;5:e12546.

8. Watts G, Utako Okamoto. *Lancet*. 2016;387:2286.
9. CRASH-2 trial collaborators; Shakur H, Roberts I, Bautista R, Caballero J, Coats T, Dewan Y, et al. Effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events, and blood transfusion in trauma patients with significant haemorrhage (CRASH-2): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet*. 2010;376:23-32.
10. Heier HE, Badloe J, Bohonek M, Cap A, Doughty H, Korsak J, et al. Use of tranexamic acid in bleeding combat casualties. *Mil Med*. 2015;180:844-6.
11. CRASH-3 trial collaborators. Effects of tranexamic acid on death, disability, vascular occlusive events and other morbidities in patients with acute traumatic brain injury (CRASH-3): a randomised, placebo-controlled trial. *Lancet*. 2019;394:1713-23.
12. Guyette FX, Brown JB, Zenati MS, Early-Young BJ, Adams PW, Eastridge BJ, et al.; STAAMP Study Group. Tranexamic acid during prehospital transport in patients at risk for hemorrhage after injury: a double-blind, placebo-controlled, randomized clinical trial. *JAMA Surg*. 2020;155:1-9.
13. Spinella PC, Bochicchio K, Thomas KA, Staudt A, Shea SM, Pusateri AE, et al. The risk of thromboembolic events with early intravenous 2- and 4-g bolus dosing of tranexamic acid compared to placebo in patients with severe traumatic bleeding: a secondary analysis of a randomized, double-blind, placebo-controlled, single-center trial. *Transfusion*. 2022;62(Suppl 1):S135-42.
14. Morte D, Lammers D, Bingham J, Kuckelman J, Eckert M, Martin M. Tranexamic acid administration following head trauma in a combat setting: does tranexamic acid result in improved neurologic outcomes? *J Trauma Acute Care Surg*. 2019;87:125-9.
15. Coats TJ, Fragoso-Iñiguez M, Roberts I. Implementation of tranexamic acid for bleeding trauma patients: a longitudinal and cross-sectional study. *Emerg Med J*. 2019;36:78-81.
16. McCormack PL. Tranexamic acid: a review of its use in the treatment of hyperfibrinolysis. *Drugs*. 2012;72:585-617.
17. Tranexamic acid. U.S. Food and Drug Administration. 2019. Disponible en: https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2019/212020lbl.pdf.
18. Pfizer Canada. Product monograph: Cyklokapron. 2018. Disponible en: <https://www.pfizer.ca/cyklokapron-tranexamic-acid>.
19. Lecker I, Wang DS, Whissell PD, Avramescu S, Mazer CD, Orser BA. Tranexamic acid-associated seizures: causes and treatment. *Ann Neurol*. 2016;79:18-26.
20. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71.
21. Morrison JJ, Dubose JJ, Rasmussen TE, Midwinter MJ. Military application of tranexamic acid in trauma emergency resuscitation (MATTERs) study. *Arch Surg*. 2012;147:113-9.
22. Howard JT, Stockinger ZT, Cap AP, Bailey JA, Gross KR. Military use of tranexamic acid in combat trauma: does it matter? *J Trauma Acute Care Surg*. 2017;83:579-88.
23. Adair KE, Patrick JD, Kliber EJ, Peterson MN, Holland SR. TXA (tranexamic acid) risk evaluation in combat casualties (TRECC). *Trauma Surg Acute Care Open*. 2020;5:e000353.
24. Lipsky AM, Abramovich A, Nadler R, Feinstein U, Shaked G, Kreiss Y, et al. Tranexamic acid in the prehospital setting: Israel Defense Forces' initial experience. *Injury*. 2014;45:66-70.
25. Walker PF, Bozzay JD, Johnston LR, Elster EA, Rodriguez CJ, Bradley MJ. Outcomes of tranexamic acid administration in military trauma patients with intracranial hemorrhage: a cohort study. *BMC Emerg Med*. 2020;20:39.
26. Hoyt BW, Baird MD, Schobel S, Robertson H, Sanka R, Potter BK, et al. Tranexamic acid administration and pulmonary embolism in combat casualties with orthopaedic injuries. *OTA Int*. 2021;4:e143.
27. Johnston LR, Rodriguez CJ, Elster EA, Bradley MJ. Evaluation of military use of tranexamic acid and associated thromboembolic events. *JAMA Surg*. 2018;153:169.
28. U.S. Army. Tactical combat casualty care handbook. Version 5. Lulu Press; 2020.
29. Gayet-Ageron A, Prieto-Merino D, Ker K, Shakur H, Ageron F-X, Roberts I, et al. Effect of treatment delay on the effectiveness and safety of antifibrinolytics in acute severe haemorrhage: a meta-analysis of individual patient-level data from 40 138 bleeding patients. *Lancet*. 2018;391:125-32.
30. Morales-Cané I, López-Soto PJ, Rodríguez-Borrego MA. Tranexamic acid in trauma patients in the emergency department: systematic review and meta-analysis. *Emergencias*. 2019;31:261-9.
31. Morrison JJ, Ross JD, Dubose JJ, Jansen JO, Midwinter MJ, Rasmussen TE. Association of cryoprecipitate and tranexamic acid with improved survival following wartime injury: findings from the MATTERS II Study. *JAMA Surg*. 2013;148:218-25.
32. The PATCH-Trauma Investigators and the ANZICS Clinical Trials Group. Prehospital tranexamic acid for severe trauma. *N Engl J Med*. 2023;389:127-36.
33. Muroa S, Nakata H, Roberts I, Yamakawa K. Effect of tranexamic acid on thrombotic events and seizures in bleeding patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2021;25:380.

Manejo avanzado de la vía aérea en el servicio de urgencias: revisión narrativa

Samantha de la Vega-González*, Ramsés Dorado-García, Yazmin A. Gómez-Sánchez
y Ana L. Cosme-Leyva

Departamento de Urgencias, Hospital General de Zona 1ª. Dr. Rodolfo Antonio de Mucha Macías, Instituto Mexicano del Seguro Social, Ciudad de México, México

Resumen

El abordaje de pacientes del servicio de urgencias incluye la valoración del ABCDE. La A, correspondiente a vía aérea, representa una prioridad en pacientes críticos, por lo que el uso de una secuencia que culmine con el establecimiento de una vía aérea segura es necesario para garantizar soporte ventilatorio adecuado. Desde su descripción en 1970, la secuencia rápida de intubación ha estado sujeta a controversias y modificaciones. Este trabajo ofrece al lector una actualización de dicha secuencia, considerando estas controversias y enlistando de manera sencilla y secuencial el procedimiento para establecer una vía aérea segura mediante secuencia rápida, con la mejor técnica para reducir el riesgo de complicaciones. El objetivo del estudio es brindar una revisión sobre las actualizaciones en secuencia rápida de intubación, para ello se realizó una búsqueda en la base de datos PubMed/Medline sobre artículos de manejo avanzado de la vía aérea en el paciente críticamente enfermo en el servicio de urgencias entre los años 2015 y 2022 utilizando las palabras clave en inglés que se encontraran en el título o resumen: "(airway) and (emergency) and (management) and (critically ill) and (patient)". Se incluyeron artículos de la base de datos del autor. En los resultados se eligieron 35 que cumplieron con los criterios de selección y cinco artículos adicionales de la base de datos del autor.

Palabras clave: Paciente crítico. Intubación. Secuencia rápida.

Advanced management of the airway in the emergency service: narrative review

Abstract

The initial approach to patients in the emergency department includes the assessment of ABCDE. The A, corresponding to the airway, represents one of the priorities in critically ill patients, so the use of a correct sequence that culminates in the establishment of a safe airway is necessary to guarantee ventilatory support in these patients. Since its description in 1970, the rapid intubation sequence has been subject to multiple controversies and modifications in its development. This work offers the reader an update of said sequence, considering these controversies and listing in a simple and sequential way, the appropriate procedure to carry out the instrumentation of the airway through rapid sequence, with the best technique to reduce risks of complications. The objective of the study is to provide a review on the most relevant aspects of the latest updates in rapid sequence intubation. A PubMed/Medline database was searched for articles on advanced airway management in critically ill patients in the emergency department between 2015 and 2022 using the keywords in English that were found in the title or abstract: "(airway) and (emergency) and (management) and (critically ill) and (patient)".

*Correspondencia:

Samantha de la Vega-González
E-mail: samovg@gmail.com

Fecha de recepción: 25-02-2024

Fecha de aceptación: 24-05-2024

DOI: 10.24875/REIE.24000027

Disponible en internet: 21-08-2025

Rev Educ Investig Emer. 2025;7(3):175-185

www.medicinadeemergencias.com

2604-6520 / © 2024 Sociedad Mexicana de Medicina de Emergencias, AC. Publicado por Permanyer México SA de CV. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

In turn, articles from the author's database were also included. Thirty-five articles that met the selection criteria were chosen and an additional five articles were included after reviewing the authors' database.

Keywords: *Critical patient. Intubation. Rapid sequence.*

Introducción

Dentro del abordaje inicial de los pacientes en una sala de urgencias, la A (correspondiente a la vía aérea) es una de las más altas prioridades en un paciente crítico. El abordaje de manera inadecuada puede tener consecuencias fatales. Por tanto se ha descrito la conocida secuencia rápida de intubación (SRI), la cual implica un proceso ordenado de pasos que termina con el aseguramiento de la vía aérea disminuyendo la probabilidad de presentar complicaciones¹.

Método

Búsqueda de información

Se realizó una búsqueda estructurada en la base de datos PubMed/Medline sobre artículos de manejo avanzado de la vía aérea en el paciente críticamente enfermo en el servicio de urgencias entre los años 2015 y 2022 utilizando las palabras clave en idioma inglés que se encontraran en el título o resumen: “(airway) and (emergency) and (management) and (critically ill) and (patient)”. A su vez, se incluyeron artículos de la base de datos personal del autor, seleccionando deliberadamente.

Selección de estudios

Se incluyeron artículos con información importante a la investigación actual sobre el manejo avanzado de la vía aérea en el paciente en estado grave en el servicio de urgencias a discreción y criterio de los autores, independientemente de su tipo (*airway, emergency, management, critically ill, patient*). Se omitieron artículos no relacionados con humanos, fecha previa a la descrita en la metodología y que aportaran información no importante para esta investigación.

Los criterios de inclusión de los artículos fueron los siguientes:

- Artículos publicados de siete años a la fecha de redacción del presente trabajo.
- Artículos cuyos título o resumen mencionaran las siguientes palabras: *airway, emergency management, critically ill, patient*.

Criterios de exclusión:

- Artículos sobre manejo avanzado de la vía aérea en seres vivos no humanos.
- Artículos con más de siete años de publicación.

Resultados

PubMed arrojó 235 resultados que cumplieron con los criterios de búsqueda. Se excluyeron 200 artículos, ya que su información no se relaciona para fines de la presente publicación y se eligieron 35 que cumplieron con los criterios de selección.

Además, cumplir con las siguientes características: ser claros y concisos en la descripción de las técnicas utilizadas, proporcionando información precisa y detallada sobre los pasos y procedimientos involucrados en el manejo de la vía aérea.

Se incluyeron cinco artículos adicionales después de la revisión de la base de datos de los autores. Se encontró una gran cantidad de información sobre el tema y la mayoría de los artículos van dirigidos para anestesiología, sin embargo también el rol del médico urgenciólogo es crucial en el manejo avanzado de la vía aérea, ya que en un gran porcentaje es en la sala de urgencias donde se lleva a cabo este procedimiento, por lo que requiere de actualización constante y el mantenimiento de habilidades adquiridas. Los urgenciólogos deben estar al tanto de los avances y nuevas técnicas en este campo para poder brindar la mejor atención a los pacientes. Es importante participar en cursos de actualización y continuar practicando regularmente en simuladores para mantener y mejorar las habilidades relacionadas con el manejo de la vía aérea. Además, la participación en actividades de educación médica continua y la revisión de la literatura científica son elementos clave para mantenerse al día y ofrecer un cuidado óptimo a los pacientes en situaciones de emergencia, motivo por el cual se decide realizar una publicación orientada al servicio de urgencias en México para mejora en la práctica clínica cotidiana.

Secuencia rápida de intubación

En su definición y publicación original en 1970, la SRI estaba dirigida a prevenir la regurgitación, vómito o aspiración al realizar intubación traqueal en pacientes

Tabla 1. Indicaciones para el manejo avanzado de la vía aérea

Neurológicas	Trauma	Clínicas	Gasométricas
Glasgow < 8 puntos	Trauma que involucra la vía aérea	Datos de dificultad respiratoria (WOB > 4 puntos)	Hipercapnia > 50 mmHg con pH < 7.20
	Hematoma cervical	Paro cardiorrespiratorio	PaO ₂ < 50 mmHg a pesar de oxígeno suplementario
	Edema de vía aérea (quemaduras, anafilaxia)	FR > 30 o < 10 rpm	
	Trauma raquímedular		

WOB: *work of breathing scale*; rpm: respiraciones por minuto.

con sospecha de estómago lleno, durante la inducción de anestesia general o reanimación cardiopulmonar². Sin embargo, actualmente la SRI se define como un procedimiento que culmina con el aseguramiento de la vía aérea y que incluye la administración simultánea de un agente hipnótico y un relajante neuromuscular minimizando el riesgo de aspiración entre otras complicaciones, como intubación esofágica, hipoxia prolongada y lesión de la vía aérea, entre otras^{1,3}.

Algunas de las indicaciones para el manejo avanzado de la vía aérea pueden dividirse como se explica en la **tabla 14**.

La SRI consiste en siete pasos (las 7 P):

1. Preparación
2. Preoxigenación
3. Premedicación
4. Inducción y bloqueo neuromuscular (Parálisis)
5. Posicionamiento e intubación
6. Verificación de la Posición del tubo
7. Cuidados Postintubación^{1,3}

PASO 1: PREPARACIÓN

Consiste en comprobar que se cuenta con todo el material necesario para llevar a cabo el procedimiento. Incluye además una evaluación rápida de las características del paciente en búsqueda de predictores de vía aérea difícil. Sin embargo, es importante destacar el manejo hemodinámico y de la vía respiratoria en torno a la intubación endotraqueal en el área de urgencias o en la unidad de cuidados intensivos, ya que hasta en el 3.5% de los artículos citados, la hipoxemia periintubación se asoció con la mortalidad hospitalaria (*odds ratio* [OR]: 2.40; intervalo de confianza del 95% [IC95%]: 1.33-4.31], pacientes estables (OR: 2.67; IC95%: 1.38-5.17), pero no con la duración de la estancia en la UCI (estimación puntual: 0.9 días; IC95%: -1.0 a 2.8 días)⁵. De igual

manera las condiciones hemodinámicas periintubación juegan un importante rol en el desenlace de estos pacientes, tal y como se describe más adelante.

Existen algunas nemotecnias que nos ayudan a completar este primer paso, las cuales se describen a continuación:

– Material necesario. SOAPME:

- S: *suction* (succión). Debe localizarse al lado derecho de quien realiza la intubación.
- O: *oxygen* (oxígeno). Dispositivo que se utilizará para brindar flujo de oxígeno constante durante el procedimiento, usualmente una mascarilla autoinflable.
- A: *airway* (vía aérea). Búsqueda de predictores de vía aérea difícil (ver Predictores de vía aérea difícil).
- P: *pharmacology* (fármacos). Hace referencia a todos los fármacos necesarios tanto para el procedimiento, como para posibles complicaciones e incluyen: pretratamiento, inductores, bloqueadores neuromusculares, antiarrítmicos, vasopresores, etc.
- M: *monitoring* (monitoreo). Incluye todos los equipos disponibles para optimizar el procedimiento y detectar complicaciones (monitor cardíaco, oximetría, capnografía, POCUS).
- E: *equipment* (equipo). Verificar la disponibilidad de todos los recursos necesarios para llevar a cabo el procedimiento, pasando desde fármacos y oxígeno hasta el equipo y los dispositivos necesarios para la instrumentación de la vía aérea: laringoscopio con hojas de diferentes tamaños, cánulas traqueales, guía metálica o *bougie*, etc. Por otra parte, con el surgimiento de la pandemia de COVID-19 y el aumento en el número de pacientes que requieren intubación endotraqueal de emergencia, se ha impulsado la búsqueda de formas de minimizar la generación de aerosoles, reduciendo así el riesgo de transmisión de infecciones, por lo que en caso de contar con el recurso, se sugiere el uso de videolaringoscopia

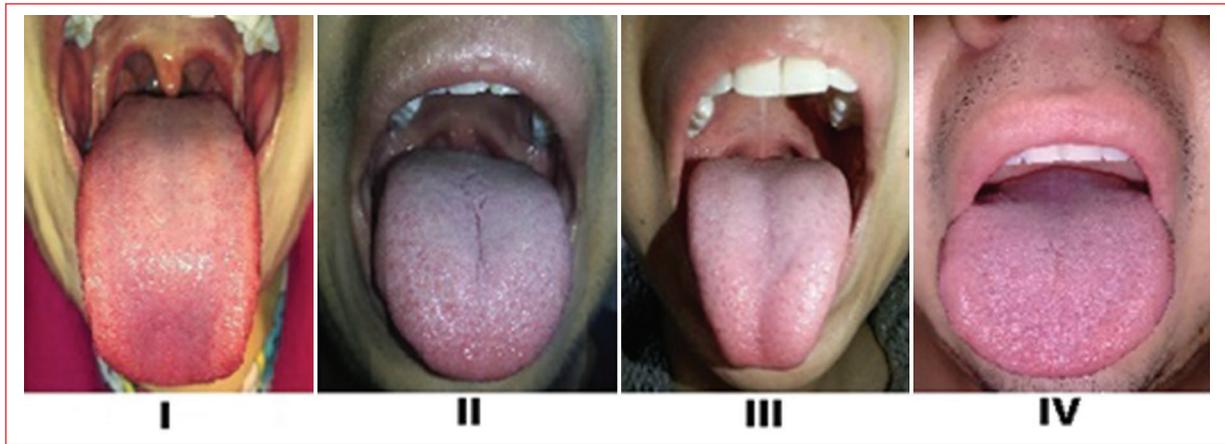


Figura 1. Clasificación de Mallampati. **I:** total visualización de las amígdalas, úvula y paladar blando. **II:** visibilidad de paladar duro y blando, porción superior de las amígdalas y úvula. **III:** son visibles el paladar duro y blando y la base de la úvula. **IV:** solo es visible el paladar duro.

como método para permitir que el médico tenga una adecuada distancia del paciente disminuyendo la exposición y el riesgo de contagio^{6,7}.

– Predictores de vía aérea difícil. En el ámbito de una sala de urgencias no es factible realizar muchas mediciones que usualmente se utilizan en ambientes más controlados, como una intubación en área de quirófano, por lo tanto se considera que una de las nemotecnias más fácilmente aplicables es la escala de LEMON. Sin embargo, es importante destacar que ninguna herramienta predictiva puede predecir con precisión el éxito (o el fracaso) realizado en la sala de emergencias⁹. LEMON:

- L: *look externally* (mirada externa). Consiste en la evaluación mediante la inspección de características anatómicas de la vía aérea como cuello corto, obesidad, macroglosia u otras que dificulten la ventilación y/o intubación.
- E: *evaluate* (evaluación). Verificar la regla 3-3-2. Apertura oral de al menos tres dedos de distancia entre la arcada dentaria superior e inferior, distancia de al menos tres dedos entre el mentón y el inicio del cuello (piso de la boca), y dos dedos entre el piso de la boca y el cartílago tiroideos.
- M: *Mallampati*. Se realizará una evaluación de las estructuras visibles al pedirle al paciente, en sedestación, que abra la boca y saque la lengua. Dependiendo de las estructuras que sean visibles (paladar blando, úvula y pilares amigdalinos) se divide en cuatro grados, siendo los grados 3 y 4

predictores de vía aérea difícil. En la **figura 1** se muestra la clasificación de Mallampati.

- O: *obstruction of the airway* (obstrucción de la vía aérea). Ya sea por deformidades de estructuras propias de la vía aérea, patologías de esta o cuerpos extraños.
- N: *neck mobility* (movilidad del cuello). Sobre todo en pacientes con sospecha de lesión cervical, ya que esto condiciona dificultad para el correcto posicionamiento del paciente^{1,3,4}.

No predecir una vía aérea difícil puede retrasar el manejo posterior del paciente y la preparación de una vía aérea alternativa. Dispositivos e intentos repetidos de intubación se vinculan a un mayor riesgo de eventos adversos como insuficiencia cardíaca, paro cardíaco, arritmia cardíaca, regurgitación y lesión de las vías respiratorias⁹.

PASO 2: PREOXIGENACIÓN

Consiste en aportar al paciente una fracción inspirada de oxígeno lo más cercana al 100%, con la finalidad de desplazar el nitrógeno del espacio alveolar, garantizando así una apnea segura. Es decir, un tiempo de apnea sin hipoxia, la cual se considera está en relación con el peso, y que puede ir de 3 a 8 minutos. Se realiza de manera simultánea a la preparación del equipo y se considera un tiempo mínimo de 3 minutos, aunque puede ir hasta 5 minutos.

Se recomienda la preoxigenación con un dispositivo de bajo flujo. Si necesita usar una máscara facial, el filtro HEPA debe usarse y ajustarse correctamente

para proporcionar un sellado adecuado. Hay que tener en cuenta que a mayor flujo de oxígeno mayor riesgo de generación de aerosoles, así mismo no se debe aplicar presión positiva a menos que sea necesario¹⁰.

Otros autores consideran que los tiempos seguros de apnea pueden oscilar entre segundos y minutos, según las características del paciente (p. ej., edad, índice de masa corporal, enfermedad subyacente, índice metabólico, estado ácido-base, fisiología corporal, etc.) y el método de preoxigenación¹¹.

El uso de presión positiva en este paso puede aumentar el riesgo de aspiración, ya que eleva la presión gástrica, sin embargo su uso en ciertos pacientes con depresión respiratoria se vuelve imprescindible^{1,3,4}.

En los pacientes con restricción de la capacidad funcional residual (obesos, embarazadas, hipertensión intraabdominal) la preoxigenación no será tan efectiva⁴. La preoxigenación antes de la intubación en pacientes críticos, especialmente pacientes hipoxémicos, es crucial. Sin embargo, las técnicas comúnmente utilizadas en el quirófano (cánulas nasales de alto flujo durante varios minutos, seguida de ventilación manual con bolsa, válvula y máscara) pueden no ser efectivas o factibles en el área de urgencias¹².

PASO 3: PREMEDICACIÓN

El objetivo final es la reducción de efectos secundarios devengados de la laringoscopia, los cuales incluyen aumento de la presión intracraneal, hipotensión y bradicardia, entre otros. Se indica 3 minutos previos a la inducción, sin embargo no se utiliza como regla en todas las ocasiones.

La nemotecnia LOAD hace referencia a los fármacos utilizados con este objetivo, sin embargo actualmente se encuentra en desuso debido a que los fármacos utilizados como desfasciculadores ya no se recomiendan; se describe la nemotecnia por la importancia del resto de fármacos:

- Lidocaína. Disminuye las reacciones secundarias a la manipulación de la vía aérea. Su principal indicación es en pacientes con hiperreactividad bronquial o aquellos con hipertensión endocraneana. Dosis: 1-1.5 mg/kg de peso.
- Opioides. El más utilizado es el fentanilo, por su inicio de acción rápido, vida media corta y disminución significativa de la respuesta simpática posterior a la manipulación de la vía aérea. Dosis: 2-3 mcg/kg de peso.
- Atropina. No se utiliza de manera sistemática. Sin embargo en algunos casos se utiliza como pretratamiento en presencia de bradicardia.

- Desfasciculantes. Anteriormente se utilizaban dosis desfasciculantes de algunos bloqueadores neuromusculares, sobre todo la succinilcolina, sin embargo en la actualidad no se recomienda el uso de estas dosis previas a la inducción¹³.

PASO 4: INDUCCIÓN Y BLOQUEO NEUROMUSCULAR (PARÁLISIS)

Administración simultánea de un agente sedante (inductor) y un bloqueador neuromuscular, a fin de facilitar el procedimiento de instrumentación de la vía aérea, minimizando el riesgo de complicaciones como la aspiración o la lesión de estructuras anatómicas^{3,4,13,14}.

A continuación se enlistan los fármacos más utilizados en la SRI.

Inductores

Etomidato

Se prefiere en escenarios de inestabilidad hemodinámica, ya que la repercusión de su uso en el gasto cardíaco y las resistencias vasculares es mínima. Tiene efectos en el metabolismo cerebral, como la reducción del flujo sanguíneo y el consumo de oxígeno, pero sin afectar la presión de perfusión. Produce sedación.

Mecanismo de acción: refuerza el complejo GABA-receptor, inhibiendo los estímulos excitatorios.

Inicio de acción: 30-60 s.

Duración: 3-5 min.

Dosis: 0.3-0.6 mg/kg de peso.

Efectos secundarios: insuficiencia suprarrenal secundaria a supresión de la síntesis de esteroides por inhibición de la 11-beta-hidroxilasa^{1,3,14}.

Ketamina

Ideal en pacientes asmáticos, ya que genera broncodilatación o pacientes inestables que aún cuentan con reserva aminérgica. Metabolito activo: norketamina. Produce analgesia, amnesia y sedación.

Mecanismo de acción: antagonista de los receptores NMDA (N-metil-D-aspartato).

Inicio de acción: 20-60 s.

Duración: 15-20 min.

Dosis: 1-4 mg/kg de peso.

Efectos secundarios: estimulación simpática (taquicardia, hipertensión arterial, sialorrea, aumento de las resistencias vasculares periféricas), en pacientes con depleción de catecolaminas puede ocasionar

hipotensión importante, lo cual se puede prevenir reduciendo la dosis a la mitad^{3,14}.

Propofol

Útil en la neuroprotección. Disminuye el metabolismo cerebral y el consumo miocárdico de oxígeno. Produce sedación y amnesia.

Mecanismo de acción: refuerza el complejo GABA (ácido gamma-aminobutírico)-receptor, inhibiendo los estímulos excitatorios.

Inicio de acción: 20-60 s.

Duración: 5-10 min.

Dosis: 1-2 mg/kg de peso.

Efectos secundarios: bradicardia e hipotensión son los más importantes. Su uso en pacientes hemodinámicamente inestables no está indicado^{1,3,14}.

Midazolam

Actualmente no tiene ninguna indicación específica, ya que no ofrece mayores beneficios que otros de los fármacos ya mencionados. Sin embargo se continúa empleando en escenarios donde es el único inductor disponible.

Mecanismo de acción: estimulación del GABA.

Inicio de acción: 20-60 s.

Duración: 10-30 min.

Dosis: 0.05-0.3 mg/kg de peso.

Efectos secundarios: náuseas, vómitos, tos, *delirium*, euforia, apnea residual, reacciones paradójicas^{1,3}.

Bloqueadores de la placa neuromuscular

DESPOLARIZANTES

Succinilcolina

Método de referencia en SRI. Es el único agente de este tipo disponible de manera comercial.

Mecanismo de acción: unión a los receptores nicotínicos de acetilcolina en la placa neuromuscular, produciendo despolarización y parálisis.

Inicio de acción: 45-60 s.

Duración: 6-10 min.

Dosis efectiva: 1-1.5 mg/kg de peso.

Efectos secundarios: hiperpotasemia (aumento de 0.5 mEq/l de potasio sérico por cada dosis), taquifilaxia, bradicardia, fasciculaciones, rabdomiólisis, aumento de la presión intraocular y aumento de la presión intragástrica, hipertermia maligna^{1,3,14}.

Tabla 2. Principales inductores y bloqueadores neuromusculares utilizados en la secuencia rápida de intubación

Fármaco	Dosis	Inicio de acción	Duración del efecto
Etomidato	0.3-0.6 mg/kg	30-60 s	3-5 min
Ketamina	1-4 mg/kg	20-60 s	15-20 min
Propofol	1-2 mg/kg	20-60 s	5-10 min
Midazolam	0.05-0.3 mg/kg	20-60 s	10-30 min
Succinilcolina	1-1.5 mg/kg	45-60 s	6-10 min
Rocuronio	1.2 mg/kg	60-75 s	40-60 min
Vecuronio	0.1 mg/kg	3-4 min	25-50 min

No DESPOLARIZANTES

Rocuronio

Agente de elección cuando existe contraindicación para uso de succinilcolina.

Mecanismo de acción: impide la unión de acetilcolina a sus receptores postsinápticos y por ende su activación.

Inicio de acción: 60-75 s.

Duración: 40-60 min.

Dosis efectiva: 1.2 mg/kg de peso.

Efectos secundarios: taquicardia, aumento de la resistencia vascular periférica^{1,3,14}.

Vecuronio

Poco ocupado frente a la succinilcolina y el rocuronio debido a su lento inicio de acción.

Mecanismo de acción: impide la unión de acetilcolina a sus receptores postsinápticos y por ende su activación.

Inicio de acción: 3-4 minutos.

Duración: 25-50 min.

Dosis efectiva: 0.1 mg/kg de peso.

Efectos secundarios: los mismos que el rocuronio¹⁴.

En la **tabla 2** se enlistan los fármacos más utilizados para inducción y bloqueo neuromuscular en la SRI.

Durante mucho tiempo se ha buscado la mejor combinación de fármacos, mencionándose que el inductor ideal sería aquel que genere analgesia, amnesia y sedación sin presentar efectos adversos. En este contexto se han estudiado combinaciones de inductores con la finalidad de mejorar los beneficios y reducir los efectos adversos, principalmente los de relevancia

hemodinámica, puesto que esto representa un factor de riesgo de mortalidad periintubación^{15,16}.

El estudio KEEP PACE publicó la asociación de ketamina/propofol en comparación con una dosis reducida de etomidato para la SRI, sin embargo no se encontró diferencia significativa en los resultados cardiovasculares con cualquiera de las dos opciones, por lo que se mencionan ambas como seguras en contexto de pacientes con inestabilidad hemodinámica¹⁶.

Por otra parte, existen situaciones específicas en donde la SRI requiere algunas modificaciones al llevarse a cabo, tal es el caso del manejo avanzado de la vía aérea en pacientes intoxicados. Existe evidencia en donde se reporta que hasta el 59% de los pacientes que fallecen por una intoxicación por fármacos no tuvieron un manejo adecuado en este apartado¹⁷.

Los pacientes con intoxicaciones farmacológicas tienen mayor riesgo de presentar complicaciones periintubación como hipotensión, hipoxia, vómito, acidosis, entre otras, relacionadas con el fármaco ingerido, por lo que se recomienda manejar estas previo a la manipulación de la vía aérea ya sea con reanimación hídrica o incluso uso de bicarbonato, siempre y cuando el paciente pueda ser ventilado y por lo tanto la intubación pueda posponerse en tanto se brinda el manejo hemodinámico, en caso contrario la prioridad será la vía aérea¹⁷.

Dependiendo del tipo de intoxicación que se presente se puede optar por ciertos fármacos para la SRI, por ejemplo, en el contexto de un síndrome simpaticomimético, el uso de fentanilo y benzodiazepinas pueden ser recomendable por los efectos que presentan estos pacientes, ya que actuarán como medida terapéutica ante ellos¹⁷.

PASO 5: POSICIÓN DEL PACIENTE Y LARINGOSCOPIA

Se coloca al paciente en una posición idónea para realizar la laringoscopia con la finalidad de alinear los tres ejes: oral, faríngeo y laríngeo, lo que permite una visualización óptima de la glotis. En este paso se describen algunas maniobras como la maniobra de BURP (*back, up-right position*), la cual expone de manera más sencilla la glotis hacia el personal que realiza la intubación, siendo una técnica de manipulación laríngea externa. Otra maniobra es la de Sellick o presión cricoidea, la cual consiste en comprimir el cartílago cricoides en sentido anteroposterior con la finalidad de prevenir la regurgitación gastroesofágica, sin embargo su recomendación es cada vez menor, ya que no se ha demostrado que realmente disminuya la incidencia

de aspiración por reflujo. Se realiza la instrumentación de la vía aérea ya sea con laringoscopia directa o videolaringoscopia y posteriormente se realiza el neumotaponamiento a máximo 20-30 cm de H₂O para prevenir la necrosis traqueal^{3,4,18}.

PASO 6: COMPROBACIÓN DEL TUBO ENDOTRAQUEAL

Métodos:

- Visualización directa de la introducción del tubo a través de las cuerdas vocales.
- Auscultación: se debe auscultar primero en el epigastrio y si se escucha la entrada de aire, retirar el tubo y pensar en otro plan para manejo de vía aérea. Si no se ausculta aire en este punto se puede proceder a auscultar ambos hemitórax para verificar la correcta entrada y salida de aire.
- Capnografía (método de referencia): se debe observar una curva en el monitor en donde la presión parcial de CO₂ espirado sea cercana a los 40 mmHg.
- Radiografía de tórax: el extremo del tubo debe observarse a la altura de las clavículas o a 5-7 cm por arriba de la carina, lo que corresponde a los cuerpos vertebrales 5-6 de la columna torácica^{3,4,18}.
- Ultrasonografía traqueal: se debe buscar una interfaz aire-mucosa con el signo de cola de cometa, lo que indica una posición traqueal del tubo, sin embargo, si la interfaz aire-mucosa se ve doble, esto indicaría una intubación esofágica. El ultrasonido en el punto de atención cuenta con una alta sensibilidad y especificidad para la confirmación de la intubación traqueal, mediante el protocolo TRUE¹⁹⁻²¹.

PASO 7: MANEJO POSTINTUBACIÓN

En esta etapa la finalidad es brindar un soporte óptimo mientras se resuelve la patología que condicionó la intubación. Por lo que se incluye aquí el manejo de tal condición, en tanto que se brinda sedoanalgesia, monitorización adecuada de la función ventilatoria y hemodinámica, así como la resolución de complicaciones que puedan desprenderse del procedimiento^{3,4}.

Las complicaciones más frecuentes y graves en la intubación endotraqueal son la hipoxemia y el colapso cardiovascular. Múltiples intentos para lograr la intubación incrementan el riesgo de presentar estas complicaciones²².

Condiciones como estado de choque, insuficiencia respiratoria y acidosis metabólica, entre otros cambios fisiopatológicos, aumentan sustancialmente el riesgo

de efectos adversos periintubación en comparación con los pacientes intubados en quirófano^{15,22}.

Se sugiere que hasta el 28% de los pacientes críticamente enfermos que reciben intubación endotraqueal experimentan una complicación que amenaza la vida, como hipoxemia o inestabilidad hemodinámica, y que el 2.7% de estos procedimientos se complican con paro cardíaco¹⁵.

Previendo la hipoxemia

Los predictores para la desaturación son: a) insuficiencia respiratoria aguda; b) operadores inexpertos, y c) hipoxemia inicial. Las tres se asocian con aumento de la mortalidad intrahospitalaria²².

La preoxigenación requiere desnitrogenización de la capacidad funcional residual con oxígeno, con la finalidad de aumentar el tiempo de apnea sin hipoxemia, sin embargo la capacidad residual funcional disminuye proporcionalmente a la gravedad del daño pulmonar²².

Los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda tienen fracción de cortocircuito aumentada y limitaciones en el transporte de oxígeno y del volumen alveolar. El tiempo de desaturación durante la apnea asociada con la intubación puede reducirse especialmente en pacientes hipoxémicos, por lo que la insuficiencia respiratoria aguda se ha identificado como un factor de riesgo de colapso cardiovascular grave y de complicaciones relacionadas con la intubación²³.

Existen variables que determinan una preoxigenación exitosa, como la duración del aporte de oxígeno, el dispositivo utilizado y la posición del paciente. Los dispositivos principales para la preoxigenación son la mascarilla con bolsa reservorio, las cánulas nasales de alto flujo y la bolsa-válvula-mascarilla. El uso de ventilación con presión positiva debe reservarse para los casos en los que no pueda lograrse una saturación mayor al 93% a pesar de un aporte de oxígeno alto. El objetivo es brindar la mayor cantidad de flujo y una fracción inspirada de oxígeno lo más cercana posible al 100%. En cuanto al tiempo necesario para lograr una desnitrogenización adecuada, se han comparado la efectividad de realizar preoxigenación durante 3 minutos con volumen tidal normal para cada paciente, o en caso de paciente cooperadores, realizar ocho respiraciones de capacidad vital durante un minuto, sin encontrarse diferencia entre los dos métodos, por lo que ambas son opciones seguras. Recientemente se han descrito beneficios de realizar la preoxigenación con una elevación de la cabeza a 20-25°, lo que alarga el tiempo de apnea segura al mejorar la

capacidad residual funcional que se encuentra disminuida en posición supina²⁴⁻²⁷.

Previendo el colapso cardiovascular

La inestabilidad hemodinámica en la fase de periintubación puede deberse a una variedad de factores como: efectos adversos farmacológicos, la ventilación con presión positiva, el nivel de habilidad del intubador, la disponibilidad de recursos, la fisiología y la enfermedad del paciente o sus comorbilidades²⁸.

La inestabilidad hemodinámica es un factor predictor de muerte postintubación y la hipotensión se asocia con mayor estancia en la unidad de cuidados intensivos y altas tasas de mortalidad hospitalaria²².

Se han informado varios factores de riesgo para hipotensión, que incluyen edad, alto índice de choque, pH igual o menor a 7.20, intubación por insuficiencia respiratoria aguda, agentes no despolarizantes utilizados para el bloqueo neuromuscular y administración de propofol²⁹.

La combinación de hipotensión y desaturación aumenta la probabilidad de presentar paro cardiorrespiratorio²².

En cuanto a la hipotensión, sus causas y mecanismos fisiopatológicos son multifactoriales debido a cambios fisiológicos durante la intubación. Los posibles mecanismos incluyen la pérdida abrupta del tono adrenérgico, debido a los fármacos sedantes o paralizantes que disminuyen la resistencia vascular y también el aumento de la presión intratorácica debido a la ventilación con presión positiva, que afecta negativamente el retorno venoso al corazón (precarga)³⁰.

Varios mecanismos propuestos explican la causa subyacente del paro cardíaco después de una intubación endotraqueal en pacientes en estado crítico. Los cambios fisiológicos, como la acidosis profunda, con una frecuencia respiratoria reducida inadvertida a consecuencia de la intubación, conducen a una disminución adicional del pH. También es posible que los pacientes en estado de choque no toleren la disminución de la precarga cardíaca y del retorno venoso que resulta del aumento de la presión intratorácica relacionado con la ventilación con presión positiva. Además, los pacientes críticamente enfermos que se mantienen con una producción endógena alta de catecolaminas pueden sufrir un estado simpaticolítico en el que la eliminación del estímulo estresante por medio de la sedación o un parálisis induce un paro cardíaco³¹.

El estudio INTUBE se creó con la finalidad de valorar la incidencia y tipo de los mayores efectos adversos periintubación en pacientes críticos, determinar factores

de riesgo asociados a dichos efectos y establecer la asociación de eventos adversos periintubación con resultados de los pacientes críticos, considerando la desaturación, la inestabilidad hemodinámica y el paro cardíaco como los principales efectos adversos y concluyendo que la incidencia de estos se reduce significativamente cuando se logra una intubación en el primer intento¹⁵. Se ha encontrado un mayor número de laringoscopias necesarias cuando el procedimiento es realizado por personal no experto. Sin embargo, dos o más laringoscopias se asocian con mayor número de complicaciones graves, independientemente de que fueran realizadas por personal experto o no³².

Por lo tanto, las estrategias para el manejo avanzado de la vía aérea se han centrado en tratar de optimizar las condiciones para lograr este éxito al primer intento sin efectos adversos, aunque la mayoría de estos esfuerzos han ido encaminados a las vías aéreas anatómicamente difíciles. Recientemente ha aumentado el interés acerca de la vía aérea fisiológicamente difícil, ya que podría incrementar el riesgo de efectos adversos independientemente de las características anatómicas de los pacientes³³.

Uno de cada cuatro pacientes críticos sometidos a intubación traqueal presenta colapso cardiovascular, definido como choque, paro cardíaco o muerte, durante, inmediatamente o después del procedimiento. Este colapso se asocia con un incremento significativo en el riesgo de muerte. El estudio PREPARE ha propuesto la administración de un bolo de fluido intravenoso justo antes del inicio de la inducción de la anestesia como medio para prevenir el colapso cardiovascular durante la intubación traqueal, sin encontrar diferencia significativa entre la incidencia de colapso cardiovascular al comparar ambos grupos de estudio^{34,35}.

La optimización del paciente antes de la intubación puede ser importante para garantizar la estabilidad hemodinámica y el suministro adecuado de oxígeno en un intento de minimizar el deterioro adicional durante el desafío fisiológico de la intubación, incluida la hipotensión e hipoxemia posteriores a la intubación, que se asocian con una mayor morbilidad y mortalidad²⁸.

Los fármacos utilizados para la intubación son especialmente importantes cuando se trata de complicaciones hemodinámicas. Después de un periodo de activación máxima del sistema simpaticomimético, todos los fármacos anestésicos conducirán rápidamente a inestabilidad hemodinámica después de la inducción. Los vasopresores deben usarse en gran medida de forma preventiva³⁶.

En la secuencia de intubación rápida estándar la ketamina tiene ventajas por su efecto hemodinámico positivo como simpaticomimético débil, por lo que es más probable que mantenga la perfusión tisular durante y después de la intubación. Lo ideal es que los pacientes con déficit de perfusión altos que requieren intubación endotraqueal sean reanimados antes de la intubación. La dosis de ketamina debe basarse en el peso corporal ideal, estimado por la altura del paciente, no por el peso corporal real³⁷.

Se recomienda evitar medicamentos que reducen el tono simpático, como el fentanilo y la lidocaína, además de colocar un volumen tidal pequeño de 6-8 ml/kg con baja PEEP (presión positiva al final de la espiración) para disminuir la presión intratorácica. Y colocar una sonda nasogástrica para descomprimir el estómago distendido que afecta la presión del compartimiento intratorácico o abdominal en caso necesario³⁸.

Se ha descrito que el uso de un bloqueador neuromuscular (principalmente succinilcolina y rocuronio) puede asociarse con hipotensión posterior a la intubación³⁹. De igual forma, se ha demostrado que después de la inducción con propofol, el gasto cardíaco se reduce significativamente y la eficiencia cardíaca muestra una tendencia a la reducción, aunque no estadísticamente significativa. Aunque los efectos hemodinámicos negativos del propofol son bien conocidos, el deterioro hemodinámico posterior a la administración de bolos de propofol está mediado en gran medida por su efecto sobre el sistema venoso. Lo más probable es que este efecto esté regulado por medio de la alteración del tono venoso, cambiando el volumen venoso de un volumen estresado a uno no estresado⁴⁰.

El uso de vasopresores muestra resultados prometedores en la mejora de la hemodinamia. Aunque un estudio no muestra superioridad del uso de vasopresores sobre la administración de un bolo de líquido, algunos expertos recomiendan el uso de vasopresores como una intervención complementaria antes o durante la intubación³⁸.

Conclusiones

Se identificaron las características determinantes en el manejo avanzado de la vía aérea como tratamiento soporte de pacientes críticamente enfermos en el servicio de urgencias. La actualización en manejo avanzado de la vía aérea es de vital importancia para garantizar la seguridad y la eficacia en el manejo de pacientes en situaciones críticas. La implementación

de técnicas y dispositivos como la intubación endotraqueal, la mascarilla laríngea y la cricotiroidotomía, proporciona opciones variadas y adaptadas a cada caso, siendo la primera la más utilizada, lo cual justifica que todo médico de urgencias logre dominarla. Sin embargo, es fundamental estar preparado para enfrentar complicaciones y situaciones difíciles como las lesiones de la vía aérea, la obstrucción de la vía aérea y la ventilación inadecuada. Una adecuada formación y experiencia son cruciales para abordar estas situaciones con eficiencia. En este sentido, la actualización constante y el mantenimiento de habilidades técnicas son fundamentales para lograr resultados positivos y salvar vidas.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

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

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria y anonimizados, por lo que no fue necesario el consentimiento informado. Se han seguido las recomendaciones pertinentes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

- Almarales JR, Saavedra MA, Salcedo O, Romano DW, Morales JF, Quijano CA, et al. Inducción de secuencia rápida para intubación orotraqueal en Urgencias. *Rev Repert Med Cir.* 2016;25(4):210-8.
- Stept WJ, Safar P. Rapid induction/intubation for prevention of gastric-content aspiration. *Anesth Analg.* 1970;49(4):633-6.
- Zamarrón-López EI, Pérez-Nieto OR, Díaz-Martínez MA, Sánchez-Díaz JS, Soriano-Orozco R, Guerrero-Gutiérrez MA, et al. Secuencia de inducción rápida en paciente crítico. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo.* 2020;20(1):23-32.
- Alvarado-Ferlini M. Secuencia de intubación rápida en el Servicio de Emergencias: una revisión bibliográfica. *Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad de Iberoamérica.* 2021;3(2):1-9.

- Smischney NJ, Khanna AK, Brauer E, Morrow LE, Ofoma UR, Kaufman DA, et al. Risk factors for and outcomes associated with peri-intubation hypoxemia: a multicenter prospective cohort study. *J Intensive Care Med.* 2021;36(12):1466-74.
- Jishnu M, Bhoi S, Sahu AK, Suresh S, Aggarwal P. Airway management practices among emergency physicians: An observational study. *Turk J Emerg Med.* 2022;22(4):186-91.
- Avery P, Morton S, Raitt J, Lossius HM, Lockey D. Rapid sequence induction: where did the consensus go? *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2021;29(1):64.
- Yamanaka S, Goto T, Morikawa K, Watase H, Okamoto H, Hagiwara Y, et al. Machine learning approaches for predicting difficult airway and first-pass success in the emergency department: multicenter prospective observational study. *Interact J Med Res.* 2022;11(1):1-11.
- Savatmongkornkul S, Pitakwong P, Sricharoen P, Yuksen C, Jenpanitpong C, Watcharakitpaisan S. Difficult laryngoscopy prediction score for intubation in emergency departments: a retrospective cohort study. *Open Access Emerg Med.* 2022;(14):311-22.
- Pérez-Fernández T, Agüero-Moreira M, Troz-Parra IP. Consideraciones en el manejo de la vía aérea del paciente COVID-19. *Sinergia.* 2022;7(5):e818.
- Driver BE, Klein LR, Prekker ME, Cole JB, Satpathy R, Kartha G, et al. Drug order in rapid sequence intubation. *Acad Emerg Med.* 2019;26(9):1014-21.
- Cabrini L, Landoni G, Baiardo-Redaelli M, Saleh O, Votta CD, Fominskiy E, et al. Tracheal intubation in critically ill patients: a comprehensive systematic review of randomized trials. *Crit Care.* 2018;22(1):1-9.
- Maluenda F, Aguilera P, Kripper C, Navea O, Basaure C, Saldías F. Secuencia rápida de intubación en el Servicio de Urgencia. *Rev Chil Med Int.* 2015;30(1):23-32.
- Alfaro-Hutchinson K, Durán-Monge P, Villalobos-Vega EE. Fármacos inductores y paralizantes: Una actualización en secuencia rápida de intubación. *Rev Medica Sinerg.* 2022;7(3):e774.
- Russotto V, Myatra SN, Laffey JG, Tassistro E, Antolini L, Bauer P, et al. Intubation practices and adverse peri-intubation events in critically ill patients from 29 countries. *JAMA.* 2021;325(12):1164-72.
- Smischney NJ, Nicholson WT, Brown DR, Gallo De Moraes A, Hoskote SS, Pickering B, et al. Ketamine/propofol admixture vs etomidate for intubation in the critically ill: KEEP PACE Randomized clinical trial: KEEP PACE Randomized clinical trial. *J Trauma Acute Care Surg.* 2019;87(4):883-91.
- Burket GA, Horowitz BZ, Hendrickson RG, Beauchamp GA. Endotracheal intubation in the pharmaceutical-poisoned patient: a narrative review of the literature. *J Med Toxicol.* 2021;17(1):61-9.
- Smith TL, van Meter J. Maximizing success with rapid sequence intubations. *Adv Emerg Nurs J.* 2018;40(3):183-93.
- Alpert EA. The ABCDs of ResUS - Resuscitation Ultrasound. *Cureus.* 2019;11(5):e4616.
- Rahmani F, Parsian Z, Shahsavarinia K, Pouraghaei M, Negargar S, Mehdizadeh Esfanjani R, et al. Diagnostic value of sonography for confirmation of endotracheal intubation in the emergency department. *Anesth Pain Med.* 2017;7(6):e58350.
- Vázquez-Martínez JL, Murillo-Pozo MA, Sánchez-Porras M. Valoración ecográfica de la vía aérea central. *Protoc Diagn Ter Pediatr.* 2021;1:437-45.
- Mosier JM, Sakles JC, Adam Law J, Brown CA, Brindley PG. Tracheal intubation in the critically ill: where we came from and where we should go. *Am J Respir Crit Care Med.* 2020;201(7):775-88.
- Perbet S, De Jong A, Delmas J, Futier E, Pereira B, Jaber S, et al. Incidence of and risk factors for severe cardiovascular collapse after endotracheal intubation in the ICU: a multicenter observational study. *Crit Care.* 2015;19(1):257.
- Pourmand A, Robinson C, Dorwart K, O'Connell F. Pre-oxygenation: implications in emergency airway management. *Am J Emerg Med.* 2017;35(8):1177-83.
- Avery-Cooper G, Seadon S. Does bag-mask ventilation between induction and laryngoscopy reduce the incidence of hypoxemia during intubation of critically ill patients? *CJEM.* 2019;21(6):713-4.
- De Jong A, Myatra SN, Roca O, Jaber S. How to improve intubation in the intensive care unit. Update on knowledge and devices. *Intensive Care Med.* 2022;48(10):1287-98.
- Smischney NJ, Khanna AK, Brauer E, Morrow LE, Ofoma UR, Kaufman DA, et al. Risk factors for and outcomes associated with peri-intubation hypoxemia: a multicenter prospective cohort study. *J Intensive Care Med.* 2021;36(12):1466-74.
- Green RS, Fergusson DA, Turgeon AF, McIntyre LA, Kovacs GJ, Griesdale DE, et al. Resuscitation prior to emergency endotracheal intubation: results of a national survey. *West J Emerg Med.* 2016;17(5):542-8.
- Dubée V, Hariri G, Joffre J, Hagry J, Raia L, Bonny V, et al. Peripheral tissue hypoperfusion predicts post intubation hemodynamic instability. *Ann Intensive Care.* 2022;12(1):68.
- Althunayyan SM. Shock index as a predictor of post-intubation hypotension and cardiac arrest; a review of the current evidence. *Bull Emerg Trauma.* 2019;7(1):21-7.

31. Wardi G, Villar J, Nguyen T, Vyas A, Pokrajac N, Minokadeh A, et al. Factors and outcomes associated with inpatient cardiac arrest following emergent endotracheal intubation. *Resuscitation*. 2017;121:76-80.
32. Griesdale DE, Bosma TL, Kurth T, Isac G, Chittock DR. Complications of endotracheal intubation in the critically ill. *Intensive Care Med*. 2008;34(10):1835-42.
33. Pacheco GS, Hurst NB, Patanwala AE, Hypes C, Mosier JM, Sakles JC. First pass success without adverse events is reduced equally with anatomically difficult airways and physiologically difficult airways. *West J Emerg Med*. 2021;22(2):360-8.
34. Janz DR, Casey JD, Semler MW, Russell DW, Dargin J, Vonderhaar DJ, et al. Effect of a fluid bolus on cardiovascular collapse among critically ill adults undergoing tracheal intubation (PrePARE): a randomized controlled trial. *Lancet Respir Med*. 2019;7(12):1039-47.
35. Russell DW, Casey JD, Gibbs KW, Dargin JM, Vonderhaar DJ, Joffe AM, et al. PrePARE II Investigators. Protocol and statistical analysis plan for the PREventing cardiovascular collaPse with Administration of fluid RESuscitation during Induction and Intubation (PREPARE II) randomised clinical trial. *BMJ Open*. 2020;10(9):e036671.
36. De Jong A, Myatra SN, Roca O, Jaber S. How to improve intubation in the intensive care unit. Update on knowledge and devices. *Intensive Care Med*. 2022;48(10):1287-98.
37. Merelman AH, Perlmutter MC, Strayer RJ. Alternatives to rapid sequence intubation: contemporary airway management with ketamine. *West J Emerg Med*. 2019;20(3):466-71.
38. Althunayyan SM. Shock Index as a predictor of post-intubation hypotension and cardiac arrest: a review of the current evidence. *Bull Emerg Trauma*. 2019;7(1):21-7.
39. Smischney NJ, Demirci O, Diedrich DA, Barbara DW, Sandefur BJ, Trivedi S, et al. Incidence of and risk factors for post-intubation hypotension in the critically ill. *Med Sci Monit*. 2016;22:346-55.
40. Zucker M, Kagan G, Adi N, Ronel I, Matot I, Zac L, et al. Changes in mean systemic filling pressure as an estimate of hemodynamic response to anesthesia induction using propofol. *BMC Anesthesiol*. 2022;22(1):234.

Avances contemporáneos de la fluidoterapia en la sepsis y el choque séptico, una revisión narrativa

Manuel S. Pérez-Díaz^{1*} y Regina Solares-Zendejas²

¹Servicio de Urgencias Adultos, Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado; ²Departamento de Ciencias Biológicas y de Salud, Universidad Autónoma y Metropolitana Campus Xochimilco. Ciudad de México, México

Resumen

La gestión de la fluidoterapia en pacientes con sepsis y choque séptico es un tema ampliamente debatido en el campo de la medicina moderna. La terapia dirigida por objetivos, aunque ha sido clave, se encuentra en controversia respecto a su efectividad. La personalización del manejo de fluidos y la evaluación continua son elementos esenciales para optimizar los resultados clínicos en pacientes críticos.

Palabras clave: Sepsis. Choque séptico. Fluidoterapia. Respuesta a fluidos.

Contemporary advances in fluid therapy in sepsis and septic shock, a narrative review

Abstract

The management of fluid therapy in patients with sepsis and septic shock is a widely debated topic in the field of modern medicine. Goal-directed therapy, although pivotal, is controversial regarding its effectiveness. Customizing fluid management and continuous evaluation are essential elements to optimize clinical outcomes in critical patients.

Keywords: Sepsis. Septic shock. Fluid therapy. Fluid responsive.

*Correspondencia:

Manuel S. Pérez-Díaz
E-mail: santiagopd@outlook.com

Fecha de recepción: 24-03-2024

Fecha de aceptación: 05-06-2024

DOI: 10.24875/REIE.24000033

Disponible en internet: 21-08-2025

Rev Educ Investig Emer. 2025;7(3):186-196

www.medicinadeemergencias.com

2604-6520 / © 2024 Sociedad Mexicana de Medicina de Emergencias, AC. Publicado por Permanyer México SA de CV. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La administración de líquidos intravenosos es una práctica que puede llevarse a cabo en cualquier fase de la enfermedad crítica asociada con la sepsis. Durante décadas, la administración de fluidos intravenosos ha sido reconocida como un método efectivo para mejorar la presión arterial media (PAM) en pacientes que presentan hipotensión. La reanimación utilizando soluciones, tanto coloides como cristaloides, representa una intervención omnipresente dentro del ámbito de la medicina de urgencias.

Es crucial destacar que todos los líquidos de reanimación tienen el potencial de contribuir al desarrollo de edema intersticial. Esto es particularmente relevante en contextos inflamatorios, donde el uso excesivo de estos fluidos puede exacerbar dicha condición¹. Por lo tanto, los médicos especializados en cuidados críticos deben ejercer un juicio clínico prudente al considerar el uso de fluidos de reanimación, tratándolos con el mismo nivel de precaución que aplicarían al prescribir cualquier fármaco. En este sentido, la elección de los líquidos de reanimación debe ser una decisión informada y metódica, basada en una comprensión profunda de la fisiopatología del paciente, así como en los últimos avances y las evidencias disponibles en la literatura médica¹.

Definimos «sepsis» como una disfunción de órganos que amenaza la vida, causada por una respuesta descontrolada del huésped ante una infección. Para su implementación en la práctica clínica, tal disfunción orgánica puede evidenciarse por un aumento en la puntuación de la escala SOFA (*Sepsis related Organ Failure Assessment*) de al menos 2 puntos, una situación que se correlaciona con una mortalidad intrahospitalaria superior al 10%².

El choque séptico, por su parte, es una forma especial de sepsis marcada por desajustes circulatorios, celulares y metabólicos especialmente pronunciados, lo cual lleva a un riesgo de mortalidad mayor que la sepsis por sí sola¹. Los pacientes con choque séptico pueden ser identificados en la clínica por la necesidad de administrar vasopresores para alcanzar una PAM de ≥ 65 mmHg y un nivel de lactato en suero > 2 mmol/l (> 18 mg/dl), en ausencia de hipovolemia².

Aspectos contemporáneos sobre la fluidoterapia en la sepsis

La terapia guiada por objetivos tempranos (TGOT) establecía como metas de reanimación la presión venosa central (PVC) = 8-12 mmHg, presión arterial

media (PAM) = 65-90 mmHg, gasto urinario $> 0,5$ ml/kg/hora y saturación venosa central de oxígeno (ScvO₂) $> 70\%$ dentro de las primeras seis horas¹. Este enfoque implica la regulación de la precarga cardíaca, la poscarga y la contractilidad para equilibrar la entrega y la demanda de oxígeno. Rivers et al.³ destacan como referente en la TGOT de la sepsis grave y el choque séptico. En su protocolo, los pacientes fueron asignados aleatoriamente a recibir terapia estándar o TGOT administrando 30 ml/kg de solución cristaloides para lograr la estabilización hemodinámica inicial. No hubo diferencias significativas en las características basales entre ambos grupos. Los resultados mostraron que, durante las primeras 6 horas, los pacientes en el grupo de TGOT alcanzaron objetivos hemodinámicos clave más efectivamente que el grupo de terapia estándar, incluyendo una mayor PAM y una saturación venosa central de oxígeno. Entre las 7 y 72 horas de tratamiento, este grupo también presentó mejores indicadores de saturación venosa central de oxígeno, concentraciones de lactato, déficit de base y pH que el grupo de terapia estándar³.

La selección de fluidos y sus volúmenes para la reanimación en casos de choque séptico ha sido motivo de controversia durante largo tiempo. Las directrices actuales de la Surviving Sepsis Campaign (SSC) concuerdan con lo descrito por Rivers et al.³. Esta se cataloga como una recomendación de baja evidencia fundamentada en evidencia de calidad baja por la misma SSC, pero esta indicación no es extensible a todos los pacientes, en particular a aquellos con enfermedades concomitantes, tales como trastornos cardiovasculares o enfermedad renal crónica⁴. Si bien este grupo específico de pacientes podría obtener beneficios de los bolos de fluidos, es imprescindible personalizar el volumen administrado.

Desde el año 2014, diversos estudios, como ProCESS, ProMISe, ARISE, *Simplified Severe Sepsis Protocol 2*, *Andromeda Shock 2*, CLASSIC y CLOVERS, demostraron que la TGOT no resultó ser superior a un enfoque de manejo más conservador.

El estudio ProCESS⁵ incluyó 1351 pacientes con sepsis e hipotensión que no respondía a un bolo inicial de al menos 1000 ml. Evaluó la efectividad de la TGOT para mejorar la mortalidad hospitalaria. La primera intervención del estudio consistió en el seguimiento del protocolo TGOT administrando bolos de fluido de 500 ml hasta alcanzar una presión venosa central > 8 mm Hg. La segunda intervención administró bolos de fluido de 500-1000 ml hasta conseguir una presión arterial sistólica > 100 mmHg, un índice de choque

inferior a 0.8 o evidencia de sobrecarga hídrica⁵. En el grupo control se manejó la terapia de fluidos basándose en el juicio clínico hasta que se presentaron signos de sobrecarga de fluidos. El consumo medio de fluidos durante las primeras 6 horas fue de 2.8 l para el grupo TGOT, 3.3 l para el grupo con la intervención modificada basada en el protocolo y 2.3 l para el grupo de control. La mortalidad no mostró diferencias significativas entre los grupos. Este estudio concluyó que la TGOT y su versión modificada no mejoraron los resultados en pacientes con sepsis, sin poder corroborar hallazgos anteriores⁵.

El estudio ProMISe⁶ incluyó 1260 pacientes con sepsis, signos de síndrome de respuesta inflamatoria sistémica e hipotensión que no respondieron a bolos iniciales de 1000 ml. Se investigó si la TGOT podría reducir la mortalidad a 90 días. El grupo de control recibió terapia de fluidos según el criterio clínico hasta la aparición de signos de sobrecarga de fluidos. La mediana de fluidos administrados fue de 1750 ml en el grupo de TGOT y 1500 ml en el grupo de control durante las primeras 6 horas. No se encontraron diferencias significativas en los resultados entre TGOT y el control. Este ensayo tampoco logró demostrar un beneficio de la TGOT.

El estudio ARISE⁷ se enfocó en la descripción exhaustiva de las prácticas de resucitación hemodinámica aplicadas en pacientes que acuden al departamento de emergencias con sospecha de sepsis y manifestaciones de hipotensión, definida como una presión arterial sistólica < 100 mmHg a pesar de haber recibido una resucitación inicial con al menos 1000 ml de fluidos intravenosos.

En cuanto a la resucitación con fluidos intravenosos, se encontró que los pacientes recibieron una mediana de 2000 ml, con un rango de 1500-3000 ml, antes de iniciar la infusión de vasopresores. El volumen total de fluidos administrados desde el momento previo a la inscripción en el estudio hasta las 24 horas posteriores fue de 4200 ml, con un rango de 1000-12,200 ml, reflejando una variabilidad significativa en las prácticas de resucitación. El 37.1% de los pacientes fueron ingresados en la unidad de cuidados intensivos y la tasa de mortalidad hospitalaria global fue del 6.2%. Los resultados revelaron que no hubo diferencias significativas en la mortalidad por todas las causas a los 90 días entre el grupo de TGOT y el de atención habitual. Además, se observó un mayor porcentaje de pacientes en el grupo de TGOT que requirieron soporte vasopresor y una menor duración de la estancia en el departamento de emergencias⁷. No se encontraron diferencias

en la duración de la estancia hospitalaria ni en la necesidad de soporte orgánico.

El *Simplified Severe Sepsis Protocol 2*⁸ se enfocó en abordar la pregunta de si la implementación de un protocolo de resucitación que incluye la administración temprana de fluidos intravenosos, vasopresores y transfusión sanguínea después de la llegada al departamento de emergencias mejora la mortalidad intrahospitalaria en los adultos con sepsis e hipotensión, en comparación con la atención habitual. Se incluyeron 209 adultos con sepsis e hipotensión y se encontró que el protocolo de sepsis de 6 horas, el cual enfatizaba la administración de fluidos intravenosos, vasopresores y transfusión de sangre, incrementó significativamente la mortalidad intrahospitalaria en comparación con la atención habitual, con cifras del 48.1% frente al 33.0%, respectivamente. Este hallazgo plantea importantes implicaciones, en particular en entornos con recursos limitados. Destaca que un protocolo de resucitación temprana con la administración de fluidos intravenosos, vasopresores y transfusión de sangre para adultos con sepsis podría resultar en un aumento de la mortalidad en comparación con la atención habitual en dichos entornos.

El *Andromeda Shock 2*⁹ abordó la importancia de la perfusión periférica anormal después de la resucitación del choque séptico, la cual se ha asociado con disfunción orgánica y mortalidad⁹. Aunque se reconoce este vínculo, aún no se ha establecido claramente el papel de la evaluación clínica de la perfusión periférica como objetivo durante la resucitación en el choque séptico temprano. El objetivo del estudio fue determinar si una resucitación dirigida específicamente a la perfusión periférica durante el choque séptico en adultos resultaría más efectiva que una resucitación enfocada en normalizar los niveles de lactato para reducir la mortalidad. El estudio incluyó 424 pacientes con choque séptico que fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: uno con un protocolo de resucitación que buscaba normalizar el tiempo de relleno capilar y otro que buscaba normalizar o disminuir los niveles de lactato en más del 20% cada 2 horas, durante un periodo de intervención de 8 horas. Los resultados revelaron que la estrategia de resucitación dirigida a la perfusión periférica no logró reducir significativamente la mortalidad a los 28 días en comparación con la estrategia enfocada en los niveles de lactato. Sin embargo, se observó que la resucitación dirigida a la perfusión periférica estuvo asociada con una menor disfunción orgánica a las 72 horas, según la evaluación mediante el puntaje SOFA. Este estudio proporcionó información valiosa sobre las estrategias de resucitación en pacientes con choque séptico.

Señala la necesidad de investigaciones adicionales para comprender mejor la relación entre la perfusión periférica, los niveles de lactato y los resultados clínicos en esta población. Aunque el protocolo aumentó la administración de líquidos intravenosos y disminuyó los niveles de ácido láctico, no mejoró los resultados de mortalidad y estuvo asociado con una mayor mortalidad en comparación con el cuidado habitual⁹.

El estudio CLASSIC¹⁰ evaluó el efecto de la terapia restringida de líquidos intravenosos en comparación con la terapia estándar en pacientes con choque séptico en la unidad de cuidados intensivos. Incluyó 1554 pacientes, de los cuales 770 fueron asignados al grupo de terapia restringida y 784 al grupo de terapia estándar. La terapia restringida implicaba limitar la administración de líquidos intravenosos, mientras que la terapia estándar no tenía restricciones en la cantidad de líquidos administrados. Los resultados mostraron que la terapia restringida de líquidos intravenosos no tuvo un impacto significativo en la mortalidad a los 90 días en comparación con la terapia estándar. La tasa de mortalidad a los 90 días fue del 42.3% en el grupo de terapia restringida y del 42.1% en el grupo de terapia estándar, lo que sugiere una diferencia mínima y no significativa entre los dos grupos. Asimismo, no hubo diferencias significativas en la cantidad de días sin soporte vital ni en los días fuera del hospital entre los dos grupos. El protocolo de terapia restringida permitía la administración de líquidos intravenosos en situaciones específicas, como hipoperfusión grave, pérdidas de líquidos documentadas, corrección de deshidratación o déficit electrolítico, o para garantizar una ingesta total de líquidos diaria de al menos 1 litro. El grupo de terapia estándar no tenía un límite superior para la cantidad de líquidos intravenosos que se debían administrar y seguía las pautas de la SSC para la mejora de los factores hemodinámicos. Sus hallazgos indican que, en los pacientes adultos con choque séptico, la restricción de líquidos intravenosos no tuvo un impacto significativo en la mortalidad a los 90 días en comparación con la terapia estándar.

En el estudio CLOVERS¹¹ se comparó el efecto de una estrategia de líquidos intravenosos restrictiva con una estrategia liberal en pacientes con hipotensión inducida por sepsis. Se asignó aleatoriamente a los pacientes a recibir una estrategia restrictiva (priorizando vasopresores y volúmenes más bajos de líquidos intravenosos) o una estrategia liberal (priorizando volúmenes más altos de líquidos intravenosos antes del uso de vasopresores) durante un periodo de 24 horas. Se hipotetizó que la estrategia restrictiva reduciría la

mortalidad por todas las causas antes del alta a los 90 días, en comparación con la estrategia liberal. Se estudiaron 1563 pacientes durante el periodo de protocolo de 24 horas. Las terapias de reanimación administradas difirieron entre los grupos; se administraron menos líquidos intravenosos en el grupo restrictivo que en el grupo liberal. Sin embargo, la mortalidad por todas las causas antes del alta a los 90 días fue similar en ambos grupos: 14.0% en el grupo restrictivo y 14.9% en el grupo liberal. En cuanto a los resultados secundarios, no hubo diferencias significativas entre los dos grupos en la cantidad de días libres de uso de ventilador, días libres de terapia de reemplazo renal, días libres de uso de vasopresores, días fuera de la unidad de cuidados intensivos ni días fuera del hospital. Además, se observó un uso de vasopresores más temprano, más prevalente y de mayor duración en el grupo restrictivo. Entre los pacientes con hipotensión inducida por sepsis, la estrategia de líquidos restrictivos utilizada en este ensayo no resultó en una mortalidad significativamente menor (ni mayor) antes del alta a los 90 días en comparación con la estrategia liberal¹¹.

La terapia con fluidos en pacientes con sepsis y choque séptico ha sido un tema de debate constante en la medicina moderna. La TGOT, que busca optimizar la entrega de oxígeno y la estabilización hemodinámica, ha sido ampliamente estudiada y aplicada en entornos clínicos^{3,4}. Sin embargo, la efectividad de esta estrategia se ha cuestionado a partir de los resultados de varios estudios que han sido contradictorios⁵⁻¹¹.

Uno de los puntos clave de discusión es la cantidad óptima de líquidos intravenosos que deben administrarse durante la fase inicial de la resucitación⁵⁻¹¹. La TGOT, como se describe en el protocolo de Rivers et al.³, propone la administración de 30 ml/kg de solución cristaloide para lograr la estabilización hemodinámica inicial. En su estudio³, este enfoque demostró mejoras en la estabilización hemodinámica y en los objetivos clave durante las primeras horas de tratamiento. Sin embargo, estudios más recientes, como ProCESS, ProMISe, ARISE, *Simplified Severe Sepsis Protocol 2*, *Andromeda Shock 2*, CLASSIC y CLOVERS, han planteado dudas sobre la superioridad de la TGOT en comparación con un enfoque más conservador⁵⁻¹¹. Estos estudios han demostrado que la administración agresiva de líquidos intravenosos no necesariamente se traduce en una mejora significativa en la mortalidad o en otros resultados clínicos importantes.

Los estudios ProCESS⁵ y ProMISe⁶ encontraron que la TGOT no mejoró la mortalidad en pacientes con sepsis e hipotensión en comparación con un enfoque más

convencional basado en el juicio clínico. Del mismo modo, el estudio ARISE⁷ observó que no hubo diferencias significativas en la mortalidad por todas las causas a los 90 días entre el grupo de TGOT y el grupo de atención habitual. Además, *Simplified Severe Sepsis Protocol 2*⁸ y *Andromeda Shock 2*⁹ revelaron resultados sorprendentes, como un aumento significativo en la mortalidad intrahospitalaria en entornos con recursos limitados cuando se implementaba un protocolo de resucitación agresiva con líquidos intravenosos.

Estos hallazgos plantean importantes interrogantes sobre la mejor estrategia de fluidoterapia en los pacientes con sepsis y choque séptico. Aunque la TGOT puede tener beneficios en la estabilización hemodinámica inicial, no está claro si este enfoque conlleva una mejora sustancial en los resultados a largo plazo, como la mortalidad y la morbilidad.

Es crucial reconocer la necesidad de personalizar el manejo de fluidos según las características individuales de cada paciente, como la presencia de enfermedades concomitantes, trastornos cardiovasculares o enfermedad renal crónica. Además, se requiere una evaluación continua de la evidencia científica para guiar las decisiones clínicas y desarrollar protocolos de tratamiento más efectivos y seguros para los pacientes con sepsis y choque séptico.

Evaluación y pruebas para determinar si un desafío de líquidos podría incrementar el rendimiento cardíaco

La predicción de la respuesta a los fluidos es un componente esencial en la práctica médica actual, ya que permite anticipar si la administración de líquidos resultará en un aumento significativo del gasto cardíaco¹². Este enfoque estratégico presenta una serie de beneficios fundamentales que impactan de manera positiva en la gestión clínica de los pacientes. Uno de los beneficios más destacados es la reducción de la administración innecesaria de fluidos, lo que a su vez contribuye a evitar posibles complicaciones asociadas con la sobrecarga de líquidos, como la insuficiencia cardíaca congestiva y el edema pulmonar; esto desempeña un papel crucial en la optimización del balance hídrico de los pacientes, evitando tanto la deshidratación como la retención excesiva de líquidos¹².

Para predecir la respuesta a los fluidos se utilizan pruebas e índices dinámicos que evalúan el efecto de los cambios en la precarga cardíaca sobre el gasto cardíaco: la presión venosa central (PVC), la presión de oclusión de la arteria pulmonar (POAP), la variación de

la presión del pulso (VPP), la variación del volumen sistólico (VVS), el test de oclusión al final de la espiración, la elevación pasiva de piernas, el minidesafío de líquidos y la ecografía en el punto de atención (POCUS, *point of care ultrasonography*).

Estas estrategias se ha convertido en una herramienta invaluable para los clínicos, ya que les permiten tomar decisiones más informadas y personalizadas respecto a la administración de líquidos en cada paciente. Al evitar la sobrecarga de fluidos en aquellos que no presentan una respuesta favorable, se minimizan los riesgos asociados y se optimiza el manejo hemodinámico de manera más eficiente y segura.

La PVC es una medida crítica en la evaluación de la presión en la aurícula derecha y la precarga cardíaca, comúnmente expresada en rangos normales de 5-10 cmH₂O. Esta medición se logra mediante la inserción de catéteres venosos centrales para determinar el volumen exógeno, que representa el volumen en la vasculatura que ejercerá tensión en las paredes de los vasos sanguíneos. Unos valores bajos de PVC sugieren la posibilidad de que los pacientes puedan incrementar su gasto cardíaco y otros parámetros hemodinámicos, como la presión arterial, mediante la aplicación de soluciones intravenosas¹².

No obstante, es fundamental reconocer que la PVC por sí sola, como una medida aislada o estática, podría no ser suficiente para prever la respuesta del paciente a la terapia de fluidos. Por consiguiente, resulta esencial integrar estas mediciones con información clínica adicional y el contexto global para evaluar con precisión el valor y la eficacia de la terapia de fluidos en cada paciente. En términos generales, aproximadamente el 57% de los pacientes son respondedores a la terapia de fluidos con una reanimación guiada por la medición de la PVC¹².

La POAP es una medida que estima la presión del ventrículo izquierdo al final de la diástole y la presión auricular izquierda, generalmente expresada en 4-12 cmH₂O. Esta medición se logra utilizando catéteres venosos centrales para evaluar el volumen entregado. De modo similar a la PVC, unos valores bajos de POAP sugieren que los pacientes podrían aumentar su gasto cardíaco y otros parámetros hemodinámicos al entregar un volumen exógeno durante su reanimación¹³.

Respecto a la PVC y la POAP, no se cuenta con evidencia que respalde la práctica generalizada de utilizar estas medidas en la terapia de fluidos. Por lo tanto, este enfoque en la resucitación con fluidos debería ser reconsiderado y posiblemente abandonado en la toma de decisiones clínicas. Es crucial tener en cuenta que

una medida aislada o estática por sí sola podría no ser suficiente para determinar la respuesta de un paciente a la terapia de fluidos. Por lo tanto, es esencial integrar estas mediciones con información clínica adicional y el contexto más amplio para evaluar el valor de la terapia de fluidos en cada paciente^{12,13}.

La VPP es un importante indicador que muestra los cambios en la presión del pulso durante la respiración con ventilación mecánica, típicamente entre el 10 y el 15%¹⁴. El cálculo de la VPP, generalmente expresado como porcentaje, se obtiene al medir la diferencia entre las presiones del pulso máxima y mínima dividido por la media de estos valores. Esta variación surge de las fluctuaciones dinámicas en la presión intratorácica inducidas por la ventilación positiva. Una VPP elevada indica una mayor diferencia entre la presión del pulso en inspiración y espiración, y se relaciona con eventos como la disminución en el retorno venoso al ventrículo derecho, además del aumento en la precarga y el gasto cardíaco en respuesta a la administración de fluidos¹⁴. Se ha establecido que una VPP > 10-12% tiene una sensibilidad del 88% y una especificidad del 89% para predecir una adecuada respuesta a fluidos^{14,15}. Sin embargo, la VPP puede no ser tan confiable en ciertas situaciones, como respiración espontánea, arritmias cardíacas, aumento de la presión intraabdominal, disfunción del ventrículo derecho, bajo volumen tidal o baja distensibilidad pulmonar¹⁴.

La VVS es un índice que refleja los cambios dinámicos en el volumen de eyección durante la respiración con ventilación mecánica, normalmente entre el 10 y el 13%. Una disminución significativa en la VVS entre la espiración y la inspiración (> 25%) en pacientes bajo ventilación a presión positiva indica una disminución en la precarga y el retorno venoso al ventrículo derecho, identificando así a pacientes más propensos a experimentar un aumento en la precarga y el gasto cardíaco en respuesta a un desafío de fluidos¹⁶.

Igual que ocurre con la variación en la VPP, hay situaciones en las que la VVS puede ser un predictor menos confiable de la respuesta a los fluidos. Un valor de variación en la VVS > 12% puede usarse para predecir la respuesta a los fluidos, mostrando un desempeño similar a la VPP¹⁴⁻¹⁶.

La prueba de oclusión al final de la espiración indica una oclusión aproximada de 15 segundos del tubo endotraqueal en un paciente bajo ventilación mecánica al final de la espiración. Aumentos significativos en la presión del pulso (> 15%) y el gasto cardíaco (> 12%) después de esta prueba predicen una mayor probabilidad de respuesta a un desafío de fluidos. Esta prueba

aumenta temporalmente el retorno venoso, la precarga cardíaca y el volumen de eyección en pacientes respondedores, simulando un desafío de fluidos¹⁶.

Al igual que con otras maniobras dinámicas para predecir la respuesta a fluidos, la prueba de oclusión al final de la espiración requiere que los pacientes estén bajo ventilación mecánica invasiva. En algunas situaciones esta prueba puede ser limitada o menos confiable para predecir la respuesta a fluidos, como en caso de incapacidad para realizar la oclusión de 15 segundos en pacientes con alto trabajo respiratorio espontáneo, bajo volumen tidal o baja distensibilidad pulmonar. Un cambio en la presión del pulso > 5% durante esta prueba se asocia con un aumento en el gasto cardíaco con un desafío de fluidos, mostrando una sensibilidad del 87% y una especificidad del 100%¹⁶.

La elevación pasiva de las piernas es una maniobra dinámica para evaluar los cambios en la precarga y el gasto cardíaco en respuesta a la reposición rápida de un paciente semisentado a posición supina con ambas piernas elevadas 30-45°. Unos incrementos significativos en la presión del pulso o el volumen de eyección (> 10-15%) tras esta prueba predicen una mayor probabilidad de respuesta a los fluidos. Esta técnica puede aumentar temporalmente el retorno venoso, la precarga cardíaca y el volumen de eyección en pacientes respondedores, simulando un desafío de fluidos equivalente a unos 300 ml de autotransfusión¹⁷.

A diferencia de otras maniobras dinámicas para predecir la respuesta a fluidos, el levantamiento pasivo de las piernas no requiere ventilación mecánica invasiva. Sin embargo, situaciones como hipovolemia grave, aumento de la presión intraabdominal, incapacidad para movilizar al paciente o cambiar su posición rápidamente en la cama, o la utilización de medias de compresión, pueden limitar la eficacia de esta prueba para predecir la respuesta a fluidos. Un cambio en el volumen de eyección > 9% y en la presión del pulso > 10% durante el levantamiento pasivo de las piernas se asocia con un aumento en el gasto cardíaco con un desafío de fluidos, mostrando una sensibilidad combinada del 85% y una especificidad del 91%¹⁷.

El minidesafío de fluidos es una maniobra dinámica en la que se administra rápidamente un pequeño volumen de líquido (unos 100 ml) durante aproximadamente 1 minuto para predecir la respuesta a fluidos. Un incremento significativo (> 10%) en el índice de tiempo de velocidad (una estimación del volumen de eyección) tras un bolo rápido de 100 ml (seguido por 400 ml en 14 minutos) predice la respuesta a fluidos. A diferencia de otras maniobras dinámicas para predecir la

respuesta a fluidos, el minidesafío no requiere que el paciente esté ventilado mecánicamente ni que reciba inicialmente un gran volumen de líquido¹⁸. Sin embargo, este enfoque puede estar limitado por su validación insuficiente, la necesidad de administrar un bolo de líquido y la realización de POCUS para medir cambios en tiempo real en el índice de tiempo de velocidad. Un cambio en el índice de tiempo de velocidad > 10% en respuesta a un desafío de 100 ml se asocia con un aumento en el gasto cardíaco con un desafío de fluidos, mostrando una sensibilidad del 95% y una especificidad del 78%¹⁸.

La POCUS se refiere a un ultrasonido dirigido que evalúa varios parámetros para predecir la respuesta a fluidos y detectar complicaciones de la terapia con líquidos. Estos parámetros incluyen el índice de tiempo de velocidad subaórtico como estimación del volumen de eyección, la evaluación del volumen ventricular izquierdo en diástole como estimación de la precarga, el diámetro de la vena cava inferior y la variación en el colapso inspiratorio para predecir la respuesta a fluidos (o intolerancia), y la evaluación del parénquima pulmonar en busca de edema pulmonar (líneas B) para predecir la intolerancia a fluidos¹⁹.

La POCUS presenta ventajas por ser no invasiva, permitir evaluaciones seriadas y evaluar cambios en la respuesta a intervenciones. Sin embargo, su limitación o fiabilidad reducida puede surgir en contextos como la capacitación del operador para la adquisición y la interpretación de imágenes, y la menos confiable medida dinámica de la variación respiratoria en el diámetro de la vena cava inferior en pacientes bajo ventilación mecánica. La POCUS es una herramienta versátil que puede informar tanto sobre la respuesta como sobre la intolerancia a fluidos¹⁹.

La ecografía pulmonar es una aplicación básica de la ecografía crítica, definida como un ciclo que asocia diagnósticos urgentes con decisiones terapéuticas inmediatas. BLUE es un protocolo rápido (< 3 minutos) que permite el diagnóstico de insuficiencia respiratoria aguda. Incluye un análisis venoso en casos apropiados. El edema pulmonar, la embolia pulmonar, la neumonía, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el asma y el neumotórax presentan perfiles específicos. El edema pulmonar, por ejemplo, muestra cohetes pulmonares anteriores asociados con deslizamiento pulmonar, lo que se denomina «perfil B». Luego, la ecografía pulmonar se utiliza para evaluar un parámetro directo de la volemia clínica: la aparición de líneas B, que se considera el punto final para la terapia de fluidos. El síndrome intersticial es un trastorno raramente reconocido

con herramientas convencionales. Los intensivistas no dedican mucha energía a su detección, pero esta aplicación tiene un potencial básico e inesperado. La definición actualizada de la línea B requiere tres criterios constantes y cuatro bastante constantes. La línea B siempre es un artefacto de cola de cometa, siempre surge de la línea pleural y siempre se mueve junto con el deslizamiento pulmonar. Esta definición la distingue de otros artefactos de cola de cometa. En resumen, la ecografía pulmonar, especialmente mediante el protocolo BLUE, es una herramienta valiosa para diferenciar diversas afecciones pulmonares y evaluar la respuesta a la terapia de fluidos en pacientes críticamente enfermos²⁰.

La evaluación ecocardiográfica de la vena cava inferior en la unidad de cuidados intensivos es una práctica común en el estudio de los pacientes críticos. Esta evaluación se basa en el principio fisiológico de la interacción pulmón-corazón, en la que las variaciones en la presión transpulmonar durante la respiración afectan el retorno venoso y el diámetro de la vena cava inferior²¹.

En pacientes bajo ventilación mecánica invasiva en modo controlado (sin esfuerzo respiratorio), la vena cava inferior se distiende en respuesta a la presión positiva aplicada en el tórax durante la inspiración. Un diámetro de la vena cava inferior > 21 mm con un colapso < 50% durante la inspiración sugiere una presión elevada en la aurícula derecha (entre 10 y 20 mmHg), indicando una baja probabilidad de respuesta a fluidos. Por otro lado, un diámetro entre 5 y 10 mmHg se considera intermedio y requiere la evaluación de otros parámetros para determinar mejor la presión en la aurícula derecha. En estos casos se deben tener en cuenta el tamaño de la aurícula derecha, el flujo hepático, la regurgitación tricúspide y la función ventricular derecha²².

En pacientes bajo ventilación mecánica en modo espontáneo (con esfuerzo respiratorio), la evaluación de la vena cava inferior es más compleja debido a la presencia de presiones variables en el tórax durante la respiración. Sin embargo, un diámetro de la vena < 21 mm con un colapso > 50% durante la inspiración sugiere una presión normal en la aurícula derecha (entre 0 y 5 mmHg), indicando una alta probabilidad de respuesta a fluidos. Estos valores ayudan a determinar si el paciente responderá o no a la administración de fluidos, aunque es importante tener en cuenta las limitaciones técnicas y clínicas al interpretar los resultados²².

El sistema VExUS es una herramienta para evaluar y cuantificar la congestión venosa sistémica mediante la interrogación Doppler de múltiples órganos espláncnicos. Utiliza la evaluación Doppler de la vena hepática, la vena porta y la vena intrarrenal para determinar la

presencia y el grado de congestión. Se clasifica en VExUS grado 0 cuando no hay signos de congestión, VExUS grado 1 para hallazgos levemente congestivos, VExUS grado 2 para hallazgos graves en un solo órgano y VExUS grado 3 para hallazgos graves en al menos dos de tres sistemas de órganos. La congestión venosa puede afectar los patrones de flujo en las venas hepáticas, y cuando hay congestión grave, el flujo retrógrado generado por la contracción atrial se transmite a través de los sinusoides hepáticos y afecta el flujo en la vena porta, causando un patrón pulsátil en lugar del flujo normalmente ondulante. De manera similar, el patrón Doppler de las venas intrarrenales puede volverse pulsátil y bifásico con la congestión venosa¹⁹.

Sin embargo, hay limitaciones y consideraciones técnicas al interpretar estos hallazgos, incluyendo la influencia de la presión intraabdominal, la preservación de la distensibilidad atrial, la presencia de patologías hepáticas y la dificultad técnica en obtener las señales Doppler intrarrenales. Por tanto, es crucial realizar una evaluación integral y protocolizada que incluya múltiples órganos y sistemas venosos para obtener una evaluación precisa de la congestión venosa sistémica¹⁹.

Parámetros clínicos y bioquímicos para evaluar la respuesta a fluidos

A raíz de la evidencia obtenida en los ensayos clínicos y los estudios científicos, se han establecido unos parámetros objetivos que posibilitan la evaluación de la respuesta fisiológica a la terapia intravenosa con fluidos. Estos parámetros son importantes debido a las variaciones que pueden influir en la eficacia de la terapia, así como por la necesidad de personalizar el protocolo de administración de líquidos para cada paciente.

Dentro de estos parámetros, los signos vitales desempeñan un papel fundamental. Por ejemplo, la frecuencia cardíaca se erige como un indicador crucial de la respuesta positiva a la terapia hídrica, dado que su incremento inicial refleja un estado de hipoperfusión tisular y un aumento del gasto cardíaco. Sin embargo, la vuelta a la frecuencia cardíaca basal del paciente indica una respuesta satisfactoria a la corrección de la hipovolemia. Aunque la frecuencia cardíaca es un marcador importante, se admite que no es suficientemente sensible para guiar de manera precisa la terapia intravenosa en la mayoría de los pacientes²¹⁻²⁴.

La PAM emerge como un parámetro crítico para evaluar la perfusión tisular. Cuando desciende por debajo de 60-65 mmHg se registra una disminución en la perfusión de los tejidos, lo cual subraya la importancia de

mantener una PAM ≥ 65 mmHg como meta en el manejo de los pacientes críticos diagnosticados con sepsis. En el contexto del choque séptico, el gasto cardíaco desempeña un papel esencial en la oxigenación tisular, ya que influye directamente en la cantidad de oxígeno que los tejidos y órganos reciben, lo que a su vez determina la presencia o ausencia de isquemia y la activación del metabolismo anaeróbico²⁵.

Es fundamental comprender que el equilibrio entre la demanda y el suministro de oxígeno es más determinante que el propio gasto cardíaco. Incluso cuando el gasto cardíaco es adecuado, la fisiopatología de la sepsis induce cambios en la microcirculación que afectan la perfusión tisular. A pesar de la importancia del gasto cardíaco, los estudios clínicos aleatorizados no han podido establecer una correlación positiva entre la mejora del gasto cardíaco y la evolución satisfactoria o la resolución de la sepsis²¹.

En el contexto de la distribución de oxígeno, uno de los aspectos relevantes es la saturación venosa central de oxígeno (ScvO₂), que representa la saturación de hemoglobina en la sangre de la vena cava superior y refleja el equilibrio global entre el suministro y la demanda de oxígeno. Los ensayos clínicos aleatorizados han demostrado que la ScvO₂ es un parámetro útil para orientar el tratamiento y mejorar el curso clínico de la sepsis. Un nivel bajo de ScvO₂ indica un suministro insuficiente de oxígeno, mientras que una ScvO₂ elevada sugiere dificultades en la extracción de oxígeno por parte del organismo, lo cual permite identificar a los pacientes que podrían beneficiarse de intervenciones específicas^{6,7,21}.

Resaltando la importancia de la isquemia y el metabolismo anaeróbico, los niveles de lactato surgen como un indicador clave para regular la administración de líquidos en el contexto del choque séptico. Sin embargo, cabe señalar que en los estudios clínicos aleatorizados no se ha demostrado que la reducción del lactato mejore el pronóstico en casos de sepsis^{9,21,26}. Esta afirmación se fundamenta en el hecho de que los niveles de lactato tienden a elevarse durante la sepsis independientemente de la oxigenación tisular adecuada. Es importante destacar que la disminución de los niveles de lactato en la sepsis, aunque no sea un indicador para orientar la reanimación con líquidos, sí puede ser útil para identificar a los pacientes con mayor probabilidad de tener un resultado clínico favorable²⁶.

El llenado capilar es un parámetro de fácil medición, ampliamente accesible y que no implica costos económicos adicionales. Este indicador proporciona información sobre la perfusión periférica y la interacción de las circulaciones macro- y microvascular. Además,

responde de manera rápida a la terapia hídrica. En un ensayo clínico aleatorizado se demostró que el llenado capilar tiene una especificidad comparable a la de la depuración de lactato para predecir una evolución favorable en el paciente^{9,21,27}.

El gasto cardíaco se refiere al volumen de sangre bombeado por el corazón en 1 minuto, que normalmente oscila entre 5 y 6 litros. El gasto cardíaco desempeña un papel primordial en la entrega de oxígeno a los órganos y tejidos del cuerpo. Si el gasto cardíaco es insuficiente para suministrar una adecuada cantidad de oxígeno a los tejidos, pueden ocurrir isquemia y metabolismo anaeróbico²³.

Es importante destacar que el equilibrio entre la oferta y la demanda de oxígeno es más relevante que los valores absolutos del gasto cardíaco. Incluso con un gasto cardíaco suficiente, la microcirculación desordenada en la sepsis puede afectar la perfusión. Además, los ensayos clínicos aleatorizados no han demostrado que aumentar el gasto cardíaco mejore los resultados en casos de sepsis²³.

El gasto urinario, un indicador relevante de la función renal que puede reflejar alteraciones en la perfusión renal en el contexto del choque séptico, no es un parámetro por completo confiable para orientar la terapia de fluidos. Esto se debe a que su mecanismo fisiopatológico no siempre está exclusivamente relacionado con la hipoperfusión; las variaciones en este valor pueden ser el resultado de cambios microvasculares o del desarrollo de necrosis tubular aguda. Por consiguiente, la administración de fluidos, aunque pueda mejorar el gasto cardíaco y la perfusión de los órganos, no garantiza necesariamente un aumento en el gasto urinario^{21,28}.

La producción de orina se refiere al volumen de esta producido durante un intervalo de tiempo específico, generalmente medido en ml/kg/h, que oscila entre 0.5 y 1.5 ml/kg/h. A menudo, la producción de orina se utiliza como medida indirecta de la perfusión renal^{28,29}. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la producción de orina puede estar influenciada por factores distintos de la perfusión renal, como cambios microvasculares o el desarrollo de necrosis tubular aguda. En algunos casos, la administración de líquidos que aumenta el gasto cardíaco y la perfusión de los órganos puede no resultar en un aumento significativo de la producción de orina^{28,30}.

Discusión

La gestión de la fluidoterapia en los pacientes con sepsis y choque séptico es un tema ampliamente

estudiado que ha generado debate en la medicina intensiva y de emergencia. Uno de los enfoques clave ha sido la terapia dirigida por objetivos, que busca mejorar los resultados clínicos mediante la optimización de la entrega de oxígeno y la estabilización hemodinámica. Sin embargo, la efectividad de esta estrategia ha sido objeto de controversia debido a los resultados contradictorios en los estudios realizados.

El estudio seminal de Rivers et al.³ resaltó la importancia de la TGOT en el tratamiento inicial de la sepsis grave y el choque séptico. Aunque este enfoque mostró mejoras en los objetivos hemodinámicos, los estudios ProCESS, ProMISe y ARISE no encontraron diferencias significativas en la mortalidad con la TGOT en comparación con enfoques más conservadores. Además, *Simplified Severe Sepsis Protocol 2* y *Andromeda Shock 2* plantearon preocupaciones sobre el aumento de la mortalidad intrahospitalaria con protocolos de resucitación agresiva.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de evaluar cuidadosamente la respuesta a los fluidos en los pacientes con sepsis y choque séptico. La predicción precisa de esta respuesta es crucial para evitar la administración innecesaria de líquidos y prevenir complicaciones asociadas con la sobrecarga de fluidos. Aunque se han propuesto varios índices dinámicos y pruebas para evaluar la respuesta a los fluidos, como la VPP, la VVS, la elevación pasiva de las piernas y el minidesafío de líquidos, su aplicación clínica aún requiere validación adicional en diversos contextos clínicos y poblaciones de pacientes.

En la evaluación de la respuesta a los fluidos también son relevantes los parámetros clínicos y bioquímicos. La frecuencia cardíaca, la PAM, la ScvO₂ y los niveles de lactato son indicadores clave que reflejan la perfusión tisular y la respuesta al tratamiento. Sin embargo, es fundamental reconocer la variabilidad entre pacientes y la necesidad de personalizar el manejo de fluidos según las características individuales de cada paciente, como enfermedades concomitantes y trastornos cardiovasculares.

La POCUS, especialmente la ecografía pulmonar mediante el protocolo BLUE, y la herramienta VExUS se han mostrado valiosas para evaluar la respuesta a los fluidos y la volemia clínica en pacientes críticamente enfermos. Aunque su fiabilidad puede variar según la capacitación del operador, ofrecen ventajas significativas en la evaluación dinámica de la respuesta a los fluidos y la detección de insuficiencia respiratoria aguda.

Conclusiones

La fluidoterapia en pacientes con sepsis y choque séptico sigue siendo un tema de intenso debate y continua investigación en el campo de la medicina contemporánea. Si bien la TGOT ha sido un enfoque clave para optimizar la entrega de oxígeno y estabilizar la situación hemodinámica, los estudios recientes han generado dudas sobre su efectividad y superioridad en comparación con otros enfoques más conservadores.

Los hallazgos contradictorios en diferentes estudios, como ProCESS, ProMISe, ARISE, *Simplified Severe Sepsis Protocol 2* y *Andromeda Shock 2*, plantean interrogantes significativos sobre la mejor estrategia de fluidoterapia. Aunque la TGOT puede tener beneficios en la estabilización inicial, su impacto en resultados a largo plazo, como la mortalidad y la morbilidad, aún no está claro y requiere más investigación.

La personalización del manejo de fluidos según las características individuales de cada paciente, como comorbilidad y trastornos concomitantes, es esencial para optimizar los resultados clínicos. Además, la evaluación continua de la evidencia científica y el desarrollo de protocolos de tratamiento más efectivos y seguros son imperativos para mejorar la atención de estos pacientes críticamente enfermos.

En cuanto a la predicción de la respuesta a los fluidos, se dispone de diversas pruebas e índices dinámicos, aunque su aplicabilidad generalizada y su validez en diferentes escenarios clínicos aún están en evolución y discusión. La integración de técnicas como la POCUS, la ecografía pulmonar mediante el protocolo BLUE y la herramienta VExUS se muestra prometedora, pero su implementación efectiva requiere capacitación adecuada y validación continua.

Los parámetros clínicos y bioquímicos para evaluar la respuesta a los fluidos, como la frecuencia cardíaca, la PAM, la ScvO₂ y los niveles de lactato, son cruciales, pero deben interpretarse con precaución debido a la variabilidad entre pacientes. La personalización y la evaluación continua resultan fundamentales para optimizar la gestión hemodinámica y mejorar los resultados en pacientes con sepsis y choque séptico.

Aunque la fluidoterapia desempeña un papel principal en el manejo de estos pacientes críticos, es necesario abordar las controversias, los hallazgos contradictorios y la evolución de las herramientas de evaluación para optimizar los resultados clínicos y mejorar la atención de manera continua y personalizada.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

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

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Malbrain MLNG, Langer T, Annane D, Gattinoni L, Elbers P, Hahn RG, et al. Intravenous fluid therapy in the perioperative and critical care setting: executive summary of the International Fluid Academy (IFA). *Ann Intensive Care*. 2020;10:64.
2. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3). *JAMA*. 2016;315:801.
3. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med*. 2001;345:1368-77.
4. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Med*. 2021;47:1181-247.
5. The ProCESS Investigators. A randomized trial of protocol-based care for early septic shock. *N Engl J Med*. 2014;370:1683-93.
6. Mouncey PR, Osborn TM, Power GS, Harrison DA, Sadique MZ, Grieve RD, et al. Trial of early, goal-directed resuscitation for septic shock. *N Engl J Med*. 2015;372:1301-11.
7. The ARISE Investigators and the ANZICS Clinical Trials Group. Goal-directed resuscitation for patients with early septic shock. *N Engl J Med*. 2014;371:1496-506.
8. Andrews B, Muchemwa L, Kelly P, Lakhi S, Heimburger DC, Bernard GR. Simplified severe sepsis protocol: a randomized controlled trial of modified early goal-directed therapy in Zambia. *Crit Care Med*. 2014;42:2315-24.
9. Hernández G, Ospina-Tascón GA, Damiani LP, Estenssoro E, Dubin A, Hurtado J, et al. Effect of a resuscitation strategy targeting peripheral perfusion status vs serum lactate levels on 28-day mortality among patients with septic shock: the ANDROMEDA-SHOCK randomized clinical trial. *JAMA*. 2019;321:654-64.
10. Meyhoff TS, Hjortrup PB, Wetterslev J, Sivapalan P, Laake JH, Cronhjort M, et al. Restriction of intravenous fluid in ICU patients with septic shock. *N Engl J Med*. 2022;386:2459-70.
11. The National Heart, Lung, and Blood Institute Prevention and Early Treatment of Acute Lung Injury Clinical Trials Network. Early restrictive or liberal fluid management for sepsis-induced hypotension. *N Engl J Med*. 2023;388:499-510.
12. Marik PE, Cavallazzi R. Does the central venous pressure predict fluid responsiveness? An updated meta-analysis and a plea for some common sense. *Crit Care Med*. 2013;41:1774-81.
13. Teboul J-L, Monnet X, Chemla D, Michard F. Arterial pulse pressure variation with mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;199:22-31.

14. Biais M, Ehrmann S, Mari A, Conte B, Mahjoub Y, Azurea Group. Clinical relevance of pulse pressure variations for predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated intensive care unit patients: the grey zone approach. *Crit Care*. 2014;18:587.
15. Monnet X, Marik PE, Teboul J-L. Prediction of fluid responsiveness: an update. *Ann Intensive Care*. 2016;6:111.
16. Monnet X, Osman D, Ridet C, Lamia B, Richard C, Teboul J-L. Predicting volume responsiveness by using the end-expiratory occlusion in mechanically ventilated intensive care unit patients. *Crit Care Med*. 2009;37:951-6.
17. Monnet X, Rienzo M, Osman D, Anguel N, Richard C, Pinsky MR, et al. Passive leg raising predicts fluid responsiveness in the critically ill. *Crit Care Med*. 2006;34:1402-7.
18. Muller L, Toumi M, Bousquet P-J, Riu-Poulenc B, Louart G, Candela D, et al. An increase in aortic blood flow after an infusion of 100 ml colloid over 1 minute can predict fluid responsiveness. *Anesthesiology*. 2011;115:541-7.
19. Rola P, Miralles-Aguiar F, Argaz E, Beaubien-Souligny W, Haycock K, Karimov T, et al. Clinical applications of the venous excess ultrasound (VExUS) score: conceptual review and case series. *Ultrasound J*. 2021;13:32.
20. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. *Ann Intensive Care*. 2014;4:1.
21. Zampieri FG, Bagshaw SM, Semler MW. Fluid therapy for critically ill adults with sepsis: a review. *JAMA*. 2023;329:1967-80.
22. Furtado S, Reis L. Inferior vena cava evaluation in fluid therapy decision making in intensive care: practical implications. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2019;31:234-41.
23. Gattinoni L, Brazzi L, Pelosi P, Latini R, Tognoni G, Pesenti A, et al. A trial of goal-oriented hemodynamic therapy in critically ill patients. *N Engl J Med*. 1995;333:1025-32.
24. Cecconi M, Hofer C, Teboul JL, Pettita V, Wilkman E, FENICE Investigators and the ESICM Trial Group. Fluid challenges in intensive care: the FENICE study: a global inception cohort study. *Intensive Care Med*. 2015;41:1529-37.
25. Asfar P, Meziani F, Hamel J-F, Grelon F, Megarbane B, Anguel N, et al. High versus low blood-pressure target in patients with septic shock. *N Engl J Med*. 2014;370:1583-93.
26. Jansen TC, van Bommel J, Schoonderbeek FJ, Sleswijk Visser SJ, van der Klooster JM, Lima AP, et al. Early lactate-guided therapy in intensive care unit patients: a multicenter, open-label, randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010;182:752-61.
27. Zampieri FG, Damiani LP, Bakker J, Ospina-Tascón GA, Castro R, Cavalcanti AB, et al. Effects of a resuscitation strategy targeting peripheral perfusion status versus serum lactate levels among patients with septic shock. A Bayesian reanalysis of the ANDROMEDA-SHOCK trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;201:423-9.
28. Lammi MR, Aiello B, Burg GT, Rehman T, Douglas IS, Wheeler AP, et al. Response to fluid boluses in the fluid and catheter treatment trial. *Chest*. 2015;148:919-26.
29. White KC, Serpa-Neto A, Hurford R, Clement P, Laupland KB, See E, et al. Sepsis-associated acute kidney injury in the intensive care unit: incidence, patient characteristics, timing, trajectory, treatment, and associated outcomes. A multicenter, observational study. *Intensive Care Med*. 2023;49:1079-89.
30. Kounatidis D, Vallianou NG, Psallida S, Panagopoulos F, Margellou E, Tsilingiris D, et al. Sepsis-associated acute kidney injury: where are we now? *Medicina (Kaunas)*. 2024;60:434.

Tratamiento diurético de la insuficiencia cardiaca aguda

Begoña Espinosa-Fernández^{1,2*}, Leticia Serrano^{2,3}, Víctor Gil^{2,4} y Pere Llorens^{1,2,5}

¹Servicio de Urgencias, Unidad de Estancia Corta y Hospitalización a Domicilio, Hospital Doctor Balmis de Alicante, Instituto de Investigación Sanitaria y Biomédica de Alicante (ISABIAL), Universidad Miguel Hernández, Alicante; ²Grupo de Investigación de la Insuficiencia Cardiaca Aguda, Sociedad Española de Urgencias y Emergencias (ICA-SEMES), Madrid; ³Servicio de Urgencias, Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia; ⁴Servicio de Urgencias, Hospital Clínic de Barcelona, Barcelona; ⁵Departamento de Medicina Clínica, Universidad Miguel Hernández de Elche, San Juan de Alicante, Alicante. España

Resumen

El aumento de los signos y síntomas de congestión es la principal razón por la que los pacientes con insuficiencia cardiaca buscan atención médica urgente. Esta revisión tiene como objetivo definir una opción terapéutica adecuada para lograr la euvolemia, en la cual el grado de sobrecarga de volumen y la respuesta diurética determinarán el éxito del tratamiento. Para ello se ha realizado una búsqueda de artículos en PubMed y Google Scholar con las palabras clave “acute heart failure”, “diuretic treatment”, “loop diuretics”, “thiazides”, “acetazolamide”, “mineralcorticoid receptor antagonists”, “SGLT2 transporter inhibitors”, “amiloride”, “vasopressin antagonist” y “hypertonic physiologic serum”, teniendo especial atención en los artículos relevantes para la medicina de urgencias. Como resultado, se ha elaborado un algoritmo de actuación basándose en el fenotipo, la gravedad de la disnea según el índice EVEREST y la respuesta diurética junto a la escala MEESI para la toma de decisiones.

Palabras clave: Insuficiencia cardiaca aguda. Tratamiento. Diuréticos. Inhibidores del transportador SGLT2.

Diuretic treatment of acute heart failure

Abstract

Increased signs and symptoms of congestion in heart failure are the main reason patients with acute heart failure seek urgent medical attention. We have conducted this review with the aim of allowing an appropriate therapeutic option to achieve euvolemia, where the degree of volume overload and diuretic response will determine the success of the treatment. To this end, we have carried out a search of articles in PubMed and Google Scholar with the keywords “acute heart failure”, “diuretic treatment”, “loop diuretics”, “thiazides”, “acetazolamide”, “mineralcorticoid receptors antagonists”, “SGLT2 transporter inhibitors”, “amiloride”, “vasopressin antagonist” and “hypertonic physiologic serum”, paying special attention to articles relevant to emergency medicine. As a result, we have developed an action algorithm based on the phenotype, severity of dyspnea according to the EVEREST index and the diuretic response together with the MEESI scale for decision-making.

Keywords: Acute heart failure. Treatment. Diuretics. SGLT2 transporter inhibitors.

*Correspondencia:

Begoña Espinosa-Fernández
E-mail: begospinosa@gmail.com

Fecha de recepción: 07-05-2024

Fecha de aceptación: 14-09-2024

DOI: 10.24875/REIE.24000043

Disponible en internet: 21-08-2025

Rev Educ Investig Emer. 2025;7(3):197-210

www.medicinadeemergencias.com

2604-6520 / © 2024 Sociedad Mexicana de Medicina de Emergencias, AC. Publicado por Permanyer México SA de CV. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La evolución natural de la insuficiencia cardiaca (IC) se caracteriza por episodios de descompensación aguda, que se asocian con mayor morbimortalidad y suponen una carga económica para la sociedad¹. La insuficiencia cardiaca aguda (ICA) incluye una serie de síndromes clínicos caracterizados por síntomas y signos de IC grave que se presentan en forma de congestión pulmonar o sistémica con o sin bajo gasto cardiaco, y son producto de una sobrecarga hemodinámica o daño cardiaco agudo². El aumento de los signos y síntomas de congestión es la principal razón por la que los pacientes con ICA buscan atención médica urgente^{3,4}. Dado el papel fundamental de la congestión en la IC, los diuréticos son una piedra angular del tratamiento y las guías recomiendan encarecidamente el uso de diuréticos de asa para aliviar los signos y síntomas de la sobrecarga de líquidos (clase I, nivel de evidencia B)⁵.

Muchos pacientes son dados de alta con congestión clínica residual. Por ejemplo, solo el 15% de los pacientes fueron evaluados como euvolémicos por su médico tratante en el estudio de evaluación de estrategias de optimización diurética (DOSE-AHF) después del tratamiento descongestivo. Es importante destacar que la congestión clínica al alta es un fuerte predictor de mal pronóstico y de reingreso, especialmente en el contexto de empeoramiento de la función renal⁶.

En el caso de la congestión con sobrecarga de volumen, la retención crónica de sodio y agua expande aún más el volumen intravascular, lo que resulta en una acumulación excesiva de líquido extravascular. Aparte de la ultrafiltración, la única vía para eliminar el sodio y el agua es mediante un aumento de la natriuresis y la diuresis. Los diuréticos aumentan la producción renal de sodio y agua. El conocimiento profundo de su farmacocinética y farmacodinamia es obligatorio para su empleo exitoso, junto con el sitio de acción de los mecanismos celulares⁷.

Para lograr la euvolemia, el grado de sobrecarga de volumen y la respuesta diurética determinarán el éxito de la terapia⁷. La capacidad de inducir natriuresis o diuresis después de la administración de diuréticos se define como respuesta diurética. La resistencia a los diuréticos se define como una alteración de la sensibilidad a estos que da como resultado una reducción de la natriuresis y la diuresis que limita la posibilidad de alcanzar la euvolemia. La respuesta diurética siempre debe interpretarse a la luz de las dosis y del tipo de agente diurético administrado, además del grado de sobrecarga de volumen, la composición corporal y la función renal⁸.

Dado que el objetivo del tratamiento con diuréticos es eliminar el exceso de sodio y el agua que lo acompaña, la medición del contenido de sodio en la orina ha experimentado recientemente un renovado interés como indicador de la respuesta diurética. Esta estrategia podría permitir al médico determinar la respuesta diurética de asa de manera sistemática y oportuna, permitiendo ajustes en la terapia.

A pesar de lo descrito en las guías publicadas, no existe un tratamiento basado en guías para la ICA. Creemos necesario clasificar al paciente según su fenotipo, administrar un adecuado tratamiento y estratificar su riesgo de mortalidad a 30 días para así globalizar la atención del paciente con ICA. Una de las herramientas utilizadas para estratificar dicho riesgo es la escala MEESSI (*Multiple Risk Estimate based on the Spanish Emergency Department Scale*), que ayuda a disminuir las incongruencias entre la gravedad de las descompensaciones y la toma de decisiones⁹, y engloba las escalas de fragilidad¹⁰. El destino de los pacientes desde su atención en el servicio de urgencias hospitalarias (SUH) es variable, teniendo en cuenta la opción de hospitalización a domicilio que, aunque resulta más prolongada, supone un ahorro económico respecto a un episodio de ingreso¹¹⁻¹³. La estrategia que se sigue tras la atención en los SUH es diversa, con participación de diferentes especialidades y donde las medidas que se toman para asegurar la continuidad asistencial, que son múltiples, también presentan un margen de mejora^{14,15}.

Se han evidenciado los potenciales campos de mejora en el paciente con ICA, que pasan principalmente por tres puntos: la disponibilidad de herramientas diagnósticas en todos los centros para identificar correctamente a los enfermos y poder realizar una correcta estratificación del riesgo en el momento del alta, el desarrollo de unidades de IC que permitan continuar con el proceso diagnóstico y terapéutico, y por último la existencia de protocolos específicos de manejo de este síndrome consensuados entre todos los servicios implicados para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad¹⁶.

En este último aspecto nos centramos para esta revisión. Queremos establecer un algoritmo de actuación que permita, de manera global, tratar al paciente con ICA con los diuréticos adecuados para lograr un estado euvolémico y decidir un destino al alta del SUH, ya sea ingreso hospitalario o alta domiciliaria.

Método

Se realizó una búsqueda de artículos en PubMed y Google Scholar con las palabras clave “acute heart

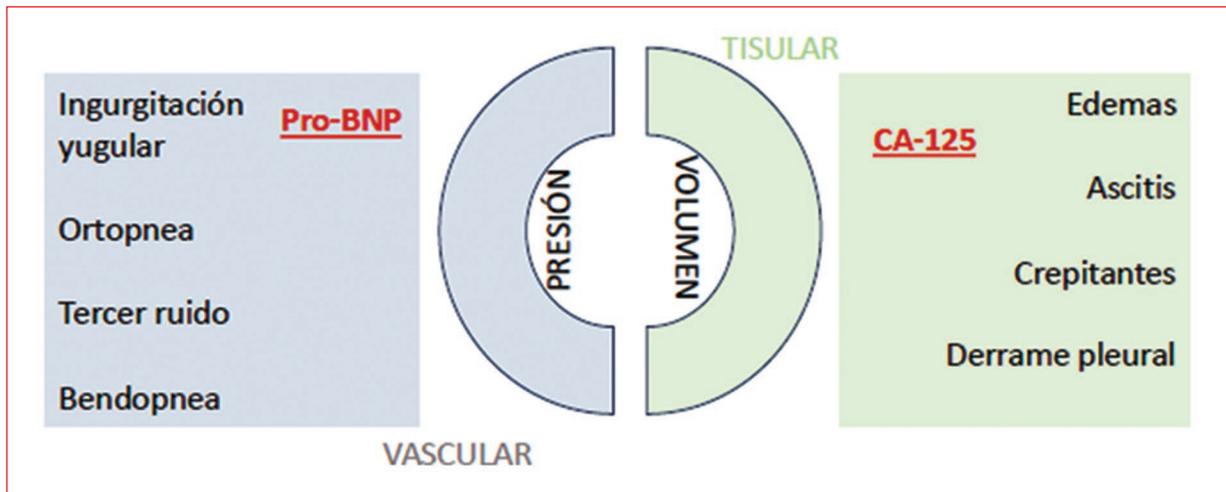


Figura 1. Fenotipos vascular y tisular⁴⁹.

failure,” “diuretic treatment,” “loop diuretics,” “thiazides,” “acetazolamide,” “mineralcorticoid receptor antagonists,” “SGLT2 transporter inhibitors,” “amiloride,” “vasopressin antagonist” y “hypertonic physiologic serum”. Se incluyeron estudios retrospectivos y prospectivos, revisiones sistemáticas y metaanálisis, guías clínicas y revisiones narrativas centradas en el tratamiento de la ICA, y se excluyeron aquellos que no se centraran en el tratamiento de la ICA. La búsqueda bibliográfica se limitó a estudios publicados en inglés y español. Médicos de urgencias expertos en ICA y con experiencia en la valoración crítica de la literatura revisaron todos los artículos y decidieron de manera consensuada qué estudios incluir para la revisión. Se seleccionaron los estudios relacionados con medicina de urgencias y se obtuvieron 50 artículos para su inclusión en esta revisión, junto con dos protocolos elaborados por el Hospital General Dr. Balmis, de Alicante (España). Se analizaron los datos referentes a diuréticos de asa, solución fisiológica hipertónica, tiazidas, acetazolamida, espirolactona, inhibidores del transportador de sodio-glucosa tipo 2 (SGLT-2) y antagonistas de la vasopresina.

Revisión de la literatura

Caracterización de la congestión

La congestión en la IC se define como el acúmulo de líquido en los compartimentos intravascular y extravascular como resultado del aumento de las presiones de llenado. No obstante, congestión no es sinónimo de sobrecarga de volumen¹⁷ (Fig. 1).

Tabla 1. Fenotipos de la insuficiencia cardiaca aguda según la congestión

	Redistribución vascular (congestión intravascular)	Sobrecarga de volumen (congestión intersticial)
Síntomas Signos	Ingurgitación yugular Ortopnea Tercer ruido cardiaco Bendopnea	Edemas en miembros inferiores Ascitis Crepitantes pulmonares Derrame pleural
Marcador	Péptido natriurético	CA-125

La redistribución vascular (congestión intravascular) sugiere que el aumento en el tono venoso puede precipitar una rápida redistribución de líquido desde un reservorio venoso periférico hacia la circulación cardiopulmonar central, aumentando la presión hidrostática intravascular sin un incremento del volumen de agua corporal. En este escenario, la terapia vasodilatadora podría ser más apropiada que la intervención diurética agresiva. En un paciente con este fenotipo pueden encontrarse ingurgitación yugular, ortopnea, tercer ruido cardiaco o bendopnea, siendo característica una elevación del péptido natriurético¹⁸ (Tabla 1).

La sobrecarga de volumen (congestión intersticial) es un fenómeno más larvado que resulta de la aidez de sodio y agua en el túbulo renal, y del desequilibrio entre las presiones hidrostática y oncótica de los compartimentos intravascular e intersticial. En un paciente con este fenotipo pueden encontrarse edemas en los miembros inferiores, ascitis, crepitantes pulmonares o derrame pleural, siendo característica una elevación del CA-125¹⁸ (Tabla 1).

Tabla 2. Lugar y mecanismo de acción, en la nefrona, de los fármacos implicados en el tratamiento de la insuficiencia cardíaca aguda

Fármaco	Lugar de acción en la nefrona	Mecanismo de acción	Resultado
Acetazolamida	Túbulo proximal	Inhibición de la reabsorción de bicarbonato y sodio	Aumento de la natriuresis
ISGLT-2	Túbulo proximal	Reacción cruzada con el cotransportador Na ⁺ /H ⁺ Inhibición del cotransportador de SGLT-2	Aumento de la natriuresis
Diuréticos de asa	Asa de Henle	Inhibición del cotransportador Na ⁺ /K ⁻ /2Cl ⁻	Aumento del flujo tubular de NaCl
Tiazidas	Túbulo contorneado distal	Inhibición del cotransportador Na ⁺ /K ⁻	Aumento de la natriuresis
Mineralocorticoides	Nefrona distal	Inhibición de los efectos de la aldosterona	Aumento de la natriuresis
Antagonistas de la vasopresina	Túbulo colector	Inhibición de la acción de la vasopresina: reabsorción de agua libre	Aumento de la concentración de Na ⁺ en plasma

ISGLT-2: inhibidores del cotransportador de sodio-glucosa tipo 2.

Si bien la mayoría de los pacientes con IC descompensada presentan una combinación de ambos tipos de congestión, identificar el fenotipo predominante puede determinar la estrategia terapéutica más adecuada.

Tratamiento diurético

En el tratamiento de la ICA es indispensable conocer el lugar de actuación de cada fármaco en la nefrona, ya que es lo que da sentido a la intensificación del tratamiento combinando diversos fármacos. Más del 99% del sodio filtrado se reabsorbe y solo una pequeña cantidad se elimina finalmente en la orina (en torno a 100 mmol/l al día). Así pues, mínimos cambios en la relación entre el sodio filtrado y la fracción que se reabsorbe en el túbulo renal pueden ejercer una profunda influencia acumulativa en el balance neto del sodio¹⁸ (Tabla 2).

DIURÉTICOS PROXIMALES: ACETAZOLAMIDA E ISGLT-2

La función principal del túbulo proximal renal es la real absorción casi osmótica de aproximadamente el 70% del ultrafiltrado glomerular. Esto incluye la reabsorción del 65-75% del sodio filtrado. En los pacientes con IC descompensada, la activación neurohumoral ejerce, en el túbulo proximal, una estimulación de cotransportadores involucrados en la reabsorción transcelular de sodio¹⁹. Así mismo, la reducción en el flujo sanguíneo renal produce un incremento en la fracción de filtración y, por tanto, un aumento en la reabsorción proximal de sodio mediada por el equilibrio glomerulotubular. Todos estos mecanismos establecen un círculo vicioso que

potencia la reabsorción de sodio en el túbulo proximal, favorece la activación del eje renina-angiotensina-aldosterona y contribuye a la resistencia de los diuréticos que actúan más distalmente en la nefrona¹⁸. La acetazolamida actúa inhibiendo la anhidrasa carbónica, y en consecuencia bloquea la reabsorción de bicarbonato y sodio en el túbulo proximal.

El cotransportador SGLT-2 se localiza en el túbulo contorneado proximal de la nefrona y reabsorbe aproximadamente el 90% de la glucosa filtrada. La reabsorción tubular de glucosa está acoplada a la reabsorción de sodio. Por otro lado, el cotransportador SGLT-2 está situado adyacente al intercambiador renal de sodio-hidrógeno, que es en gran parte el encargado de la reabsorción de sodio en el túbulo proximal. La inhibición del SGLT-2 parece ejercer una reacción cruzada con el intercambiador de sodio-hidrógeno potenciando la natriuresis por un mecanismo independiente de la inhibición de la reabsorción de glucosa²⁰.

DIURÉTICOS DE ASA

A pesar de que solo un tercio del volumen filtrado por el glomérulo llega al asa de Henle, este segmento es en especial importante para el mantenimiento de la homeostasis del volumen extracelular y la concentración de la orina¹⁸. El asa de Henle se vuelve impermeable al agua en su porción ascendente y el elevado flujo tubular de cloruro sódico (NaCl) en este segmento del túbulo renal activa el cotransportador Na⁺/K⁺/2-Cl⁻ en la porción gruesa, lo que diluye el líquido luminal y genera el gradiente osmótico necesario en el intersticio de la

médula externa para la reabsorción de agua dependiente de la vasopresina en el túbulo colector.

En pacientes con IC, la natriuresis y la excreción de agua libre se ven comprometidas por múltiples factores²¹. El asa de Henle está implicada fundamentalmente en tres de ellos: 1) el incremento en la reabsorción de agua y NaCl en el túbulo proximal disminuye el volumen tubular que llega al asa de Henle, 2) la activación neurohormonal aumenta la reabsorción activa de sodio en la porción gruesa del asa de Henle y por tanto la tonicidad del intersticio medular y la hipoperfusión como resultado de la vasoconstricción, y 3) la congestión venosa intrarrenal reduce el lavado de solutos de la médula renal, lo que afecta la capacidad de los riñones para diluir la orina y excretar agua libre²².

Los diuréticos de asa son la piedra angular en el tratamiento de la congestión, dado que ejercen un potente efecto inhibitor sobre el cotransportador Na⁺/K⁺/2-Cl⁻. Aumentan el flujo tubular de NaCl que llega a la nefrona distal y, por consiguiente, interfieren con la generación del gradiente osmótico en el intersticio medular renal, disminuyendo la reabsorción de agua libre en el túbulo colector¹⁸.

DIURÉTICOS DEL TÚBULO DISTAL: TIAZIDAS Y ANTAGONISTAS DEL RECEPTOR MINERALOCORTICOIDE

Los diuréticos tiazídicos ejercen su mecanismo en la parte inicial del túbulo contorneado distal inhibiendo el cotransportador sodio-cloro, aunque prácticamente el 90% de la reabsorción de sodio en el paciente con IC se produce a nivel más proximal²³. En el paciente tratado de forma crónica con diuréticos de asa hay un mayor aporte de sodio y una mayor avidez para su reabsorción en la nefrona distal.

La activación neurohormonal deletérea en la IC conlleva un estado de hiperaldosteronismo, que además se exagera durante el tratamiento depleitivo. En los riñones, la aldosterona promueve la reabsorción de sodio induciendo la expresión de canales epiteliales de sodio en la nefrona distal. Los antagonistas del receptor mineralocorticoide actúan en la nefrona distal, inhibiendo los efectos de la aldosterona y por tanto modulando la actividad y la expresión de los canales de sodio y potasio.

DIURÉTICOS CON EFECTOS SOBRE EL TÚBULO COLECTOR: ANTAGONISTAS DE LA VASOPRESINA

Los antagonistas de la vasopresina ejercen su mecanismo de acción en el túbulo colector renal,

contrarrestando la acción de la hormona antidiurética. En la IC existen unos niveles inapropiadamente elevados de arginina vasopresina que, en los riñones, a través de la estimulación de los receptores V2, promueven la expresión de canales de acuaporina-2, generando reabsorción de agua libre y contribuyendo a la sobrecarga hídrica y a la hiponatremia dilucional²³ (Tabla 2).

DIURÉTICOS DE ASA

Los diuréticos de asa tienen una curva dosis-respuesta logarítmica lineal, empinada, con un efecto natriurético pequeño hasta que se alcanza un umbral individualizado, y un efecto natriurético máximo cuando se alcanza la dosis máxima.

Los aumentos de dosis por encima del límite máximo pueden prolongar la duración de la natriuresis, en lugar de la tasa, al mantener la concentración de diuréticos por encima del umbral durante más tiempo²⁴. La mayor parte del efecto diurético de los diuréticos de asa intravenosos se produce dentro de las primeras 2 horas, y se vuelve a la excreción basal de sodio a las 6-8 horas, por lo que se justifica una evaluación temprana de la respuesta diurética e identificar a los pacientes en los que sea deficiente. Esto permitirá la intensificación temprana de la dosis de diurético de asa o el uso de una estrategia de bloqueo secuencial de nefronas (combinando diuréticos con un modo de acción diferente), aunque este concepto aún no se ha probado formalmente en ensayos prospectivos. La respuesta diurética se puede evaluar mediante la producción de volumen urinario y el contenido de sodio urinario posdiurético (puntual). Para permitir una correcta estandarización y unos resultados controlados, los pacientes deben vaciar la vejiga antes de la administración de diuréticos. Posteriormente, la determinación del contenido de sodio en la muestra de orina permite al médico interpretar la respuesta diurética, generando así la oportunidad de intervenir si el contenido de sodio es bajo. Ante la congestión con sobrecarga de volumen, un contenido de sodio en orina puntual menor de 50-70 mEq/l tras 2 horas de la administración del diurético de asa, o una producción de orina por hora menor de 100-500 ml durante las primeras 6 horas tras la administración del diurético de asa, generalmente identifican una respuesta diurética insuficiente. La duplicación inmediata de la dosis de diurético de asa podría permitir alcanzar antes la dosis máxima; una vez alcanzada esta dosis, se debe considerar la adición de otro agente diurético⁵.

Tabla 3. Fármacos diuréticos utilizados en la insuficiencia cardiaca aguda

Fármaco	Dosis inicial diaria recomendada	Dosis máxima diaria recomendada	Vida media	Inicio de acción	Biodisponibilidad oral
Furosemida	40 mg iv	400-600 mg iv	1.5-3 h	iv: 5-10 min	10-100%
Hidroclorotiazida Clortalidona	12.5 mg vo	200 mg vo	6-15 h	1-2.5 h	65-75%
	25 mg vo	100 mg vo	45-60 h	1-2.5 h	Se desconoce
Acetazolamida	250 mg vo	vo: 500 mg/8 h	2.4-5.4 h	vo: 1 h	La absorción depende de la dosis; una dosis > 10 mg/kg presenta una absorción variable
	500 mg iv	iv: 500 mg en 24 h		iv: 16-60 min	
Tolvaptán	7.5 mg vo	60 mg vo	8 h	2 h	56%

iv: intravenoso; vo: vía oral.

Con respecto a la dosificación inicial, el ensayo DOSE encontró una mejoría de los síntomas con una dosificación agresiva de diuréticos de asa intravenosos de 2.5 veces la dosis oral diaria total, en comparación con una dosis numérica igual²⁵.

Los pacientes con ICA sin tratamiento previo con diuréticos de asa deben recibir una dosis de furosemida intravenosa de al menos 20-40 mg o equivalente, considerando dosis más altas en pacientes con disfunción renal preexistente. En cambio, los pacientes con ICA y tratamiento diurético ambulatorio deben recibir al menos la misma dosis intravenosa del tratamiento oral preexistente⁸. Se deben administrar lo antes posible, ya que el tratamiento temprano con diuréticos de asa se asocia con una menor mortalidad hospitalaria (Tabla 3).

Si el diurético de asa se administra en bolo, las dosis deben dividirse en intervalos de al menos 6 horas para maximizar el tiempo por encima del umbral natriurético y evitar una retención de sodio de rebote. La infusión continua debe ir precedida de una dosis de carga que asegure el rápido logro de un estado estable de concentración plasmática de diurético de asa. En caso de administrar furosemida en infusión continua, se debe complementar el tratamiento con la administración de potasio oral y una restricción hídrica de 1000 ml diarios, además de realizar un estricto control analítico debido a las probables alteraciones hidroelectrolíticas y renales por su uso.

En cuanto a las formas de administración, en el ensayo DOSE-AHF no se observaron diferencias en el criterio de valoración principal entre la infusión continua y el bolo, y tampoco hubo diferencias para la mortalidad por todas las causas, la duración de la estancia hospitalaria y la alteración de electrolitos. No obstante, la infusión continua fue superior a la administración en

bolo con respecto al efecto diurético y la reducción de péptido natriurético, asociándose a mayor alivio de la disnea, pérdida de líquidos y peso, y menos eventos adversos graves²⁵.

Cuando se usan diuréticos de asa hay que ser conocedores de la existencia de la respuesta diurética, que se define como una alteración de la sensibilidad a los diuréticos que da como resultado una reducción de la natriuresis o de la diuresis (o de ambas) que limita la posibilidad de alcanzar la euvolemia⁸. Los diuréticos de asa logran su efecto principalmente mediante la secreción en el líquido tubular por los transportadores de aniones orgánicos proximales, en un proceso que depende del flujo sanguíneo renal y del pH sérico²¹. La respuesta a los diuréticos de asa puede verse disminuida por un polimorfismo genético que altera el transporte y el metabolismo, baja absorción por edema intestinal, bajo contenido de proteínas plasmáticas y función renal disminuida. También se debe descartar el incumplimiento de la restricción dietética de sodio, ya que la retención de sodio tras el diurético puede simular una verdadera respuesta diurética. La activación del sistema renina-angiotensina también puede contribuir, pero la hipertrofia de las células tubulares distales con aumento de la resorción de sodio está emergiendo como el principal mecanismo de respuesta diurética²³.

Un enfoque farmacológico centrado en lograr una descongestión exitosa con alteraciones en el tratamiento diurético, basado en una evaluación temprana y repetitiva, es superior a las dosis altas de diuréticos de asa estándar en los pacientes con empeoramiento de la función renal. Existen varias opciones, pero la mayoría de los expertos recomiendan retrasar la terapia combinada hasta que se optimice la dosis de diuréticos

de asa, para evitar riesgos de disfunción renal y anomalías electrolíticas²³.

COADMINISTRACIÓN DE TIAZIDAS O SIMILARES A TIAZIDAS

Dada la experiencia de uso de estos fármacos y su potencia natriurética en combinación con diuréticos de asa, suelen ser el tratamiento de primera elección en los pacientes con congestión refractaria a dosis altas de diuréticos de asa. La justificación para el uso de tiazidas en los pacientes con ICA se basa en el hallazgo de un aumento de la avidéz de sodio de la nefrona distal en caso de administración prolongada de un diurético de asa. La evidencia más reciente apoya la efectividad de las tiazidas en los pacientes con una tasa de filtrado glomerular reducida (< 30 ml/min). El estudio CARRESSS-HF demostró que el tratamiento farmacológico con furosemida y una tiazida era igual de efectivo que la ultrafiltración veno-venosa para resolver la congestión, además de producir un menor deterioro de la función renal^{18,26}. Las alteraciones hidroelectrolíticas y renales son relativamente frecuentes y pueden ser importantes (alcalosis metabólica, hipopotasemia, hiponatremia, hipomagnesemia e insuficiencia renal), por lo que estos fármacos se deben usar bajo un estricto control y seguimiento¹⁸.

La clortalidona tiene una mayor vida media, de 45-60 h, a dosis de 25-50 mg/24 h, que la hidroclorotiazida, así como una mayor potencia (3:1), y es más efectiva para reducir la presión arterial cuando se combina con un inhibidor de los receptores de angiotensina. Suelen ser necesarias dosis más bajas en combinación con la furosemida y presenta mejores resultados cardiovasculares. La hidroclorotiazida tiene una vida media de 6-15 horas y una biodisponibilidad más previsible, del 75 %, y menores efectos sobre la presión arterial. La elección de una de ellas vendrá determinada por el perfil clínico y hemodinámico del paciente²⁷ (Tabla 3).

El estudio CLOROTIC ha sido el primer ensayo clínico que ha probado la eficacia y la seguridad de la hidroclorotiazida, frente a un placebo, añadida al diurético de asa en el manejo de los pacientes con IC descompensada. Las dosis orales de hidroclorotiazida y placebo se ajustaron según la tasa de filtración glomerular, estimada mediante la fórmula de modificación de la dieta en la enfermedad renal, de la siguiente manera: para > 50 ml/min, 25 mg al día; para 20-50 ml/min, 50 mg al día; y para < 20 ml/min, 100 mg al día. Los autores concluyeron que la hidroclorotiazida incrementa la respuesta descongestiva de la furosemida, aumentando la pérdida ponderal, en una

población de pacientes con IC añosa, con alta comorbilidad y deterioro de la función renal basal²⁸.

Por lo tanto, considerando los datos del ensayo clínico CLOROTIC y las características propias del fármaco, la asociación de tiazidas junto a furosemida estaría indicada en pacientes con perfil de congestión tisular, con dosis ambulatorias de furosemida de más de 80 mg/día y sin hiponatremia.

Se debe valorar administrar suplementos de potasio, ya que tanto la furosemida como las tiazidas favorecen la hipopotasemia.

ACETAZOLAMIDA

Es el fármaco de elección en pacientes con ICA y alcalosis metabólica. El inhibidor de la anhidrasa carbónica acetazolamida inhibe la reabsorción de sodio en los túbulos proximales. Aunque presenta una capacidad diurética y natriurética pobre, podría funcionar como «potenciador» de la eficacia diurética en combinación con diuréticos distales (aumento del flujo tubular de Na⁺). Este concepto está respaldado por dos pequeños ensayos aleatorizados que incluyeron pacientes con sobrecarga de volumen refractaria a la terapia con diuréticos de asa²⁹.

Hasta que la evidencia sea más sólida, se recomienda la acetazolamida como fármaco de segunda línea¹⁸. Un estudio observacional en pacientes con ICA y sobrecarga de volumen marcada encontró que la adición de acetazolamida (500 mg administrados en bolo intravenoso además de la terapia con diuréticos de asa) mejoró la eficacia de los diuréticos de asa con aproximadamente 100 mmol de sodio excretado por 40 mg de dosis equivalente de furosemida³⁰. Los pacientes del estudio ADVOR mostraron una excreción fraccional de sodio reducida, que mejoró con la adición de acetazolamida³¹.

La acetazolamida también mejora la eficacia de los diuréticos similares a las tiazidas, ya que regula fuertemente a la baja la expresión de pendrina en la nefrona distal. Además, su uso se asocia con vasodilatación renal y mejora del flujo sanguíneo renal con una protección potencial contra el daño por isquemia-reperusión, lo que podría sugerir efectos nefroprotectores³¹. En una muestra seleccionada por Núñez et al.³² de pacientes con IC congestiva refractaria tratados con un régimen diurético intensivo, la adición de acetazolamida oral a mediano plazo fue factible y segura. Además, los hallazgos sugieren que la adición de acetazolamida se asocia con una mejora en la clase funcional y en sustitutos de la sobrecarga de líquidos.

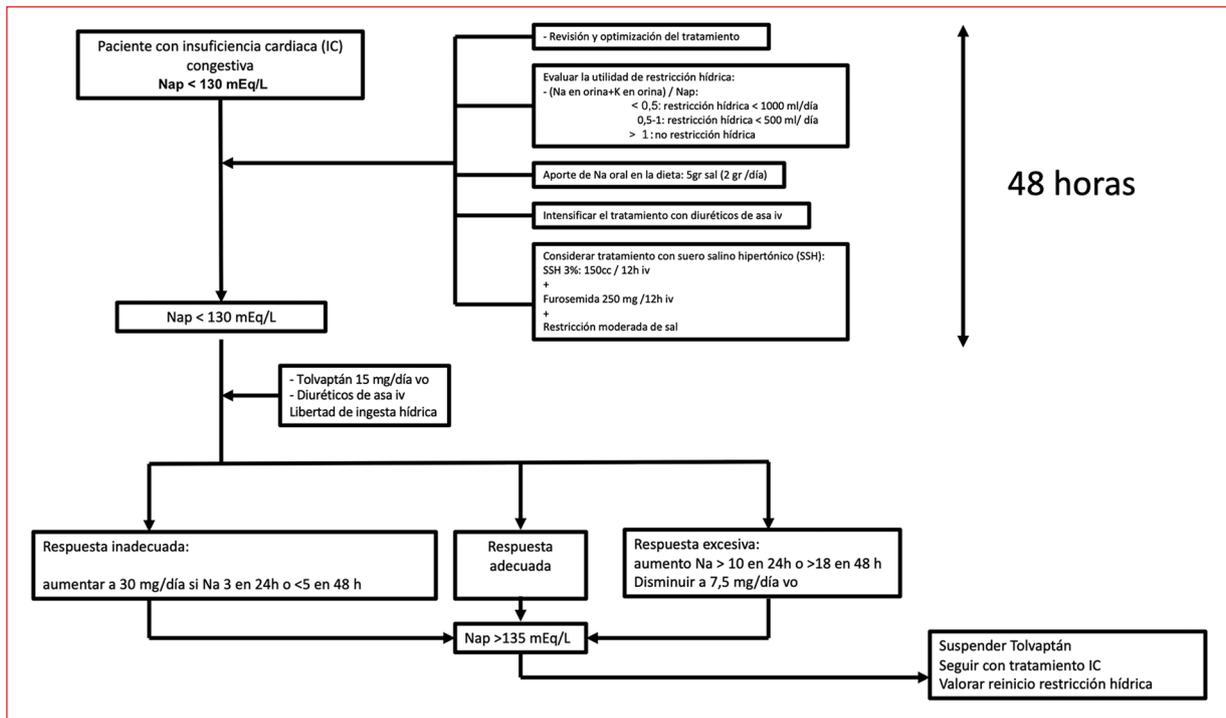


Figura 2. Tratamiento con tolvaptán en pacientes con insuficiencia cardiaca aguda e hiponatremia. iv: intravenoso; Nap: sodio plasmático; vo: vía oral.

La acetazolamida está indicada en pacientes con ICA y signos y síntomas de congestión moderada-grave, o en tratamiento crónico con diuréticos de asa orales, o asociada al tratamiento convencional en el SUH (furosemida intravenosa junto a tiazidas orales si procede), o con alta probabilidad de ingreso hospitalario. Está contraindicada en caso de acidosis hiperclorémica, embarazo, insuficiencia renal grave (filtrado glomerular < 20 ml/min), insuficiencia hepática grave o hipersensibilidad a las sulfamidas o al propio fármaco (Tabla 3).

Por lo tanto, con los datos del estudio ADVOR y las características comentadas de este diurético, su uso en la ICA estaría indicado en pacientes con dosis ambulatorias de furosemida menores de 60 mg al día y especialmente si presentan alcalosis metabólica hipoclorémica.

ANTAGONISTAS DE LA VASOPRESINA

En los pacientes con IC, los niveles de vasopresina están elevados y empeoran la retención de líquidos. El antagonista selectivo del receptor de vasopresina V2, el tolvaptán, actúa en el tubo colector aumentando la acuarexis sin afectar significativamente la respuesta natriurética. La administración temprana de tolvaptán y su uso en pacientes con respuesta diurética, disfunción renal o hiponatremia resultó en una mayor pérdida de

peso, pero sin una mejora significativa en el alivio de la disnea³³. Según el estudio EVEREST, el inicio del tratamiento con tolvaptán dentro de las 48 horas posteriores a la hospitalización por empeoramiento de la IC en pacientes que manifestaron signos y síntomas de sobrecarga de volumen, con continuación del tratamiento a largo plazo, no dio como resultado una mejora ni una reducción de la supervivencia, ni del criterio de valoración combinado de mortalidad cardiovascular u hospitalización por IC. Los beneficios significativos sobre la disnea, el edema, el peso corporal y el sodio sérico, junto con el efecto de supervivencia neutral, la preservación de la función renal y el perfil de seguridad general, definen al tolvaptán como un agente potencialmente útil para el tratamiento de pacientes con exacerbación de su IC³⁴.

La administración de tolvaptán es hospitalaria, por lo que requiere ingreso, y está indicada en pacientes con IC crónica descompensada con signos y síntomas de congestión moderada-grave (hipervolemia manifiesta) o hiponatremia (Na⁺ < 130 mEq/l), asociado al tratamiento diurético o al tratamiento específico de la hiponatremia. El tratamiento con tolvaptán debe iniciarse en el hospital o en la unidad de hospitalización a domicilio debido a la necesidad de realizar una fase de ajuste de

la dosis que requiere una estrecha monitorización del sodio sérico y del estado volémico. Se inicia a una dosis de 7.5 mg/día, que puede incrementarse a 15 mg/día, y de 15 a 30 mg/día y 30 a 60 mg/día a intervalos de 24 horas o más, siendo la dosis máxima 60 mg. La dosis de tolvaptán se ajustará en función de la concentración sérica de sodio pasadas unas horas. Si tras 8 horas del inicio del tratamiento la concentración de sodio sérico aumenta más de 8 mmol/l, hay que reducir la dosis o aumentar el aporte hídrico (Tabla 3). Asimismo, si tras 24 horas la concentración de sodio sérico aumenta más de 12 mmol/l, se reducirá la dosis o se interrumpirá el tratamiento valorando el aumento del aporte hídrico, pero si el incremento es de menos de 5 mmol/l o la concentración de sodio sérico es menor de 136 mmol/l (valorando el sodio basal previo), se debe aumentar la dosis o disminuir el aporte hídrico. El tolvaptán se administra una vez al día y los pacientes tienen que beber según su sed. La duración queda determinada por la enfermedad subyacente (Fig. 2).

ISGLT-2

Son fármacos hipoglucemiantes que han demostrado ser eficaces en pacientes hospitalizados por ICA *de novo* y descompensada, con o sin diabetes tipo 2, y con fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) tanto normal como deprimida.

El efecto natriurético de los ISGLT-2 parece ser débil en monoterapia, pero sugiere un efecto sinérgico en combinación con diuréticos de asa al aumentar el flujo de Na⁺, proporcionando una diuresis osmótica, minimizando los trastornos iónicos y evitando la activación del sistema nervioso simpático o del sistema renina-angiotensina³⁵. Además, producen un aumento de la excreción de agua libre de electrolitos mediado principalmente por un efecto osmótico, lo cual favorece la descongestión del intersticio sin asociar cambios relevantes en el volumen intravascular.

Deben administrarse independientemente de la FEVI por la reducción del riesgo de empeoramiento de los eventos de IC en pacientes hospitalizados y ambulatorios, por mantener la estabilidad clínica de los pacientes con IC y por reducir el riesgo de muerte de causa cardiovascular y las hospitalizaciones por causa cardiovascular o por cualquier causa.

El ensayo EMPULSE evaluó el empleo temprano de empagliflozina en pacientes con ICA, independientemente de la FEVI y de la presencia de diabetes *mellitus*. Mejoraron significativamente la mortalidad, el número de hospitalizaciones por IC y las visitas a urgencias por

Tabla 4. Dosis de los fármacos inhibidores del cotransportador de sodio-glucosa tipo 2 utilizados en la insuficiencia cardiaca aguda

Fármaco	Dosis diaria recomendada	Ajuste
Empagliflozina	10 mg/24 h	FG < 20 ml/min: no se recomienda
Dapagliflozina	10 mg/24 h	FG < 25 ml/min: no iniciar

FG: filtrado glomerular.

IC en aproximadamente un 30%³⁶. Los ensayos EMPA-RESPONSE-AHF y EMPULSE sugieren que estos fármacos pueden iniciarse de manera segura en los pacientes hospitalizados por ICA, ya que sus beneficios son similares a los observados en aquellos con IC crónica estable^{36,37}.

El principal evento adverso relacionado con los ISGLT-2 es la infección micótica urogenital, que es menos frecuente en pacientes sin diabetes *mellitus*; debe ser tratada de forma sistémica y en general no es motivo de retirada. Se recomienda realizar una estricta higiene genital cuando se inicie la terapia. Se ha evidenciado un mayor riesgo de cetoacidosis, pero el riesgo absoluto adicional de esta complicación es tan bajo como un 0.3% por año y se asocia a pacientes con sarcopenia o bajos índices de masa corporal, disminución brusca de la dosis de insulina tras su introducción, deshidratación o hipovolemia, ingesta alimentaria escasa y episodios recientes de cetoacidosis³⁸⁻⁴⁰.

Los ISGLT-2 tienen un efecto relativamente débil sobre la presión arterial sistólica, con una disminución de unos 3-5 mmHg. Los efectos favorables y la seguridad de los ISGLT-2 no dependen de la presión arterial inicial, como se demostró en los ensayos EMPEROR-Reduced y DAPA-HF^{41,42}.

En la medida de lo posible, por su incuestionable efecto beneficioso en la morbimortalidad, debe prevalecer que en urgencias se inicien o mantengan los ISGLT-2 en los pacientes con IC. Antes de iniciarlos al alta desde el SUH o al ingreso por ICA, el paciente debe estar clínica y hemodinámicamente estable, y capaz de tolerar la ingesta oral (Tabla 4).

En los pacientes con diabetes *mellitus* tipo 2 se debe ajustar el tratamiento intentando retirar las sulfonilureas o glinidas, y reducir un 10% la dosis de insulina basal (glargina, glargina U-300, detemir, degludec, NPH) o un 10-20% la insulina rápida (lispro, aspártica, glusilina) si se administran conjuntamente⁴³.

Tabla 5. Concentración de sodio en la infusión según la natremia

Concentración de la infusión	Sodio en sangre	Forma de preparación
SSH al 4.6%	< 125 mEq/l	3.5 ampollas de ClNa 20% en 100 ml de SSF 0.9%, administrar en 15-30 min
		4 ampollas de ClNa 17.7% en 100 ml de SSF 0.9%, administrar en 15-30 min
SSH al 3.5%	126-135 mEq/l	2 ampollas de ClNa 20% en 100 ml de SSF 0.9%, administrar en 15-30 min
		2.3 ampollas de ClNa 17.7% en 100 ml de SSF 0.9%, administrar en 15-30 min
SSH al 2.4%	136-145 mEq/l	1 ampolla de ClNa 20% en 100 ml de SSF 0.9%, administrar en 15-30 min
		1.2 ampollas de ClNa 17.7% en 100 ml de SSF 0.9%, administrar en 15-30 min

SSF: solución salina fisiológica; SSH: solución salina hipertónica.

DIURÉTICOS DE ASA Y SOLUCIÓN SALINA HIPERTÓNICA

Se ha demostrado que aumenta la diuresis al mejorar la perfusión renal por la «atracción» osmótica de agua libre hacia el espacio intravascular y al potenciar el efecto del diurético de asa mediante un mejor suministro de sodio al asa de Henle³³. También mejora la inotropía a través de la estimulación miocárdica. Su uso se ha asociado a una reducción de las tasas de mortalidad, de la duración de la estancia hospitalaria y del costo del tratamiento en comparación con la furosemida sola⁴⁴.

Se administran 150 ml de solución salina hipertónica junto con furosemida 250-500 mg por vía intravenosa a pasar en 30 minutos cada 12 horas. Debido a las alteraciones hidroelectrolíticas relativamente frecuentes, debe administrarse bajo control analítico, con administración de potasio oral y restricción hídrica de 1000 ml diarios⁴⁵ (Tabla 5).

Varios grupos han estudiado el beneficio de la asociación de diurético y solución salina hipertónica como tratamiento de los pacientes con IC descompensada, mostrando resultados prometedores. Su empleo parece más apropiado en pacientes con un fenotipo congestivo de predominio tisular demostrado mediante una valoración multiparamétrica que combina exploración física (edemas, crepitantes, derrame pleural, semiología ascítica) y ecografía a pie de cama que muestre en el

Tabla 6. Índice EVEREST³⁴

Signos/síntomas	0	1	2	3
Disnea	No	Ocasional	Frecuente	Continua
Ortopnea	No	Ocasional	Frecuente	Continua
Fatiga	No	Ocasional	Frecuente	Continua
Ingurgitación yugular	< 6	6-9 cmH ₂ O	10-15 cmH ₂ O	> 15 cmH ₂ O
Crepitantes	No	Bases	< 50%	> 50%
Edemas	No	Leve	Moderados	Graves

Puntuación 1-2: se asocia con congestión leve.
Puntuación ≥ 3: se asocia con congestión moderada-grave.

estudio pulmonar la presencia de líneas B o derrame pleural⁴⁶.

Escala MEESI

La calculadora MEESI-AHF Risk Model sirve para predecir la mortalidad a 30 días en pacientes que acuden a los SUH con diagnóstico de ICA.

La escala MEESI ha sido desarrollada en SUH españoles y está validada en España y Suiza. La puntuación MEESI-AHF se obtuvo en 4867 pacientes consecutivos con ICA ingresados en SUH españoles durante los años 2009 y 2011, y posteriormente fue validada en 3229 pacientes con ICA recogidos en el año 2014 (los pacientes con síndrome coronario agudo con elevación del segmento ST fueron excluidos).

El modelo de riesgo MEESI-AHF incluye 13 variables fácilmente disponibles en los SUH. En algunos pacientes, la troponina, el péptido natriurético cerebral y el índice de Barthel basal pueden ser desconocidos, y en estos casos también es posible aplicar el modelo de riesgo. Las variables indispensables para su cálculo son las 10 restantes: edad, creatinina, potasio, presión arterial sistólica, frecuencia respiratoria, saturación arterial basal de oxígeno, clase funcional de la New York Heart Association a la llegada a urgencias, síndrome coronario agudo como factor precipitante de la descompensación e hipertrofia ventricular izquierda en el electrocardiograma⁴⁷.

Discusión

Para la IC crónica se dispone de una guía clínica farmacológica establecida que permite unas opciones de tratamiento universal para todos los pacientes. En

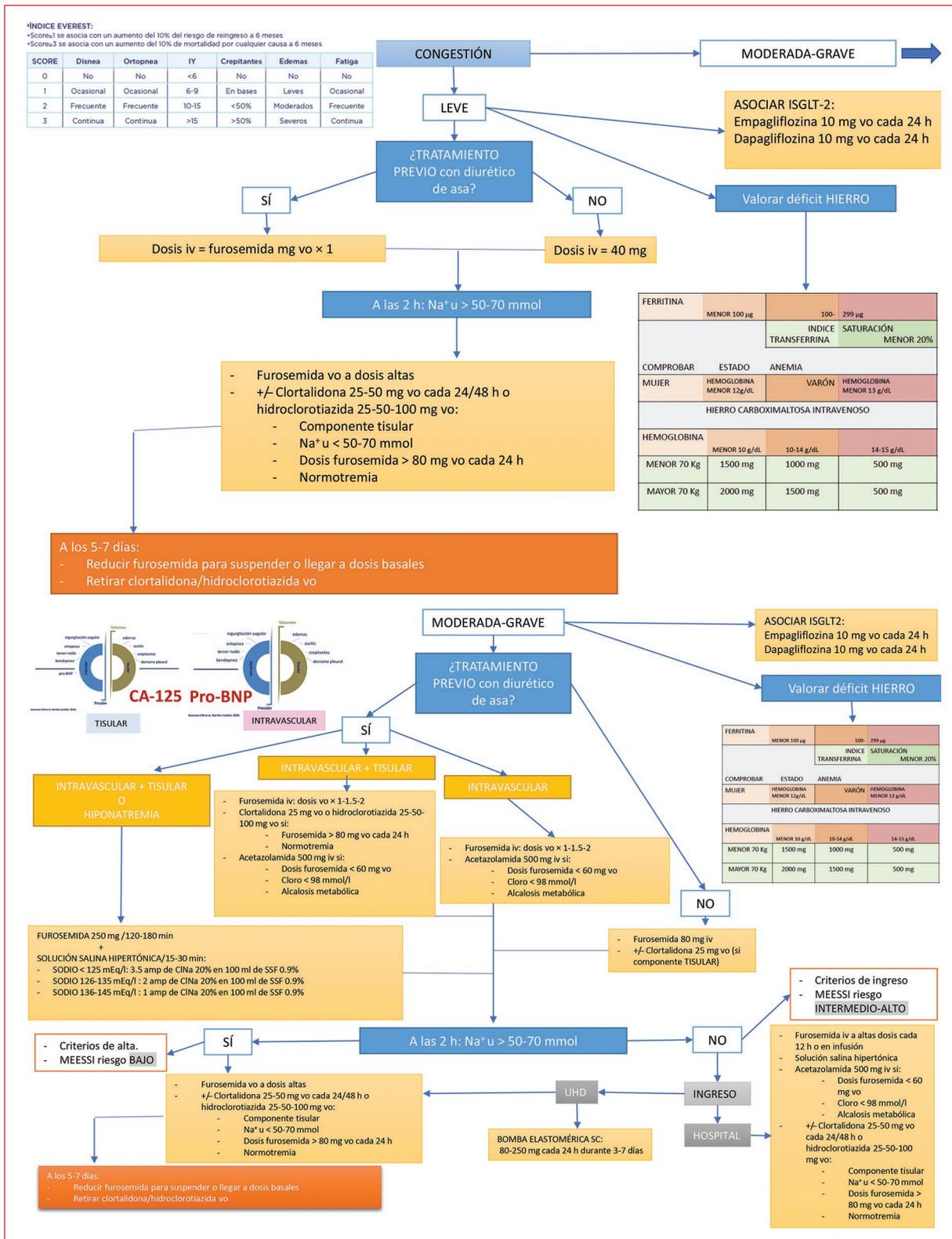


Figura 3. Algoritmo de actuación en pacientes con insuficiencia cardiaca aguda en el servicio de urgencias hospitalarias. ISGLT-2: inhibidores del cotransportador de sodio-glucosa tipo 2; iv: intravenoso; MEESI: *Multiple Estimation of Risk based on the Emergency Department Spanish Score in Patients with Acute Heart Failure*; Na⁺u: sodio urinario; sc: subcutáneo; SSF: solución salina fisiológica; UHD: unidad hospitalización a domicilio; vo: vía oral.

cambio, para los pacientes con ICA no se dispone de una guía para su tratamiento.

Existen unas recomendaciones basadas en la diuresis y la natriuresis tras la administración de diuréticos de asa, que son el tratamiento de primera elección. Sin embargo, cuando no hay mejoría tras la administración de estos se recomienda un bloqueo farmacológico de la nefrona sin especificar la secuencia ni las dosis de los fármacos. Con esta revisión hemos querido establecer la dosificación y la secuencia de los fármacos implicados en el tratamiento de la ICA.

Los diuréticos de elección son los de asa, comenzando con una dosis igual o el doble que la utilizada habitualmente si el paciente ya se encuentra en tratamiento con los mismos, o iniciando con 40 mg por vía intravenosa⁸. En el ensayo DOSE se encontró una mejoría de los síntomas con una dosificación agresiva de diuréticos de asa intravenosos de 2.5 veces la dosis oral diaria total, en comparación con una dosis numérica igual, sin encontrar diferencias en el criterio de valoración principal entre la infusión continua y el bolo para la mortalidad por todas las causas, la duración de la estancia hospitalaria y la alteración electrolítica²⁵.

En los pacientes con congestión refractaria a dosis altas de diuréticos de asa se usan como primera recomendación las tiazidas o similares, por su aumento de la avidéz de sodio en la nefrona distal. El estudio CARRESS-HF demostró que esta asociación farmacológica era igual de efectiva que la ultrafiltración venovenosa para resolver la congestión, además de producir un menor deterioro de la función renal¹⁸⁻²⁶.

En caso de no obtener mejoría de la congestión se debe añadir acetazolamida, concretamente en los pacientes con alcalosis metabólica añadida. Los pacientes del estudio ADVOR mostraban una excreción fraccional de sodio reducida que mejoró con la adición de acetazolamida³¹. Se trata de un fármaco que aumenta la eficacia de los diuréticos similares a las tiazidas. Esto está apoyado por una muestra seleccionada por Núñez et al.³² de pacientes con IC congestiva refractaria a tratamiento diurético intensivo en los que la adición de acetazolamida oral mejoró la clase funcional y la sobrecarga hídrica.

Otra opción de tratamiento en los pacientes que no responden a dosis altas de diuréticos de asa, y en caso de presentar hiponatremia, es la adición de solución salina hipertónica a los diuréticos de asa. Esto ha demostrado reducir las tasas de mortalidad, la duración de estancia hospitalaria y el costo del tratamiento en comparación con la furosemida sola⁴⁴. Si tras 48 horas con este tratamiento el paciente no mejora de la

congestión ni de la hiponatremia, se debería añadir tolvaptán. Según el estudio EVEREST, su adición supone beneficios significativos sobre la disnea, el edema, el peso corporal y el sodio sérico, junto con un efecto de supervivencia neutral, preservación de la función renal y buen perfil de seguridad general³⁴.

En todos los pacientes con ICA se debería añadir un ISGLT-2 independientemente de su FEVI, por el beneficio cardiovascular. El ensayo EMPULSE demostró que su uso temprano mejoró significativamente la mortalidad, el número de hospitalizaciones por IC y las visitas a urgencias por IC en aproximadamente un 30%³⁶. Su uso está amparado por los ensayos EMPA-RESPONSE-AHF y EMPULSE, que sugieren beneficios similares a los observados en pacientes con IC crónica estable^{36,37}. Por ello, dados sus innumerables efectos beneficiosos en la morbimortalidad, debe prevalecer su inicio en urgencias o mantenerlos en los pacientes que ya los han iniciado, teniendo en cuenta el ajuste del tratamiento antidiabético en pacientes con diabetes *mellitus*⁴³. Cabe destacar sus eventos adversos, siendo el principal la infección micótica urogenital, que debe ser tratada de manera sistémica y en general no es motivo de retirada³⁸⁻⁴⁰.

Por último, pero no menos importante, hay que estratificar el riesgo de los pacientes, ya que existe una disparidad entre la decisión de alta por parte del urgenciólogo y la gravedad de la descompensación en los pacientes con ICA. Para cumplir con los estándares de calidad deberían disminuir las incongruencias entre la gravedad de la descompensación y la toma de decisión por parte del urgenciólogo⁹. La estratificación del riesgo mediante la escala MEESI integrando parámetros de reconsulta, la administración de diuréticos intravenosos, la disposición de áreas de observación y la estandarización de la visita precoz tras el alta pueden permitir extender el alta directa desde los SUH a cerca de la mitad de los pacientes con ICA, en línea con las recomendaciones de los expertos, quedando demostrado que la validación externa de la puntuación de riesgo MEESI-AHF permite una excelente discriminación⁴⁸.

Conclusión

A partir de la revisión realizada hemos elaborado un algoritmo de actuación en el que incluimos dosis y pautas a seguir según el grado de congestión (Tabla 6), el fenotipo y la respuesta descongestiva del paciente, que junto con la escala de riesgo MEESI nos ayudará a decidir si el paciente debe ingresar o puede ser dado de alta a su domicilio (Fig. 3).

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

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

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

- Filippatos G, Zannad F. An introduction to acute heart failure syndromes: definition and classification. *Heart Fail Rev.* 2007;12:87-90.
- Magaña JA, Cigarroa JA, Chávez A, Rayo J, Galván H, Aguilera LF, et al. First Mexican statement in heart failure. *Cardiovasc Metab Sci.* 2021;32(Suppl 1):S8-85.
- Chioncel O, Mebazaa A, Harjola VP, Coats AJ, Piepoli MF, Crespo-Leiro MG, et al. Clinical phenotypes and outcome of patients hospitalized for acute heart failure: the ESC Heart Failure Long-Term Registry. *Eur J Heart Fail.* 2017;19:1242-54.
- Núñez J, Núñez E, Fonarow GC, Sanchis J, Bodi V, Bertomeu-González V, et al. Differential prognostic effect of systolic blood pressure on mortality according to left-ventricular function in patients with acute heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2010;12:38-44.
- Mullens W, Damman K, Harjola VP, Mebazaa A, Brunner-La Rocca HP, Martens P, et al. The use of diuretics in heart failure with congestion: a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2019;21:137-55.
- Nohria A, Tsang SW, Fang JC, Lewis EF, Jarcho JA, Mudge GH, et al. Clinical assessment identifies hemodynamic profiles that predict outcomes in patients admitted with heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2003;41:1797-804.
- Barrot J. Novedades sobre el uso de diuréticos: más allá de la furosemida en la congestión en la insuficiencia cardiaca. *Diabetes Pract.* 2023;14:1-35.
- Cobo-Marcos M, Zegri-Reiriz I, Remior-Pérez P, García-Gómez S, García-Rodríguez D, Domínguez-Rodríguez F, et al. Usefulness of natriuresis to predict in-hospital diuretic resistance. *Am J Cardiovasc Dis.* 2020;10:350-5.
- Miró O, Llorens P, Gil V, López MP, Jacob J, Herrero P, et al. Decisión de hospitalización o alta en pacientes con insuficiencia cardiaca aguda en urgencias, su adecuación con la gravedad de la descompensación e impacto pronóstico. *Emergencias.* 2023;35:261-9.
- Fernández C, Del Arco C, Torres R, Madrigal JF, Romero R, Bibiano C, et al. Rendimiento de tres escalas de fragilidad para predecir resultados adversos a 30 días en los pacientes mayores dados de alta en los servicios de urgencias. *Emergencias.* 2023;35:196-204.
- Sánchez C, Espinosa B, Coloma E, San Inocencia D, Pilarcokova S, Guzmán S, et al. Análisis de seguridad y eficiencia de la hospitalización a domicilio directamente desde urgencias en pacientes con insuficiencia cardiaca aguda. *Emergencias.* 2023;35:176-84.
- Leey-Echavarría C, Zorrilla-Riveiro J, Arnau A, Fernández-Puigbó M, Sala-Barcons E, Gené E. Validación prospectiva de un modelo predictivo de ingreso y orientación sobre la seguridad de la derivación inversa desde el triaje de los servicios de urgencias hospitalarios. *Emergencias.* 2022;34:165-73.
- Miró O, Jacob J, García-Lamberechts EJ, Piñera P, Llorens P, Jiménez S, et al. Características sociodemográficas, funcionales y consumo de recursos de la población atendida en los servicios de urgencias españoles: una aproximación desde la cohorte EDEN. *Emergencias.* 2022;34:418-27.
- López MP, Llorens P, Martín-Sánchez FJ, Gil V, Jacob J, Herrero P, et al. Observación en urgencias previa a la hospitalización en pacientes con insuficiencia cardiaca aguda: impacto sobre el pronóstico a corto plazo. *Emergencias.* 2022;34:345-51.
- Bibiano C. Ingreso directo desde urgencias a domicilio: factible, eficiente y necesario. *Emergencias.* 2023;35:163-4.
- Lorenzo M, Sanchis J. La organización asistencial de la insuficiencia cardiaca descompensada en España: ¿dónde estamos? *Emergencias.* 2022;34:81-2.
- Miller WL. Fluid volume overload and congestion in heart failure: time to reconsider pathophysiology and how volume is assessed. *Circ Heart Fail.* 2016;9:e002922.
- De la Espriella R, Santas E, Zegri I, Górriz JL, Cobo M, Núñez J. Cuantificación y tratamiento de la congestión en insuficiencia cardiaca: una visión clínica y fisiopatológica. *Nefrología.* 2022;42:145-62.
- Mullens W, Verbrugge FH, Nijst P, Tang WHW. Renal sodium avidity in heart failure: from pathophysiology to treatment strategies. *Eur Heart J.* 2017;38:1872-82.
- Zelniker TA, Braunwald E. Mechanisms of cardiorenal effects of sodium-glucose cotransporter 2 inhibitors. *J Am Coll Cardiol.* 2020;75:422-34.
- Wilcox CS, Testani JM, Pitt B. Pathophysiology of diuretic resistance and its implications for the management of chronic heart failure. *Hypertension.* 2020;76:1045-54.
- Verbrugge FH. Editor's choice: diuretic resistance in acute heart failure. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2018;7:379-89.
- Felker GM, Ellison DH, Mullens W, Cox ZL, Testani JM. Diuretic therapy for patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2020;75:1178-95.
- Mirzai S, Kanaan CN, Berglund F, Mountis M, Wassif H. How do we maximize diuresis in acute decompensated heart failure? *Cleve Clin J Med.* 2022;89:561-5.
- Felker GM, Lee KL, Bull DA, Redfield MM, Stevenson LW, Goldsmith SR, et al. Diuretic strategies in patients with acute decompensated heart failure. *N Engl J Med.* 2011;364:797-805.
- Bart BA, Goldsmith SR, Lee KL, Redfield MM, Felker GM, O'Connor CM, et al. Cardiorenal rescue study in acute decompensated heart failure: rationale and design of CARRESS-HF, for the heart failure clinical research network. *J Card Fail.* 2012;18:176-82.
- Agarwal R. Hydrochlorothiazide versus chlorthalidone: what is the difference? *Circulation.* 2022;146:1641-3.
- Trullàs JC, Morales-Rull JL, Casado J, Carrera-Izquierdo M, Sánchez-Martel M, Conde-Martel A, et al. Combining loop with thiazide diuretics for decompensated heart failure: the CLOROTIC trial. *Eur Heart J.* 2023;44:411-21.
- Imiela T, Budaj A. Acetazolamide as add-on diuretic therapy in exacerbations of chronic heart failure: a pilot study. *Clin Drug Investig.* 2017;37:1175-81.
- Verbrugge FH, Dupont M, Bertrand PB, Nijst P, Penders J, Dens J, et al. Determinants and impact of the natriuretic response to diuretic therapy in heart failure with reduced ejection fraction and volume overload. *Acta Cardiol.* 2015;70:265-73.
- Mullens W, Verbrugge F, Nijst P, Martens P, Tartaglia K, Theunissen E, et al. Rationale and design of the ADVOR (Acetazolamide in Decompensated Heart Failure with Volume Overload) trial. *Eur J Heart Fail.* 2018;20:1591-600.
- Núñez J, Heredia R, Payá A, Sanchis I, Del Prado S, Miñana G, et al. Use of acetazolamide in the treatment of patients with refractory congestive heart failure. *Cardiovasc Ther.* 2018;36:e12465.
- Rahman R, Paz P, Elmassy M. Diuretic resistance in heart failure. *Cardiol Rev.* 2021;29:73-81.
- Konstam MA, Gheorghiadu M, Burnett JC Jr, Grinfeld L, Maggioni AP, Swedberg K, et al. Effects of oral tolvaptan in patients hospitalized for worsening heart failure: the EVEREST outcome trial. *JAMA.* 2007;297:1319-31.
- Talha KM, Anker SD, Butler J. SGLT-2 inhibitors in heart failure: a review of current evidence. *Int J Heart Fail.* 2023;5:82-90.
- Voors AA, Angermann CE, Teerlink JR, Collins SP, Kosiborod M, Biegus J, et al. The SGLT2 inhibitor empagliflozin in patients hospitalized for acute heart failure: a multinational randomized trial. *Nat Med.* 2022;28:568-74.
- Damman K, Beusekamp JC, Boersma EM, Swart HP, Smilde TDJ, Elvan A, et al. Randomized, double-blind, placebo-controlled, multicentre pilot study on the effects of empagliflozin on clinical outcomes in patients with acute decompensated heart failure (EMPA-RESPONSE-AHF). *Eur J Heart Fail.* 2020;22:713-22.
- Ferreira JP, Pimenta J, Moura B, Aguiar C, Franco F. Use of sodium glucose co transporter 2 inhibitors in acute heart failure: a practical guidance. *ESC Heart Fail.* 2022;9:4344-7.

39. Morillas H, Galcerá E, Alania E, Seller J, Larumbe A, Núñez J, et al. Sodium-glucose co-transporter 2 inhibitors in acute heart failure: a review of the available evidence and practical guidance on clinical use. *Rev Cardiovasc Med.* 2022;23:139.
40. Mascolo A, Di Napoli R, Balzano N, Cappetta D, Urbanek K, De Angelis A, et al. Safety profile of sodium glucose co transporter 2 (SGLT2) inhibitors: a brief summary. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:1010693.
41. Anker SD, Butler J, Filippatos G, Ferreira JP, Bocchi E, Böhm M, et al.; EMPEROR-Preserved Trial Investigators. Empagliflozin in heart failure with a preserved ejection fraction. *N Engl J Med.* 2021;385:1451-61.
42. Solomon SD, de Boer RA, DeMets D, Hernandez AF, Inzucchi SE, Kosiborod MN, et al. Dapagliflozin in heart failure with preserved and mildly reduced ejection fraction: rationale and design of the DELIVER trial. *Eur J Heart Fail.* 2021;23:1217-25.
43. Llorens P. Uso precoz de los inhibidores del cotransportador de sodio-glucosa tipo 2 (iSGLT2) en pacientes con insuficiencia cardíaca atendidos en urgencias. *Rev Esp Urg Emerg.* 2023;2:164-9.
44. Acar S, Sanli S, Oztosun C, Afsar B, Sag A, Kuwabara M, et al. Pharmacologic and interventional paradigms of diuretic resistance in congestive heart failure: a narrative review. *Int Urol Nephrol.* 2021;53:1839-49.
45. Llàcer P, Romero G, Trullàs JC, de la Espriella R, Cobo M, Quiroga B, et al. Consenso sobre el abordaje de la sobrecarga hidrosalina en insuficiencia cardíaca aguda. Recomendaciones SEMI/SEC/SEN. *Rev Esp Cardiol.* 2024;77:556-65.
46. Mazón-Ruiz J, Romero-González G, Sánchez E, Banegas-Deras EJ, Salgado-Barquinero M, Gutiérrez-de la Varga L, et al. Suero salino hipertónico e insuficiencia cardíaca: ¿«sodio-centrista» o «cloro-centrista»? *Nefrología.* 2024;44:338-43.
47. Miró O, Rosselló X, Gil V, Martín-Sánchez FJ, Llorens P, Herrero-Puente P, et al. Predicting 30-day mortality for patients with acute heart failure in the emergency department: a cohort study. *Ann Intern Med.* 2017;167:698-705.
48. Miró O, Levy PD, Möckel M, Pang PS, Lambrinou E, Bueno H, et al. Disposition of emergency department patients diagnosed with acute heart failure: an international emergency medicine perspective. *Eur J Emerg Med.* 2017;24:2-12.
49. Boorsma EM, Ter Maaten JM, Damman K, Dinh W, Gustafsson F, Goldsmith S, et al. Congestion in heart failure: a contemporary look at physiology, diagnosis and treatment. *Nat Rev Cardiol.* 2020;17:641-55.

Analgesia regional en la sala de emergencias. Una revisión de la evidencia

Gastón D. Martínez-Sedas 

Clinica de Dolor, Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga, Ciudad de México, México

Resumen

El manejo del dolor en la sala de emergencias representa un reto para los profesionales de la salud en esta área. Es común que el manejo del dolor en la sala de emergencias sea a base de medicamentos de tipo opiáceo; sin embargo, actualmente, en nuestro país, la poca disponibilidad de opiáceos en la sala de emergencias y la crisis global por abuso de estos medicamentos hace que se tengan que diseñar nuevas estrategias para el tratamiento del dolor en este contexto, ya que, en caso de dar un tratamiento inadecuado al dolor agudo, este puede evolucionar a dolor crónico. Es aquí donde entra como una opción adecuada la analgesia regional, la cual ha sido poco explorada en un área diferente del quirófano, pero la evidencia muestra una práctica segura y eficaz en la sala de emergencias.

Palabras clave: Dolor. Analgesia regional. Emergencias.

Regional analgesia in the emergency room. A review of the evidence

Abstract

Pain management in the emergency room represents a challenge for health professionals in this area. It is common for pain management in the emergency room to be based on opioid medications; however, currently in our country the low availability of opioids in the emergency room and the global crisis due to the abuse of these medications means that new strategies have to be designed for the treatment of pain in this context since if given an inadequate treatment of acute pain can progress to chronic pain. This is where regional analgesia comes in as an appropriate option, which has been little explored in an area other than the operating room, but the evidence shows a safe and effective practice in the emergency room.

Keywords: Pain. Regional analgesia. Emergencias.

Correspondencia:

Gastón D. Martínez-Sedas

E-mail: daniel.rebel13@gmail.com

2604-6520 / © 2024 Sociedad Mexicana de Medicina de Emergencias, AC. Publicado por Permanyer México SA de CV. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 27-01-2024

Fecha de aceptación: 14-05-2024

DOI: 10.24875/REIE.24000013

Disponible en internet: 21-08-2025

Rev Educ Investig Emer. 2025;7(3):211-219

www.medicinadeemergencias.com

Introducción

Es común que, al atender a un paciente en la sala de emergencias, se busque establecer un manejo correcto de la vía respiratoria y la ventilación, optimizar el estado hemodinámico y determinar la causa de deterioro cognitivo en agudo. Sin embargo, uno de los síntomas más frecuentes en la sala de emergencias es el dolor, y en la mayoría de los casos se presenta con una intensidad que exige la intervención por parte del médico a cargo. Clásicamente se ha intervenido al paciente con dolor en la sala de emergencias con analgésicos por vía intravenosa de tipo antiinflamatorios no esteroideos (AINE), acetaminofén (paracetamol) o, en los mejores escenarios, opiáceos. Estos últimos representan en la actualidad una dificultad para su prescripción por el personal de salud, ya que, por una parte, existe un aumento creciente del abuso recreativo de este tipo de sustancias por parte de la población, y por otro lado, debido a la poca disponibilidad de estos medicamentos en México. Sin embargo, no siempre este manejo es suficiente para el paciente con una intensidad grave de dolor, por lo que conocer otras alternativas de manejo analgésico impactará en la mejoría del dolor agudo y el desarrollo de dolor crónico.

Esta revisión tiene como objetivo otorgar conocimientos elementales del uso de la analgesia regional en la sala de emergencias, con una revisión de la evidencia científica. Para ello, se realizó una búsqueda de la literatura más reciente y con mejor evidencia en buscadores como PubMed, ClinicalKey, ScienceDirect y SpringerLink.

El dolor en la sala de emergencias

Una de las principales razones por las cuales los pacientes visitan la sala de emergencias es la presencia de dolor. Zanza et al.¹ refieren que hasta un 60-70% de los pacientes en la sala de emergencias experimentan dolor y más de la mitad de ellos tienen un sentimiento de tristeza. Este mismo trabajo refiere que aproximadamente el 70% de los pacientes no reciben analgesia o la reciben con notable retraso.

Una población que es de señalar con notable atención son los pacientes con traumatismos, que experimentan dolor agudo de notable intensidad y, si bien en el abordaje inicial existen otras necesidades de atención, el manejo analgésico en conjunto desempeña un papel importante en la evolución de la gravedad. El dolor agudo impacta en la función respiratoria, incrementa la demanda metabólica, altera la cicatrización de las

heridas, suprime la inmunidad y reduce la movilidad. Además, el manejo inadecuado del dolor agudo después de un traumatismo retrasa el regreso a la vida laboral, reduce la calidad de vida y aumenta el riesgo de trastorno por estrés postraumático². Se refiere que menos de la mitad de los pacientes reciben tratamiento para el dolor durante el ingreso y el 60% de los pacientes dados de alta presentan un dolor de mayor intensidad que al ingreso¹.

El problema del dolor agudo mal controlado es que aumenta el riesgo de desarrollar dolor crónico. Rivara et al.³ reportan que casi dos tercios de los pacientes manifiestan dolor al menos moderado a los 12 meses después de una lesión, y tres de cada cuatro pacientes reportan que el dolor interfiere con sus actividades de la vida diaria, como actividades sociales, el trabajo y la función cognitiva y emocional, impactando en la salud mental y aumentando el riesgo de depresión. Los eventos de trauma pueden generar angustia que exacerba el dolor, generando un circuito de retroalimentación trauma-dolor-angustia.

Por estas razones, los médicos y los proveedores de emergencias deben dar un manejo del dolor que sea seguro, eficaz y oportuno⁴.

Entendiendo el mecanismo de generación del dolor agudo

Para hablar de la fisiología de dolor necesitaríamos un artículo aparte para abordar todos sus detalles; sin embargo, podemos hacer un resumen de los mecanismos de generación del dolor agudo para comprender el papel de los diferentes tratamientos analgésicos. Cuando se presenta una lesión, por ejemplo la contusión en un traumatismo, el estímulo del medio externo es recibido por las fibras nerviosas A β mielínicas (transmiten estímulo táctil y propiocepción) y por las fibras A σ (mielínica) y C (amielínica), que transmiten nocicepción⁵. Una vez recibida esta información ocurren cuatro procesos básicos para que la información llegue a nivel cortical y se le dé el significado de dolor. El primer paso, denominado transducción, es el proceso en el cual el estímulo químico se convierte en estímulo eléctrico; aquí participan sustancias algógenas e inflamatorias, como prostaglandinas, potasio, bradicininas, sustancia P, histamina, leucotrienos, etc. El segundo paso se da cuando este estímulo eléctrico viaja hacia la médula espinal a través de fibras nerviosas; a este paso se le denomina transmisión. El tercer paso, la modulación, consiste en la interacción de sistemas analgésicos endógenos (como las

endorfinas) en el asta posterior de la médula espinal; es aquí donde inicia el ascenso a la corteza cerebral por las denominadas vías ascendentes. El último paso se da precisamente en la corteza cerebral, la percepción, en la cual se produce una interpretación emocional de este estímulo, denominada dolor. Ahora podemos preguntarnos por qué se debe entender todo esto, y la respuesta está en que las diferentes estrategias para el manejo del dolor actúan en cada uno de los pasos mencionados. De manera resumida, podemos disminuir la liberación de sustancias algógenas e inflamatorias de la transducción con la administración de AINE o acetaminofén; intervenir en la transmisión con la administración de anestésicos locales; intervenir en la modulación con opiáceos, alfa-2 agonistas o antagonistas N-metil-D-aspartato (NMDA), o en la percepción de la misma manera con analgésicos opiáceos, alfa-2 agonistas o incluso con fármacos utilizados para el manejo de dolor crónico, como los gabapentinoides, los antidepresivos y los antiepilépticos⁶.

Analgesia multimodal y su aplicación en medicina de emergencias

De manera clásica se ha usado el término «analgesia multimodal» en el ambiente perioperatorio refiriéndose a ella como el uso de dos o más fármacos con diferente vía de administración o mecanismo de acción para mejorar el efecto analgésico. Wei et al.⁷ definen la analgesia multimodal como el uso de múltiples estrategias para el manejo del dolor, que incluyen analgésicos sistémicos, técnicas regionales e intervenciones no farmacológicas para interactuar con el sistema nervioso periférico o central en la vía de dolor. Ahora es tiempo de ampliar el campo de aplicación de la analgesia multimodal. En 2020, el American College of Surgeons publicó sus *Guías de mejores prácticas para el manejo del dolor agudo en pacientes con trauma*⁸, en las que se señala que la analgesia multimodal es aplicable a lo largo de todo el proceso de atención: prehospitalaria, sala de emergencias, sala de trauma y alta hospitalaria. Destacan los beneficios de esta estrategia de manejo, como la potenciación de los efectos analgésicos y un mayor control del dolor sin depender de una sola clase de fármacos, disminuyendo los riesgos de cada medicamento empleado.

Una vez mencionados los beneficios del empleo de una estrategia multimodal, nos enfocaremos en una vía poco explorada en el departamento de emergencias, al menos en nuestro país: la analgesia regional. Esta

técnica se ha dejado para uso exclusivo del especialista en anestesiología, pero es momento de replantearse si esto debe ser así.

Analgesia regional y su aplicación en la sala de emergencias

La historia de las técnicas regionales comienza con el descubrimiento de las propiedades de la cocaína como anestésico local, en 1884. La primera organización formal de manejo de dolor, que es la American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, fue fundada en 1923 en honor a Gaston Laba, quien se considera el padre de la anestesia regional y la medicina del dolor. Los primeros textos publicados sobre anestesia regional en medicina de emergencias datan de 1980, cuando se describieron los bloqueos de nervio femoral para tratar fracturas femorales, demostrando una mayor disminución de los niveles de dolor en comparación con la analgesia sistémica⁹. La anestesia regional, según la Norma Oficial Mexicana 006 SSA3-2011¹⁰ para la práctica de la anestesiología, se define como «las técnicas utilizadas para provocar insensibilidad temporal al dolor en una región anatómica, para la realización de procedimientos médicos o quirúrgicos con fines diagnósticos, terapéuticos, rehabilitatorios, paliativos o de investigación». Es importante mencionar que anestesia y analgesia no son sinónimos; como se observa en la definición, anestesia hace referencia a la pérdida de la sensibilidad, y analgesia a la ausencia de dolor. Las técnicas regionales fueron diseñadas inicialmente con fines anestésicos, y posteriormente, con el conocimiento de las concentraciones analgésicas de los anestésicos locales, fueron diseñándose técnicas regionales con fines analgésicos. En 2022, Malik et al.¹¹ señalaron que la analgesia regional era una opción factible, ante los esfuerzos de la comunidad de medicina de emergencias por encontrar tratamientos seguros, efectivos y no opiáceos para el dolor, y que en la última década ha surgido evidencia de la seguridad y la eficacia de los bloqueos regionales cuando los administran proveedores capacitados en los servicios de emergencia.

Uno de los avances más notorios de la medicina en los últimos años es la aplicación de ultrasonografía en el punto de atención, incluyendo escenarios como la atención prehospitalaria, la sala de emergencias, la hospitalización o la unidad de cuidados intensivos. En 2021, el American College of Emergency Physicians (ACEP)¹² publicó una política en apoyo a los médicos que realizan bloqueos nerviosos guiados por

ultrasonido en el departamento de emergencias. En este documento, el ACEP refiere que los bloqueos regionales guiados por ultrasonido no solo están dentro de la práctica de los médicos de urgencias, sino que representan un componente central de una vía multimodal para controlar el dolor en los pacientes que acuden al servicio de emergencias.

Consideraciones para la analgesia regional en la sala de emergencias

Históricamente se comenzaron a realizar las técnicas regionales basando la identificación de los planos nerviosos en puntos de referencia anatómicos, provocando parestesias (principalmente en las extremidades) a los pacientes en los que se realizaba este abordaje. Posteriormente se utilizaron dispositivos como los estimuladores de nervios periféricos. En 2015, Lewis et al.¹³ realizaron una revisión sistemática de 32 ensayos clínicos con 2844 pacientes, cuyo objetivo fue evaluar si el uso de la ecografía para guiar el bloqueo de nervios periféricos tiene alguna ventaja sobre la localización de los nervios periféricos con estimulación nerviosa periférica o localización anatómica. Esta revisión Cochrane concluye que los bloqueos de nervios periféricos realizados solo con guía ecográfica o en combinación con estimulación nerviosa periférica son superiores en términos de mejor bloqueo sensorial y motor, menor necesidad de rescates y menos complicaciones reportadas. Por este tipo de evidencia se recomienda que, si se considera realizar un abordaje de analgesia regional en la sala de emergencias, siempre se realice con guía ecográfica.

La selección de la aguja también es importante. Es común que, por la disponibilidad de recursos, se realicen estos procedimientos con agujas de catéter intravenoso; sin embargo, la recomendación es hacerlo con agujas diseñadas para procedimientos regionales, y de preferencia ecogénicas, para una mejor visualización mientras se realiza la insonación de las estructuras anatómicas. También es importante que al administrar el anestésico local no se presente demasiada resistencia en la jeringa ni que el paciente refiera dolor, ya que esto puede indicar una administración intraneural del anestésico.

A continuación, se describirán algunos de los bloqueos para los que se cuenta con evidencia de su uso en la sala de emergencias, que son aplicables en condiciones frecuentes en ella y que no comportan una gran dificultad técnica, tanto por las estructuras anatómicas involucradas como por la posición del paciente al realizarlos.

Bloqueo en lesiones de la mano

Unas de las lesiones que con más frecuencia se ven en la sala de emergencias son las de la mano¹¹, y lograr una analgesia óptima puede ser complicado. Los bloqueos regionales ecoguiados de los nervios cubital, mediano o radial pueden proporcionar un manejo eficaz de lesiones como fracturas, laceraciones, quemaduras y abscesos en la mano, realizados incluso en menos de 10 minutos, sin complicaciones graves y con buenos resultados, como refieren Vrablik et al.¹⁴, que realizaron un ensayo aleatorizado controlado en 12 pacientes en un centro de trauma de nivel I para comparar la analgesia otorgada con opiáceos sistémicos en seis pacientes, siendo el estándar de atención en ese centro, frente al bloqueo de nervio más manejo estándar en otros seis pacientes, todos con trauma en la mano y necesidad de analgesia. El dolor fue evaluado a los 15, 60 y 120 minutos en ambos grupos mediante una escala visual análoga. El dolor disminuyó a los 15 y 120 minutos ($p < 0.05$), y tuvo una reducción no significativa a los 60 minutos ($p = 0.05$). Un paciente informó parestesia 3 días después de la intervención y ningún paciente presentó parestesia a los 30 días. No hubo reportes de ninguna otra complicación.

Estos bloqueos se realizan con un transductor lineal administrando 5-10 ml de anestésico local (lidocaína o bupivacaína) en el antebrazo, adyacente al nervio específico que inerva el área lesionada.

Las lesiones de la extremidad superior que son más proximales, por ejemplo la luxación de hombro, requieren un abordaje de plexo braquial a nivel interescalénico (C5-C7), con riesgo de parálisis diafragmática, o a nivel supraclavicular, con riesgo de neumotórax. El abordaje supraescapular (C5-C6) otorga aproximadamente el 70% de la inervación sensorial de la cápsula glenohumeral¹¹.

Bloqueos de tórax

Otra región anatómica que puede ser de difícil control analgésico es la pared torácica, ya sea derivado de un traumatismo que haya ocasionado fracturas costales, tórax inestable o tras la colocación de una sonda endopleural. Aquí, el uso de bloqueos interfasciales puede ayudar a controlar la gravedad del dolor. Debemos recordar que uno de los principios del abordaje de bloqueos interfasciales es que se utilizan grandes volúmenes con concentraciones analgésicas de anestésicos locales.

BLOQUEO DEL PLANO DEL SERRATO ANTERIOR

Fue descrito en 2013 para bloquear los nervios intercostales torácicos con el fin de proporcionar analgesia a los ramos cutáneos laterales de los nervios intercostales T3 a T9¹⁵. Este bloqueo no requiere múltiples punciones ni cambios de orientación de la aguja, y otorga analgesia de las paredes anterior y lateral del tórax. Se utiliza un transductor lineal para identificar de superficial a profundo el músculo dorsal ancho, el serrato anterior y los músculos intercostales. La aguja se inserta en el quinto espacio intercostal en el punto que se intercepta con la línea media axilar¹⁶. El volumen de anestésico local a administrar ha sido motivo de discrepancia entre autores. May et al.¹⁷ refieren usar 40 ml, mientras que Kunhabdulla et al.¹⁸ administran 20 ml en infusión continua a través de un catéter.

En 2020, Paul et al.¹⁹ presentaron una serie de 10 pacientes con fractura de tres o más arcos costales y una calificación de 7 o más en la *Defense and Veterans Pain Rating Scale*, a los que se realizó un bloqueo del plano del serrato anterior. A la llegada a la sala de emergencias, los pacientes manifestaron un dolor de 9 (± 1.5) y posterior al bloqueo hubo una reducción de 5 puntos (± 4) a los 30 minutos y de 7.5 puntos (± 2) a los 60 minutos. No se produjo ningún fallo en la administración de los bloqueos y ninguno de los pacientes requirió analgesia de rescate durante la estancia en la sala de emergencias. Dos pacientes fueron dados de alta con datos de alarma y ninguno reingresó por dolor ni por complicaciones asociadas al bloqueo. Los autores concluyen que es una técnica sencilla, segura y efectiva para un abordaje multimodal de la analgesia en pacientes con trauma y fracturas costales.

Otras condiciones tratadas en la sala de emergencias con este bloqueo son las quemaduras de la pared torácica, el dolor de difícil control por herpes zóster y la colocación de sondas torácicas¹¹.

BLOQUEO DEL ERECTOR ESPINAL

Este abordaje fue descrito en 2016 por Forero como una modificación de las técnicas interfasciales, el cual estaba dirigido al manejo del dolor neuropático crónico mediante un amplio bloqueo sensitivo, incluyendo las regiones anterior y posterior del tórax. El músculo erector espinal se conforma por tres grupos de músculos, iliocostal, longuísimo y espinoso, que se originan en la aponeurosis común a la altura de L5 y se insertan en la cresta ilíaca posteroinferior, el sacro posterior, los ligamentos sacroilíacos y las apófisis espinosas sacras

y lumbares inferiores. La inserción cefálica se da a nivel de C4-C6, las apófisis transversales de las vértebras torácicas y cervicales, los huesos mastoides y temporal, así como las apófisis espinosas lumbares superior y torácicas²⁰.

Este bloqueo se realiza administrando 20-30 ml de anestésico local encima de la apófisis transversa al nivel deseado, de manera que el anestésico se disemine por debajo del músculo erector y por encima de la apófisis transversa. La evidencia en la sala de emergencias reporta el manejo de condiciones como quemaduras, herpes, pancreatitis y lumbalgia¹¹.

Una aplicación más de este bloqueo la describieron Surdhar y Jelic²¹ en 2022 en un ensayo observacional prospectivo realizado en un centro de trauma de nivel I, que tenía como objetivo demostrar la efectividad y la seguridad del bloqueo del erector espinal en pacientes con fracturas costales en el departamento de emergencias. El procedimiento se realizó en 9 pacientes con fracturas de arcos costales confirmadas por estudio de imagen. La reducción del dolor fue de 9.89 a 3.56 en la escala de dolor ($p < 0.001$), sin presentarse complicaciones como neumotórax o inestabilidad hemodinámica.

Bloqueo del grupo de nervios pericapsulares

Entre 2002 y 2007, la Secretaría de Salud registró 71,771 egresos hospitalarios por fractura de fémur, de los cuales la mitad correspondieron a personas de 65 años o más. La Ciudad de México registró 1725 casos de fracturas de cadera en mujeres y 1297 en hombres por cada 100,000 habitantes. Se estima que, por el envejecimiento de la población, el número de fracturas de cadera aumentará en 2025 a 2.6 millones, y para 2050 serán 6.25 millones²².

El bloqueo del grupo de nervios pericapsulares, descrito en 2018, proporciona analgesia en la zona con más inervación de la cadera, que es la cápsula anterior, involucrando a los nervios obturador, obturador accesorio y ramos proximales del nervio femoral, siendo un bloqueo adecuado a nivel sensitivo y con escaso compromiso motor²³. El bloqueo se realiza con el paciente en decúbito supino colocando un transductor convexo sobre la espina ilíaca anteroinferior en el plano transversal, para posteriormente rotar el transductor a 45° en sentido caudal buscando la alineación con la eminencia iliopúbica, donde se identifican la eminencia iliopúbica, el músculo y el tendón del psoas, la arteria femoral y el músculo pectíneo. Se recomienda el uso de una aguja de 22 G y 80 mm,

avanzando en plano de lateral a medial teniendo como objetivo el espacio entre el tendón del psoas y la rama púbrica, y tras una prueba de aspiración negativa se depositan 20 ml de anestésico local²⁴.

En 2022, el ACEP publicó en su web oficial un documento sobre este bloqueo en la sala de emergencias²⁵, refiriéndose a él como el bloqueo regional ideal para fracturas de cadera en ese contexto, ya que puede realizarse de forma rápida, proporciona un excelente alivio del dolor y evita los déficits motores de otras técnicas como el bloqueo femoral.

En el año 2022, Fahey et al.²⁶ realizaron un estudio de cohorte observacional y prospectivo en un centro hospitalario de Australia, el cual tuvo como objetivo confirmar la factibilidad de la realización del bloqueo del grupo de nervios pericapsulares en la sala de emergencias, además de comparar la seguridad y la efectividad de este abordaje con el bloqueo del nervio femoral y el bloqueo del compartimento de la fascia ilíaca para pacientes con fractura de cadera. Se evaluó el nivel de dolor con la escala visual análoga a los 15, 30 y 60 minutos tras la intervención, y de forma horaria hasta 12 h posteriores al bloqueo. El bloqueo de nervio femoral se realizó en 14 pacientes, el bloqueo del compartimento de la fascia iliaca en 19 pacientes y el bloqueo del grupo de nervios pericapsulares en 19 pacientes. Se concluyó que no hubo diferencia en la puntuación máxima de dolor dentro de los 60 minutos tras la intervención, pero que el bloqueo del grupo de nervios pericapsulares es seguro y eficaz realizado por personal relativamente inexperto en la sala de urgencias. Una observación en cuanto a los resultados de este estudio es que los pacientes a quienes se realizó bloqueo del grupo de nervios pericapsulares estuvieron libres de opiáceos en su mayoría, siendo llamativo por el tipo de pacientes que más presentan fractura de cadera, que son la población geriátrica.

Bloqueo del nervio femoral

Es el abordaje regional más común realizado por los médicos de emergencias para el control del dolor de las fracturas de cadera. Proporciona anestesia sensorial y motora en la parte anterior y medial del muslo, además de en la diáfisis femoral, la cara anterior del cuello femoral y la articulación de la cadera. Este bloqueo se realiza con un transductor lineal, colocándolo de forma transversal en el pliegue femoral, visualizando la arteria femoral y, lateralmente a esta, el nervio femoral. Para este bloqueo se administran 20 ml de anestésico local adyacente al nervio¹¹.

En el año 2015, Riddell et al.²⁷ realizaron una revisión sistemática que tuvo por objetivo examinar la creciente evidencia sobre el bloqueo del nervio femoral para el tratamiento del dolor agudo originado por una fractura de cadera, y determinar si la evidencia de los ensayos clínicos aleatorizados respalda la implementación sistemática de este abordaje en el servicio de urgencias. Se incluyeron siete estudios realizados en el Reino Unido, los Estados Unidos de América, Francia, Austria e Irlanda. Los hallazgos principales fueron que dicho bloqueo, tanto con dosis única como con infusión continua, tiene un impacto positivo en los pacientes de edad avanzada, observando estos beneficios en una menor intensidad del dolor, una disminución de la cantidad de analgesia de rescate y menos eventos adversos.

Bloqueo del nervio ciático-poplíteo

El nervio ciático se deriva de los ramos ventrales del plexo lumbosacro L4-S3. Sale de la pelvis a través del agujero ciático mayor debajo del musculo piriforme y viaja entre el trocánter mayor y la tuberosidad isquiática para llegar a la cara posterior del muslo en la fosa poplíteo. Aquí cabe señalar dos estructuras importantes al realizar este abordaje: el nervio tibial, formado por fibras de las divisiones anteriores de los ramos anteriores del nervio ciático, y el nervio peroneo común, que se forma a partir de las divisiones posteriores de los ramos anteriores del nervio ciático²⁸. Esto es relevante porque, durante la insonación, estos dos nervios se observan hasta unirse en una vaina fascial común. El bloqueo proporciona anestesia desde la tibia proximal hasta el tobillo y el pie, con excepción del maléolo medial¹¹. El volumen mínimo efectivo de anestésico local para lograr una adecuada analgesia con este bloqueo es de 13.3 ml²⁹.

Elección del anestésico local

Es cierto que en ocasiones se utiliza, más que el fármaco deseado, el que está disponible, buscando que sea de beneficio para el paciente. En México, regularmente se cuenta en la mayoría de los centros hospitalarios con tres anestésicos locales: lidocaína, ropivacaína y bupivacaína. Debemos recordar que aquí utilizamos preferentemente concentraciones que generan analgesia y no anestesia. En la **tabla 1** se describen las principales características de los anestésicos locales mencionados³⁰.

Tabla 1. Anestésicos locales para analgesia regional

Fármaco	Concentración	Latencia (min)	Efecto analgésico (h)	Dosis máxima (mg/kg)
Lidocaína	1%	10 a 20	3 a 8	4.5
Ropivacaína	0.2%	15 a 30	5 a 16	3
Bupivacaína	0.25%	15 a 30	5 a 6	2.5

Adaptada de Gadsden³⁰.

Beneficios y consideraciones de la analgesia regional en la sala de emergencias

El mayor beneficio observado con la utilización de esta técnica es la analgesia rápida y eficaz, disminuyendo los efectos secundarios observados con el uso de otra clase de fármacos, como depresión respiratoria, inestabilidad hemodinámica, alteración del estado mental o delirio¹¹. Otros beneficios observados son la ausencia de uso de sedación para algunos procedimientos, el menor costo hospitalario, la menor estancia hospitalaria y una mayor satisfacción del paciente en comparación con otros tratamientos analgésicos^{31,32}. Gadsden y Warlick³³ refieren que los mejores resultados de la analgesia regional en pacientes de trauma se observan cuando se administra lo antes posible, abriendo esta posibilidad a los médicos de emergencia a realizar estos procedimientos.

Algunos beneficios adicionales con esta técnica son la menor necesidad de uso de opiáceos, considerando sus efectos secundarios, y la disminución de la probabilidad de evolución a dolor crónico.

Los profesionales de la sala de emergencias deben ser conscientes de que este abordaje tiene complicaciones, aunque poco frecuentes. Se han descrito infección en el sitio de punción, lesión nerviosa e inyección intravascular del anestésico. La literatura reporta dos casos de lesión nerviosa y una crisis convulsiva entre 11,024 bloqueos de plexo braquial³⁴. Otras consideraciones son que en los pacientes con traumatismos en las extremidades puede haber un síndrome compartimental o una lesión nerviosa traumática, en los que no se recomienda el uso de técnicas regionales. Por último, las condiciones de posición del paciente en la sala de emergencias para la realización de ciertos abordajes pueden complicar el tratamiento. Las complicaciones como la lesión nerviosa y la inyección intravascular del anestésico local han disminuido mucho en la actualidad gracias a la guía ecográfica.

Las emergencias no se limitan al hospital

Hemos observado que cuanto antes se otorgue manejo analgésico en los pacientes de trauma más disminuye la probabilidad de evolucionar a dolor crónico, por lo que nos planteamos qué sucedería si esto lo lleváramos al punto de atención inicial de la lesión. En 2014, Dochez et al.³⁵ realizaron un ensayo clínico en el servicio médico de emergencias prehospitalario de los Países Bajos, en el cual participa personal de enfermería realizando bloqueos del compartimento de la fascia ilíaca para proporcionar analgesia en pacientes con fractura de cadera. Se realizaron 108 bloqueos (alrededor de 10 bloqueos por cada elemento del servicio médico prehospitalario), de los cuales 96 fueron eficaces. Describieron que la puntuación media de dolor en la escala numérica a los 10 minutos de realizado el bloqueo fue de 6 puntos, los 20 minutos fue de 4 puntos y a los 30 minutos y a la llegada al servicio de urgencias fue de 3 puntos. La satisfacción de los pacientes fue muy alta y no hubo complicaciones con este abordaje. Esto abre una gran oportunidad a estudiar no solo el abordaje regional en la sala de emergencias, sino también en los pacientes con emergencia por trauma fuera del hospital, en los que el abordaje regional es pertinente por sus condiciones clínicas, los insumos, la escena y el personal prehospitalario.

Educación en medicina de emergencias

Una vez revisada la evidencia sobre la analgesia regional en la sala de emergencias, es importante mencionar que, para que una técnica comience a implementarse, debe ser incluida en el programa de formación de los futuros médicos especialistas. Por ello, un grupo de la Society for Academic Emergency Medicine (AEM) publicó en 2020 un plan de estudios de analgesia guiada por ultrasonido que incluía los conocimientos teóricos y las habilidades que 13 expertos recomendaban como fundamentales para los médicos de

Tabla 2. Abordajes de analgesia regional sugeridos por la *Society for Academic Emergency Medicine*

- Plexo braquial: interescalénico, supraclavicular
- Nervio radial
- Nervio mediano
- Nervio cubital
- Plano del serrato anterior
- Fascia ilíaca
- Nervio femoral
- Ciático poplíteo
- Tibial posterior

Adaptada de Tucker et al.³⁶.

medicina de emergencias³⁶. Los abordajes propuestos en este plan se detallan en la **tabla 2**.

Conclusión

La analgesia regional es una técnica con evidencia disponible y creciente en la sala de emergencias. El control del dolor es un derecho del paciente, e incluso la literatura especializada sobre manejo del dolor se refiere a este como el quinto signo vital. Ampliar las opciones de tratamientos analgésicos abre la posibilidad de tener un mejor control de este síntoma desde la sala de emergencias. Siempre hay que tener en cuenta los beneficios, los posibles riesgos y las complicaciones que pueden producirse al realizar una técnica regional, siendo evidente que los beneficios son amplios e impactan directamente en la evolución del paciente. Es cierto que los ensayos clínicos se han realizado en pocos centros y con un número reducido de pacientes para ciertos abordajes, y es precisamente ahí donde surge la oportunidad de comenzar a realizar abordajes regionales, generar nueva evidencia y publicarla. No es una técnica exclusiva de una especialidad, ya que los beneficiados siempre serán los pacientes.

Agradecimientos

El autor agradece a las instituciones que le han permitido formarse como profesional de la salud: al Hospital General Xoco por su formación como Anestesiólogo, al Centro Médico Nacional 20 de Noviembre por su entrenamiento como médico intensivista, y al Hospital General de México por brindarle la posibilidad de formarse en medicina de dolor y paliativa. Además, un agradecimiento especial a P. Santana, por todo su apoyo y aportación.

Financiamiento

El autor declara no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. El autor declara que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. El autor declara que no ha utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Zanza C, Romenskaya T, Zuliani M, Piccolella F, Bottinelli M, Caputo G, et al. Acute traumatic pain in the emergency department. *Diseases*. 2023;11:45.
2. Visser E, Gosens T, Den Ouden BL, De Vries J. The course, prediction, and treatment of acute and posttraumatic stress in trauma patients: a systematic review. *J Trauma Acute Care Surg*. 2017;82:1158-83.
3. Rivara FP, Mackenzie EJ, Jurkovich GJ, Nathens AB, Wang J, Sharfstein DO. Prevalence of pain in patients 1 year after major trauma. *Arch Surg*. 2008;143:282-7.
4. Motov SM, Vlasica K, Middlebrook I, LaPietra A. Pain management in the emergency department: a clinical review. *Clin Exp Emerg Med*. 2021;8:268-78.
5. Viel E, Jaber S, Ripart J, Navarro F, Eledjam J-J. Analgesia postoperatoria en el adulto (excluida la cirugía ambulatoria). *EMC - Anestesia-Reanimación*. 2007;33:1-28.
6. Khalid S, Tubbs RS. Neuroanatomy and neuropsychology of pain. *Cureus*. 2017;9:e1754.
7. Wei S, Green C, Truong VTT, Howell J, Ugarte SM, Albarado R, et al. Implementation of a multi-modal pain regimen to decrease inpatient opioid exposure after injury. *Am J Surg*. 2019;218:1122-7.
8. American College of Surgeons. Best practices guidelines for acute pain management in trauma patients. *EUA: ACS*; 2020.
9. Tsai T-Y, Yeh H-T, Liu Y-C, Lee C-H, Chen K-F, Chou E, et al. Trends of regional anesthesia studies in emergency medicine: an observational study of published articles. *West J Emerg Med*. 2022;23:878-85.
10. Norma Oficial Mexicana NOM-006-SSA3-2011, Para la práctica de la anestesiología. México: DOF, 23-03-2012.
11. Malik A, Thom S, Haber B, Sarani N, Ottenhoff J, Jackson B, et al. Regional anesthesia in the emergency department: an overview of common nerve block techniques and recent literature. *Curr Emerg Hosp Med Rep*. 2022;10:54-66.
12. American College of Emergency Physicians (ACEP). Ultrasound-guided nerve blocks. *ACEP*; April 2021. (Consultado el 18-01-2024.) Disponible en: <https://www.acep.org/patient-care/policy-statements/ultrasound-guided-nerve-blocks>.
13. Lewis SR, Price A, Walker KJ, McGrattan K, Smith AF. Ultrasound guidance for upper and lower limb blocks. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;(9):CD006459.
14. Vrablik M, Akhavan A, Murphy D, Schrepel C, Hall MK. Ultrasound-guided nerve blocks for painful hand injuries: a randomized control trial. *Cureus*. 2021;13:e18978.
15. Jiang T, Ting A, Leclerc M, Calkins K, Huang J. Regional anesthesia in cardiac surgery: a review of the literature. *Cureus*. 2021;13:e18808.

16. Astudillo M, Rigo-Rigui ID. Bloqueos de pared torácica bajo visión ecográfica directa en cirugía de mama. *Rev Chil Anest.* 2014;43:31-8.
17. May L, Hillermann C, Patil S. Rib fracture management. *BJA Education.* 2015;16:26-32.
18. Kunhabdulla NP, Agarwal A, Gaur A, Gautam SK, Gupta R, Agarwal A. Serratus anterior plane block for multiple rib fractures. *Pain Phys.* 2014;17:E553-5.
19. Paul S, Bhoi SK, Sinha TP, Kumar G. Ultrasound-guided serratus anterior plane block for rib fracture-associated pain management in emergency department. *J Emerg Trauma Shock.* 2020;13:208-12.
20. Largo-Pineda CE, González-Giraldo D, Zamudio-Burbano M. Erector spinae plane block. A narrative review. *Colomb J Anesthesiol.* 2022;50:1-15.
21. Surdhar I, Jelic T. The erector spinae plane block for acute pain management in emergency department patients with rib fractures. *CJEM.* 2022;24:50-4.
22. Pech-Ciau BA, Lima-Martínez EA, Espinosa-Cruz GA, Pachó-Aguilar CR, Huchim-Lara O, Alejos-Gómez RA. Fractura de cadera en el adulto mayor: epidemiología y costos de la atención. *Acta Ortop Mex.* 2021;35:341-7.
23. Molinelli M, Romero JEO, Uranga S, Bartolini J, Caputo N, Ariel L, et al. Efecto analgésico del bloqueo PENG (grupo de nervios pericapsulares) en pacientes con fractura de cadera. *Rev Chil Anest.* 2020;49:141-5.
24. Nájera Losada DC, Pérez Moreno JC. Bloqueo del grupo de nervios pericapsulares en cirugía de cadera. ¿Una alternativa que supera lo que conocemos? *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2022;69:654-62.
25. Leu N, Luftig J, Mantuani D, Sobrero M, Nagdev A. Benefits of using the pericapsular nerve group (PENG) block. *ACEP Now.* 2022. (Consultado 2024 Ene 24) Disponible en: <https://www.acepnow.com/article/benefits-of-using-the-pericapsular-nerve-group-peng-block/2/>.
26. Fahey A, Cripps E, Ng A, Sweeny A, Snelling PJ. Pericapsular nerve group block for hip fracture is feasible, safe and effective in the emergency department: a prospective observational comparative cohort study. *Emerg Med Australas.* 2022;34:884-91.
27. Riddell M, Ospina M, Holroyd-Leduc JM. Use of femoral nerve blocks to manage hip fracture pain among older adults in the emergency department: a systematic review. *CJEM.* 2016;18:245-52.
28. Levy D, McEwen A. Ultrasound-guided popliteal block. Reino Unido: WFSA Resource Library; 2020.
29. Hernández-Gasca V. Bloqueo ciático poplíteo. *Rev Mex Anest.* 2016;39(Suppl 1):253-4.
30. Gadsden J. Local anesthetics: clinical pharmacology and rational selection. En: Hadzic A, editor. *Hadzic's Peripheral Nerve Blocks and Anatomy for Ultrasound-Guided Regional Anesthesia.* 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2012.
31. Raeyat Doost E, Heiran MM, Movahedi M, Mirafzal A. Ultrasound guided interscalene nerve block vs procedural sedation by propofol and fentanyl for anterior shoulder dislocations. *Am J Emerg Med.* 2017;35:1435-9.
32. Stone MB, Wang R, Price DD. Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus nerve block vs procedural sedation for the treatment of upper extremity emergencies. *Am J Emerg Med.* 2008;26:706-10.
33. Gadsden J, Warlick A. Regional anesthesia for the trauma patient: improving patient outcomes. *Local Reg Anesth.* 2015;8:45-55.
34. Wu JJ, Lollo L, Grabinsky A. Regional anesthesia in trauma medicine. *Anesthesiol Res Pract.* 2011;2011:1-7.
35. Dochez E, van Geffen GJ, Bruhn J, Hoogerwerf N, van de Pas H, Scheffer G. Prehospital administered fascia iliaca compartment block by emergency medical service nurses, a feasibility study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2014;22:38.
36. Tucker RV, Peterson WJ, Mink JT, Taylor LA, Leech SJ, Nagdev AD, et al. Defining an ultrasound-guided regional anesthesia curriculum for emergency medicine. *AEM Educ Train.* 2020;5:e10557.

Manejo integral del paciente quemado en estado crítico. Alta especialidad para los médicos urgenciólogos

Comprehensive management of the critically ill burned patient. Fellowship for emergency physicians

Oscar M. Marín-Landa^{1*}, Eunice S. Vargas-Torres² y Paul Robledo-Madrid³

¹Servicio de Urgencias, Hospital General de Zona No. 1A, Instituto Mexicano del Seguro Social; ²Admisión Continua, Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado; ³Cirugía Plástica y Reconstructiva, Hospital Central Militar, Secretaría de Defensa Nacional. Ciudad de México, México

Estimado Editor:

Las quemaduras son lesiones producidas por diferentes mecanismos de transferencia de energía, capaces de inducir una respuesta metabólica e inflamatoria sostenida más grave que cualquier otra enfermedad¹. En todo el mundo representan la cuarta causa más común de trauma². Se han propuesto los términos «caumatología» y «caumatólogo» para nombrar la especialidad en quemados y a los que la ejercen, respectivamente³.

En México, desde 2011, el Centro Nacional de Investigación y Atención de Quemados (CENIAQ) atiende a pacientes de toda la República Mexicana. Es un centro de referencia que se ubica en las instalaciones del Instituto Nacional de Rehabilitación (INR). Cuenta con servicios de cirugía plástica, rehabilitación, nutrición, psicología, enfermería, cuidados intensivos pediátricos y de adultos, laboratorio de infectología y de investigación, banco de piel, área de urgencias, terapia intensiva e intermedia, quirófanos y consulta externa⁴.

Es un centro único en su tipo en América Latina, donde se impulsa el desarrollo de la investigación clínica y tecnológica. Se proporciona atención quirúrgica y rehabilitación a quienes han sufrido una lesión grave de este tipo, a través de tecnología de última generación y personal altamente especializado, que otorga calidad, eficiencia, seguridad y calidez humana en su atención. También promueve normas para regular la atención a

quemados, la creación de guías clínicas y la formación de recurso humano altamente capacitado⁵.

Con una duración de 1 año, en marzo de 2019 dio inicio el Curso de Posgrado de Alta Especialidad en Medicina (CPAEM) en «Manejo integral del paciente quemado en estado crítico». Se contemplan diferentes rotaciones y actividades dentro del CENIAQ (urgencias, terapia intensiva, quirófano, rehabilitación). En febrero de 2020 egresó la primera generación de cuatro médicos con aval y reconocimiento por la Universidad Nacional Autónoma de México. Desde entonces, en cinco generaciones, 16 médicos han egresado de esta alta especialidad, participando en una gran cantidad de actividades asistenciales, académicas, de investigación y de educación continua. Algunos han continuado con estudios de subespecialidad o han realizado estancias en el extranjero en hospitales pioneros en el mundo en la atención del paciente quemado. Se han publicado numerosos trabajos originales y de investigación en revistas nacionales e internacionales, en distintas áreas como medicina crítica, urgencias, medicina interna, anestesiología, cirugía general y cirugía plástica, por mencionar solo algunas.

Desde su concepción hasta el día de hoy, la medicina de urgencias ha ido evolucionando a lo largo de los años, posicionándose como una especialidad de áreas críticas y manejo de pacientes graves, lo que ha permitido al médico urgenciólogo desarrollarse en otras áreas

***Correspondencia:**

Oscar M. Marín-Landa
E-mail: oscar.m.marin.l@gmail.com

Fecha de recepción: 25-04-2024

Fecha de aceptación: 04-06-2024

DOI: 10.24875/REIE.24000038

Disponible en internet: 21-08-2025

Rev Educ Investig Emer. 2025;7(3):220-221

www.medicinadeemergencias.com

2604-6520 / © 2024 Sociedad Mexicana de Medicina de Emergencias, AC. Publicado por Permanyer México SA de CV. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

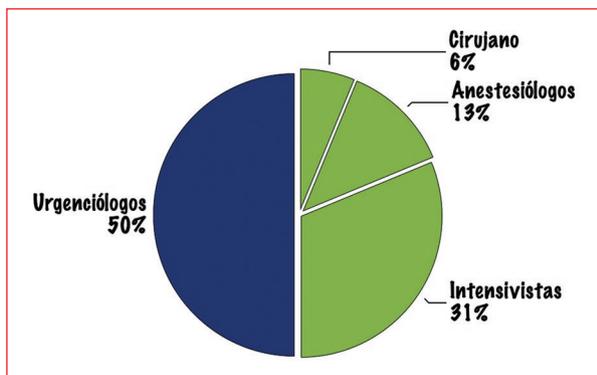


Figura 1. Distribución acumulada en 5 años del porcentaje de médicos egresados según su especialidad al ingreso.



Figura 2. Escudo de la alta especialidad. Diseño original de Paul Robledo Madrid. En la parte central y principal se encuentra un rostro de perfil izquierdo que representa a *Huehuetéotl*, dios del fuego y centro del universo. Debajo se encuentra representada la serpiente de fuego (*Xiuhcóatl*), que simboliza protección y guía. El cuerpo de la serpiente, a su vez, está formado por dos listones o bandas que representan dos corrientes: una de agua y otra de fuego. Se trata del *Atl-tlachinolli*, del náhuatl *atl* (agua) y *tlachinolli* (que se quema). Este último símbolo prehispánico se encuentra también representado en el escudo de la especialidad en urgencias médico-quirúrgicas del Hospital General Balbuena (HGB), primera sede en México y Latinoamérica para la formación de urgenciólogos. La razón de incluir este símbolo pictórico fue que la primera generación de egresados de esta alta especialidad contó con dos médicos especialistas en urgencias formados en el HGB.

de la medicina, siendo la especialidad médica que más ha logrado ingresar y concluir este posgrado (Fig. 1).

Dentro de las instalaciones del INR se alberga el Museo Coyotlatelco, un yacimiento arqueológico descubierto que corresponde a un asentamiento de las culturas tolteca y azteca. Dentro de sus modernas instalaciones continúa el mismo concepto simbólico, como el auditorio principal, llamado *Nanahuatzin*⁶. Bajo esta misma idea, el escudo de la alta especialidad resulta de la conceptualización de ideas de profesores y alumnos de la primera generación (Fig. 2).

Financiamiento

Los autores declaran que el presente trabajo no ha recibido ningún tipo de financiamiento.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

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

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El estudio no involucra datos personales de pacientes ni requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Referencias

1. Marín LOM, Vargas TES, Rojas MT, Díaz RA, Robledo MP, García CCF. Puntos clave para el abordaje inicial del paciente quemado en el servicio de urgencias. *Rev Educ Invest Emerg.* 2022;4:165-77.
2. GBD 2017 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet.* 2018;392:1736-88.
3. Alpizar CR. Caumatología, proposición de un término. *Rev Cub Cir.* 1976;15:159-65.
4. Centro Nacional de Investigación y Atención al Paciente Quemado (CENIAQ). Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/articulos/conoce-el-ceniaq>.
5. Centro Nacional de Investigación y Atención al Paciente Quemado, a la vanguardia. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/articulos/centro-nacional-de-investigacion-y-atencion-de-quemados-a-la-vanguardia>.
6. Instalaciones del Instituto Nacional de Rehabilitación albergan museo de sitio Coyotlatelco. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/prensa/174-instalaciones-del-instituto-nacional-de-rehabilitacion-albergan-museo-de-sitio-coyotlatelco?idiom=es>.