

MEDICINA CRÍTICA

COLEGIO MEXICANO DE MEDICINA CRÍTICA, A.C.



25 DE SEPTIEMBRE 2024 VOLUMEN 38, NÚMERO 6

EDITORIAL

La medicina y sus congresos

TEMAS DE INVESTIGACIÓN

- Índice plaqueta/linfocitario versus índice lactato/albúmina como predictores de mortalidad en pacientes con choque séptico
- Frecuencia de los fenotipos de choque cardiogénico, correlación con clasificación SCAI y mortalidad en terapia intensiva
 - Predicción de la desconexión de la ventilación mecánica invasiva mediante tomografía de impedancia eléctrica aplicando una red neuronal
 - Cálculo de PEEP: método de mejor distensibilidad versus retroceso elástico pulmonar en síndrome de distrés respiratorio agudo por SARS-CoV-2
- Asociación entre los niveles séricos de interleucina 6 para el desarrollo de lesión renal aguda al ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria grave
 - Relación entre volumen gástrico residual medido por ultrasonido y residuo medido por aspiración gástrica manual en pacientes críticos con intolerancia enteral
 - Medicina de precisión; *strain* de aurícula izquierda predictor de disfunción diastólica en choque séptico refractario, en busca del asesino silencioso
- Incidencia de hipotensión y arritmias tras la suspensión de vasopresores en pacientes con mejoría de choque séptico
 - Nueva propuesta de acceso subclavio guiado por ultrasonido en México: acceso supraclavicular
 - Asociación de haptoglobina sérica como predictor de mortalidad en los pacientes críticos con hemorragia subaracnoidea aneurismática
- Calorimetría indirecta versus cálculo de requerimiento calórico por medición de MVCO₂ dado por ventilador mecánico
 - Alteración del comportamiento hemodinámico cerebral posterior al cambio de posición en decúbito prono
 - Concordancia en la detección de vasoespasmo en pacientes críticos con hemorragia subaracnoidea por médicos residentes vs especialistas
 - Ajuste de dosis a tasa de filtrado renal; lo que por tradición no ha mejorado el desenlace en la lesión renal aguda inducida por sepsis (AJUST-AKI Trial)
 - Angina renal modificado como predictor de lesión renal aguda en pacientes críticamente enfermos en la Unidad de Terapia Intensiva

TEMA DE REVISIÓN

Experiencia en la implementación de un protocolo de humanización de una unidad de cuidados intensivos: informe de un caso y revisión de la bibliografía

CASO CLÍNICO

Inmunosupresión e hipercoagulabilidad secundaria a deficiencia de proteína S en paciente críticamente enfermo

RESEÑA DE CONGRESO

Reseña del LI Congreso Nacional de Medicina Crítica y Terapia Intensiva.
Acapulco, Guerrero, México, 2024 Palacio Mundo Imperial Del 8 al 13 de noviembre del 2024



Indizada e incluida en:

Medigraphic: Literatura Biomédica · PERIODICA: Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias, UNAM · LATINDEX: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal · Biblioteca Virtual en Salud (BVS, Brasil) · Universitätsbibliothek Regensburg, Alemania · Biblioteca de la Universidad Federal de São Paulo, Brasil · Biblioteca del Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM · Biblioteca del Instituto de Biotecnología, UNAM · Biblioteca de la Universidad Norte de Paraná, Brasil · Biblioteca Médica Estatal del Ministerio de Patrimonio y Cultura, Italia · Universidad de Laussane, Suiza · Fundación Ginebrina para la Formación y la Investigación Médica, Suiza · Asociación Italiana de Bibliotecas (AIB) · Google Académico · SciELO.

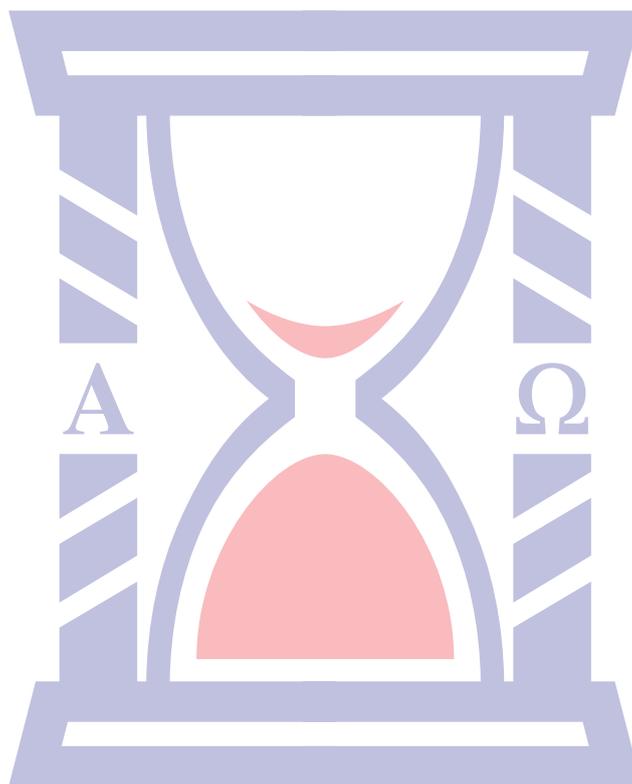
MEDICINA CRÍTICA

COLEGIO MEXICANO DE MEDICINA CRÍTICA, A.C.



COMMEC
Colegio Mexicano
de Medicina Crítica, A.C.

25 DE SEPTIEMBRE 2024 VOLUMEN 38, NÚMERO 6



Indizada e incluida en:

Medigraphic: Literatura Biomédica • PERIODICA: Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias, UNAM • LATINDEX: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal • Biblioteca Virtual en Salud (BVS, Brasil) • Universitätsbibliothek Regensburg, Alemania • Biblioteca de la Universidad Federal de São Paulo, Brasil • Biblioteca del Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM • Biblioteca del Instituto de Biotecnología, UNAM • Biblioteca de la Universidad Norte de Paraná, Brasil • Biblioteca Médica Estatal del Ministerio de Patrimonio y Cultura, Italia • Universidad de Laussane, Suiza • Fundación Ginebrina para la Formación y la Investigación Médica, Suiza • Asociación Italiana de Bibliotecas (AIB) • Google Académico • SciELO.

MEDICINA CRÍTICA

COLEGIO MEXICANO DE MEDICINA CRÍTICA, A.C.

Antes Revista de la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva

Órgano Oficial del Colegio Mexicano de Medicina Crítica, A. C.
(antes Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva, A. C.)

Official Journal of the Mexican College of Critical Care Medicine, A. C.
(former Mexican Association of Critical and Intensive Care Medicine, A. C.)

Cuerpo Editorial

Editor

Dr. José Javier Elizalde González

Coeditor

Dr. Fernando Molinar Ramos

Editores asociados

Dra. Janet Silvia Aguirre Sánchez
Acad. Dr. Pablo Álvarez Maldonado
Dr. Ángel Carlos Bassols Ricardez
Acad. Dr. Raúl Carrillo Esper
Dr. Franklin V. Villegas Játiva

Editores honorarios

Dr. Guillermo Díaz Mejía[†]
Dr. Juan Pescina Casas[†]
Dr. Ignacio Morales Camporredondo[†]
Dr. Jesús Martínez Sánchez
Dr. Javier Ramírez Acosta
Dr. Elpidio Cruz Martínez[†]
Acad. Dr. Manuel Antonio Díaz de León Ponce
Acad. Dr. José J. Elizalde González

Comité Editorial Nacional

Dr. Héctor Javier Alfaro Rodríguez
Dra. Yazmín Fabiola Borquez López
Acad. Dr. Jesús Carlos Briones Garduño
Dr. Ricardo Campos Cerda
Dra. Reyna Carbajal Serrano
Acad. Dr. Raúl Carrillo Esper
Dr. Guillermo Castorena Arellano
Dr. Ulises Wilfrido Cerón Díaz
Dra. María Chacón Gómez
Dr. Carlos Eduardo Chávez Pérez
Dr. César Cruz Lozano
Dra. Vanessa Fuchs Tarlovsky
Dra. Guadalupe Gómez García
Dra. Ma. Natalia Gómez González
Dra. Yazmín Guillén Dolores
Dra. Carmen M. Hernández Cárdenas
Dr. José Antonio Hernández Pacheco
Dra. Braulia Aurelia Martínez Díaz
Dr. Ricardo Martínez Zubieta

Dr. Julio César Mijangos Méndez
Dr. Enrique Monares Zepeda
Dr. Marco Antonio Montes de Oca Sandoval
Dra. María del Rosario Muñoz Ramírez
Dr. Miguel Ángel Nares Tórices
Dr. Paul Palacios Moguel
Dr. Axel Pedraza Montenegro
Dr. César Alejandro Rojas Gómez
Dra. Cecilia Rodríguez Zárate
Dra. Andrea Rugerío Cabrera
Dr. Giovanni Sanabria Trujillo
Dr. Jorge R. Sánchez Medina
Dr. Víctor Manuel Sánchez Nava
Dr. Raúl Soriano Orozco
Dr. Otoniel Toledo Salinas
Dr. Juan Pablo Vázquez Mathieu
Dr. Armando Vázquez Rangel
Dr. Jesús Zúñiga Sedano

Comité Internacional

Dr. Jhon Jairo Botello Jaimes (Colombia)



Colegio Mexicano de Medicina Crítica, A.C.

Consejo Directivo 2023-2024

Presidente

Dr. José Javier Elizalde González

Vicepresidente

Dra. Martha Susana Pérez Cornejo

Primer Secretario Propietario

Dr. José Antonio Luviano García

Primer Secretario Suplente

Dra. María Chacón Gómez

Segundo Secretario Propietario

Dra. Dulce María D´Ector Lira

Segundo Secretario Suplente

Dra. Claudia Ivette Olvera Guzmán

Tesorero

Dra. María del Rosario Muñoz Ramírez

Subtesorero

Dr. Enrique Monares Zepeda

Comisiones

Comisión de Gestión y Calidad

Comisión de Educación

Comisión de Relaciones Internacionales

Comisión Editorial

Comisión de Ética

Comisión de Honor y Justicia

Comisión de Planificación

Comisión de Página Web y Medios Electrónicos

Comisión de Credenciales/Membresías

Comisión de Filiales

Coordinador: Dr Enrique Olivares Durán

Sesiones mensuales

Coordinador: Dr. César Alejandro Rojas Gómez

Medicina Crítica, Vol. 38, No. 6, 25 de Septiembre 2024, es una publicación sesquimensual (ocho números al año), editada y distribuida por el Colegio Mexicano de Medicina Crítica, A.C. Cincinnati 40, Col. Noche Buena, 03720, Alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México, México. Tel: 55 5611-2585, contacto@commc.org.mx. Editor responsable: Dr. José Javier Elizalde González. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-101119141500-102, ISSN 2448-8909, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Certificado de Licitud de Título y de Contenido No. 17495, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Arte, diseño, composición tipográfica, pre-prensa e impresión por **Graphimedic, SA de CV**, Coquimbo 936, Col. Lindavista, 07300, Alcaldía Gustavo A. Madero, Ciudad de México, México. Tels: 55 8589-8527 al 32. Correo electrónico: graphimedic@medigraphic.com. Este número se terminó de imprimir el 25 de Septiembre de 2024, con un tiraje de 3,000 ejemplares. El contenido de los artículos, así como las fotografías son responsabilidad exclusiva de los autores. La reproducción parcial o total sólo podrá hacerse previa autorización del editor de la revista. Toda correspondencia debe ser dirigida al editor responsable.

Suscripciones: En México \$ 2,200.00. En el extranjero \$ 110.00 USD Disponible en versión completa en <http://www.medigraphic.com/medicinacritica>

EDITORIAL / EDITORIAL / EDITORIAL

- 413 **La medicina y sus congresos**
Medicine and its conferences
A medicina e seus congressos
Pablo Álvarez Maldonado

TEMAS DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH WORKS / OS TEMAS DE INVESTIGAÇÃO

- 415 **Índice plaqueta/linfocitario versus índice lactato/albúmina como predictores de mortalidad en pacientes con choque séptico**
Platelet/lymphocyte index versus lactate/albumin index as predictors of mortality in patients with septic shock
Índice de plaquetas/linfócitos versus índice de lactato/albumina como preditores de mortalidade em pacientes com choque septico
José Ángel Ramírez-Alfaro, Ulises Wilfrido Cerón-Díaz
- 419 **Frecuencia de los fenotipos de choque cardiogénico, correlación con clasificación SCAI y mortalidad en terapia intensiva**
Cardiogenic shock frequency, correlation with SCAI classification and mortality in intensive care
Frequência de fenótipos de choque cardiogênico, correlação com a classificação SCAI e mortalidade na unidade de terapia intensiva
Nadia Melisa Queb Pech, Estefanía Rocha Botello, Cristhian Josué Gaytán García, Janet Silvia Aguirre Sánchez, Braulia Aurelia Martínez Díaz
- 427 **Predicción de la desconexión de la ventilación mecánica invasiva mediante tomografía de impedancia eléctrica aplicando una red neuronal**
Prediction of the weaning off invasive mechanical ventilation by electrical impedance tomography applying a neural network
Previsão de desmame da ventilação mecânica invasiva por tomografia de impedância elétrica usando uma rede neural
Ibzan Jahzeel Salvador Ibarra, Josué Daniel Cadeza Aguilar, Sergio Gustavo Monasterios López, Martín Armando Ríos Ayala, Carmen Margarita Hernández Cárdenas, Edith Lizeth Nicolás Martínez
- 433 **Cálculo de PEEP: método de mejor distensibilidad versus retroceso elástico pulmonar en síndrome de distrés respiratorio agudo por SARS-CoV-2**
PEEP calculation: best compliance method vs. pulmonary elastic recoil in acute respiratory distress syndrome due to SARS-CoV-2
Cálculo PEEP: método de melhor distensibilidade vs. recuo elástico do pulmão na síndrome do desconforto respiratório agudo por SARS-CoV-2
Álvaro Ruiz Castorena, Cecilia Rodríguez Zarate, Óscar Miguel Oliva Meza Hernández, Janet Silvia Aguirre Sánchez, Braulia Aurelia Martínez Díaz
- 439 **Asociación entre los niveles séricos de interleucina 6 para el desarrollo de lesión renal aguda al ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria grave**
Association between serum levels of interleukin 6 and the development of acute kidney injury upon admission to the Intensive Care Unit in patients with severe respiratory distress syndrome
Associação entre os níveis séricos de interleucina 6 e o desenvolvimento de lesão renal aguda na admissão à Unidade de Terapia Intensiva em pacientes com síndrome do desconforto respiratório grave
Isabella Joseline Albuerne Estrada, Janet Silvia Aguirre Sánchez, Braulia Aurelia Martínez Díaz
- 444 **Relación entre volumen gástrico residual medido por ultrasonido y residuo medido por aspiración gástrica manual en pacientes críticos con intolerancia enteral**
Correlation between gastric residual volume using ultrasound and manual aspiration for gastric reserve volume estimation in patients with enteral feeding intolerance
Relação entre volume residual gástrico medido por ultrassom e resíduo medido por aspiração gástrica manual em pacientes em estado crítico com intolerância enteral
Evelin Hernández-Domínguez, Sandra Ivette Alba-Cuevas, Niyireth Loreny Novoa-Santander, Carlos López-Rodríguez, Jessica Garduño-López, Marcos Amezcua-Gutiérrez

- 453 **Medicina de precisión; *strain* de aurícula izquierda predictor de disfunción diastólica en choque séptico refractario, en busca del asesino silencioso**
Precision medicine; left atrial strain predictor of diastolic dysfunction in refractory septic shock, in search of the silent killer
Medicina de precisão; strain atrial esquerda preditor de disfunção diastólica em choque séptico refratário, em busca do assassino silencioso
Jorge López Fermín, Jesús Mauricio Olguin Hernández, Carlos Ignacio Alfaro López, Jorge Samuel Cortes Román, José Carlos Gasca Aldama
- 465 **Incidencia de hipotensión y arritmias tras la suspensión de vasopresores en pacientes con mejoría de choque séptico**
Incidence of hypotension and arrhythmias after vasopressor discontinuation in patients with improvement in septic shock
Incidência de hipotensão e arritmias após a suspensão de vasopressores em pacientes com melhora do choque séptico
Gabriela Rubí de los Santos Albores, Roberto Alejandro Castillo González, Edmundo Israel Roque Arellano, Jesuhá André Muñetón Arellano, Eduardo Rodríguez Bautista, German Ernesto Venegas Zambrano, Eliseo Varela Martínez
- 469 **Nueva propuesta de acceso subclavio guiado por ultrasonido en México: acceso supraclavicular**
New proposal for ultrasound-guided subclavian access in Mexico: supraclavicular access
Nova proposta de acesso subclávio guiado por ultrassom no México: acesso supraclavicular
Julissa Ramírez Toral, Felipe de Jesús Montelongo, Rafael Tapia Velasco, Jonathan Galindo Ayala, Miguel Trujillo Martínez, Ana Itzel Martínez Rosas
- 473 **Asociación de haptoglobina sérica como predictor de mortalidad en los pacientes críticos con hemorragia subaracnoidea aneurismática**
Association of serum haptoglobin as a predictor of mortality in critically ill patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage
Associação da haptoglobina sérica como preditor de mortalidade em pacientes em estado crítico com hemorragia subaracnoidea aneurismática
Edgar Antonio Mogollón Martínez, Carlos Jiménez Correa, Pedro Luis González Carrillo, Ma. Natalia Gómez González
- 478 **Calorimetría indirecta versus cálculo de requerimiento calórico por medición de MVCO₂ dado por ventilador mecánico**
Indirect calorimetry versus calculation of caloric requirement by measurement of MVCO₂ given by mechanical ventilator
Calorimetria indireta versus cálculo da necessidade calórica por meio da medição da MVCO₂ fornecida pelo ventilador mecânico
Gerardo Rafael Chávez Dulce, Dulce María Dector Lira, Diana Enríquez Santos, Nancy Alva Arroyo, Eduardo Mercado Cruz
- 486 **Alteración del comportamiento hemodinámico cerebral posterior al cambio de posición en decúbito pronó**
Cerebral hemodynamic behavior measured by ultrasound before and after prone position
Alteração do comportamento hemodinâmico cerebral após mudança de posição em prono
Marco Antonio Juan Gómez, Jessica Garduño López, Marcos Antonio Amezcua Gutiérrez, Nancy V Alva Arroyo, Sergio Edgar Zamora Gómez, José Carlos Gasca Aldama
- 490 **Concordancia en la detección de vasoespasmo en pacientes críticos con hemorragia subaracnoidea por médicos residentes vs especialistas**
Concordance in the detection of vasospasm in critically ill patients with subarachnoid hemorrhage by resident vs specialist physicians
Concordância na detecção de vasoespasmo em pacientes em estado crítico com hemorragia subaracnoidea por médicos residentes versus especialistas
María Lucía Rodríguez Vargas, Francisco Godínez García, Ma. Natalia Gómez González, Carlos Jiménez Correa, Pedro Luis González Carrillo

497 Ajuste de dosis a tasa de filtrado renal; lo que por tradición no ha mejorado el desenlace en la lesión renal aguda inducida por sepsis (AJUST-AKI Trial)

Dose adjustment to renal filtration rate; which has traditionally not improved outcome in sepsis-induced acute renal injury (AJUST-AKI Trial)

Ajuste de dose à taxa de filtração renal; o que tradicionalmente não melhorou o resultado da lesão renal aguda induzida pela sepse (AJUST-AKI Trial)

Iveth Soledad Zamora Guevara, Héctor Miguel Falla Silva, Ángel Fermín Gómez Zeind, Jorge Samuel Cortés Román, Yerileys Flores Hernández, Jorge López Fermín

503 Angina renal modificado como predictor de lesión renal aguda en pacientes críticamente enfermos en la Unidad de Terapia Intensiva

Modified renal angina as a predictor of acute kidney injury in critically ill patients in the Intensive Care Unit

Angina renal modificada como predictor de lesão renal aguda em pacientes em estado crítico na Unidade de Terapia Intensiva

Estefanía Rocha Botello, Nadia Melisa Queb Pech, Cristhian Josué Gaytán García, Janet Silvia Aguirre Sánchez, Braulia Aurelia Martínez Díaz

TEMA DE REVISIÓN / SYSTEMATIC REVIEW / REVISÃO DO TÓPICO

510 Experiencia en la implementación de un protocolo de humanización de una unidad de cuidados intensivos: informe de un caso y revisión de la bibliografía

Experience in the implementation of a humanization protocol for an intensive care unit: a case report and literature review

Experiência na implementação de protocolo de humanização em uma Unidade de Terapia Intensiva: relato de caso e revisão da literatura

Lizbeth Franco Morales, Karen Rivera Martínez, Omar Flores Ángeles, Luis Alberto Raygadas Rivera, Mariana Arciniega Chávez, Pablo Álvarez Maldonado

CASO CLÍNICO / CLINICAL CASE / CASO CLÍNICO

520 Inmunosupresión e hipercoagulabilidad secundaria a deficiencia de proteína S en paciente críticamente enfermo

Immunosuppression and hypercoagulability due to protein S deficiency in critically ill patient

Imunossupressão e hipercoagulabilidade secundária à deficiência proteína S em paciente em estado crítico

Javier Mauricio Giraldo Sánchez, Valentina Giraldo Jaramillo, Juliana Giraldo Jaramillo

RESEÑA DE CONGRESO / CONFERENCE REVIEW / REVISÃO DO CONGRESSO

**524 Reseña del LI Congreso Nacional de Medicina Crítica y Terapia Intensiva. Acapulco, Guerrero, México, 2024
Palacio Mundo Imperial Del 8 al 13 de noviembre del 2024**

Review of the LI National Congress of Critical Care Medicine and Intensive Care Medicine.

Acapulco, Guerrero, Mexico, 2024

Imperial World Palace November 8 to 13, 2024

Resenha do LI Congresso Nacional de Medicina Crítica e Terapia Intensiva.

Acapulco, Guerrero, México, 2024

Palacio Mundo Imperial De 8 a 13 de novembro de 2024

José Antonio Luviano García



La medicina y sus congresos

Medicine and its conferences

A medicina e seus congressos

Pablo Álvarez Maldonado*

Desde sus inicios, los congresos médicos han sido un pilar fundamental para el desarrollo de la medicina moderna. Estos eventos, que hoy nos resultan tan familiares, tienen sus raíces en la tradición académica europea del siglo XIX, cuando los avances en ciencias médicas comenzaron a multiplicarse gracias a la comunicación y colaboración entre especialistas. El primer congreso médico registrado fue el Congreso Internacional de Medicina, celebrado en París en 1867. Este evento reunió a médicos de diversos países, quienes discutieron temas clásicos como la higiene y el tratamiento de enfermedades infecciosas, que en ese entonces eran los desafíos más apremiantes de la humanidad.

Entre los pioneros que impulsaron la organización de congresos médicos se encuentran Louis Pasteur, quien presentó en estos encuentros sus investigaciones sobre gérmenes y vacunas, y Rudolf Virchow, conocido como el padre de la patología moderna, quien abogó por el intercambio de ideas en foros internacionales. Estos primeros eventos marcaron el inicio de una tradición que no sólo favorecía la diseminación del conocimiento, sino también la confraternización entre profesionales de diferentes latitudes.

La importancia de los congresos médicos radica en su triple función: la actualización científica, la creación de redes de contactos y la oportunidad de establecer lazos de amistad y colaboración. En un campo donde la evidencia y la innovación avanzan a un ritmo vertiginoso, estos encuentros permiten a los médicos mantenerse al día con las últimas tendencias y tratamientos. Además, constituyen un espacio invaluable para el intercambio de experiencias clínicas y de investigación, lo que enriquece el conocimiento colectivo. En cada congreso no sólo los expertos en su campo tienen foro sino también jóvenes médicos que harán sus primeros «pininos» en un continuo de evolución, superación y perfeccionamiento en su campo para ser más adelante líderes de opinión.

Hoy en día, uno de los congresos médicos más concurridos del mundo es el Congreso de la Asociación

Americana del Corazón (AHA, por sus siglas en inglés), que atrae a decenas de miles de participantes anualmente. Este evento es reconocido no sólo por la cantidad de asistentes, sino también por la calidad de sus ponencias y su enfoque en las últimas investigaciones cardiovasculares. Por otro lado, el Congreso Mundial de la Organización Mundial de la Salud (OMS) o «Asamblea Mundial de la Salud» que se lleva a cabo en Ginebra cada año con la asistencia de delegaciones de los estados miembros, se destaca como uno de los más afamados debido a su impacto global y su enfoque en las políticas de salud pública, siendo un referente para los profesionales de la salud.

Con el advenimiento de la tecnología digital, los congresos médicos han evolucionado hacia formatos virtuales o híbridos. Este cambio, acelerado por la pandemia de COVID-19, ha permitido que un mayor número de profesionales participe sin las limitaciones del desplazamiento geográfico. Entre las ventajas de la modalidad virtual se encuentran el ahorro en costos, la accesibilidad y la posibilidad de asistir a sesiones grabadas en horarios flexibles. Sin embargo, también hay desventajas, como la falta de interacción personal, que limita las oportunidades de establecer conexiones profesionales profundas y la dificultad para mantener la atención en un entorno remoto.

La introducción de la inteligencia artificial (IA) también está transformando la organización y el desarrollo de los congresos médicos. Herramientas de IA están siendo utilizadas para personalizar agendas, analizar datos de retroalimentación en tiempo real y hasta para traducir conferencias en diferentes idiomas. Estas innovaciones no sólo mejoran la experiencia del asistente, sino que también optimizan la gestión de los eventos, haciendo posible un nivel de interacción y adaptación antes inimaginable.

En México, los congresos médicos tienen sus orígenes a inicios del siglo XX, cuando se establecieron las primeras asociaciones médicas nacionales. En un editorial previo de nuestra revista *Medicina Crítica* (2017, número 6), el Dr. Javier Elizalde desarrolló un interesante análisis de la historia de la congregación en medicina. Uno de los eventos más significativos en México fue sin duda el Congreso Nacional de Medicina, celebrado por primera vez en la década de 1930, bajo el auspicio de la Academia Nacional de Medicina. Estos encuentros han sido clave para el avance de la medicina en el país,

* Academia Nacional de Medicina, Academia Mexicana de Cirugía. México.

promoviendo el intercambio de conocimientos entre especialistas nacionales e internacionales. La tradición de los congresos en México ha evolucionado de manera paralela a los avances globales, consolidándose como una herramienta esencial para el crecimiento de la comunidad médica nacional.

El primer congreso mexicano de medicina crítica se celebró en noviembre de 1974, al año siguiente de originada la Asociación Mexicana de Medicina Crítica y Terapia Intensiva (AMMCTI), y a cargo de sus fundadores. El evento fue documentado en un libro de memorias, en ese entonces patrocinado por un laboratorio farmacéutico. Algunas bibliotecas del país y algunos médicos aún conservan este documento titulado «1a Reunión Nacional de Medicina Crítica y Terapia Intensiva», que abordó temas muy importantes como el manejo del estado de choque y la nutrición artificial. Es, en los meses

de octubre y/o noviembre, que se lleva a cabo nuestro congreso nacional; su versión más reciente en Acapulco 2024 nos dio a los asistentes mucho aprendizaje, convivencia y momentos inolvidables con nuestros colegas, amigos y conocidos del creciente ámbito de la medicina crítica del país.

Los congresos médicos han pasado de ser reuniones presenciales de élite a eventos globales accesibles, gracias a la tecnología y la colaboración interdisciplinaria. Su evolución refleja el dinamismo de la medicina y su compromiso con el aprendizaje continuo, adaptándose a las necesidades de una comunidad global en constante crecimiento.

Correspondencia:

Dr. Pablo Álvarez Maldonado

E-mail: pablo.alvarez.mal@gmail.com



Índice plaqueta/linfocitario versus índice lactato/ albúmina como predictores de mortalidad en pacientes con choque séptico**

Platelet/lymphocyte index versus lactate/albumin index as predictors of mortality in patients with septic shock

Índice de plaquetas/linfócitos versus índice de lactato/albumina como preditores de mortalidade em pacientes com choque septico

José Ángel Ramírez-Alfaro,* Ulises Wilfrido Cerón-Díaz*

RESUMEN

Introducción: el índice plaqueta/linfocitario (IPL) y el índice lactato/albumina (ILA) se han propuesto como biomarcadores con buena capacidad predictiva de mortalidad en los pacientes con choque séptico.

Objetivo: comparar la capacidad predictiva de mortalidad del IPL versus ILA en pacientes con choque séptico.

Material y métodos: estudio de cohorte retrospectivo de enfermos ingresados en la Unidad de Terapia Intensiva con diagnóstico de choque séptico. Se comparó la capacidad predictiva del IPL y del ILA con las escalas SOFA y SAPS III.

Resultados: se analizaron 334 enfermos con diagnóstico de choque séptico, 190 (56.9%) pacientes masculinos, con media de edad de 69.6 ± 14.1 años. Se encontró un AUC 0.790 para el ILA (IC95% 0.742-0.838); 0.441 para IPL (IC95% 0.379-0.503); 0.742 para SOFA (IC95% 0.690-0.795); 0.669 para SAPS III (IC95% 0.611-0.727) y 0.444 para la relación ILA/IPL (IC95% 0.381-0.506).

Conclusiones: el IPL tiene menor capacidad predictiva de mortalidad que ILA, SOFA y SAPS III en los pacientes con choque séptico.

Palabras clave: choque séptico, mortalidad, índice plaqueta/linfocitario, índice lactato-albúmina.

ABSTRACT

Introduction: the platelet/lymphocyte index (IPL) and lactate/albumin index (ILA) have been proposed as biomarkers with good predictive ability for mortality in patients with septic shock.

Objective: to compare the predictive capacity of IPL versus ILA for mortality in patients with septic shock.

Material and methods: a retrospective cohort study of patients admitted to the Intensive Care Unit with a diagnosis of septic shock was performed. The predictive capacity of the IPL and ILA was compared with the SOFA and SAPS III scales.

Results: we analyzed 334 patients with a diagnosis of septic shock, 190 (56.9%) male patients, with a mean age of 69.6 ± 14.1 years. An AUC 0.790 was found for ILA (CI95% 0.742-0.838); 0.441 for IPL (CI95% 0.379-0.503); 0.742 for SOFA (CI95% 0.690-0.795); 0.669 for SAPS III (CI95% 0.611-0.727); and 0.444 for ILA/IPL ratio (CI95% 0.381-0.506).

Conclusions: the IPL has no better predictive ability for mortality than ILA or SOFA and SAPS III scales in patients with septic shock.

Keywords: septic shock, mortality, platelet/lymphocyte index, lactate-albumin index.

RESUMO

Introdução: o índice de plaquetas/linfócitos (IPL) e o índice de lactato/albumina (ILA) foram propostos como biomarcadores com boa capacidade de previsão de mortalidade em pacientes com choque séptico.

Objetivo: comparar a capacidade preditiva de IPL versus ILA para mortalidade em pacientes com choque séptico.

Material e métodos: foi realizado um estudo de coorte retrospectivo de pacientes admitidos na unidade de terapia intensiva com diagnóstico de choque séptico. A capacidade preditiva do IPL e do ILA foi comparada com as escalas SOFA e SAPS III.

** Concurso Académico de Investigación «Dr. Mario Shapiro» 2024. Ganador del primer lugar.

* Hospital Español. Ciudad de México, México.

Recibido: 17/09/2024. Aceptado: 30/09/2024.

Citar como: Ramírez-Alfaro JÁ, Cerón-Díaz UW. Índice plaqueta/linfocitario versus índice lactato/albumina como predictores de mortalidad en pacientes con choque séptico. Med Crit. 2024;38(6):415-418. <https://dx.doi.org/10.35366/119226>

www.medigraphic.com/medicinacritica

Resultados: analisamos 334 pacientes com diagnóstico de choque séptico, dos quais 190 (56.9%) eram do sexo masculino, com idade média de 69.6 ± 14.1 anos. Foi encontrada uma AUC de 0.790 para o ILA (IC95%, 0.742-0.838); 0.441 para o IPL (IC95%, 0.379-0.503); 0.742 para o SOFA (IC95%, 0.690-0.795); 0.669 para o SAPS III (IC95%, 0.611-0.727); e 0.444 para a relação ILA/IPL (IC95%, 0.381-0.506).

Conclusões: o IPL tem menor capacidade preditiva de mortalidade do que o ILA, o SOFA e o SAPS III em pacientes com choque séptico.

Palavras-chave: choque séptico, mortalidade, índice de plaquetas/linfócitos, índice de lactato-albumina.

Abreviaturas:

APACHE = Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (Evaluación de Fisiología Aguda y Salud Crónica II)

AUC = área bajo la curva (Area Under the Curve)

IC95% = intervalo de confianza de 95%

ILA = índice lactato/albumina

IPL = índice plaqueta/linfocitario

ROC = característica operativa del receptor (Receiver Operating Characteristic)

SAPS = Simplified Acute Physiologic Score (Puntuación fisiológica aguda simplificada)

SOFA = Sequential Organ Failure Assessment (Evaluación Secuencial de Insuficiencia Orgánica)

INTRODUCCIÓN

Recientemente se han publicado estudios que han valorado la capacidad discriminativa del índice lactato/albumina (ILA) como predictor de mortalidad en los pacientes críticamente enfermos con diagnóstico de choque séptico.^{1,2}

Nuestro equipo de trabajo publicó los resultados del análisis del ILA como predictor de mortalidad, concluyendo que este biomarcador posee buena capacidad discriminativa que supera en desempeño a la escala SAPS III con un área bajo la curva (AUC) 0.790 (p < 0.001).³

El índice plaqueta/linfocitario (IPL) fue descrito por primera vez en 2001 por Zahorec.⁴ Este índice se ha propuesto como marcador predictivo de mortalidad en patología cardíaca, oncológica, renal y sepsis.^{5,6}

Finalmente, se han realizado múltiples investigaciones donde se ha comparado la capacidad predictiva de mortalidad de este índice versus escalas universalmente validadas como SOFA, APACHE II y SAPS II; todos ellos reportando una variabilidad en el AUC que va de 0.524 a 0.914 con puntos de corte que oscilan entre 49.5 a 490, sensibilidad de 60 a 84% y especificidad de 52 a 74.7%.⁷⁻¹¹

El objetivo de este estudio fue comparar la capacidad discriminativa de mortalidad del IPL versus ILA, SOFA y SAPS III en pacientes con choque séptico en una muestra de población mexicana que ingresó a una unidad de terapia intensiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

De la base datos general de nuestra terapia intensiva se seleccionaron los enfermos con diagnóstico de ingreso de choque séptico de marzo de 2019 a marzo de 2024. Los criterios de inclusión fueron: pacientes mayores a 18 años, que contaran con determinación de lactato, albúmina, leucocitos y conteo de plaquetario al ingreso. Los criterios de exclusión fueron: transfusión de hemoderivados menor a tres meses, mujeres grávidas o púerperas, hepatopatía crónica, alcoholismo crónico, enfermedades oncológicas, uso de metformina, pacientes que fueron trasladados de otra unidad hospitalaria, sujetos en condición de «no intubar/no reanimar». La información recopilada proviene de nuestra base de datos y del expediente electrónico. El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación del Hospital.

Tabla 1: Características basales de los pacientes con choque séptico en la Unidad de Terapia Intensiva (N = 334).

Variable	n (%)
Hombres	190 (56.9)
Edad (años)*	69.6 ± 14.1
Comorbilidades	
Hipertensión arterial sistémica	141 (42.2)
Diabetes mellitus tipo II	78 (23.3)
Hiperplasia prostática benigna	32 (9.5)
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	27 (8.1)
Insuficiencia cardíaca crónica	23 (6.9)
Hipotiroidismo	22 (6.6)
Fibrilación auricular	20 (5.9)
Focos sépticos	
Pulmonar	172 (51.5)
Gastrointestinal	108 (32.3)
Urinario	37 (11.1)
Tejidos blandos	13 (3.9)
Otros‡	4 (1.2)
Ventilación mecánica invasiva	217 (65.0)
SOFA*	8.0 ± 4.3
SASP III*	67.2 ± 16.8
Lactato (mmol/L)§	2.4 [1.7-3.5]
Albúmina sérica*	2.9 ± 0.7
ILA§	0.8 [0.5-1.3]
IPL§	300.5 [157-538]
Ratio ILA/IPL§	2.1 [1.4-2.8]

* Valores expresados en media ± desviación estándar. † Hematológico, neurológico, cardíaco. § Valores presentados como mediana e [intervalo intercuartil percentil 25-percentil 75].

AUC = área bajo la curva (*Area Under the Curve*). IC95% = intervalo de confianza de 95%. ILA = índice lactato/albumina. IPL = índice plaqueta/linfocitario. ILA/IPL = cociente del índice lactato/albumina con el índice plaqueta/linfocitario. ROC = característica operativa del receptor (*Receiver Operating Characteristic*). SAPS III = Puntuación Fisiológica Aguda Simplificada (*Simplified Acute Physiologic Score*). SOFA = Evaluación Secuencial de Falla Orgánica (*Secuencial Organ Failure Assessment*).

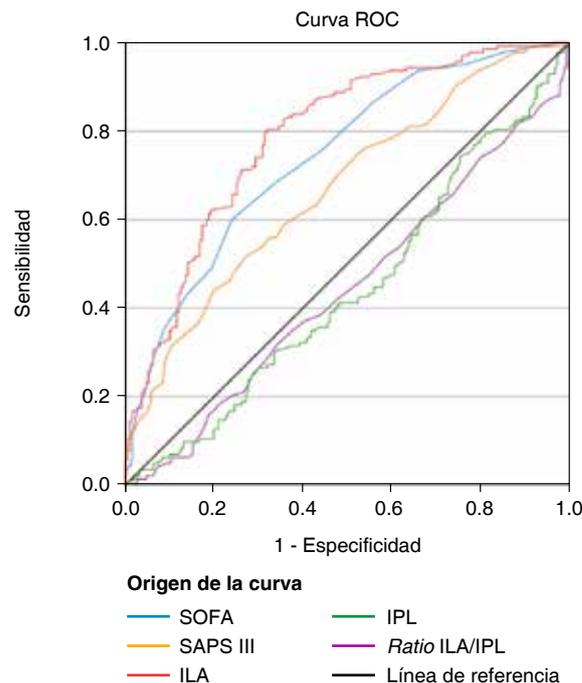


Figura 1: Curvas ROC de ILA, IPL, relación ILA/IPL, SOFA y SAPS III. Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

ILA = índice lactato/albumina. ILA/IPL = cociente del índice lactato/albumina con el índice plaqueta/linfocitario. IPL = índice plaqueta/linfocitario. ROC = característica operativa del receptor (*Receiver Operating Characteristic*). SAPS = *Simplified Acute Physiologic Score* (Puntuación Fisiológica Aguda Simplificada). SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment* (Evaluación Secuencial de Insuficiencia Orgánica).

Análisis estadístico. La base de datos se analizó mediante el programa SPSS versión 27. Se elaboró el análisis estadístico considerando mortalidad como objetivo primario. El test de Kolmogorov-Smirnov se aplicó para determinar el tipo de distribución de las variables. Para evaluar la capacidad discriminativa se obtuvo la curva característica operativa del receptor (ROC) para el ILA, IPL, relación ILA/IPL, SAPS III y SOFA. Se consideró estadísticamente significativo un valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Se incluyeron un total de 334 pacientes, 190 (56.9%) hombres, con media de edad de 69.6 ± 14.1 años. Las comorbilidades que prevalecieron fueron hipertensión arterial en 141 (42.2%) enfermos y diabetes mellitus tipo 2 en 78 (23.3%) casos (*Tabla 1*).

Los focos infecciosos del choque séptico se reportan en la *Tabla 1*, sobresaliendo el origen pulmonar en 172 (51.5%) pacientes y el foco gastrointestinal en 108 (32.3%). La letalidad hospitalaria fue de 42.8% ($n = 143$).

El ILA obtuvo un AUC de 0.790 (IC95% 0.742-0.838); SOFA de 0.742 (IC95% 0.690-0.795); IPL de 0.441 (IC95% 0.379-0.503) SAPS III de 0.669 (IC95% 0.611-

0.727); y el *ratio* ILA/IPL de 0.444 (IC95% 0.381-0.506) (Figura 1 y Tabla 2).

DISCUSIÓN

La sepsis y el choque séptico son las primeras causas de ingreso al Servicio de Terapia Intensiva, implicando siempre un desafío al especialista en medicina del enfermo en estado crítico que, en conjunto con un equipo multidisciplinario, debe tomar decisiones rápidas ante un escenario frágil y en constante cambio.

El estudio epidemiológico del equipo de Wolfertz encontró que las cuatro causas predominantes de choque séptico fueron: en primer lugar, el foco respiratorio (31.9-39.5%); en segundo lugar, las vías urinarias (17.3-27.2%); en tercer lugar, las infecciones intrabdominales (5.9-15.7%) y otras causas en 26.9-40%, lo cual contrasta con los resultados de nuestro análisis.¹²

Hay evidencia de la similitud en cuanto a la mortalidad entre los estudios donde el grupo de trabajo de Mulatu, que estudió a 275 pacientes con diagnóstico de choque séptico, encontró una mortalidad de 41.8%,¹³ mientras que Cakir describió en su análisis de 1,136 pacientes, una mortalidad de 42.7%,¹⁴ siendo estos resultados similares a los que reportamos en nuestro estudio.

Recientemente, en 2024, Malah M y colaboradores¹⁵ realizaron una comparación entre IPL y la escala SOFA como predictores de mortalidad en sepsis; encontraron un AUC de 0.945 (IC95% 0.890-0.999) para un punto de corte de IPL > 229 con sensibilidad de 86% y especificidad de 88%, mientras que un AUC de 0.982 (IC95%, 0.957-1.007) para un punto de corte > 7 de SOFA con sensibilidad de 100% y especificidad de 84%. Esto difiere de los resultados de nuestro análisis donde se hace notar una diferencia significativa en la capacidad predictiva de la escala SOFA versus IPL al comparar sus

AUC. Esta discrepancia podría deberse a que el grupo de estudio de Malah sólo incluyó 54 pacientes, lo que implica una limitación del estudio.

En este mismo año, el grupo de trabajo de Wen realizó una investigación en el Departamento de Medicina Crítica de Wuhan, China, donde realizaron un análisis retrospectivo de 606 pacientes con sepsis comparando diversos parámetros inflamatorios mediante la curva ROC; encontraron un AUC para IPL de 0.616 (IC95% 0.511-0.721, $p = 0.033$) para el día uno de ingreso, un descenso a 0.567 (IC95% 0.461-0.673) al día tres y a 0.452 (IC95%, 0.345-0.559) al día siete.¹⁶ Dichos resultados concuerdan con la baja capacidad discriminativa del IPL que reportamos nosotros.

Nuestro equipo de investigación ha trabajado previamente en el análisis de la capacidad predictiva del ILA, por lo que, siguiendo esta línea de investigación, nos propusimos compararlo con el IPL; sin embargo, nuestros resultados no mostraron superioridad de éste respecto al ILA. A su vez, investigamos la hipótesis al realizar la combinación de estos dos marcadores en un sólo índice (relación ILA/IPL) el cual, al momento de la redacción de este estudio, no hay evidencia en la literatura médica que lo describa; no obstante, nuestro análisis arrojó un AUC con pobre poder discriminativo, lo cual descarta su uso práctico en nuestra muestra.

En este trabajo pudimos demostrar que el IPL tiene una pobre capacidad discriminativa en contraste con otros biomarcadores, donde el ILA, SOFA y SAPS III resultaron mejores herramientas predictivas de mortalidad en los pacientes con choque séptico.

Limitaciones. Nuestra investigación tuvo varias limitaciones. En primer lugar, tenemos que reconocer que fue un estudio retrospectivo. En segundo lugar, fue unicéntrico, lo que limita la validez externa de los resultados. En tercer lugar, considerar que la toma de muestras para determinar el conteo de leucocitos, plaquetas, albúmina y lactato no se ejecutó en tiempos similares, estableciendo la posibilidad de estadios distintos de la evolución del choque séptico y esto influir en el objetivo primario.

CONCLUSIONES

El IPL tiene baja capacidad predictiva de mortalidad en comparación del ILA, SOFA y SAPS III en los pacientes con choque séptico.

REFERENCIAS

- Shin J, Hwang SY, Jo IJ, Kim WY, Ryoo SM, Kang GY, et al. Prognostic value of the lactate albumin ratio for predicting 28-day mortality in critically ill sepsis patients. *Shock*. 2018;50(5):545-550. doi: 10.1097/SHK.0000000000001128.
- Thapa S, Prasad PN, Shakya YM. Serum lactate albumin ratio as a predictor of mortality in severe sepsis and septic shock at tribhuvan university teaching hospital, Kathmandu. *Birat J Health Sci*. 2017;2(2):191-195.

Tabla 2: Análisis de las AUC y sus respectivos intervalos de confianza de 95%.

Variables de resultado de prueba	Área	Desv. error*	Significación asintótica†	IC95% asintótico
IPL	0.441	0.032	0.064	0.379-0.503
ILA	0.790	0.025	0.000	0.742-0.838
Ratio ILA/IPL	0.444	0.032	0.077	0.381-0.506
SAPS III	0.669	0.030	0.000	0.611-0.727
SOFA	0.742	0.027	0.000	0.690-0.795

Las variables de resultado de prueba: índice plaqueta/linfocitario, índice lactato/ albúmina, *Ratio* ILA/IPL, SAPS III, SOFA tienen, como mínimo, un empate entre el grupo de estado real positivo y el grupo de estado real negativo. Las estadísticas podrían estar sesgadas.

* Bajo el supuesto no paramétrico. † Hipótesis nula: área verdadera = 0.5.

AUC = área bajo la curva (*Area Under the Curve*). IC95% = intervalo de confianza de 95%. ILA = índice lactato/ albúmina. ILA/IPL = cociente del índice lactato/ albúmina con el índice plaqueta/linfocitario. IPL = índice plaqueta/linfocitario. SAPS = *Simplified Acute Physiologic Score* (Puntuación Fisiológica Aguda Simplificada). SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment* (Evaluación Secuencial de Insuficiencia Orgánica).

3. Ramírez-Alfaro JÁ, Cerón-Díaz UW. Asociación del índice lactato/albúmina y la mortalidad en pacientes con choque séptico en la unidad de terapia intensiva. *Med Crit.* 2023;37(8):662-665.
4. Zahorec R. Ratio of neutrophil to lymphocyte counts- rapid and simple parameter of systemic inflammation and stress in critically ill. *Bratisl Lek Listy.* 2001;102(1):5-14.
5. Salciccioli JD. The association between the neutrophil-to-lymphocyte ratio and mortality in critical illness: an observational cohort study. *Crit Care.* 2015;19(1):13.
6. Shen Y, Huang X, Zhang W. Platelet-to-lymphocyte ratio as a prognostic predictor of mortality for sepsis: interaction effect with disease severity-a retrospective study. *BMJ Open.* 2019;9(1):e022896.
7. Ravindra R, Ramamurthy P, Aslam SS, Kulkarni A, Suhail K, Ramamurthy PS. Platelet indices and platelet to lymphocyte ratio (PLR) as markers for predicting COVID-19 infection severity. *Cureus.* 2022;14(8):e28206.
8. Rizal TS, Irwanto FH, Zainal R, Saleh MI. Correlation of platelet-lymphocyte ratio (PLR) as 28-days sepsis mortality predictor in intensive care unit of RSMH Palembang. *J Anesthesiol Clin Res.* 2021;1(2):43-62.
9. Karagoz I, Yoldas H. Platelet to lymphocyte and neutrophil to lymphocyte ratios as strong predictors of mortality in intensive care population. *Rev Assoc Med Bras.* 2019;65(5):633-636.
10. Karamouzou V, Paraskevas T, Muliata F, Karteri S, Oikonomou E, Ntoulas N, et al. Neutrophil to lymphocyte ratio and platelet to lymphocyte percentage ratio as predictors of in-hospital mortality in sepsis: an observational cohort study. *Mater Sociomed.* 2022;34(1):33-36.
11. Wu D, Qin H. Diagnostic and prognostic values of immunocyte ratios in patients with sepsis in the intensive care unit. *J Infect Dev Ctries.* 2023;17(10):1362-1372.
12. Wolfertz N, Bohm L, Keitel V, Hannappel O, Kumpers P, Bernhard M, et al. Epidemiology, management, and outcome of infection, sepsis, and septic shock in a German emergency department (EpiSEP study). *Front Med (Lausanne).* 2022;9:997992.
13. Mulatu HA, Bayisa T, Worku Y, Lazarus JL, Woldeyes E, Bacha D, et al. Prevalence and outcome of sepsis and septic shock in intensive care units in Addis Ababa, Ethiopia: a prospective observational study. *Afr J Emerg Med.* 2021;11(1):188-195.
14. Cakir E, Turan O. Lactate/Albumin ratio is more effective than lactate or albumin alone in predicting clinical outcomes in intensive care patients with sepsis. *Scand J Clin Lab Invest.* 2021;81(3):225-229.
15. Malah M, Abusaba MA, Said-Gebaly A, El-Baradei GF, Yousef NK. Comparison between platelets to lymphocytes ratio, procalcitonin serum levels and SOFA score for outcome prediction in patients with sepsis. *Egypt J Anaesth.* 2024;40(1):317-324.
16. Wen X, Zhang Y, Xu J, Song C, Shang Y, Yuan S, et al. The early predictive roles of NLR and NE% in in-hospital mortality of septic patients. *Heliyon* 2024;10:e26563.

Patrocinios: ninguno.

Relación de conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Correspondencia:

José Ángel Ramírez Alfaro

E-mail: angel-r24@outlook.com



Frecuencia de los fenotipos de choque cardiogénico, correlación con clasificación SCAI y mortalidad en terapia intensiva**

Cardiogenic shock frequency, correlation with SCAI classification and mortality in intensive care

Frequência de fenótipos de choque cardiogênico, correlação com a classificação

SCAI e mortalidade na unidade de terapia intensiva

Nadia Melisa Queb Pech,* Estefanía Rocha Botello,* Cristhian Josué Gaytán García,* Janet Silvia Aguirre Sánchez,* Braulia Aurelia Martínez Díaz*

RESUMEN

Introducción: el choque cardiogénico (CC) es un síndrome que genera estancias prolongadas en unidades de cuidados intensivos, aumenta la morbilidad a largo plazo, con un significativo costo económico e impacto en la calidad de vida relacionada con la salud de los sobrevivientes. El Grupo de Trabajo en Choque Cardiogénico (CSWG) propuso una subclasificación de CC en tres fenotipos, asociados sinérgicamente con la clasificación de la Sociedad de Angiografía e Intervenciones Coronarias (SCAI) para una mayor correlación pronóstica.

Objetivo: determinar la incidencia de cada fenotipo de CC y su asociación con la mortalidad en un entorno de cuidados intensivos en México.

Material y métodos: cohorte histórica que incluyó pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos con diagnóstico de CC de acuerdo con los criterios de CSWG y SCAI. Fueron incluidos fenotipos en estadios C, D y E.

Resultados: de enero de 2021 a enero de 2023 se estudiaron 65 pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos con diagnóstico de CC. De estos, 55% (n = 36) eran hombres y 45% (n = 29) mujeres, con edad promedio de 65.7 ± 15.2 años. La distribución por fenotipos fue: 49% correspondientes al fenotipo I, 40% al fenotipo II y 11% al fenotipo III. Murieron 46% con fenotipo I, 27% con fenotipo II y 27% con fenotipo III. De acuerdo con la estadificación del SCAI, 2% de los pacientes se identificaron en la etapa C, 72% en la etapa D y 26% en la etapa E. La etiología principal fue la insuficiencia cardíaca (IC) descompensada y el tratamiento farmacológico predominó; sólo 7.6% recibiendo apoyo mecánico.

Conclusiones: se logró determinar la incidencia de cada fenotipo de CC y su asociación con la mortalidad. La principal causa de mortalidad por fenotipo observada en nuestra población difiere de estudios anteriores. Este estudio es el primero en examinar la clasificación por fenotipos en nuestro país y establecer su asociación con la clasificación SCAI y mortalidad, destacando la necesidad de estudios prospectivos con cohortes más grandes.

Palabras clave: choque cardiogénico, fenotipo, SCAI.

ABSTRACT

Introduction: cardiogenic shock (CS) is a syndrome that results in prolonged stays in intensive care units, increases long-term morbidity, and comes with significant economic costs and impacts on survivors' health-related quality of life. The Cardiogenic Shock Working Group (CSWG) proposed a sub-classification of CS into three phenotypes, synergistically associated with the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI) classification to improve prognostic correlation.

Objective: our research aims to explore the incidence of each CS phenotype and its association with mortality in an intensive care setting in Mexico.

Material and methods: this is a historical cohort study that included patients admitted to the intensive care unit with a diagnosis of CS according to CSWG and SCAI criteria. The study included phenotypes in stages C, D, and E.

Results: from January 2021 to January 2023, 65 patients admitted to the intensive care unit with a diagnosis of CS were studied. Of these, 55% (n = 36) were men, and 45% (n = 29) were women, with an average age of 65.7 ± 15.2

years. The distribution by phenotypes was 49% corresponding to phenotype I, 40% to phenotype II, and 11% to phenotype III. Mortality rates were 46% for phenotype I, 27% for phenotype II, and 27% for phenotype III. According to SCAI staging, 2% of the patients were identified in stage C, 72% in stage D, and 26% in stage E. The primary etiology was decompensated heart failure, and pharmacological treatment predominated, with only 7.6% receiving mechanical support.

Conclusion: it was possible to determine the incidence of each CS phenotype and its association with mortality; the main cause of mortality by phenotype observed in our population differs from previous studies, potentially due to the predominant etiology in our population. This study is the first to examine phenotype classification in our country and establish its association with mortality and SCAI classification, highlighting the need for prospective studies with larger cohorts.

Keywords: cardiogenic shock, phenotype, SCAI.

RESUMO

Introdução: o choque cardiogênico (CC) é uma síndrome que resulta em internações prolongadas em unidades de terapia intensiva, aumenta a morbidade em longo prazo, com custo econômico significativo e impacto na qualidade de vida relacionada à saúde dos sobreviventes. O Cardiogenic Shock Working Group (CSWG) propôs uma subclassificação do CC em três fenótipos, sinérgicamente associados à classificação da Society for Coronary Angiography and Interventions (SCAI) para uma melhor correlação prognóstica.

Objetivo: determinar a incidência de cada fenótipo de CC e sua associação com a mortalidade em um ambiente de terapia intensiva no México.

Material e métodos: coorte histórica incluindo pacientes admitidos na unidade de terapia intensiva com diagnóstico de CC de acordo com os critérios CSWG e SCAI, incluindo fenótipos nos estágios C, D e E.

Resultados: de janeiro de 2021 a janeiro de 2023, foram estudados 65 pacientes admitidos na unidade de terapia intensiva com diagnóstico de CC. Desses, 55% (n = 36) eram do sexo masculino e 45% (n = 29) do sexo feminino, com idade média de 65.7 ± 15.2 anos. A distribuição por fenótipos foi de 49% correspondente ao fenótipo I, 40% ao fenótipo II e 11% ao fenótipo III. Quarenta e seis por cento morreram com o fenótipo I, 27% com o fenótipo II e 27% com o fenótipo III. De acordo com o estadiamento da SCAI, 2% dos pacientes foram identificados como estágio C, 72% como estágio D e 26% como estágio E. A principal etiologia foi a IC descompensada e o tratamento farmacológico predominou, com apenas 7.6% recebendo suporte mecânico.

Conclusões: conseguimos determinar a incidência de cada fenótipo de CC e sua associação com a mortalidade; a principal causa de mortalidade por fenótipo observada em nossa população difere de estudos anteriores. Este estudo é o primeiro a examinar a classificação do fenótipo em nosso país e estabelecer sua associação com a classificação SCAI e a mortalidade, destacando a necessidade de estudos prospectivos com coortes maiores.

Palavras-chave: choque cardiogênico, fenótipo, SCAI.

Abreviaturas:

CC = choque cardiogénico

SCAI = Sociedad de Angiografía e Intervenciones Cardiovasculares (Society for Cardiovascular Angiography and Interventions)

CSWG = Grupo de Trabajo de Choque Cardiogénico (Cardiogenic Shock Working Group)

OR = razón de momios (odds ratio)

IC95% = intervalo de confianza de 95%

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos

** Concurso Académico de Investigación «Dr. Mario Shapiro» 2024. Ganador del segundo lugar.

* Terapia Intensiva. Centro Médico ABC.

Recibido: 20/09/2024. Aceptado: 30/12/2024.

Citar como: Queb PNM, Rocha BE, Gaytán GCJ, Aguirre SJS, Martínez DBA. Frecuencia de los fenotipos de choque cardiogénico, correlación con clasificación SCAI y mortalidad en terapia intensiva. Med Crit. 2024;38(6):419-426. <https://dx.doi.org/10.35366/119227>

www.medicgraphic.com/medicinacritica

INTRODUCCIÓN

El choque cardiogénico (CC) representa una patología que implica mayor tiempo de estancia en las unidades de cuidados intensivos, mayor carga de morbilidad a largo plazo con los costos que representa en la esfera económica, aunque también en la esfera social, al impactar directamente en la calidad de vida relacionada con la salud, de los pacientes que sobreviven.

Nuestra investigación pretende representar la frecuencia en ocurrencia de cada fenotipo de choque cardiogénico y asociar dichos fenotipos con la mortalidad en una terapia intensiva de tercer nivel de atención en un hospital mexicano. Actualmente existen escasas compilaciones con dicha clasificación realizadas por los médicos pioneros de la clasificación, aunque ninguna en nuestro país. Lo anterior nos permitiría priorizar recursos y escalar el tratamiento de manera dirigida y oportuna.

El choque cardiogénico (CC) es una patología con alta mortalidad intrahospitalaria. La incidencia del CC en síndrome coronario agudo (SCA) es de aproximadamente 6-13% y en falla cardíaca (HF) de aproximadamente 4%,¹ aunque puede estar ocasionado por otras etiologías como cardiomiopatía no isquémica, valvulopatías y arritmias.²

En México, la mayor parte de los registros han sido efectuados en pacientes con cardiopatía isquémica. La tasa de mortalidad por enfermedades cardiovasculares en 2021 fue 0.17% por cada 1,000 habitantes; dentro de las causas de muerte de origen cardiovascular, la más común es infarto de miocardio, representando 78% de éstas (Segob, 2022). Si bien, tanto la incidencia como la mortalidad han descendido, en los años 70 la incidencia del CC era 7.5% con mortalidad de hasta 90%; a principios de los años 2000, la incidencia era 4.1%,³ aunque la mortalidad intrahospitalaria estimada ha disminuido, continúa entre 30-50%.⁴

La identificación temprana, el tratamiento de la falla orgánica y la estabilización hemodinámica son piezas clave en el manejo de pacientes con CC.⁵

Las guías actuales de tratamiento son relativamente recientes, y carecen de afirmaciones con evidencia de peso, centrando las mismas en opinión de expertos.

El CC es un síndrome heterogéneo respecto a los factores etiológicos, desencadenantes, perfil hemodinámico, lesión orgánica y la presencia de otras comorbilidades, por lo que aún existen diferencias sustanciales respecto a elección de agentes vasoactivos, monitoreo hemodinámico, terapéutica idónea, elección y temporalidad del soporte mecánico.⁶

El Grupo de Trabajo en Choque Cardiogénico (CSWG) propuso recientemente una subclasificación de CC en tres fenotipos basándose en diferencias demográficas, comorbilidades, características clínicas y

hemodinámicas (*Figura 1*).⁷ La clasificación en fenotipos, asociada de manera sinérgica a la clasificación de la Sociedad de Angiografía Coronaria e Intervenciones (SCAI), se propone como evaluación de mayor relevancia pronóstica (*Figura 2*).⁵

El choque es una manifestación de falla circulatoria en la cual hay una deficiente entrega de oxígeno hacia células y tejidos para la realización de procesos metabólicos. El CC es ocasionado por disfunción cardíaca resultando en índice cardíaco inadecuado. El criterio clásico requiere la presencia de hipotensión debido a gasto cardíaco (GC) reducido. El consenso actual se inclina hacia evidenciar otros signos de hipoperfusión debido a gasto cardíaco inefectivo, en ausencia de hipovolemia.⁸ La presentación del choque cardiogénico no excluye otros procesos patológicos que se pueden presentar de manera simultánea en los pacientes, lo cual vuelve aún más complejo el diagnóstico y las opciones terapéuticas. El diagnóstico de CC se basa en al menos una de las siguientes variables: presión arterial sistólica menor a 90 mmHg durante mínimo 30 minutos, empleo de vasopresores para mantener la presión arterial sistólica, índice cardíaco $< 2.2 \text{ L/min/m}^2$ en ausencia de hipovolemia, cada una determinada por disfunción cardíaca o en el contexto de soporte mecánico, debido a alta sospecha de disfunción cardíaca (*Figura 3*).⁶

El gasto cardíaco inefectivo deriva en hipotensión, signos y manifestaciones bioquímicas de hipoperfusión; refleja hipoxia y alteraciones en el metabolismo celular

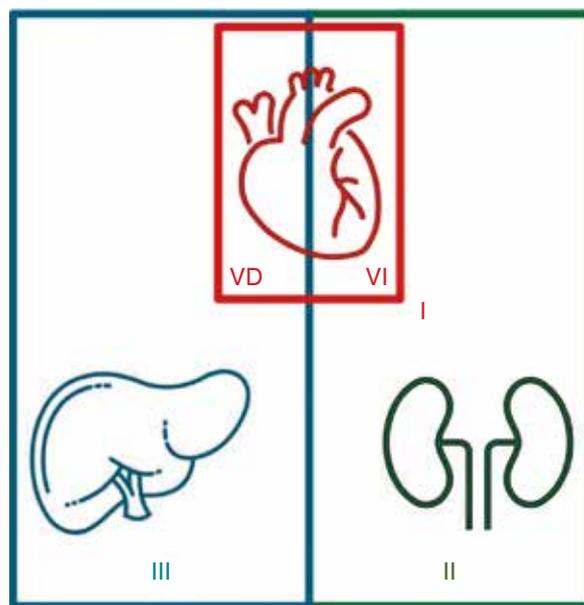


Figura 1: Fenotipos de choque cardiogénico de acuerdo con clasificación de Cardiogenic Shock Working Group (CSWG): I no congestivo, II cardiorrenal, III cardiometaabólico.

VD = ventrículo derecho. VI = ventrículo izquierdo.

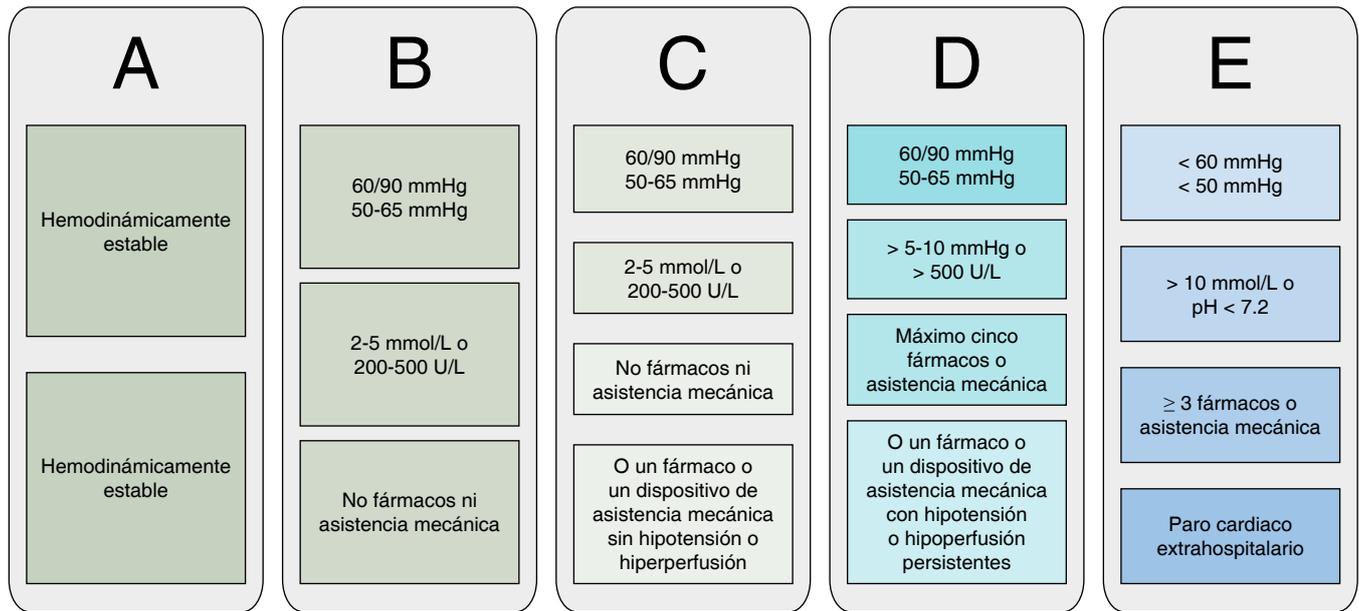


Figura 2: Clasificación SCAI de choque cardiogénico.

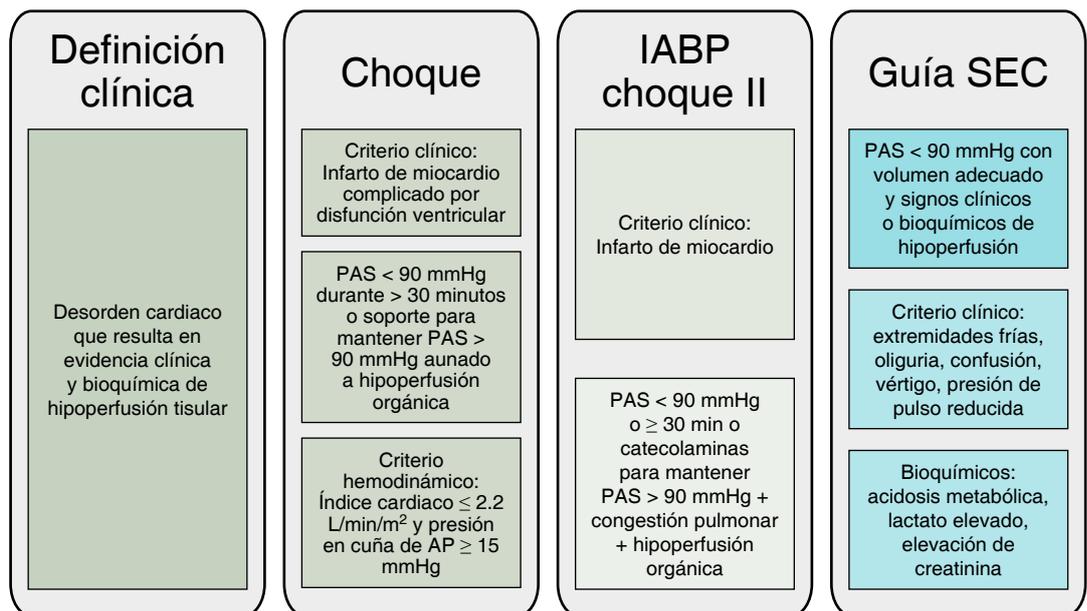


Figura 3:

Definiciones de choque cardiogénico.
 AP = arteria pulmonar.
 IABP = balón de contrapulsación aórtica.
 PAS = presión arterial sistólica.

que conllevan a disfunción orgánica. La falla orgánica está directamente relacionada con la mortalidad.²

La clasificación propuesta por SCAI surgió de acuerdo con estudios de severidad basados en hallazgos clínicos, hemodinámicos y bioquímicos. Diferentes publicaciones han documentado su validez, aplicabilidad, relación con mortalidad y la necesidad de escalamiento terapéutico de acuerdo con la severidad (Figura 4).⁵

El Grupo de Trabajo en Choque Cardiogénico (CSWG) propuso la clasificación del CC en tres fenotipos: I o no congestivo, II o cardiorrenal y el fenotipo III

o cardiometabólico.⁷ El algoritmo consideró variables como lactato, tasa de filtrado glomerular (CKD-EPI), lactato aminotransferasa, bicarbonato sérico, leucocitos y recuento plaquetario. La clasificación se basó en dos registros y únicamente ha sido estudiada en centros hospitalarios de Dinamarca y Estados Unidos de América. En las poblaciones estudiadas previamente, el fenotipo más frecuente es el II o cardiorrenal (41.2%), seguido por el fenotipo III o cardiometabólico (33.2%) y el I o no congestivo (25.6%). La etiología asociada a mayor mortalidad fue el infarto de miocardio (49%),

seguida por falla cardiaca descompensada (28.7%); mientras que el fenotipo en el que se observó mayor mortalidad fue el tipo III.⁹

Es importante homologar el consenso diagnóstico con la finalidad de establecer estándares de tratamiento. El modelo planteado por el CSWG ha demostrado ser reproducible y tener compatibilidad con la estadiificación SCAI en ambas poblaciones estudiadas. La probabilidad de presentar CC SCAI E se observó con mayor frecuencia en pacientes con fenotipo cardiometabólico.⁹

En México, carecemos de un registro que agrupe a los pacientes en choque cardiogénico, no contamos con una estadística precisa del número de pacientes que presentan esta entidad ni de la etiología de la misma.

El empleo de asistencia mecánica en los registros previamente reportados ha sido de hasta en 52% de los casos; sin embargo, hasta hoy en día, no existe consenso acerca del momento idóneo para el inicio de la asistencia; aunado a lo anterior, aún existe controversia respecto al empleo de técnicas de soporte mecánico combinado y las indicaciones para las mismas (Figura 5).¹⁰

Al analizar lo que ocurre en nuestra población, las causas y el curso de la enfermedad, podríamos plantear intervenciones efectivas que permitan optimizar recursos. Prever las probables complicaciones y anticipar intervenciones con la finalidad de evitar la progresión de la enfermedad e incluso la muerte.

Justificación. La variabilidad en la respuesta al tratamiento es un problema al que frecuentemente nos enfrentamos, debido a la ausencia de consenso en el tratamiento de elección con base en escalas de severidad o a la clasificación etiológica. El sistema de clasificación actual de CC de SCAI permitió disminuir la heterogeneidad pronóstica asociada al efecto de tratamiento iniciado en diferentes estadios del choque. Pese a los intentos de unificación de criterios diagnósticos y

sus implicaciones pronósticas, los estadios de la clasificación SCAI son altamente dinámicos y no toman en consideración variables de riesgo no modificables con gran implicación de severidad y pronóstico.⁷

La identificación de fenotipos permitirá asociar la evolución y pronóstico con la finalidad de plantear y anticipar estrategias terapéuticas.

El CC es una patología de alta mortalidad, representa mayor tiempo de estancia en UCI, mayor estancia hospitalaria, incremento en la necesidad de escalamiento terapéutico, e incluso carga de morbilidad a largo plazo, con los costos que lo anterior implica en la esfera económica y también en el aspecto social, al impactar la calidad de vida y funcionalidad de los pacientes.¹¹

Dado lo antes expuesto, se plantea la implementación del sistema de clasificación del CC en fenotipos y su asociación con estadios de la clasificación SCAI con la finalidad de predecir la evolución en el paciente críticamente enfermo, efectuar modificaciones terapéuticas que permitan evitar la lesión o limitar la misma, con las ventajas que esto representa en días de estancia y en morbilidad asociada. De igual manera, destinar y lograr un mejor aprovechamiento de recursos en aquellos pacientes que sean identificados con mayor riesgo de complicación.

Se considera una clasificación reproducible, factible y accesible, que no confiere riesgo a los pacientes estudiados, con relevancia clínica y teórica dado que no existen reportes ni estudios similares en nuestro país.

Con base en lo anterior, elaboramos la presente investigación para determinar cuál es la distribución de los diferentes fenotipos de choque cardiogénico en nuestra población mexicana. Los objetivos fueron:

Objetivo general: explorar la frecuencia de cada fenotipo de choque cardiogénico en el paciente críticamente enfermo.

Objetivos específicos: comprobar la reproducibilidad y aplicación de la clasificación de CC en fenotipos.

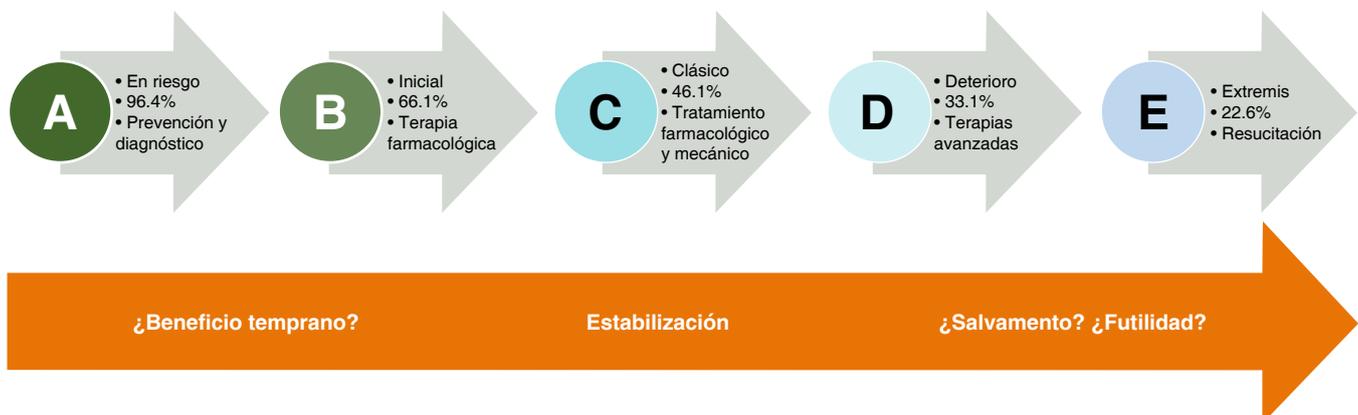


Figura 4: Estadios de acuerdo con clasificación SCAI y propuesta de escalamiento terapéutico.

Describir la frecuencia de los diferentes tipos de choque cardiogénico. Confirmar la compatibilidad de clasificación por fenotipos y escala de severidad SCAI. Identificar las etiologías principales de choque cardiogénico de acuerdo con fenotipo. Documentar las diferencias en decisiones terapéuticas con base en la clasificación por fenotipos de CC. Reconocer la relación existente entre el desarrollo de complicaciones y el fenotipo de choque cardiogénico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de estudio: estudio retrospectivo, observacional y unicéntrico.

Tamaño de muestra: se empleó una muestra por conveniencia con base en los ingresos registrados con diagnóstico de choque cardiogénico, considerando como significancia con valor discriminante de 5%.

Población de estudio: adultos mayores de 18 años, con diagnóstico de CC ingresada en la UCI en el periodo de enero de 2021 a enero de 2023.

Criterios de inclusión: pacientes de cualquier género mayores de 18 años y menores de 100 años que ingresen a la UCI. Pacientes que hayan cursado con diagnóstico de CC de cualquier etiología. Pacientes que permanezcan hospitalizados en la unidad al menos durante un periodo de 48 horas.

Criterios de exclusión: ausencia de parámetros bioquímicos incluidos en el modelo predictivo. Pacientes con antecedente de enfermedad renal crónica o terapia de reemplazo renal. Mujeres embarazadas. Pacientes con patología renal obstructiva. Muerte encefálica. Evidencia de lesión cerebral estructural. Hemorragia activa. Trombo intracavitario.

Criterios de eliminación: casos que tuvieran expediente incompleto.

Recolección de los datos. Se realizó la revisión de expedientes clínicos para seleccionar a los pacientes de acuerdo con los criterios de inclusión. Las características demográficas, condiciones clínicas al momento de ingreso y procedimiento diagnóstico fueron obtenidos de los expedientes clínicos electrónicos y físicos.

Procedimientos clínicos: obtención de variables físicas y bioquímicas al momento de ingreso y 24 horas posteriores.

Procedimientos de laboratorio: los laboratorios por considerar en el presente estudio son los que se obtienen de manera rutinaria en la unidad, por lo que no representa mayor número de punciones, obtención de muestras o de costos.

Variables de posible confusión: antecedente de exposición reciente a quimioterapia, inmunosupresores, enfermedades reumatológicas.

Error de medición. Para la estimación de las escalas predictivas de mortalidad SAPS II, APACHE II y

Tabla 1: Características basales de la población.

Características	Total	Fenotipo		
		I	II	III
Edad (años)*	65.6 ± 15.7	60.3 ± 16.6	70.3 ± 12.7	72.5 ± 8.6
Sexo, n				
Hombre	36	20	12	4
Mujer	29	12	12	5
IMC*	26.4 ± 7.5	26.2 ± 8.1	27.0 ± 6.0	25.5 ± 6.7
Estadio, n				
SCAI C	1	1	0	0
SCAI D	47	24	21	2
SCAI E	17	7	5	5
Etiología, n				
IAM	12	6	4	2
IC	23	12	9	2
Otras	30	14	11	5
Comorbilidades				
HAS	14	13	1	0
DM2	29	4	22	3

* Valores expresados en media ± desviación estándar.

DM2 = diabetes mellitus tipo 2. HAS = hipertensión arterial sistémica. IAM = infarto agudo del miocardio. IC = insuficiencia cardíaca. IMC = índice de masa corporal. SCAI = Sociedad de Angiografía e Intervenciones Cardiovasculares (*Society for Cardiovascular Angiography and Interventions*).

SOFA se utilizaron los signos vitales y parámetros al ingreso a UCI. Para la clasificación del fenotipo se empleó la aplicación generada por el CSWG.

Análisis estadístico. El procesamiento de los datos y análisis estadístico se realizó con el paquete IBM SPSS Statistics 27.0. Se proporcionan frecuencias absolutas (n) y relativas (%) en las variables categóricas; las comparaciones/asociaciones se evaluaron mediante estadística no paramétrica (U-Mann Whitney, Spearman). En las variables numéricas se obtuvieron medidas de tendencia central (promedios) y de dispersión (desviación estándar); las comparaciones/asociaciones fueron evaluadas mediante estadística paramétrica (t-Student, Pearson). Se utilizó como medida de significancia estadística un nivel alfa < 0.05.

Se realizó inicialmente un análisis descriptivo para determinar las características clínico-demográficas de los pacientes. Se obtuvieron medidas de tendencia central y dispersión para las variables continuas; de frecuencia y proporciones para las variables categóricas. Se determinó la distribución de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk. La comparación de variables categóricas se realizó utilizando la prueba χ^2 de Pearson y se estimó la respectiva razón de momios (OR) a través de modelos de regresión logística. Para las variables continuas se utilizó la prueba U de Mann-Whitney como opción no paramétrica.

Aspectos éticos. Esta investigación se adhiere a los principios internacionales de ética en investigación preservando la confidencialidad de los datos y la identidad de los participantes. De acuerdo con el Artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia

de Investigación para la Salud (RLGSMIS) se considera que esta investigación se clasifica en la categoría I, investigación sin riesgo.

RESULTADOS

Se estudiaron 65 pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos con diagnóstico de CC. Se empleó el test de Shapiro-Wilk para corroborar la distribución normal de datos. Del total de los pacientes registrados, 55% (n = 36) eran hombres y 45% (n = 29) mujeres. La edad promedio fue 65.7 ± 15.2 años y la duración media de la estancia de 6 ± 32.4 días (*Tabla 1*).

La obtención de datos para la clasificación en fenotipos fue obtenida al momento del ingreso y procesada con la aplicación de CSWG para distribuir los grupos en fenotipos. La distribución por fenotipos fue 49% correspondientes al fenotipo I, 40% al fenotipo II y 11% al fenotipo III (*Figura 6*).

Veintidós pacientes murieron, 46% con fenotipo I, 27% con fenotipo II y 27% con fenotipo III, aunque no se consideró estadísticamente significativa la correlación entre mortalidad por etiología del CC ($p = 0.96$, IC95% $-0.52-0.51$).

De acuerdo con la estadificación de la SCAI, 2% de los pacientes se identificaron en etapa C, 72% en etapa D y 26% en etapa E. Con 37% de los pacientes en estadio D pertenecientes al fenotipo I.

La etiología principal fue la insuficiencia cardiaca (IC) descompensada (*Figura 7*) y predominó el tratamiento farmacológico. Sólo 12.3% recibieron apoyo mecánico, de los cuales, se emplearon en igual proporción la membrana de oxigenación extracorpórea y el balón de contrapulsación aórtica; ambos soportes coincidieron de manera simultánea, únicamente en un paciente. El fenotipo en el que se empleó con mayor frecuencia la asistencia ventricular fue el tipo I, seguido por el tipo III y se inició con mayor frecuencia en el estadio SCAI

E. Los pacientes con mayor probabilidad de requerir soporte mecánico fueron los pacientes con cardiopatía isquémica.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidencian que la mayor parte de los pacientes que se estudiaron se encontraron con fenotipo I, a diferencia de lo publicado previamente en donde el fenotipo más frecuentemente encontrado fue el tipo II.

Respecto a la proporción de muerte, puede obedecer a la frecuencia con la que fue encontrado el fenotipo I, aunque la mayor parte de dichos pacientes se identificó de manera inicial en SCAI D y fue el grupo en el que se encontraron la mayor parte de los pacientes en SCAI E, también fueron los pacientes que en su mayoría cursaron con asistencia mecánica. Dado lo anterior, se decidió ejecutar una correlación punto-biserial para determinar la relación entre muerte y tipo de CC; la correlación fue positiva, pero estadísticamente no fue significativa ($rpb = 0.01$, $n = 65$, $p = 0.961$). Hubo una correlación negativa entre muerte e índice de masa corporal (IMC), que no fue estadísticamente significativa ($rpb = -0.08$, $n = 65$, $p = 0.539$). Se realizó un análisis de fiabilidad entre evaluadores entre las muestras dependientes de muerte, IMC y fenotipo. Para este propósito, se calculó el Fleiss' Kappa, mostró que no había acuerdo entre las muestras muerte, IMC y fenotipo con $\kappa = -0.11$ y valor $p = 1$. Se realizó un análisis de fiabilidad entre evaluadores entre las muestras dependientes de muerte y fenotipo. Para este propósito, se calculó el Kappa de Cohen, que mostró que no había acuerdo entre las muestras muerte y fenotipo con $\kappa = -0.02$ y valor $p = 1$, no estadísticamente significativo. Se realizó un análisis de fiabilidad entre las muestras dependientes de muerte, fenotipo y SCAI. Para este propósito, se calculó el



Figura 5:

Secuencia de abordaje de choque cardiogénico.

Fleiss' Kappa que demostró que no había acuerdo entre las muestras muerte, fenotipo y SCAI con $\kappa = -0.2$ y valor $p = 1$.

A pesar de que no pudimos demostrar la correlación entre fenotipos, mortalidad y estadio SCAI, llama la atención que, de los pacientes fallecidos en nuestra población, 65% presentaba IMC > 25.

Se llevó a cabo ANOVA de tres vías para analizar el efecto de muerte, fenotipo y SCAI y sus interacciones en tipo de CC. El ANOVA de tres vías mostró que no había diferencia significativa entre los grupos de las variables independientes muerte ($p = 0.887$), fenotipo ($p = 0.938$) y SCAI ($p = 0.72$) en relación con la variable dependiente tipo de CC. No hubo interacción entre las dos variables muerte y fenotipo ($p = 0.23$), ni entre las dos variables muerte y SCAI ($p = 0.978$) y tampoco entre las dos variables fenotipo y SCAI ($p = 0.926$). No hubo interacción entre las tres variables muerte, fenotipo y SCAI ($p = 0.964$). Se ejecutó una correlación punto-biserial para determinar la relación entre días UCI e inotrópico; la correlación fue negativa y no fue estadísticamente significativa ($r_{pb} = -0.2$, $n = 65$, $p = 0.114$).

Efectuamos un análisis de regresión logística para examinar la influencia de fenotipos en la variable muerte; el análisis mostró que el modelo en su conjunto no era significativo ($\chi^2 = 5$, $p = 0.082$, $n = 65$). El coeficiente de variación del fenotipo 1 es $b = 0.31$, por lo que OR en este fenotipo fue 1.36 ($p = 0.609$, IC95% 0.42-4.48); sin embargo, el valor $p = 0.609$ indica que esta influencia no es estadísticamente significativa. El coeficiente de la variable fenotipo 2 es $b = -0.31$, pero el valor $p = 0.609$ señala que esta influencia no es estadísticamente significativa. El coeficiente de la variable fenotipo 3 es $b = 1.79$ ($p = 0.035$, OR 6, IC95% 1.13-31.74).

Limitaciones. Este estudio tiene varias limitaciones, principalmente al ser de naturaleza retrospectiva y de un solo centro, aunado a que se llevó a cabo en una UCI general, lo que puede derivar en infraestimación de la información obtenida, se recopilaron datos únicamente al ingreso de los pacientes y a las 24 horas de

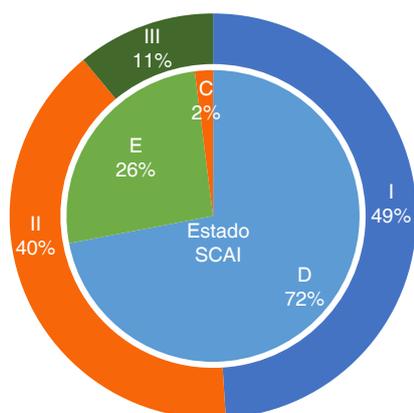


Figura 6:

Frecuencia de fenotipos de choque cardiogénico y relación con estadios.

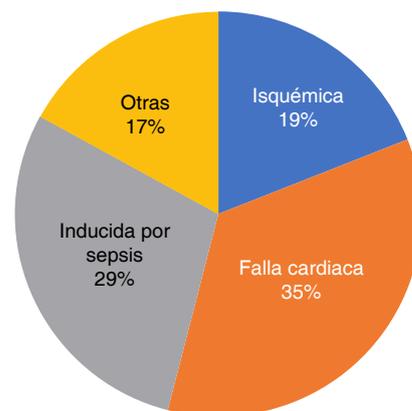


Figura 7:

Etiologías de choque cardiogénico.

estancia, de acuerdo con los registros con base en expedientes clínicos electrónicos y físicos. A pesar de ser un estudio con temporalidad de tres años, la población estudiada es relativamente baja en comparación con los estudios referidos en la literatura.

CONCLUSIONES

La propuesta de clasificación del CC de acuerdo con CSWG ha demostrado ser aplicable y reproducible en nuestro ámbito hospitalario, sin incremento de costos o de dificultades técnicas en su aplicación. Encontramos diferentes frecuencias en cuanto a la presencia de fenotipos respecto a lo reportado previamente; aunque el registro se efectuó durante más de 12 meses en comparación con las cohortes previas, es necesaria la recolección de mayor número de pacientes para poder generalizar y lograr validar los resultados obtenidos. Llama la atención que la paradoja de la obesidad como factor protector en el paciente críticamente enfermo no se observa en el contexto de CC como factor protector; por el contrario, pareciera ser factor deletéreo en el curso de esta enfermedad, aunque requiere de mayor estudio y mayor análisis poblacional para poder afirmarlo. De igual manera con este estudio reafirmamos la importancia de anticipar la necesidad y probablemente de valorar el inicio más temprano de la asistencia ventricular, ya que, en el registro efectuado, la mayor parte de las asistencias se iniciaron en estadio SCAI E que, por ende, confiere peor pronóstico a nuestros pacientes.

REFERENCIAS

- Chien SC, Wang CA, Liu HY, Lin CF, Huang CY, Chien LN. Comparison of the prognosis among in-hospital survivors of cardiogenic shock based on etiology: AMI and Non-AMI. *Ann Intensiv Care.* 2024;14(1):74.
- Shirakabe A, Matsushita M, Shibata Y, Shighihara S, Nishigoori S, Sawatani T, et al. Organ dysfunction, injury, and failure in cardiogenic shock. *J Intensiv Care.* 2023;11(1):26.
- Camacho CEG, Sigarroat ER, Cherit GD. Choque cardiogénico: de la definición al abordaje. *Med Crtt.* 2019;33(5):251-258.

4. Sarma D, Jentzer JC, Soussi S. Cardiogenic shock: a major challenge for the clinical trialist. *Curr Opin Crit Care.* 2023;29(4):371-380.
5. Kapur NK, Kanwar M, Sinha SS, Thayer KL, Garan AR, Hernandez-Montfort J, et al. Criteria for defining stages of cardiogenic shock severity. *J Am Coll Cardiol.* 2022;80(3):185-198.
6. Tehrani BN, Truesdell AG, Psotka MA, Rosner C, Singh R, Sinha SS, et al. A standardized and comprehensive approach to the management of cardiogenic shock. *Jacc Hear Fail.* 2020;8(11):879-891.
7. Zweck E, Thayer KL, Helgestad OKL, Kanwar M, Ayouty M, Garan AR, et al. Phenotyping cardiogenic shock. *J Am Hear Assoc: Cardiovasc Cerebrovasc Dis.* 2020;10(14):e020085.
8. Jones TL, Nakamura K, McCabe JM. Cardiogenic shock: evolving definitions and future directions in management. *Open Hear.* 2019;6(1):e000960.
9. Zweck E, Kanwar M, Li S, Sinha SS, Garan AR, Hernandez-Montfort J, et al. Clinical course of patients in cardiogenic shock stratified by phenotype. *JACC: Hear Fail.* 2023;11(10):1304-1315.
10. Geller BJ, Sinha SS, Kapur NK, Bakitas M, Balsam LB, Chikwe J, et al. Escalating and de-escalating temporary mechanical circulatory support in cardiogenic shock: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2022;146(6):e50-e68.
11. Lim HS. Phenotyping and hemodynamic assessment in cardiogenic shock: from physiology to clinical application. *Cardiol Ther.* 2022;11(4):509-522.

Patrocinios: ninguno.

Relación de conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Correspondencia:

Nadia Melisa Queb Pech

E-mail: nadiaqueb@gmail.com



Predicción de la desconexión de la ventilación mecánica invasiva mediante tomografía de impedancia eléctrica aplicando una red neuronal**

Prediction of the weaning off invasive mechanical ventilation by electrical impedance tomography applying a neural network

Previsão de desmame da ventilação mecânica invasiva por tomografia de impedância elétrica usando uma rede neural

Ibzan Jahzeel Salvador Ibarra,* Josué Daniel Cadeza Aguilar,* Sergio Gustavo Monasterios López,†
Martín Armando Ríos Ayala,* Carmen Margarita Hernández Cárdenas,* Edith Lizeth Nicolás Martínez*

RESUMEN

Introducción: el éxito del retiro de la ventilación mecánica (VM) se define por la ausencia de soporte ventilatorio 48 horas después de la extubación; el tiempo de retiro puede representar hasta 50% del tiempo total de ventilación. La tomografía por impedancia eléctrica (TIE) es una herramienta de imagen clínica no invasiva y libre de radiación para monitorear, en tiempo real y a la cabecera del paciente.

Objetivo: comparar las diferencias en los cambios dinámicos del Δ EELI y las regiones de interés (ROI) por TIE durante la prueba de ventilación espontánea en pacientes con éxito o falla durante el retiro de la ventilación mecánica invasiva.

Material y métodos: estudio observacional, longitudinal y analítico. Se incluyeron pacientes con requerimiento de ventilación mecánica invasiva por más de 72 horas. Se utilizó estadística descriptiva en las variables cuantitativas, expresando los datos como media y desviación estándar, o mediana y rango intercuartílico (RIC) acorde a la distribución, y como frecuencias y porcentajes en los datos categóricos. Posteriormente se realizó un análisis multivariado de regresión logística y una red neuronal (RN), ajustado para las variables con significancia clínica y estadística. La significancia estadística se estableció como una $p < 0.05$ o $< 5\%$.

Resultados: se incluyeron un total de 30 pacientes, los cuales se dividieron en dos grupos: éxito o fracaso de la extubación. Se obtuvo significancia estadística entre ambos grupos en las variables: SOFA con $p = 0.015$, APACHE II con $p = 0.005$, leucocitos con $p = 0.001$ y magnesio con $p = 0.035$. La probabilidad predicha resultante de la regresión logística multivariable (RLM) y la RN para todo el grupo se utilizó para obtener curvas ROC y el valor de corte de -7.5 de pérdida posterior a la prueba de respiración espontánea (PRE) del Δ EELI ROI1.

Conclusión: los pacientes que son sometidos a una PRE presentan cambios en la capacidad residual funcional asociada a pérdida del reclutamiento de las áreas ventiladas previamente en la VM. Con el advenimiento de la TIE, estos cambios pueden ser monitorizados de manera dinámica y a la cabecera del paciente en tiempo real, ofreciendo una herramienta pronóstica en aquellos pacientes con alto riesgo de fracaso al retiro de la ventilación mecánica.

Palabras clave: retiro de la ventilación mecánica, tomografía de impedancia eléctrica, prueba de respiración espontánea, impedancia pulmonar al final de la espiración.

ABSTRACT

Introduction: successful weaning from mechanical ventilation (MV) is defined by the absence of ventilatory support 48 hours after extubation; weaning time can represent up to 50% of the total ventilation time. Electrical impedance tomography (EIT) is a noninvasive, radiation-free clinical imaging tool to monitor, in real time and at the patient's bedside.

Objective: to compare the differences in dynamic changes of Δ EELI and regions of interest (ROI) by EIT during spontaneous ventilation test in patients with success or failure during withdrawal of invasive mechanical ventilation.

** Concurso Académico de Investigación «Dr. Mario Shapiro» 2024. Ganador del tercer lugar.

* Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, Ismael Cosío Villegas. Ciudad de México, México.

† Hospital Obrero No. 1. La Paz, Bolivia.

Recibido: 18/09/2024. Aceptado: 24/10/2024.

Citar como: Salvador IJ, Cadeza AJD, Monasterios LSG, Ríos AMA, Hernández CCM, Nicolás MEL. Predicción de la desconexión de la ventilación mecánica invasiva mediante tomografía de impedancia eléctrica aplicando una red neuronal. Med Crit. 2024;38(6):427-432. <https://dx.doi.org/10.35366/119228>

www.medigraphic.com/medicinacritica

Material and methods: observational, longitudinal and analytical study. Patients requiring invasive mechanical ventilation for more than 72 hours were included. Descriptive statistics were used for quantitative variables, expressing the data as mean and standard deviation, or median and interquartile range (IQR) according to the distribution, and as frequencies and percentages for categorical data. Subsequently, multivariate logistic regression (MLR) and neural network (NN) analysis was performed, adjusted for variables with clinical and statistical significance. Statistical significance was established as a $p < 0.05$ or $< 5\%$.

Results: a total of 30 patients were included and divided into two groups: extubation success or failure. Statistical significance was obtained between both groups in the variables: SOFA with a $p = 0.015$, APACHE II with a $p = 0.005$, leukocytes with a $p = 0.001$ and magnesium with a $p = 0.035$. The resulting predicted probability of MLR and NN for the whole group was used to obtain ROC curves and the cut-off value of -7.5 of post-SBT (spontaneous breathing trial) loss of Δ EELI ROI1.

Conclusion: patients who undergo SBT present changes in functional residual capacity associated with loss of recruitment of previously ventilated areas on MV. With the advent of EIT, these changes can be monitored dynamically and at the patient's bedside in real time, offering a prognostic tool in those patients at high risk of failure upon weaning from mechanical ventilation.

Keywords: mechanically ventilation weaning, electrical impedance tomography, spontaneous breathing test, end-expiratory lung impedance.

RESUMO

Introdução: o desmame bem-sucedido da ventilação mecânica é definido pela ausência de suporte ventilatório 48 horas após a extubação; o tempo de desmame pode ser responsável por até 50% do tempo total de ventilação. A tomografia de impedância elétrica é uma ferramenta de imagem clínica não invasiva e livre de radiação para monitoramento em tempo real à beira do leito.

Objetivo: comparar as diferenças nas alterações dinâmicas do Δ EELI e das regiões de interesse (ROI) por TIE durante o teste de ventilação espontânea em pacientes com sucesso ou fracasso durante o desmame da ventilação mecânica invasiva.

Material e métodos: estudo observacional, longitudinal e analítico. Foram incluídos pacientes que necessitaram de ventilação mecânica invasiva por mais de 72 horas. Foram usadas estatísticas descritivas para variáveis quantitativas, expressando os dados como média e desvio padrão, ou mediana e intervalo interquartil (IQR) de acordo com a distribuição, e como frequências e porcentagens para dados categóricos. Em seguida, foi realizada a regressão logística multivariada e a análise de rede neural, ajustadas para variáveis com significância clínica e estatística. A significância estatística foi estabelecida como $p < 0.05$ ou $< 5\%$.

Resultados: um total de 30 pacientes foi incluído e dividido em dois grupos: sucesso ou fracasso da extubação. Foi obtida significância estatística entre os dois grupos nas variáveis: SOFA com $p = 0.015$, APACHE II com $p = 0.005$, leucócitos com $p = 0.001$ e magnésio com $p = 0.035$. A probabilidade prevista resultante da RLM e da RN para todo o grupo foi usada para obter curvas ROC e o valor de corte de -7.5 para perda pós-TRE da Δ EELI ROI1.

Conclusão: os pacientes submetidos à TRE apresentam alterações na capacidade residual funcional associadas à perda de recrutamento de áreas previamente ventiladas na VM. Com o advento da TIE, essas alterações podem ser monitoradas dinamicamente e à beira do leito em tempo real, oferecendo uma ferramenta de prognóstico para os pacientes com alto risco de falha no desmame da ventilação mecânica.

Palavras-chave: retirada da ventilação mecânica, tomografia de impedância elétrica, teste de respiração espontânea, impedância pulmonar expiratória final.

Abreviaturas:

CPAP/PS = presión positiva continua en las vías respiratorias/soporte de presión (Continuous Positive Airway Pressure/Pressure Support)

EELI = impedancia pulmonar al final de la espiración (*End-Expiratory Pulmonary Impedance*)

EELV = volumen pulmonar al final de la espiración (*End-Expiratory Lung Volumen*)

FEX = fracaso a la extubación

PEEP = presión positiva al final de la espiración (*Positive End-Expiratory Pressure*)

PRE = prueba de respiración espontánea

ROC = característica operativa del receptor (*Receiver Operating Characteristic*)

ROI = regiones de interés (*Regions Of Interest*)

SIMV = ventilación obligatoria intermitente sincronizada (*Synchronized Intermittent Mandatory Ventilation*)

TIE = tomografía por impedancia eléctrica

UCI = Unidades de Cuidados Intensivos

VM = ventilación mecánica

Δ EELI = delta de impedancia pulmonar al final de la espiración (*End-Expiratory Pulmonary Impedance*)

INTRODUCCIÓN

El retiro de la ventilación mecánica (RVM) es una intervención compleja. Hace setenta años, el Dr. Ibsen introdujo la revolucionaria técnica de ventilación con presión positiva durante la epidemia de polio en Copenhague que salvó innumerables vidas.¹ En la década de 1970, la ventilación obligatoria intermitente sincronizada (SIMV) se utilizaba ampliamente como modo de destete de elección en la mayoría de las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI).¹ Antes de la aplicación de SIMV, las técnicas de destete consistían en desconectar a los pacientes del ventilador durante tres a cuatro minutos seguidos cada treinta minutos y determinar su tolerancia a una interrupción abrupta.¹

El retiro de la ventilación mecánica se define como una disminución gradual del soporte ventilatorio en pacientes cuya causa subyacente de insuficiencia respiratoria está resuelta.^{2,3} El éxito del retiro se define por la extubación y la ausencia de soporte ventilatorio 48 horas después de la extubación.⁴ Por el contrario, el fracaso del retiro se define como la incapacidad de pasar una prueba de respiración espontánea (PRE) o la necesidad de reintubación dentro de las 48 horas posteriores a la extubación.⁵

El tiempo de retiro puede representar hasta 50% del tiempo total de ventilación.⁶ Este tiempo prolongado de ventilación invasiva aumenta el riesgo de sufrir complicaciones infecciosas, polineuropatía/miopatía por enfermedades críticas y traqueostomía con posterior ventilación invasiva extrahospitalaria.⁶ El pronóstico de los pacientes sometidos a un retiro prolongado es peor que el de un retiro simple.⁶ Se ha demostrado que la reintubación debido a insuficiencia respiratoria postextubación aumenta la mortalidad de 2.5 a 10 veces en comparación con los pacientes que no requieren reintubación.⁷

Se recomienda como el mejor método para determinar la preparación para la extubación una PRE, que

comprende una evaluación enfocada de la capacidad de respirar del paciente.⁷ Comprende de 30 a 60 minutos con niveles bajos de presión de soporte o presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP/PS por sus siglas en inglés) a través del ventilador, o usando una pieza en T conectada al tubo endotraqueal.⁷

La mayoría de los pacientes, aproximadamente entre 60 y 70%, requerirán una interrupción mínima o nula del soporte ventilatorio y se extubarán sin dificultad después de la primera PRE, estos pacientes pueden clasificarse como destete simple.⁷ El restante 30-40% puede clasificarse como destete difícil, definido como requerir hasta tres PRE y siete días para lograr el éxito del retiro o destete prolongado definido como el requerimiento de más de tres PRE y más de siete días de retiro.⁷

La tomografía por impedancia eléctrica (TIE) es una herramienta de imagen clínica no invasiva y libre de radiación para monitorear, en tiempo real y a la cabecera del paciente.⁸ La reconstrucción de imágenes se basa en la estimación de los cambios de resistividad que se producen en los pulmones con la respiración.⁸ El aumento de la resistividad que se produce con la inflación pulmonar se debe al adelgazamiento y elongación de los tabiques alveolares, los cuales dificultan el paso de la corriente eléctrica.⁸

La TIE es una técnica desarrollada en los últimos años, que se basa en la emisión de ondas de impedancia desde 16 electrodos atados a sitios definidos en el tórax, generalmente entre la cuarta y sexta costillas para un tipo corporal positivo (el cuerpo está bien proporcionado y el ángulo abdominal superior es igual a 90°).⁹ Estos electrodos recogen la información de la impedancia en un espacio cráneo-caudal de aproximadamente 10 cm.¹⁰ Calcula la atenuación de las ondas de impedancia entre diferentes tejidos en el tórax y adopta el algoritmo correspondiente para reducirlo a una imagen tomográfica del tejido pulmonar.⁹ La onda de impedancia emitida por los electrodos de la TIE se atenúa de manera inconsistente en diferentes formas de tejido, lo que resulta en un valor de impedancia alto en áreas bien ventiladas, un valor disminuido en áreas menos ventiladas y un valor de impedancia basal (el mínimo) en áreas no ventiladas.⁹ Es similar a la tomografía computarizada convencional, pero la diferencia es que la TIE es continua y dinámica.⁹ La validación de la TIE está documentada a través de comparación con diferentes técnicas como la espirometría para la validación de los cambios en la impedancia regional y global, con el lavado de nitrógeno para la medición del volumen pulmonar al final de la espiración (EELV).¹⁰ Con la tomografía computarizada (TC) y la tomografía de emisión de positrones (SPECT y PET) como método para la medición de distribución regional del volumen pulmonar y para monitorizar técnicas de reclutamiento alveolar.¹¹

La TIE se tiene cada vez más en cuenta como una herramienta de diagnóstico para guiar la distribución de la ventilación y el volumen pulmonar al final de la espiración en pacientes críticos que requieren ventilación mecánica (VM) debido a insuficiencia respiratoria. Otros escenarios clínicos diferentes, como la ventilación unipulmonar, el edema pulmonar, la succión endotraqueal o la respiración espontánea, han demostrado la utilidad de la TIE.¹²

La TIE permite determinar los cambios en la impedancia pulmonar al final de la espiración (EELI) –una estimación sustitutiva del volumen pulmonar al final de la espiración–, evaluar la distribución global y regional de volumen tidal (V_t) y obtener índices de la distribución espacial de la ventilación, como el índice de llenado no homogéneo global.¹³

El objetivo principal de este estudio es comparar las diferencias en los cambios dinámicos del Δ EELI y las regiones de interés (ROI) por TIE durante la PRE en pacientes con éxito o falla durante el retiro de la ventilación mecánica invasiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, longitudinal y analítico, en pacientes mayores de 18 años de edad ingresados en la UCI, en un periodo comprendido entre mayo 2023 y mayo 2024. Se incluyeron pacientes con requerimiento de ventilación mecánica invasiva por más de 72 horas a causa de patología de origen respiratorio, pacientes elegidos para PRE por resolución de cuadro que originó intubación orotraqueal. Se excluyeron a los pacientes con índice de masa corporal (IMC) > 35 kg/m², pacientes con patología neurológica, arritmias cardíacas potencialmente mortales o isquemia cardíaca, pacientes con marcapasos cardíacos o dispositivos electrónicos implantados, patología de columna o neuromuscular.

Procedimiento. Los pacientes elegibles para PRE que contaban con los siguientes criterios: 1) enfermedad primaria causante de insuficiencia respiratoria controlada; 2) presión parcial de oxígeno (PaO_2)/fracción de oxígeno inspirado (FiO_2) ≥ 150 mmHg; 3) presión positiva al final de la espiración (PEEP) ≤ 8 cm H₂O; 4) estado hemodinámico estable con apoyo vasopresor mínimo o, preferiblemente, sin él; 5) pruebas predictoras de extubación exitosa positivas; 6) temperatura corporal < 38 °C; 7) sin acidosis respiratoria pH > 7.30 , $HCO_3^- < 30$ mmol/L, o presión parcial de dióxido de carbono ($PaCO_2$) < 45 mmH₂O; 8) nivel de hemoglobina ≥ 80 g/L; 9) ausencia de delirio, escala de coma de Glasgow ≥ 8 puntos y 10) electrolitos plasmáticos en rango normal (Na 135 a 145 mEq/L, K 3.7 a 5.2 mEq/L).

Se colocó el cinturón de TIE de 16 electrodos, del tamaño adecuado al paciente, alrededor del tórax del

paciente entre los espacios intercostales 4 y 6, y se conectó al dispositivo TIE (PulmoVista 500; Draeger Medical GmbH, Lübeck, Alemania). Se registraron todos los datos de impedancia, las imágenes de TIE se dividieron en cuatro regiones de interés (ROI) en el modo horizontal: ROI1, ROI2, ROI3 y ROI4. La suma de los valores de impedancia de las ROI se tomó como la impedancia global (GI), también se obtuvieron las imágenes de impedancia pulmonar al final de la espiración (Δ EELI). Se obtuvieron las mediciones, eligiendo tres puntos de tiempo: una medición previa a la PRE, 30 minutos después de iniciada la PRE y 30 minutos posterior a extubación. Se recogieron detalles sobre las características demográficas de los pacientes: diagnóstico primario, diagnóstico principal al ingreso a la UCI, gases en sangre arterial previo a la PRE, a los 30 minutos de la PRE y 30 minutos después de la extubación, niveles de hemoglobina, plaquetas, leucocitos y química sanguínea en ambos grupos.

Análisis estadístico. Se evaluó la normalidad de los datos con la prueba Kolmogorov-Smirnov. Se utilizó estadística descriptiva en las variables cuantitativas, expresando los datos como media y desviación estándar, o mediana y rango intercuartílico (RIC) acorde a la distribución, y como frecuencias y porcentajes en los datos categóricos. Se evaluaron los cambios en las variables de interés en los tres tiempos de medición utilizando la prueba Kruskal Wallis o ANOVA de medidas repetidas. Se compararon los deltas de cambio entre pacientes con prueba exitosa y fallida utilizando la prueba t de Student para muestras independientes. Se consideró significancia estadística un valor $p < 0.05$ o $< 5\%$. Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 21.0 de IBM SPSS Statistics.

Aspectos éticos. Se siguieron las recomendaciones y declaraciones de Helsinki y se obtuvo la aprobación del Comité de Ética Institucional para la realización del estudio. Asimismo, se integraron a los pacientes cuyos familiares habían firmado el consentimiento informado.

RESULTADOS

Se incluyeron un total de 30 pacientes (16 hombres y 14 mujeres), los cuales fueron distribuidos en dos grupos: aquellos en quienes la prueba de extubación fue exitosa (21 pacientes) y aquellos con fracaso a la extubación (9 pacientes). En la [Tabla 1](#) se muestran las características clínicas de los pacientes de ambos grupos, se obtuvo significancia estadística entre ambos grupos en las variables: Evaluación Secuencial del Fallo Orgánico (SOFA por sus siglas en inglés) con $p = 0.015$, Fisiología Aguda y Sistema de Clasificación de Enfermedades Crónicas II (APACHE II por sus siglas en inglés) con $p = 0.005$, leucocitos con $p = 0.001$ y magnesio con $p = 0.035$. Posteriormente, las variables respiratorias de-

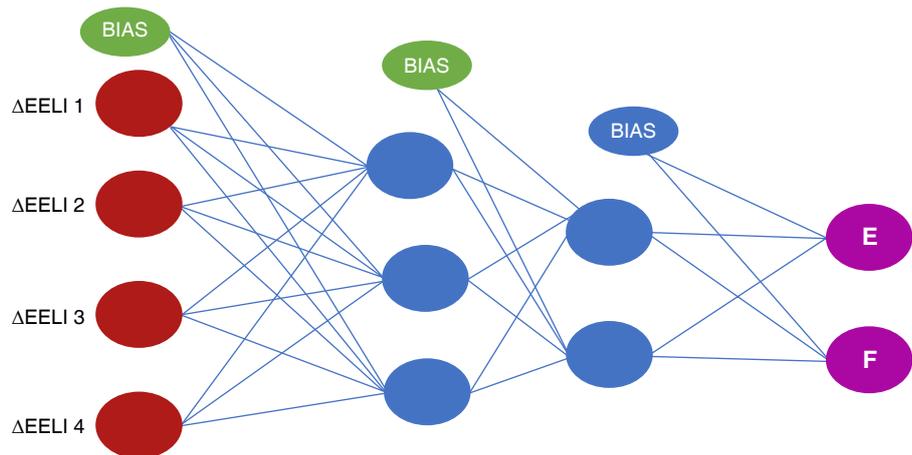
Tabla 1: Características clínicas y demográficas de los pacientes de acuerdo al éxito o fracaso a la extubación, con las variables que tuvieron significancia estadística entre ambos grupos. Se consideró como valor estadísticamente significativo $p < 0.05$ o $< 5\%$.

Variables	Retiro éxito (n = 21) Media \pm DE	Retiro falla (n = 9) Media \pm DE	p
Edad (años)	46 \pm 21	48 \pm 23	0.88
Peso (kg)	62 \pm 13	69 \pm 17	0.33
IMC (kg/m ²)	25.3 \pm 3.6	25.8 \pm 4	0.84
Escala Nutric (puntos)	5 \pm 2	5 \pm 2	1.0
SOFA (puntos)	8 \pm 1.8	10 \pm 1.6	0.015
APACHE II (puntos)	13.1 \pm 3.8	20.2 \pm 7.5	0.005
Días de ventilación mecánica	11.5 \pm 6	12.5 \pm 5.9	0.722
Leucocitos (células/cm ³)	10.97 \pm 3.59	5.88 \pm 1.54	0.001
Hemoglobina (g/dL)	12.8 \pm 1.8	12.6 \pm 3	0.92
Sodio (mEq/L)	139 \pm 4.9	138 \pm 5	0.790
Potasio (mEq/L)	4.1 \pm 0.4	4.1 \pm 0.6	0.930
Cloro (mEq/L)	105 \pm 4	102 \pm 5	0.126
Magnesio (mEq/L)	2 \pm 0.01	1.9 \pm 0.07	0.035
pH	7.42 \pm 0.08	7.40 \pm 0.06	0.771
PaCO ₂ (mmHg)	36 \pm 6	36 \pm 8	0.871
Exceso de base (mEq/L)	1.4 \pm 3.4	-0.75 \pm 6.0	0.322
Lactato (mmol/L)	1.7 \pm 0.5	1.9 \pm 0.9	0.692
PaO ₂ /FiO ₂	152 \pm 42	150 \pm 38	0.911
PEEP (cmH ₂ O)	10 \pm 2	10 \pm 2	1.0

APACHE = *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (Evaluación de Fisiología Aguda y Salud Crónica). DE = desviación estándar. FiO₂ = fracción inspirada de oxígeno. IMC = índice de masa corporal. PaCO₂ = presión parcial de dióxido de carbono. PaO₂ = Presión parcial de oxígeno. PEEP = *Positive End-Expiratory Pressure* (presión positiva al final de la espiración). SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment* (Evaluación Secuencial de Insuficiencia Orgánica).

Figura 1:

Red neuronal multicapa, con variables de entrada (deltas) y las variables de salida (éxito o falla a la extubación). Δ EELI: impedancia pulmonar al final de la espiración.



terminadas por la TIE fueron analizadas por regresión logística multivariada para identificar las variables independientes predictoras de fracaso a la extubación. Se realizó una regresión logística multivariable (RLM) con base en todo el conjunto de datos y se utilizó para predecir la probabilidad de fracaso a la extubación (FEX) obteniendo Δ EELI como la variable asociada al FEX. Se utilizaron las curvas de características operativas del receptor (ROC por sus siglas en inglés) para medir la capacidad discriminativa de la ecuación logística y determinar su significado clínico predictivo en términos de riesgo (*odds ratio*).

Modelo de redes neuronales artificiales

Posteriormente se utilizó una red neuronal artificial de tres capas (una capa de entrada, una capa oculta y una capa de salida) con un modelo de perceptrón multicapa para medir cada predictor del Δ EELI de FEX sobre la base de su significación estadística (*Figura 1*). La capa de entrada de la red neuronal artificial fue la misma que las variables ingresadas en el análisis de regresión logística. La capa de salida fue una variable binaria en la que una categoría representaba a los pacientes con FEX (1) y la otra representaba a los que no tuvieron

FEX (0). Todo el grupo fue asignado aleatoriamente a un grupo de entrenamiento (70%) y a un grupo de prueba (30%) a través de un generador de números aleatorios para el posterior análisis de la red neuronal artificial (Figura 2). La regla de aprendizaje utilizó la propagación hacia atrás del error, de modo que los pesos sinápticos se actualizaron después de cada registro de datos de entrenamiento. Las funciones de activación de ingreso y salida consistieron en tangente hiperbólica y softmax (ref), se obtuvo el Δ EELI ROI1 como la capa que presentó más pérdida durante la prueba de respiración espontánea.

La probabilidad predicha resultante de la regresión logística multivariable y la red neuronal (RN) para todo el grupo se utilizaron para obtener curvas ROC y un valor de corte de -7.5 de pérdida posterior a la PRE del Δ EELI ROI1. La sensibilidad, la especificidad y la eficiencia predictiva comparadas de los dos modelos se muestran en la Tabla 2.

DISCUSIÓN

Nuestros hallazgos sugieren que la pérdida en el Δ EELI posterior a la PRE, refleja los cambios de volumen pulmonar al final de la espiración considerada como un subrogado de la capacidad residual funcional al final de la espiración (CRF) y que puede estar asociado con fenómenos de reclutamiento/desreclutamiento. Predominantemente en Δ EELI ROI1 posterior al término de la PRE reflejan mayores tasas de fracaso en el retiro de la ventilación mecánica. Además, la curva ROC indica alta sensibilidad y especificidad del Δ EELI ROI1 para predecir fracaso de la extubación.

Nuestros resultados son similares a los reportados por Longhini y colaboradores¹³ en un estudio de 78 pacientes analizados mediante TIE; en comparación

Tabla 2: Desempeño predictivo de los modelos de inteligencia artificial.

	Red neuronal		Regresión logística	
	Éxito	Fracaso	Éxito	Fracaso
Sensibilidad	0.850	0.780	0.800	0.700
Especificidad	0.750	0.500	0.650	0.450
AUC ROC	0.817	0.810	0.730	0.715

AUC = área bajo la curva (Area Under the Curve). ROC = característica operativa del receptor (Receiver Operating Characteristic).

con los pacientes que tuvieron éxito en el retiro de la ventilación mecánica, los pacientes que fallaron se caracterizaron por una mayor pérdida temprana en el Δ EELI durante la PRE. Bickenbach y colaboradores¹⁴ también informaron el fracaso en la PRE con la pérdida de Δ EELI a los 15 minutos de inicio de PRE con una PRE en pieza en T.

Lima y colaboradores¹⁵ reportaron un descenso significativo y progresivo en el Δ EELI en aquellos pacientes que fracasaron a la PRE durante una prueba de pieza en T, a diferencia de los pacientes sometidos a PRE con ventilación con presión soporte en los cuales no obtuvieron diferencias de variación de Δ EELI independientemente del resultado del retiro de la VM, lo cual sugiere una despresurización pulmonar abrupta de los pacientes sometidos a PRE en pieza en T. Igual que nuestros resultados, observaron una pérdida de Δ EELI mayor al término de 30 minutos de PRE.

En una UCI polivalente, Wisse y asociados¹⁶ reportaron en 23 pacientes un descenso del Δ EELI durante la PRE, la cual no tuvo recuperación a su nivel basal después de reiniciar la VM, lo que refleja una caída en el volumen pulmonar al final de la espiración.

CONCLUSIONES

Los pacientes que son sometidos a una PRE presentan cambios en la capacidad residual funcional asociada a pérdida del reclutamiento de las áreas ventiladas previamente en la VM. Con el advenimiento de la TIE, estos cambios pueden ser monitorizados de manera dinámica y a la cabecera del paciente en tiempo real, ofreciendo una herramienta pronóstica en sujetos con alto riesgo de fracaso al retiro de la ventilación mecánica. Hasta donde tenemos información, nuestro estudio es el primero en determinar los cuadrantes del Δ EELI en pacientes con patología respiratoria, que están asociados al fracaso del retiro de la VM; sin embargo, nuestros resultados necesitan ser replicados en una población más extensa. Por otro lado, se trata del primer estudio en el que se utilizaron dos algoritmos de inteligencia artificial RL y RN para predecir el éxito o fracaso de la extubación.

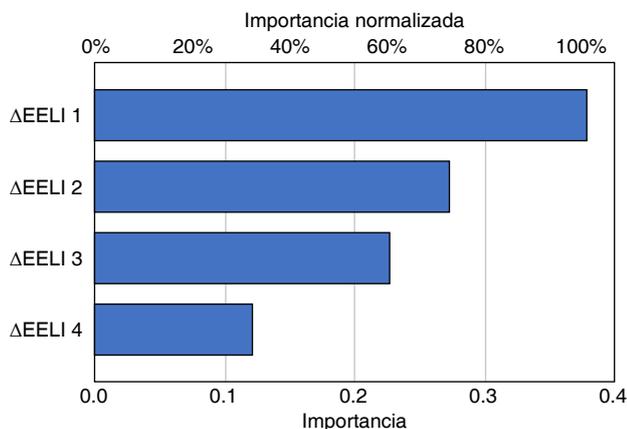


Figura 2: Importancia del Δ EELI (impedancia pulmonar al final de la espiración), por áreas de interés: 1, 2, 3 y 4 para la clasificación de éxito o fracaso de la extubación de acuerdo a la red neuronal utilizada.

REFERENCIAS

1. Akella P, Voigt LP, Chawla S. To wean or not to wean: A practical patient focused guide to ventilator weaning. *J Intensive Care Med.* 2022;37(11):1417-1425. doi: 10.1177/08850666221095436.
2. Macintyre NR. Evidence-based assessments in the ventilator discontinuation process. *Respir Care.* 2012;57(10):1611-1618. doi: 10.4187/respcare.02055.
3. Alía I, Esteban A. Weaning from mechanical ventilation. *Crit Care.* 2000;4(2):72-80. doi: 10.1186/cc660.
4. Boles J-M, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J.* 2007;29(5):1033-1056. doi: 10.1183/09031936.00010206.
5. Heunks LM, van der Hoeven JG. Clinical review: the ABC of weaning failure--a structured approach. *Crit Care.* 2010;14(6):245. doi: 10.1186/cc9296.
6. Geiseler J, Westhoff M. Weaning von invasiver Beatmung. *Med Klin Intensivmed Notfmed.* 2021;116(8):715-726. doi: 10.1007/s00063-021-00858-5.
7. Rose L. Strategies for weaning from mechanical ventilation: a state of the art review. *Intensive Crit Care Nurs.* 2015;31(4):189-195. doi: 10.1016/j.iccn.2015.07.003.
8. Teschner E, Imhoff M. Tomografía de impedancia eléctrica: la monitorización de la ventilación regional hecha realidad. *Dräger Medical GmbH.* 2011.
9. Wang G, Zhang L, Li B, Niu B, Jiang J, Li D, et al. The application of electrical impedance tomography during the ventilator weaning process. *Int J Gen Med.* 2021;14:6875-6883. doi: 10.2147/ijgm.s331772.
10. Riera J, Riu PJ, Casan P, Masclans JR. Tomografía de impedancia eléctrica en la lesión pulmonar aguda. *Med Intensiva.* 2011;35(8):509-517. doi: 10.1016/j.medin.2011.05.005.
11. Shi Y, Yang Z, Xie F, Ren S, Xu S. The research progress of Electrical Impedance Tomography for lung monitoring. *Front Bioeng Biotechnol.* 2021;9:726652. doi: 10.3389/fbioe.2021.726652.
12. Bickenbach J, Czaplik M, Polier M, Marx G, Marx N, Dreher M. Electrical impedance tomography for predicting failure of spontaneous breathing trials in patients with prolonged weaning. *Crit Care.* 2017;21(1):177. doi: 10.1186/s13054-017-1758-2.
13. Longhini F, Maugeri J, Andreoni C, Ronco C, Bruni A, Garofalo E, et al. Electrical impedance tomography during spontaneous breathing trials and after extubation in critically ill patients at high risk for extubation failure: a multicenter observational study. *Ann Intensive Care.* 2019;9(1):88. doi: 10.1186/s13613-019-0565-0.
14. Bachmann MC, Morais C, Bugeo G, Bruhn A, Morales A, Borges JB, et al. Electrical impedance tomography in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care.* 2018;22(1):263. doi: 10.1186/s13054-018-2195-6.
15. Lima JNG, Fontes MS, Szmuszkowicz T, Isola AM, Maciel AT. Electrical impedance tomography monitoring during spontaneous breathing trial: physiological description and potential clinical utility. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2019;63(8):1019-1027. doi: 10.1111/aas.13383.
16. Wisse JJ, Goos TG, Jonkman AH, Somhorst P, Reiss IKM, Endeman H, et al. Electrical impedance tomography as a monitoring tool during weaning from mechanical ventilation: an observational study during the spontaneous breathing trial. *Respir Res.* 2024;25(1):179. doi: 10.1186/s12931-024-02801-6.

Relación de conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses.

Patrocinios: los autores declaran no haber recibido patrocinio para la realización del estudio.

Correspondencia:

Ibzan Jahzeel Salvador Ibarra

E-mail: ibzjah@gmail.com



Cálculo de PEEP: método de mejor distensibilidad versus retroceso elástico pulmonar en síndrome de distrés respiratorio agudo por SARS-CoV-2

PEEP calculation: best compliance method vs. pulmonary elastic recoil in acute respiratory distress syndrome due to SARS-CoV-2

Cálculo PEEP: método de melhor distensibilidade vs. recuo elástico do pulmão na síndrome do desconforto respiratório agudo por SARS-CoV-2

Álvaro Ruiz Castorena,* Cecilia Rodríguez Zarate,* Óscar Miguel Oliva Meza Hernández,* Janet Silvia Aguirre Sánchez,* Braulia Aurelia Martínez Díaz*

RESUMEN

Introducción: en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) moderado-grave secundario a infección por SARS-CoV-2 que se encuentran bajo ventilación mecánica, es necesario realizar una adecuada titulación de PEEP dentro del manejo. Actualmente se dispone de diversos métodos; enfocamos el estudio en dos métodos útiles que se pueden llevar a cabo en cualquier centro. El uso del mejor método de distensibilidad se describió anteriormente y es un enfoque eficaz para obtener una PEEP adecuada que mantendrá los objetivos de protección pulmonar. Se propone que la fórmula simplificada para la presión de retroceso elástico pulmonar, expuesta a continuación, sirva como una nueva propuesta dentro de las medidas terapéuticas: $PEEP_{el} = \text{presión meseta} - 13.5 \pm 2$.

Objetivos: demostrar que el cálculo de la PEEP mediante la fórmula de retroceso elástico pulmonar presenta resultados similares al mejor método de cumplimiento.

Material y métodos: se realizó un análisis retrospectivo de pacientes que presentaron SDRA moderado-grave secundario a infección por SARS-CoV-2 y que se encontraban bajo ventilación mecánica. Como estudio de proceso donde se obtuvo la PEEP por mejor cumplimiento, se comparó el cálculo con la presión meseta inicial con prueba estadística, frecuencias, porcentajes y rango intercuartílico. Para la comparación entre ambos métodos se utilizó prueba de Wilcoxon.

Resultados: se incluyeron 200 pacientes sometidos a ventilación mecánica, a quienes se les realizó la titulación de PEEP mediante ambos métodos descritos, la correlación realizada por prueba de Wilcoxon de 0.426 con significancia estadística < 0.001 , con intervalos de confianza inferiores de 0.296 y superiores de 0.541. Valores demográficos: edad media 60 ± 12.7 , predominio masculino 143 (77.7%), puntuación SOFA media 6 (2.8), APACHE II 12 (8.19), SAPS II 27.5 (22.43).

Conclusiones: con los resultados anteriores existe correlación entre ambos métodos para la titulación de la PEEP adecuada; sin embargo, el uso de la fórmula en este estudio se realizó con la presión meseta establecida para un mejor cumplimiento del método. Se recomendaría realizar un estudio prospectivo en la misma población de pacientes, con presión meseta basal para evaluar como una nueva opción de método de titulación de PEEP de fácil acceso para el futuro.

Palabras clave: síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), capacidad residual funcional, distensibilidad del sistema respiratorio, PEEP.

ABSTRACT

Introduction: in patients with moderate-severe Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) secondary to SARS-CoV-2 infection who were under mechanical ventilation, it is necessary to perform an adequate titration of PEEP within the management. Currently, various methods are available; we focused the study on two useful methods that can be carried out in any center. The use of the best compliance method was described above and is an effective approach to obtain an adequate PEEP that will maintain lung protection goals.

* Centro Médico ABC.

Recibido: 20/09/2024. Aceptado: 28/10/2024.

Citar como: Ruiz CÁ, Rodríguez ZC, Meza HÓMO, Aguirre SJS, Martínez DBA. Cálculo de PEEP: método de mejor distensibilidad versus retroceso elástico pulmonar en síndrome de distrés respiratorio agudo por SARS-CoV-2. Med Crit. 2024;38(6):433-438. <https://dx.doi.org/10.35366/119229>

It is proposed that the following simplified formula for pulmonary elastic recoil pressure serve as a new proposal within therapeutic measures. $PEEP_{el} = P_{plateau} - 13.5 \pm 2$.

Objectives: to demonstrate that the calculation of PEEP using the pulmonary elastic recoil formula presents similar results to the best compliance method.

Material and methods: a retrospective analysis was performed on patients who presented moderate-severe ARDS secondary to SARS-CoV-2 infection and who were under mechanical ventilation. As a process study where PEEP was obtained by better compliance, the calculation was compared with the initial plateau pressure with a statistical test, frequencies, percentages and interquartile range. For the comparison between both methods, the Wilcoxon test was used.

Results: two hundred patients were included: undergoing mechanical ventilation; who underwent PEEP titration using both methods described, the correlation performed by the Wilcoxon test was 0.426 with statistical significance < 0.001 , with lower confidence intervals of 0.296 and higher of 0.541. Demographic values: mean age 60 ± 12.7 , male predominance 143 (77.7%), mean SOFA score 6 (2.8), APACHE II 12 (8.19), SAPS II 27.5 (22.43).

Conclusions: the above results show a correlation between both methods for titrating the appropriate PEEP; however, the formula was used in this study with the plateau pressure established for better compliance with the method. A prospective study would be recommended in the same patient population, with a baseline plateau pressure to evaluate it as a new option for an easily accessible PEEP titration method in the future.

Keywords: Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS), functional residual capacity, respiratory system compliance, PEEP.

RESUMO

Introdução: em pacientes com SDRA moderada-grave secundária à infecção por SARS-CoV-2 que estavam em ventilação mecânica, é necessária para realizar a titulação adequada da PEEP dentro do manejo. Vários métodos estão disponíveis atualmente, mas vamos nos concentrar em dois métodos úteis que podem ser usados em qualquer centro. O uso do melhor método de distensibilidade foi descrito anteriormente e é uma abordagem eficaz para obter a PEEP adequada que manterá as metas de proteção pulmonar. Propõe-se que a seguinte fórmula simplificada para a pressão de recuo elástico pulmonar sirva como uma nova abordagem para medidas terapêuticas. $PEEP_{el} = P_{\text{Plateau}} - 13.5 \pm 2$.

Objetivos: demonstrar que o cálculo da PEEP usando a fórmula do recuo elástico pulmonar tem resultados semelhantes ao melhor método de conformidade.

Material e métodos: foi realizada uma análise retrospectiva de pacientes que apresentaram SDRA moderada a grave secundária à infecção por SARS-CoV-2 e que estavam em ventilação mecânica. Como um estudo de processo em que a PEEP foi obtida para melhor conformidade, o cálculo foi comparado com a pressão de platô inicial com teste estatístico, frequências, porcentagens e intervalo interquartil. Para a comparação entre os dois métodos, foi usado o teste de Wilcoxon.

Resultados: duzentos pacientes foram incluídos: submetidos à ventilação mecânica; que foram submetidos à titulação da PEEP por ambos os métodos descritos, a correlação realizada pelo teste de Wilcoxon de 0.426 com significância estatística < 0.001 , com intervalos de confiança inferiores de 0.296 e intervalos de confiança superiores de 0.541. Valores demográficos: idade média de 60 ± 12.7 anos, predominância do sexo masculino 143 (77.7%), escore SOFA médio 6 (2.8), APACHE II 12 (8.19), SAPS II 27.5 (22.43).

Conclusões: com os resultados acima, há uma correlação entre os dois métodos para a titulação adequada da PEEP; no entanto, o uso da fórmula

neste estudo foi realizado com a pressão de platô estabelecida para melhor conformidade com o método. Um estudo prospectivo na mesma população de pacientes com uma pressão de platô de base seria recomendado para avaliar como uma nova opção para um método de titulação de PEEP facilmente acessível no futuro.

Palavras-chave: síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), capacidade residual funcional, complacência do sistema respiratório, PEEP.

Abreviaturas:

APACHE II = *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II* (Evaluación de Fisiología Aguda y Salud Crónica II)

CRF = capacidad residual funcional

CrS = distensibilidad del sistema respiratorio

$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ = relación entre la presión parcial de oxígeno arterial y la fracción de oxígeno inspirado

PEEP = presión positiva al final de la espiración

PEEPel = presión positiva al final de la espiración mediante elastancia

Pel(L) = presión de retroceso elástico pulmonar

PEs = presión esofágica

PLee = presión transpulmonar espiratoria final

PLei = presión transpulmonar inspiratoria final

PPI = presión pleural

PPlat = presión plateau (meseta de presión)

SAPS II = *Simplified Acute Physiologic Score II* (Puntuación Fisiológica Aguda Simplificada II)

SARS-CoV-2 = *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (síndrome respiratorio agudo grave por coronavirus 2).

SDRA = síndrome de dificultad respiratoria agudo

SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment* (Evaluación Secuencial de Insuficiencia Orgánica)

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos

VM = ventilación mecánica

INTRODUCCIÓN

El síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) es la forma aguda de hipoxemia refractaria a tratamiento, que fisiopatológicamente se manifiesta con edema pulmonar bilateral.¹ Todo secundario a la permeabilidad alveolo-capilar, aunque el SDRA tiene una definición clínica establecida (definición de Berlín) la cual considera los siguientes criterios:

1. Comienzo agudo (dentro de los siete días de síntomas respiratorios nuevos o que empeoran).
2. Opacidades radiográficas bilaterales que no se explican completamente por derrame, atelectasia o masas.
3. Hipoxemia arterial definida por umbrales (toma de muestra por gasometría arterial):
 - a. Leve: $200 < \text{relación } \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$ mmHg, en presión positiva continua de la vía aérea (CPAP) o presión positiva al final de la espiración (PEEP) ≥ 5 cmH₂O (mortalidad observada 27%).
 - b. Moderado: $100 < \text{relación } \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200$ mm Hg, en PEEP ≥ 5 cm H₂O (mortalidad observada 32%).
 - c. Grave: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ relación ≤ 100 mmHg, en PEEP ≥ 5 cmH₂O (mortalidad observada 45%).
4. Factor de riesgo identificado para SDRA.¹

El SDRA se volvió más común. En 2016, cuando se llevó a cabo un estudio que incluyó a 459 unidades de cuidados intensivos (UCI) de 50 países y reportó una presentación de 10% de dicha patología en aquellos ingresados a la UCI; 23% de este grupo llegaron a requerir de manejo con ventilación mecánica.²

En ese estudio, denominado como LUNG SAFE, se vio una duración en ventilación mecánica (VM) de ocho días, con estancia en la UCI de 10 días. La mortalidad observada a los 28 días fue de 35% con tasas superiores al 40%.³ Posteriormente, la pandemia de COVID-19 llevó a un cambio drástico en el patrón de presentación y el modo en el que se enfrentaban a esta patología. Se observó que los hombres pueden ser un poco más propensos a desarrollar SDRA, pero manteniendo el mismo desenlace.⁴

Como objetivo en el manejo terapéutico ventilatorio de los pacientes con SDRA severo, se busca mantener metas de protección pulmonar o alveolar.⁵

La ventilación mecánica no cura el SDRA. Es una medida que da tiempo para que el cuerpo se recupere de la patología que condujo a la condición clínica, proporcionando adecuada oxigenación y eliminación de dióxido de carbono con el objetivo de evitar generar daño pulmonar o efectos secundarios. Dentro de las medidas establecidas para el manejo y evitar complicaciones, la presión positiva al final de la espiración (PEEP) en el SDRA permite cierto grado de inflación durante la pausa final de la espiración. El PEEP más alto aumenta la presión media de las vías respiratorias, que generalmente mejora la oxigenación, y ajustado el PEEP permite mantener presiones alveolares adecuadas con el objetivo de disminuir mortalidad.¹

Dentro de las cuestiones fisiológicas, el retroceso elástico pulmonar es uno de los componentes que intervienen en cada uno de los ciclos respiratorios y que puede tener influencia en la presión transpulmonar; debido a esto se plantea la posibilidad poder titular PEEP a través de este proceso y sus componentes. La finalidad de este estudio fue comparar el método de distensibilidad contra la fórmula de retroceso elástico pulmonar y evidenciar si es factible la correlación para utilizar como nuevo método de titulación de PEEP.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio. Estudio retrospectivo, retroprolectivo, cohorte histórica de marzo a diciembre del 2020. Se recabaron los datos de aquellos pacientes con SDRA moderado-severo de acuerdo a la definición de Berlín. El valor de PEEP obtenido a través de la fórmula comparado con el conseguido a través de los métodos de mejor distensibilidad, de acuerdo a los datos del expediente clínico.

Tamaño de muestra. Para la estimación del tamaño de muestra en pacientes bajo ventilación mecánica en SDRA moderado-severo que requieren ventilación mecánica es 5% de los pacientes hospitalizados con dicho diagnóstico, para el cálculo se empleó la fórmula de estimación por una proporción en una población finita.

$$Z_{\alpha} = (\alpha = 0.05) 1.96$$

Donde:

$$p_0 = 5\%$$

$$q_0 = \text{El inverso de } p_0 (1-p_0)$$

$$d = 0.05 \text{ (precisión)}$$

Al sustituir la fórmula, estimando el ingreso de pacientes en las UCI en México por ARDS moderado-severo, de 5%; con intervalo de confianza al 95% con precisión de 5% en una población finita se obtiene un tamaño de muestra de pacientes. Tomando en cuenta un 20% de pérdidas, se calculó un tamaño de muestra final de 90 pacientes.

Población de estudio: pacientes adultos hospitalizados en la UCI de marzo a diciembre de 2020 con criterios de SDRA moderado-severo según la definición de Berlín, infección por SARS-CoV-2, orointubados bajo VM invasiva y a quienes se les calculó PEEP a través de método de mejor distensibilidad y a través de la fórmula para después ser comparadas, respetando parámetros de ventilación protectora.

Criterios de inclusión: • Edad mayor de 18 años. • Comienzo agudo (dentro de los siete días de síntomas respiratorios nuevos o que empeoran). • Opacidades radiográficas bilaterales que no se explican completamente por derrame, atelectasia o masas. • Hipoxemia arterial: $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ relación ≤ 100 mmHg, en PEEP ≥ 5 cmH_2O (mortalidad observada 45%). • No se debe exclusivamente a causas cardíacas. • Uso de bloqueo neuromuscular. • Posición Prono.

Criterios de exclusión: • Enfermedad terminal. • Voluntad anticipada

Criterios de eliminación: • Pacientes embarazadas o en puerperio fisiológico. • Fumadores con índice tabáquico > 4 .

Estratificación pronóstica: • Edad en años. • Sexo: femenino/masculino. • Enfermedades crónicas: hipertensión arterial sistémica (HAS), diabetes mellitus (DM) tipo 2, grados obesidad, cardiopatía isquémica. • Índice de masa corporal (IMC). • APACHE al ingreso a UCI. • SAPS II. • Antecedentes hereditarios. • Tabaquismo sí/no, número de cigarrillos al día. • Consumo de alcohol a la semana sí/no y frecuencia. • Consumo de sustancias drogas. • Lugar de origen. • Nacionalidad. • Inicio de síntomas respiratorios. • Ingreso hospitalario. • Ingreso a UCI (hora). • Inicio de síntomas a manejo avanzado de vía aérea. • Relación de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$

previo a cálculo de PEEP. • Relación de $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ posterior a cálculo de PEEP. • Distensibilidad calculada con tabla ARDSnet. • Distensibilidad medida con tabla ARDSnet. • Distensibilidad calculada balón esofágico. • Distensibilidad medida balón esofágico. • Distensibilidad calculada distensibilidad. • Distensibilidad medida distensibilidad. • Distensibilidad calculada flujos lentos. • Distensibilidad medida flujos lentos. • Presión plateau con las diferentes modalidades de cálculo de PEEP. • Presión pico con diferentes modalidades de cálculo de PEEP. • Presión media con diferentes modalidades de cálculo de PEEP. • Volumen corriente. • Peso predicho ARDSnet. • *Driving pressure* con tabla ARDSnet. • *Driving pressure* con balón esofágico. • *Driving pressure* con distensibilidad. • *Driving pressure*. • Sedación inhalatoria o endovenosa. • Presión meseta < 30 cmH_2O . • Presión meseta > 30 cmH_2O . • Tiempo de evolución de ARDS. • Uso de relajantes musculares. • Uso de vasopresores previo y posterior a cálculo de PEEP con las diferentes modalidades.

Hoja de recolección de datos

Intervención: a todos los pacientes hospitalizados en la UCI que cumplan con criterios de ARDS moderado-severo según la definición de Berlín, orointubados bajo VM invasiva se les calculó PEEP a través de dos métodos: 1) Mejor distensibilidad y 2) Cálculo de fórmula de retroceso elástico pulmonar.

El método actualmente utilizado para establecer el PEEP de los pacientes es el de la mejor distensibilidad pulmonar, su cálculo es realizado automáticamente por el ventilador mecánico, donde se lleva el nivel de PEEP alto con descensos en pares con el objetivo de obtener el valor de distensibilidad considerado como óptimo (60-100 cmH_2O) o el mejor posible. La PEEP por fórmula de retroceso elástico pulmonar se calcula con base en la primera presión meseta registrada:

$$\text{PEEP}_{el} = \text{presión meseta} - 13.5 \pm 2$$

Análisis estadístico: *Análisis descriptivo:* se realizó análisis descriptivo para determinar las características clínicas y demográficas de los pacientes. Las variables cualitativas fueron mostradas como frecuencias y proporciones. Asimismo, se analizó la distribución de las variables cuantitativas, evaluando la asimetría y curtosis con un punto crítico de ± 0.5 y de ± 1 , respectivamente. Además, se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar normalidad; considerando como normal si la significancia de la prueba fue mayor a 0.05. Aquellas variables con distribución normal fueron presentadas a través de la media y desviación estándar. Las variables con libre distribución se presentaron como mediana y rango intercuartil (25-75).

Análisis bivariado: se evaluó el efecto que tienen las maniobras periféricas (pacientes con previa inestabi-

lidad hemodinámica) sobre PEEP con la finalidad de asegurar la calidad de la maniobra. Esto fue llevado a cabo a través de la χ^2 de Pearson o prueba exacta de Fisher (en caso de que el valor esperado en alguna casilla fuese menor a 5). Para todos los casos un valor de $p < 0.05$ fue considerado como estadísticamente significativo.

Posteriormente, se analizó la asociación de los diferentes métodos con la inestabilidad hemodinámica y oxigenación (saturación periférica). Para mostrar diferencia entre los diferentes métodos de cálculo de PEEP se utilizó prueba de Wilcoxon.

Para analizar los datos se empleó el programa SPSS de IBM, versión 29.

Consideraciones éticas: la presente investigación se apegó a los lineamientos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, del Código de Núremberg, del Informe Belmont, del Convenio Europeo sobre los Derechos Humanos y la Biomedicina, del Convenio para la Protección de los Derechos Humanos y la Dignidad del Ser Humano con respecto a las aplicaciones de la Biología y la Medicina, y se apega completamente al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

De acuerdo con el Artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, este protocolo constituye investigación sin riesgo para el paciente por lo que no requiere un consentimiento informado.

RESULTADOS

Durante el periodo de marzo a diciembre del 2020 ingresaron un total de 184 pacientes con diagnóstico de síndrome de distrés respiratorio agudo moderado-severo secundario a infección por SARS-CoV-2 a la UCI. La distribución por sexo fue 143 (77.7%) hombres y 41 (22.3%) mujeres.

Como valoración de factor de riesgo se utilizó el índice de masa corporal (IMC). La mediana fue 28.04, indicativo de sobrepeso. La frecuencia de IMC normal fue 15.2% (28 sujetos), sobrepeso 48.9% (90 pacientes), obesidad grado I 17.9% (33 casos), obesidad grado II 8.2% (15 enfermos) y obesidad mórbida 9.8% (18 pacientes) (Tabla 1).

La comorbilidad que más predominó fue la presencia de HAS en 92 (50%) pacientes; le siguió DM en 51 (27.7%) y, por último, presencia de algún tipo de cáncer en 16 (8.7%).

A los 184 pacientes que ingresaron a la UCI se les calculó puntajes de severidad. El puntaje SOFA tuvo mediana de seis puntos (rango intercuartil: 3-9), lo que se traduce en un porcentaje de mortalidad durante su estancia $< 10\%$. El puntaje APACHE II registró mediana de 12 (rango intercuartil: 8-19). El

Tabla 1: Datos de los pacientes con neumonía severa secundaria a infección por COVID-19 (N = 184).

	n (%)
Edad (años)	60 ± 12.7
Sexo	
Femenino	41 (22.3)
Masculino	143 (77.7)
IMC (kg/m ²)*	28.04 [25.8-33]
IMC (kg/m ²) en estadios	
Normal	28 (15.2)
Sobrepeso	90 (48.9)
Obesidad grado I	33 (17.9)
Obesidad grado II	15 (8.2)
Obesidad mórbida	18 (9.8)
Tipo de comorbilidades	
HAS	92 (50.0)
Diabetes mellitus	51 (27.7)
Cáncer	16 (8.7)
Escalas de severidad*	
APACHE	12 [8-19]
SAPS II	27.5 [22-43]
SOFA	6 [3-9]
NUTRIC	6 [2-8]
SDRA severo	184 (100)
Ventilación mecánica invasiva	
Posición prono	75 (40.8)
Uso de relajantes musculares	130 (70.7)
Óxido nítrico	2 (1.1)
Días de estancia en la UTI*	16 [11-24]
Días de ventilación mecánica*	11 [8-18]
Días de estancia intrahospitalaria*	21 [16-30]
Mortalidad hospitalaria	43 (23.4)

APACHE = *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (Evaluación de Fisiología Aguda y Salud Crónica). COVID-19 = *coronavirus disease 2019*. HAS = hipertensión arterial sistémica. IMC = índice de masa corporal. NUTRIC = *Nutrition Risk in the Critically Ill patients*. RIQ = rango intercuartil. SAPS II = *Simplified Acute Physiologic Score II* (Puntuación Fisiológica Aguda Simplificada II). SDRA = síndrome de dificultad respiratoria agudo. SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment* (Evaluación Secuencial de Insuficiencia Orgánica). UTI = Unidad de Terapia Intensiva.

* Datos expresados en mediana y [rango intercuartilico].

SAPS II detecto mediana de 27.5 puntos (rango intercuartil: 22-43). La mediana de NUTRIC score fue de seis puntos (rango intercuartil: 2-8), lo cual indica alto riesgo nutricional.

Una vez bajo ventilación mecánica, se inició manejo para el cuadro de SDRA. Predominó la aplicación de relajantes musculares en 130 (70.7%) pacientes, siendo el primer escalón en el manejo de SDRA por guías. Posteriormente, se requirió el manejo con cambio de posición supino a prono que en 75 (40.8%) casos y uso de óxido nítrico en dos (1.1%).

Se observó que la mediana de estancia en la UCI fue 16 días (rango intercuartil: 11-24). La mediana del tiempo de ventilación mecánica fue 11 días (rango intercuartil: 8-18). La estancia intrahospitalaria tuvo mediana de 21 días (rango intercuartil: 16-30).

Por último, se registró una mortalidad a lo largo de su estancia hospitalaria de 23.4%.

Parámetros ventilatorios: durante el manejo de paciente con SDRA secundario a infección por SARS-CoV-2 en ventilación mecánica, se observó que la modalidad más utilizada fue la controlada por volumen (ACV) en 171 (92.9%) pacientes, le siguió la modalidad controlada por presión (ACP) en 12 (6.5%) y, por último, la modalidad ventilación con liberación de presión de las vías respiratorias (APRV) en un paciente (0.5%) (Tabla 2).

El volumen tidal por peso predicho registró mediana de 6.53 mL/kg (rango intercuartil: 6.06-7.10). La media de peso predicho con el cual se obtuvo el volumen tidal fue 65 ± 8.5 kg.

La maniobra de PEEP calculado por mejor distensibilidad tuvo mediana de 13 cmH₂O (rango intercuartil: 10-13.5). El cálculo de PEEP por fórmula de retroceso elástico pulmonar registró mediana de 12.5 cmH₂O (rango intercuartil: 10-13.5).

La relación clínica del PEEP calculado por mejor distensibilidad y calculado por fórmula de retroceso elástico pulmonar tuvo un valor de $p = 0.001$ (Figura 1 y Tabla 3).

DISCUSIÓN

El SDRA es una entidad patológica que ha incrementado en frecuencia de presentación y severidad desde la última pandemia debido a la infección por SARS-CoV-2.

Durante el pico de la pandemia se realizó la recolección de datos del expediente clínico de pacientes ingresados en la UCI. Los resultados obtenidos concuerdan con lo descrito con la literatura: predominio de presentación en el sexo masculino; uso de volúmenes tidales bajos calculados por peso predicho como meta de protección alveolar y empleo de PEEP adecuado.

Tabla 2: Pacientes con neumonía severa secundaria a infección por SARS-CoV-2 y parámetros ventilatorios (N = 184).

	n (%)
Ventilación mecánica invasiva	184 (100)
Modalidad de ventilación mecánica:	
ACV	171 (92.9)
ACP	12 (6.5)
APRV	1 (0.5)
Parámetros ventilatorios*	
Volumen tidal/kg	6.53 [6.06-7.10]
PEEP calculada por distensibilidad (cmH ₂ O)*	13 [10-14]
PEEP calculada por fórmula del retroceso elástico pulmonar (cmH ₂ O)*	12.5 [10-13.5]
Peso Arsdnet (kg)	65 ± 8.5

ACP = ventilación mecánica asistida-controlada por presión. ACV = ventilación mecánica asistida-controlada por volumen. APRV = *Airway Pressure Release Ventilation* (ventilación con liberación de presión de las vías respiratorias). PEEP = presión positiva al final de la espiración (*Positive End-Expiratory Pressure*). SARS-CoV-2 = *Severe Acute Respiratory Syndrome CoronaVirus 2* (síndrome respiratorio agudo grave por coronavirus 2).

* Datos expresados en mediana y [rango intercuartilico].

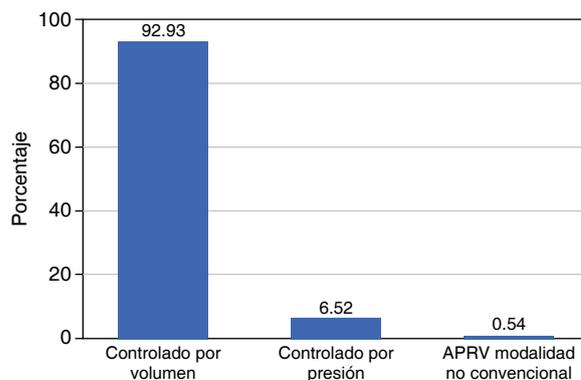


Figura 1: Modo de ventilación mecánica.

Tabla 3: Cálculo de PEEP por distensibilidad y retroceso elástico pulmonar.

	Método de distensibilidad	Retroceso elástico pulmonar	p
PEEP*	12.35 ± 2.5	11.5 ± 3.6	0.001

PEEP = presión positiva al final de la espiración (*Positive End-Expiratory Pressure*).

* Prueba de Wilcoxon.

El concepto del retroceso elástico pulmonar nos ayuda a comprender procesos físicos y fisiológicos que suceden en cada ciclo respiratorio. La propuesta de la fórmula requiere que el paciente que es recién ingresado a ventilación mecánica invasiva obtenga una presión meseta o plateau con un PEEP extrínseco de 0 cmH₂O para poder integrarla a la fórmula.

Sin embargo, al calcularla con una presión meseta ya establecida en la recolección de datos se obtuvo una diferencia estadística significativa, aunque clínicamente, el PEEP titulado por mejor distensibilidad y por fórmula fue menor a 1 cmH₂O.

CONCLUSIONES

Al ser un estudio retrospectivo, con recopilación de datos por expedientes clínicos, la presión meseta registrada inicial se encuentra influenciada por un PEEP no óptimo, pero superior a 0 cmH₂O, lo que puede traducirse a una sobreestimación del resultado. Aunque no hubo una relación estadística significativa, clínicamente el PEEP tendía a ser muy similar con una diferencia de ± 2 cmH₂O.

REFERENCIAS

- Meyer NJ, Gattinoni L, Calfee CS. Acute respiratory distress syndrome. *Lancet*. 2021;398(10300):622-637.
- Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E, Brochard L, Esteban A, et al. Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA*. 2016;315(8):788-800.

3. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E; LUNG SAFE Investigators and the ESICM Trials Group. The LUNG SAFE study: a presentation of the prevalence of ARDS according to the Berlin Definition! *Crit Care*. 2016;20(1):268.
4. Lemos-Filho LB, Mikkelsen ME, Martin GS, Dabbagh O, Adesanya A, Gentile N, et al. Sex, race, and the development of acute lung injury. *Chest*. 2013;143(4):901-909.
5. Passos AMB, Valente-Barbas CS, Machado-Medeiros D, Borges-Magaldi R, Paula-Schettino G, Geraldo Lorenzi-Filho, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 1998;338(6):347-354.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiamiento: ninguno.

Correspondencia:

Dr. Álvaro Ruiz Castorena

E-mail: arc731992@gmail.com



Asociación entre los niveles séricos de interleucina 6 para el desarrollo de lesión renal aguda al ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria grave

Association between serum levels of interleukin 6 and the development of acute kidney injury upon admission to the Intensive Care Unit in patients with severe respiratory distress syndrome

Associação entre os níveis séricos de interleucina 6 e o desenvolvimento de lesão renal aguda na admissão à Unidade de Terapia Intensiva em pacientes com síndrome do desconforto respiratório grave

Isabella Joseline Albuérne Estrada,* Janet Silvia Aguirre Sánchez,* Braulia Aurelia Martínez Díaz*

RESUMEN

Introducción: el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) es una afección crítica común en pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), caracterizada por una respuesta inflamatoria generalizada y daño alveolar difuso, lo que lleva a insuficiencia respiratoria grave. La mortalidad asociada con el SDRA puede superar 40%, especialmente en los casos más graves. Entre las complicaciones más frecuentes del SDRA se encuentra la lesión renal aguda (LRA), un deterioro rápido de la función renal que contribuye a aumentar la mortalidad y prolonga la estancia hospitalaria. La interleucina 6 (IL-6) es una citocina proinflamatoria que ha sido implicada en la cascada inflamatoria sistémica y en el daño a órganos, incluido el riñón. Sin embargo, el papel de IL-6 como biomarcador en el desarrollo de LRA en pacientes con SDRA grave sigue siendo un área de debate, con estudios previos que muestran resultados mixtos. Este estudio se propone evaluar si los niveles séricos de IL-6 al ingreso pueden predecir el desarrollo de LRA en pacientes con SDRA grave, con el objetivo de contribuir a una mejor comprensión de su valor clínico en esta población crítica.

Objetivos: determinar si los niveles séricos elevados de IL-6 al ingreso a la UCI se asocian con el desarrollo de LRA en pacientes con SDRA grave. Además, evaluar el rendimiento predictivo de IL-6 para el desarrollo de LRA.

Material y métodos: se realizó un estudio de cohorte histórica en una muestra de 98 pacientes adultos con diagnóstico de SDRA grave, ingresados en la UCI del Centro Médico ABC entre marzo de 2020 y marzo de 2024. Los niveles séricos de IL-6 y creatinina se midieron al ingreso y a las 48 y 72 horas posteriores. Se utilizó análisis estadístico mediante pruebas de normalidad y análisis de regresión logística para evaluar la asociación entre IL-6 y LRA, así como análisis de la curva ROC para medir el rendimiento predictivo de IL-6.

Resultados: de los 98 pacientes, 39.8% (n = 39) desarrollaron LRA. La edad media de los pacientes fue de 61.5 ± 18.0 años, y la LRA se asoció significativamente con la edad ($p < 0.05$), pero no con el sexo. En cuanto a los niveles de IL-6 al ingreso, no se encontró asociación estadísticamente significativa con el desarrollo de LRA (RM: 1.0004; IC95% 0.999-1.001). El análisis de la curva ROC para IL-6 mostró un área bajo la curva de 0.568 ($p = 0.259$), lo que indica un bajo valor predictivo para LRA. Sin embargo, se observó una correlación positiva y significativa entre los niveles de IL-6 y las concentraciones de creatinina a las 72 horas ($\rho = 0.278$, $p = 0.006$), sugiriendo una posible relación con la disfunción renal en etapas más avanzadas.

Conclusiones: aunque los niveles séricos de IL-6 al ingreso no demostraron ser un predictor significativo del desarrollo de LRA en pacientes con SDRA grave, la correlación observada entre IL-6 y las concentraciones de creatinina a las 72 horas indica que IL-6 podría tener un rol en el monitoreo de la función renal en etapas posteriores. Estos hallazgos sugieren que IL-6, por sí sola, no es suficiente para predecir LRA al ingreso, pero su medición podría complementar otros marcadores de función renal para el seguimiento clínico de estos pacientes. Se requieren estudios adicionales para explorar el papel de IL-6 en la

evolución de la LRA y su posible uso como marcador en el manejo de la función renal en pacientes críticos.

Palabras clave: interleucina 6, lesión renal aguda, síndrome de dificultad respiratoria aguda, biomarcador.

ABSTRACT

Introduction: acute respiratory distress syndrome (ARDS) is a common critical condition in patients admitted to the Intensive Care Unit (ICU), characterized by a widespread inflammatory response and diffuse alveolar damage, leading to severe respiratory failure. Mortality associated with ARDS can exceed 40%, especially in the most severe cases. One of the most frequent complications of ARDS is acute kidney injury (AKI), a rapid deterioration of renal function that contributes to increased mortality and prolonged hospital stays. Interleukin 6 (IL-6) is a proinflammatory cytokine implicated in the systemic inflammatory cascade and organ damage, including the kidneys. However, the role of IL-6 as a biomarker in the development of AKI in patients with severe ARDS remains an area of debate, with previous studies showing mixed results. This study aims to evaluate whether serum levels of IL-6 upon admission can predict the development of AKI in patients with severe ARDS, with the goal of contributing to a better understanding of its clinical value in this critical population.

Objectives: to determine whether elevated serum levels of IL-6 upon ICU admission are associated with the development of AKI in patients with severe ARDS. Additionally, to assess the predictive performance of IL-6 for the development of AKI.

Material and methods: a retrospective cohort study was conducted in a sample of 98 adult patients diagnosed with severe ARDS, admitted to the ICU at ABC Medical Center between March 2020 and March 2024. Serum levels of IL-6 and creatinine were measured upon admission and at 48 and 72 hours later. Statistical analysis was performed using normality tests and logistic regression analysis to evaluate the association between IL-6 and AKI, as well as ROC curve analysis to assess the predictive performance of IL-6.

Results: of the 98 patients, 39.8% (n = 39) developed AKI. The mean age of the patients was 61.5 ± 18.0 years, and AKI was significantly associated with age ($p < 0.05$), but not with sex. Regarding IL-6 levels upon admission, no statistically significant association was found with the development of AKI (OR: 1.0004; 95%CI 0.999-1.001). ROC curve analysis for IL-6 showed an area under the curve of 0.568 ($p = 0.259$), indicating a low predictive value for AKI. However, a positive and significant correlation was observed between IL-6 levels and creatinine concentrations at 72 hours ($\rho = 0.278$, $p = 0.006$), suggesting a possible relationship with renal dysfunction in later stages.

Conclusions: although serum IL-6 levels upon admission did not prove to be a significant predictor of AKI development in patients with severe ARDS, the correlation observed between IL-6 and creatinine concentrations at 72 hours suggests that IL-6 may play a role in monitoring renal function at later stages. These findings suggest that IL-6 alone is not sufficient to predict AKI upon admission, but its measurement may complement other renal function markers for the clinical follow-up of these patients. Further studies are needed to explore the role of IL-6 in the evolution of AKI and its potential use as a marker in the management of renal function in critically ill patients.

Keywords: interleukin 6, acute kidney injury, respiratory distress syndrome, biomarker.

RESUMO

Introdução: a Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA) é uma condição crítica comum em pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva (UTI), caracterizada por uma resposta inflamatória generalizada e dano alveolar difuso, levando à insuficiência respiratória grave. A mortalidade

* Centro Médico ABC. México.

Recibido: 20/09/2024. Aceptado: 30/09/2024.

Citar como: Albuérne EIJ, Aguirre SJS, Martínez DBA. Asociación entre los niveles séricos de interleucina 6 para el desarrollo de lesión renal aguda al ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria grave. Med Crit. 2024;38(6):439-443. <https://dx.doi.org/10.35366/119230>

associada à SDRA pode exceder 40%, especialmente em casos graves. Entre as complicações mais comuns da SDRA está a lesão renal aguda (LRA), uma rápida deterioração da função renal que contribui para o aumento da mortalidade e prolonga a permanência no hospital. A interleucina-6 (IL-6) é uma citocina pró-inflamatória que tem sido implicada na cascata inflamatória sistêmica e na lesão de órgãos, inclusive nos rins. No entanto, a função da IL-6 como biomarcador no desenvolvimento de LRA em pacientes com SDRA grave continua sendo uma área de debate, com estudos anteriores mostrando resultados mistos. Este estudo visa avaliar se os níveis séricos de IL-6 na admissão podem prever o desenvolvimento de LRA em pacientes com SDRA grave, com o objetivo de contribuir para uma melhor compreensão de seu valor clínico nessa população crítica.

Objetivos: determinar se os níveis séricos elevados de IL-6 na admissão à UTI estão associados ao desenvolvimento de LRA em pacientes com SDRA grave. Além disso, avaliar o desempenho preditivo da IL-6 para o desenvolvimento de LRA.

Material e métodos: foi realizado um estudo de coorte histórico em uma amostra de 98 pacientes adultos com diagnóstico de SDRA grave internados na UTI do Centro Médico ABC entre março de 2020 e março de 2024. Os níveis séricos de IL-6 e creatinina foram medidos na admissão, 48 e 72 horas depois. A análise estatística foi realizada usando testes de normalidade e análise de regressão logística para avaliar a associação entre IL-6 e LRA, bem como análise de curva ROC para avaliar o desempenho preditivo da IL-6.

Resultados: dos 98 pacientes, 39,8% (n = 39) desenvolveram LRA. A idade média dos pacientes foi de 61,5 anos (DP 18,0), e a LRA foi significativamente associada à idade (p < 0,05), mas não ao sexo. Quanto aos níveis de IL-6 na admissão, não foi encontrada nenhuma associação estatisticamente significativa com o desenvolvimento de LRA (RM: 1,0004; IC95% 0,999, 1,001). A análise da curva ROC para IL-6 mostrou uma área sob a curva de 0,568 (p = 0,259), indicando um baixo valor preditivo para LRA. No entanto, foi observada uma correlação positiva e significativa entre os níveis de IL-6 e as concentrações de creatinina em 72 horas ($\rho = 0,278$, p = 0,006), sugerindo uma possível relação com a disfunção renal em estágios mais avançados.

Conclusões: embora os níveis séricos de IL-6 na admissão não tenham se mostrado um preditor significativo do desenvolvimento de LRA em pacientes com SDRA grave, a correlação observada entre as concentrações de IL-6 e creatinina em 72 horas indica que a IL-6 pode ter um papel no monitoramento da função renal em estágios posteriores. Esses achados sugerem que a IL-6 sozinha não é suficiente para prever a LRA na admissão, mas sua medição poderia complementar outros marcadores de função renal para o acompanhamento clínico desses pacientes. São necessários mais estudos para explorar o papel da IL-6 na evolução da LRA e seu possível uso como um marcador no manejo da função renal em pacientes em estado crítico.

Palavras-chave: interleucina 6, lesão renal aguda, síndrome do desconforto respiratório agudo, biomarcador.

Abreviaturas:

UCI = Unidade de Cuidados Intensivos

SDRA = síndrome de dificuldade respiratória aguda

LRA = lesão renal aguda

IL-6 = interleucina 6

IC95% = intervalo de confiança al 95%

AUC = área bajo la curva (Area Under the Curve)

ROC = característica operativa del receptor (Receiver Operating Characteristic)

RM = razón de momios

INTRODUCCIÓN

El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) es una afección crítica caracterizada por una inflamación difusa y daño severo en el tejido pulmonar, que resulta en insuficiencia respiratoria aguda y conlleva alta mortalidad.¹ La incidencia de SDRA en unidades de cuidados intensivos (UCI) varía, pero se estima que afecta a una proporción significativa de pacientes críticos, con tasas de mortalidad que pueden alcanzar hasta 40% en casos graves.² Entre las complicaciones comunes de SDRA se encuentra la lesión renal aguda (LRA), que

puede empeorar el pronóstico y prolongar la estancia en la UCI.³

La LRA se define por un deterioro rápido de la función renal, evidenciado por aumento en los niveles de creatinina sérica y disminución en la tasa de filtración glomerular (TFG).⁴ En el contexto del SDRA, la LRA puede ser provocada por múltiples factores, incluyendo hipoxia, inflamación sistémica y la administración de medicamentos nefrotóxicos.⁵

La interleucina 6 (IL-6) es una citocina proinflamatoria que juega un papel clave en la respuesta inmune y la inflamación.⁶ Elevados niveles de IL-6 están asociados con un aumento en la severidad de la inflamación y el daño a diversos órganos, incluido el riñón.⁷ En el contexto de SDRA, la IL-6 puede contribuir a la exacerbación del daño pulmonar y renal a través de la activación de vías inflamatorias y la disfunción endotelial.⁸

La utilidad de IL-6 como predictor de LRA en pacientes con SDRA grave ha sido objeto de investigación con resultados variados. Algunos estudios han encontrado una asociación significativa entre niveles elevados de IL-6 y el desarrollo de LRA, sugiriendo que IL-6 podría ser un biomarcador útil en el monitoreo de la función renal.⁹ Sin embargo, otras investigaciones no han logrado establecer una relación clara, indicando que la asociación entre IL-6 y LRA puede depender de factores específicos del paciente y del contexto clínico.¹⁰

Dado el papel potencialmente crucial de IL-6 en la inflamación y el daño renal, esta investigación se centra en evaluar si los niveles séricos de IL-6 al ingreso pueden predecir el desarrollo de LRA en pacientes con SDRA grave, con el objetivo de proporcionar información adicional sobre su valor como biomarcador en esta población crítica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio de cohorte histórica. Se calculó un tamaño de muestra de 100 pacientes. Se realizó el cálculo de tamaño de muestra con diferencia de medias con un intervalo de confianza de 95%, potencia de 80% y diferencia esperada de 15%.

La población de estudio son adultos mayores de 18 años ingresada a la UCI del Centro Médico ABC en el periodo de marzo de 2020 a marzo de 2024. Se utilizarán los expedientes clínicos electrónicos del Centro Médico ABC campus Santa Fe y campus Observatorio.

Criterios de inclusión: pacientes mayores de 18 años ingresados a la UCI, de uno u otro sexo, pacientes bajo ventilación mecánica invasiva, pacientes con diagnóstico de SDRA grave según criterios de Berlín, de etiología indistinta, con niveles de IL-6 a su ingreso y niveles de creatinina seria al ingreso, 48 y 72 horas.

Criterios de exclusión: pacientes con LRA diagnosticada antes del ingreso en la UCI, pacientes con enfer-

Tabla 1: Características de la muestra de estudio y su asociación con lesión renal aguda (LRA).

Característica	Total (N = 98) n (%)	LRA (N = 39) n (%)	Sin LRA (N = 59) n (%)	RM (IC95%)
Edad [años]*	61.5 ± 18.0	67.2 ± 16.9	57.8 ± 16.9	1.03 (1.01-1.06)
Sexo				
Masculino	53 (54.1)	24 (61.5)	29 (49.2)	1.25 (0.85-1.65)
Femenino	45 (45.9)	15 (38.5)	30 (50.8)	0.60 (0.27-1.38)
Comorbilidades				
Diabetes mellitus	14 (14.29)	7 (18.0)	7 (11.9)	1.63 (0.52-5.06)
Hipertensión arterial	28 (28.6)	14 (35.9)	14 (23.8)	1.80 (0.74-4.37)
EPOC	5 (5.1)	3 (7.7)	2 (3.4)	2.38 (0.38-14.91)
Cáncer	12 (12.2)	4 (10.3)	8 (13.4)	0.73 (0.20-2.61)
Cirrosis	2 (2.0)	1 (2.6)	2 (1.7)	1.53 (0.09-25.15)
Insuficiencia cardíaca	2 (2.0)	2 (5.1)	0 (0.0)	–
Infarto agudo del miocardio	7 (7.1)	4 (10.3)	3 (5.1)	2.13 (0.45-10.11)
Fibrilación auricular	9 (9.2)	6 (15.4)	3 (5.1)	3.39 (0.80-14.50)
Neumonía				
COVID	36 (36.7)	11 (28.2)	25 (42.4)	1
No COVID	62 (63.3)	28 (71.8)	34 (57.6)	1.87 (0.78-4.46)
Creatinina (mg/dL), p50 [p25, p75]				
Ingreso	0.77 [0.65, 0.95]	0.86 [0.65, 0.98]	0.74 [0.61, 0.90]	3.07 [0.36, 25.95]
48 horas	0.90 [0.72, 1.16]	1.22 [0.98, 1.56]	0.76 [0.61, 0.87]	1,208.95 [66.92, 21,840.76]
72 horas	0.90 [0.71, 1.18]	1.23 [1.05, 1.43]	0.78 [0.62, 0.90]	3,848.91 [132.08, 112,155.80]
Tasa de filtración glomerular (mL/min/1.73 m ²)*	87.6 ± 26.8	74.6 ± 29.6	96.2 ± 20.8	0.97 (0.95-0.98)
Interleucina 6 (pg/mL), p50 [p25, p75]	42.9 [15.6, 109.7]	47.4 [17.6, 173.0]	35.9 [15.0, 89.5]	1.0004 [0.999, 1.001]

EPOC = enfermedad pulmonar obstructiva crónica. LRA = lesión renal aguda. RM = razón de momios. IC95% = intervalo de confianza al 95%.

Los números en negrita corresponden a razones de momios cuyos intervalos de confianza no cruzan el valor nulo = 1.

* Valores expresados en media ± desviación estándar.

medad renal crónica (ERC) previa al ingreso, pacientes con terapia de reemplazo renal previa al ingreso, pacientes con trasplante renal, pacientes con tratamiento previo de tocilizumab o glucocorticoides, mujeres embarazadas y sujetos con voluntad anticipada.

La descripción de las características generales de la población se realizó utilizando la prueba de normalidad con Kolmogórov-Smirnov, para las variables cuantitativas (como la edad y las pruebas bioquímicas), donde un valor de $p > 0.05$ se consideró distribución normal, por lo que se resumen con media y desviación estándar; para las variables de libre distribución ($p < 0.05$), se utilizó mediana y rango intercuartílico; mientras que para las variables cualitativas nominales, tales como sexo y comorbilidades, se presentan como frecuencia (número y porcentaje).

La comparación de variables categóricas se realizó utilizando la prueba χ^2 de Pearson y para las variables continuas se empleó la prueba t de Student para aquellas con distribución normal y la prueba U de Mann-Whitney como opción no paramétrica. Para ambos casos, se estimó la respectiva razón de momios (RM) a través de modelos de regresión logística considerando la lesión renal aguda como variable dependiente.

Se realizó un análisis de curva ROC y área bajo la curva para determinar el rendimiento predictivo de la interleucina 6 (IL-6) para el diagnóstico de lesión renal aguda y se evaluaron diferentes puntos de corte. Posteriormente, se evaluó la correlación lineal de los valores de IL-6

con la creatinina al ingreso, a las 48 y 72 horas, y la tasa de filtración glomerular al ingreso, a través de coeficientes de correlación de Spearman. Finalmente, se evaluó la asociación y el cambio porcentual de creatinina a las 72 horas con respecto a la IL-6 en su forma continua y, de acuerdo con su distribución en cuartiles, utilizando modelos de regresión lineal con la variable dependiente transformada en su logaritmo natural. Para todas las estimaciones se calculó su respectivo intervalo de confianza al 95% (IC95%) y se consideró un valor $p < 0.05$ como estadísticamente significativo. El procesamiento de los datos y análisis estadístico se realizó con el paquete IBM SPSS Statistics 25.0 y en STATA versión 14.

RESULTADOS

Se analizó la información de 98 pacientes con diagnóstico de SDRA grave atendidos en la UCI del Centro Médico ABC en el periodo de marzo del 2020 a marzo del 2024, para evaluar la asociación de los niveles séricos de IL-6 y el desarrollo de LRA. La muestra de estudio tuvo una media de edad de 61.5 ± 18.0 años (rango: 18-97). La edad se asoció positiva y significativamente con el diagnóstico de LRA con una razón de momios de 1.03 (IC95% 1.01-1.06), mientras que no hubo diferencias significativas en cuanto al sexo. Los pacientes con LRA presentaron mayores proporciones de antecedente de diabetes mellitus, hipertensión arterial sistémica,

enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), cirrosis, insuficiencia cardiaca congestiva, infarto agudo al miocardio y fibrilación auricular; sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. De la misma forma, no hubo diferencias en cuanto al diagnóstico de neumonía por COVID, a pesar de que los individuos con LRA mostraron mayores proporciones de neumonía no COVID. En cuanto a la creatinina sérica, se observaron concentraciones significativamente mayores en los individuos que desarrollaron LRA, a partir de la medición de 48 y 72 horas. En contraste, la tasa de filtración glomerular se asoció negativamente con LRA desde el ingreso con una razón de momios de 0.97 (IC95% 0.95-0.98). No se observó asociación entre los niveles de IL-6 al ingreso y el desarrollo de LRA (RM: 1.0004; IC95% 0.999-1.001) (Tabla 1).

Consistentemente con los resultados previos, al evaluar el valor predictivo de concentración de IL-6 al ingreso para LRA, se estimó un área bajo la curva no significativa de 0.568 (IC95% 0.449-0.686, $p = 0.259$) (Figura 1). Adicionalmente, de acuerdo con las coordenadas de la curva ROC de la variable continua, se evaluaron los puntos de corte de (pg/mL): 5.0, 10.0, 15.0, 20.0, 25.0, 30.0, 35.0, 40.0, 45.0 y 50.0, sin encontrar un valor que predijera de forma significativa la LRA.

A pesar de no observarse una asociación significativa entre la IL-6 al ingreso y el desarrollo de LRA, se observó una correlación lineal positiva con las concentraciones séricas de creatinina a las 72 horas, con un coeficiente de correlación de Spearman de 0.278 ($p = 0.006$) (Figura 2) y un coeficiente de regresión de 0.05 (IC95% 0.004-0.94) (Tabla 2), para las variables en su forma logarítmica. En contraste, no se observó correlación

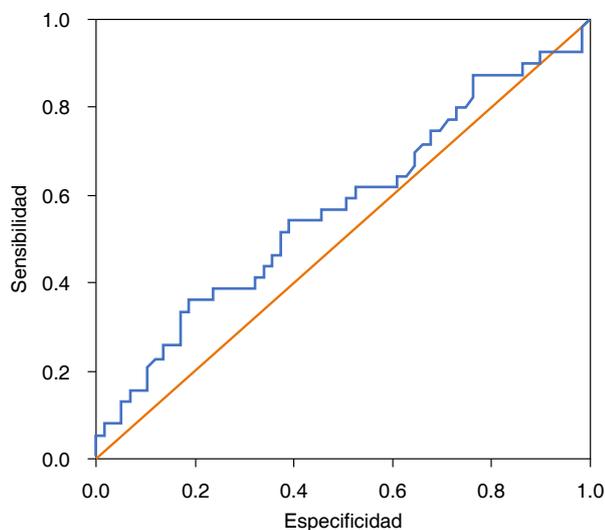


Figura 1: Evaluación del área bajo la curva (AUC) de las concentraciones de interleucina 6 al ingreso para el desarrollo de lesión renal aguda. AUC 0.568 (IC95% 0.449-0.686, $p = 0.259$).

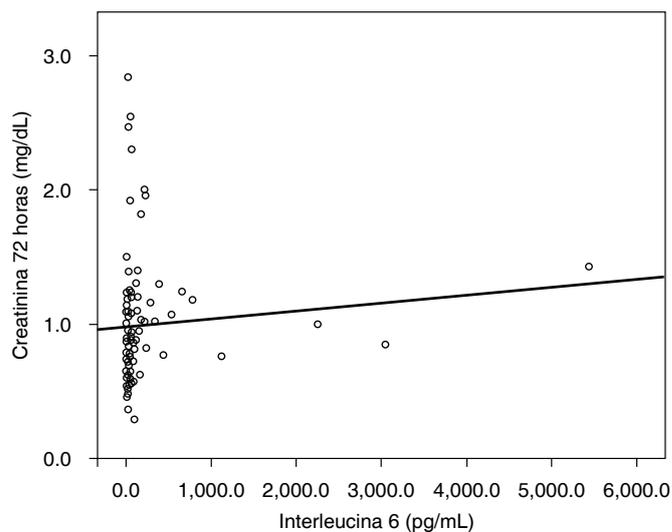


Figura 2: Correlación de las concentraciones de interleucina 6 al ingreso y de creatinina a las 72 horas. Rho: 0.278 ($p = 0.006$). Se excluye un valor extremo de interleucina 6 para facilitar la representación gráfica.

Tabla 2: Incremento porcentual de las concentraciones séricas de creatinina a las 72 horas del ingreso, de acuerdo con los cuartiles de distribución de la interleucina 6 al ingreso.

Interleucina 6 (pg/mL)	β^*	IC95%	Incremento porcentual
Continua	0.05	0.004-0.94	5.1
≥ 16	0.12	-0.06-0.31	13.3
≥ 42	0.19	0.03-0.35	21.3
≥ 109	0.27	0.09-0.45	30.9

* Coeficiente de regresión lineal tomando en cuenta la variable de respuesta transformada al logaritmo natural de la concentración de creatinina a las 72 horas; los números en negrita corresponden a coeficientes de regresión cuyos intervalos de confianza no cruzan el valor nulo = 0.

significativa con la creatinina al ingreso (ρ : 0.021, $p = 0.838$), creatinina al a las 48 horas (ρ : 0.154, $p = 0.129$), ni con la tasa de filtración glomerular al ingreso (ρ : 0.068, $p = 0.506$). Se identificó que, a partir de 25.00 pg/mL de IL-6 al ingreso, los pacientes presentan concentraciones de creatinina a las 72 horas significativamente mayores ($p = 0.047$). Sin embargo, de acuerdo con la distribución de cuartiles de IL-6 al ingreso, se identificó un incremento porcentual de la creatinina a las 72 del ingreso para los individuos con concentraciones de IL-6 ≥ 42.0 pg/mL de 21.3%, lo que representa ~ 0.18 mg/dL, mientras que para concentraciones de IL-6 ≥ 109.0 pg/mL el incremento estimado es de 30.9%, lo que representa ~ 0.22 mg/dL (Tabla 2).

DISCUSIÓN

En este estudio sobre pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) grave, no se encontró

una asociación significativa entre los niveles séricos de interleucina 6 (IL-6) al ingreso y el desarrollo de lesión renal aguda (LRA). La evaluación del valor predictivo de IL-6 para LRA, medida mediante el área bajo la curva ROC, no mostró significancia estadística (AUC = 0.568, IC95% 0.449-0.686, $p = 0.259$). A pesar de esto, se observó una correlación positiva entre los niveles de IL-6 y las concentraciones séricas de creatinina a las 72 horas, lo que sugiere una posible relación con la función renal en etapas posteriores.

Nuestros resultados indican que los niveles de IL-6 al ingreso no predicen de manera significativa el desarrollo de LRA en pacientes con SDRA grave. Esta falta de asociación contrasta con estudios previos que han encontrado que IL-6 podría tener valor predictivo en otros contextos. Por ejemplo, un estudio de Yang y colaboradores (2017) encontró que los niveles elevados de IL-6 estaban asociados con el desarrollo de LRA en pacientes con sepsis severa. Sin embargo, la discrepancia en nuestros resultados podría reflejar diferencias en las características de los pacientes, la gravedad de la enfermedad o los métodos de medición utilizados.

A pesar de la falta de un valor predictivo claro al ingreso, los niveles de IL-6 se correlacionaron positivamente con las concentraciones de creatinina a las 72 horas. Este hallazgo es consistente con estudios que han encontrado asociaciones entre marcadores inflamatorios y daño renal en etapas más avanzadas. Por ejemplo, Zhang y asociados (2020) observaron correlación entre niveles elevados de IL-6 y marcadores de daño renal en pacientes críticos, aunque la relación no fue lineal. Esto sugiere que IL-6 podría reflejar un componente de la inflamación que contribuye al deterioro renal progresivo.

Nuestros resultados indican que niveles más altos de IL-6 al ingreso se asociaron con incremento en los niveles de creatinina a las 72 horas, lo que es coherente con otros estudios que han explorado el papel de IL-6 en el deterioro de la función renal. Sin embargo, la falta de una asociación significativa entre IL-6 y LRA al ingreso sugiere que IL-6 no debería ser utilizado de manera aislada para predecir la LRA en pacientes con SDRA grave. No obstante, la correlación observada con la creatinina en etapas posteriores podría ofrecer información adicional para el seguimiento de la función renal.

Este estudio tiene varias limitaciones que podrían influir en los resultados. En primer lugar, el tamaño de la muestra es relativamente pequeño, lo que podría limitar la capacidad para detectar asociaciones significativas. Además, la medición de IL-6 en un solo momento (al ingreso) puede no captar adecuadamente las variaciones dinámicas en los niveles de inflamación. Finalmente, la presencia de múltiples comorbilidades podría haber complicado la interpretación de la relación entre IL-6 y LRA.

Futuras investigaciones podrían beneficiarse de estudios longitudinales que midan los niveles de IL-6 y otros biomarcadores inflamatorios a lo largo del tiempo para comprender mejor su relación con la LRA. Asimismo, sería valioso explorar el papel de otros mediadores inflamatorios en la predicción y manejo de la LRA en pacientes con SDRA.

CONCLUSIONES

Aunque la IL-6 no demostró ser un predictor significativo de LRA en nuestro estudio, los parámetros tradicionales de función renal como la creatinina sérica y la tasa de filtración glomerular siguen siendo indicadores clave en el manejo de pacientes con SDRA grave. Se requieren más estudios para clarificar el papel de IL-6 y otras citocinas en la LRA y para mejorar las estrategias de monitoreo y tratamiento en estas poblaciones vulnerable.

REFERENCIAS

1. Matthay MA, Zemans RL. The acute respiratory distress syndrome: pathogenesis and treatment. *J Clin Invest*. 2011;121(11):4628-4635. doi: 10.1172/JCI57358.
2. Bellani G, Laffey JG, Pham T. Epidemiology, patterns of care, and mortality for patients with acute respiratory distress syndrome in intensive care units in 50 countries. *JAMA*. 2016;315(8):788-800. doi: 10.1001/jama.2016.0291.
3. Hu X, Zhang Z, He W. Association between acute respiratory distress syndrome and acute kidney injury: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2019;47(3):e232-e240. doi: 10.1097/CCM.0000000000003550.
4. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury. *Kidney Int Suppl*. 2012;2(1):1-138. doi: 10.1038/kisup.2012.1.
5. Koyner JL, Nadim MT. Acute kidney injury in patients with acute respiratory distress syndrome: epidemiology, outcomes, and management. *Curr Opin Crit Care*. 2018;24(6):477-484. doi: 10.1097/MCC.0000000000000556.
6. Dinarello CA. Proinflammatory cytokines. *Chest*. 2000;118(2):503-508. doi: 10.1378/chest.118.2.503.
7. Van der Poll T, Van de Veerdonk FL. The role of IL-6 in the pathogenesis of acute kidney injury. *Crit Care*. 2012;16(6):330. doi: 10.1186/cc11854.
8. Ménard J. Role of interleukin-6 in inflammation and acute kidney injury. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. 2012;21(6):565-569. doi: 10.1097/MNH.0b013e328358ae35.
9. Wang Z, Zhang L, Wu S. Interleukin-6 as a predictor of acute kidney injury in patients with sepsis. *Crit Care*. 2018;22(1):101. doi: 10.1186/s13613-018-1032-3.
10. Jiang L, Xu J, Wang X. The association between interleukin-6 and acute kidney injury: a meta-analysis. *Ren Fail*. 2020;42(1):73-82. doi: 10.1080/0886022X.2020.1717121.

Patrocinios: sin patrocinios.

Conflicto de intereses: sin conflicto de intereses.

Correspondencia:

Isabella Joseline Albuérne Estrada

E-mail: isabella_1410@hotmail.com



Relación entre volumen gástrico residual medido por ultrasonido y residuo medido por aspiración gástrica manual en pacientes críticos con intolerancia enteral

Correlation between gastric residual volume using ultrasound and manual aspiration for

gastric reserve volume estimation in patients with enteral feeding intolerance

Relação entre volume residual gástrico medido por ultrassom e residuo medido por aspiração gástrica manual em pacientes em estado crítico com intolerância enteral

Evelin Hernández-Domínguez,* Sandra Ivette Alba-Cuevas,* Niyireth Loreny Novoa-Santander,* Carlos López-Rodríguez,* Jessica Garduño-López,* Marcos Amezcua-Gutiérrez*

RESUMEN

Introducción: la intolerancia enteral sigue siendo un factor limitante en muchos pacientes en las unidades de terapia intensiva, lo que ha generado la búsqueda de estrategias que permitan una detección temprana, así como la estandarización de la evaluación de las funciones gástricas con un examen del abdomen junto a la cama del paciente. De forma tradicional se ha utilizado la medición de volumen residual gástrico por aspiración como método para monitorizar la intolerancia alimentaria; en la búsqueda por mejorar la seguridad y minimizar las complicaciones en los pacientes críticamente enfermos, la determinación del volumen residual gástrico por ultrasonido podría ser una herramienta que permita el diagnóstico de intolerancia enteral de forma precoz por su alta sensibilidad y especificidad para detectar o descartar un estómago lleno en escenarios clínicos en los que la presencia de contenido gástrico es incierta, además de ser altamente reproducible por lo que determinar su correlación con el volumen residual gástrico considerado como uno de los determinantes más importantes de intolerancia enteral podría mejorar la detección temprana en nuestra unidad e implementar estrategias rutinarias de monitorización y tratamiento en beneficio de los pacientes.

Objetivo: correlacionar volumen gástrico residual medido por ultrasonido y residuo medido por aspiración gástrica cuantificado por enfermería, en pacientes con intolerancia enteral.

Material y métodos: estudio analítico, transversal, retrospectivo a partir de expedientes de pacientes adultos mayores de 18 años que ingresaron a la Unidad de Terapia Intensiva Adultos y que se documentó intolerancia a dieta enteral, y a los que se registró volumen residual gástrico por ultrasonido (USG), así como y residuo medido por aspiración gástrica cuantificado por enfermería.

Resultados: en este estudio se observó un total de 23 pacientes con 59 mediciones de residuo gástrico por ultrasonido, así como residuo gástrico medido por aspiración. Se realizaron pruebas paramétricas de normalidad con Kolmogorov-Smirnov con distribución normal de los 23 pacientes estudiados. El 52% de la población analizada fueron hombres. La edad media fue 48 años, el promedio de IMC fue 28.4 kg/m². Las comorbilidades más prevalentes fueron obesidad (34%), hipertensión arterial sistémica (34%), diabetes mellitus (21.79%). Mediante *r* de Pearson se determinó que existe una correlación directamente proporcional con un coeficiente de correlación de 0.97.

Conclusión: la medición del volumen residual gástrico mediante ecografía es un método confiable para detectar precozmente la intolerancia enteral, con una alta correlación y significancia estadística.

Palabras clave: ultrasonido, intolerancia enteral, residuo gástrico.

ABSTRACT

Introduction: enteral feeding intolerance continues to be a limiting factor in many patients in intensive care unit (UCI), which has generated the search for strategies that allow early detection, as well as the standardization of the evaluation of gastric functions with an examination of the abdomen at the patient's

bed side. Traditionally, measurement of gastric residual volume by manual aspiration has been used as a method to monitor enteral feeding intolerance. In the search to improve safety and minimize complications in critically ill patients, determination of gastric residual volume by ultrasound could be a tool that allows the early diagnosis of enteral intolerance due to its high sensitivity and specificity to detect or rule out a full stomach in clinical scenarios in which the presence of gastric contents is uncertain. In addition to being highly reproducible, it can determine its correlation with Gastric residual volume by manual aspiration, it could also improve early detection in our unit and implement routine monitoring and treatment strategies that will benefit the patients.

Objective: to correlate gastric residual volume measured by ultrasound and manual aspiration for gastric reserve volume estimation in patients with enteral feeding intolerance.

Material and methods: descriptive, longitudinal, prospective study in patients admitted to the adult UCI of a tertiary hospital in Mexico City and in whom enteral feeding intolerance was documented their stay. We measured gastric residual volume using ultrasound and compared this measurement with manual aspiration for gastric reserve volume estimation.

Results: we included 23 participants, 59 measurements of gastric residual volume were performed using ultrasound and then compared with manual aspiration for gastric reserve volume. Parametric tests of normality were carried out with Kolmogorov-Smirnov with normal distribution. Of the 23 participants, 52% men, 47% women, and all participants were fed with a nasogastric tube. The mean age of the included participants was 48 years, mean BMI 28.4 kg/m². The admission etiology was pneumonia 56.5% (N13), followed by cerebral vascular disease 26.1% (N6). The main comorbidities were obesity 34% (N8), systemic arterial hypertension 34% (N8), diabetes 21.79% (N5). Using the Pearson test, it was determined that there is a directly proportional correlation with a correlation coefficient of 0.97.

Conclusions: the measurement of gastric residual volume by ultrasound is a reliable method to detect enteral intolerance early, with a high correlation and statistical significance. This represents benefits for the critically ill patient, since ultrasound at the point of care presents a strategy of cutting-edge, non-invasive that can be performed at the patient's bedside.

Keywords: ultrasound, enteral intolerance, gastric residue.

RESUMO

Introdução: a intolerância enteral continua sendo um fator limitante para muitos pacientes em unidades de terapia intensiva, o que motivou a busca de estratégias que permitissem a detecção precoce, bem como a padronização da avaliação da função gástrica com um exame do abdômen à beira do leito. A medição do volume residual gástrico por aspiração tem sido tradicionalmente usada como um método para monitorar a intolerância alimentar. Na busca por aumentar a segurança e minimizar as complicações em pacientes críticos, a determinação do volume residual gástrico por ultrassom pode ser uma ferramenta para permitir o diagnóstico precoce da intolerância enteral devido à sua alta sensibilidade e especificidade para detectar ou descartar um estômago cheio em cenários clínicos nos quais a presença de conteúdo gástrico é incerta, além de ser altamente reprodutível, portanto, determinar sua correlação com o volume gástrico residual, considerado um dos determinantes mais importantes da intolerância enteral, poderia melhorar a detecção precoce em nossa unidade e implementar estratégias de monitoramento e tratamento de rotina para o benefício dos pacientes.

Objetivo: correlacionar o volume gástrico residual medido por ultrassom e o residuo medido por aspiração gástrica quantificado pela enfermagem em pacientes com intolerância enteral.

Material e métodos: estudo analítico, transversal e retrospectivo baseado em registros de pacientes adultos com mais de 18 anos de idade que

* Hospital Juárez de México.

Recibido: 20/09/2024. Aceptado: 21/01/2025.

Citar como: Hernández-Domínguez E, Alba-Cuevas SI, Novoa-Santander NL, López-Rodríguez C, Garduño-López J, Amezcua-Gutiérrez M. Relación entre volumen gástrico residual medido por ultrasonido y residuo medido por aspiración gástrica manual en pacientes críticos con intolerancia enteral. Med Crit. 2024;38(6):444-452. <https://dx.doi.org/10.35366/119231>

foram admitidos na unidade de terapia intensiva para adultos e que foram considerados intolerantes à dieta enteral, e para os quais o volume residual gástrico foi documentado por USG, bem como o volume residual gástrico medido por aspiração gástrica quantificada pela enfermagem.

Resultados: neste estudo, obtivemos um total de 23 pacientes com 59 medições de resíduos gástricos por ultrassom, bem como resíduos gástricos medidos por aspiração. Os testes paramétricos de normalidade foram realizados com Kolmogorov-Smirnov com distribuição normal. Dos 23 pacientes estudados, 52% homens, 47% mulheres, a idade média dos participantes incluídos foi de 48 anos, com IMC médio de 28.4 kg/m². As comorbidades mais prevalentes foram obesidade (34%), hipertensão arterial sistêmica (34%), diabetes mellitus (21.79%). Utilizando o *r* de Pearson determinou-se que há uma correlação diretamente proporcional com um coeficiente de correlação de 0.97.

Conclusão: a medição do volume gástrico residual por ultrassom é um método confiável para a detecção precoce da intolerância enteral, com alta correlação e significância estatística.

Palavras-chave: ultrassom, intolerância enteral, resíduo gástrico.

Abreviaturas:

ASPEN = American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (Sociedad Americana de Nutrición Parenteral y Enteral)

ESPEN = Sociedad Europea de Nutrición Enteral y Parenteral

GRV = volumen gástrico residual (*Gastric Residual Volume*)

IC95% = intervalo de confianza de 95%

IMC = índice de masa corporal

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos

APACHE = *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (Evaluación de Fisiología Aguda y Salud Crónica)

SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment* (Evaluación Secuencial de Insuficiencia Orgánica)

SAPS = *Simplified Acute Physiologic Score* (Puntuación fisiológica aguda simplificada)

NUTRIC = *Nutrition Risk in the Critically Ill* (riesgo nutricional en pacientes críticamente enfermos)

INTRODUCCIÓN

Existen alteraciones en los diferentes órganos y sistemas de los pacientes que ingresan a las unidades de terapia intensiva que se han asociado con incremento en la morbimortalidad. Esto puede ser originado por una enfermedad aguda o crónica con respuestas metabólicas diversas, que requiere de estrategias (como brindar una nutrición óptima) que disminuyan las complicaciones.

La nutrición médica se puede otorgar mediante nutrición enteral o parenteral con la finalidad de proveer de los requerimientos nutricionales y mantener la homeostasis corporal. La nutrición enteral se administra a través de la vía oral o mediante una sonda, pudiendo precisarse o no técnicas quirúrgicas. Las técnicas no quirúrgicas son las más frecuentes y pueden ser de tres tipos: nasogástricas, nasoduodenales y nasoyeyunales. Dentro de las sondas que precisan técnica quirúrgica están la gastrostomía y la yeyunostomía. Mientras que la nutrición parenteral es el tratamiento nutricional especializado administrado mediante un acceso venoso.^{1,2}

En los pacientes críticamente enfermos se prefiere la dieta enteral, idealmente dentro de las 48 horas de acuerdo con guías ESPEN.² En diversos estudios, al comparar la nutrición enteral temprana frente a la tar-

día, se ha documentado menor tasa de complicaciones infecciosas, disminución en el tiempo de estancia hospitalaria, mantenimiento de la integridad del tracto digestivo.^{3,4}

La nutrición temprana es parte del protocolo de atención a los pacientes críticos en las unidades de terapia intensiva, donde se ha documentado utilización de nutrición parenteral en 6%, nutrición enteral en 72% y mixta en 12.4%.⁵ Tradicionalmente, el apoyo nutricional en la población críticamente enferma se incluía como un cuidado complementario diseñado para proporcionar combustibles exógenos para preservar la masa magra corporal y apoyar al paciente a lo largo de la respuesta al estrés.⁶ La mayoría de los pacientes en terapia intensiva que requieren ventilación mecánica son incapaces de alimentarse por sí mismos, por lo tanto, son dependientes de la nutrición médica para satisfacer sus necesidades nutricionales durante el curso de su enfermedad crítica. Por lo que la nutrición ha evolucionado recientemente para contribuir a atenuar la respuesta metabólica en el estrés, prevenir el daño celular oxidativo y modular favorablemente la respuesta inmune, disminuir la pérdida proteica, energética, la pérdida de masa muscular, así como salvaguardar la función orgánica, ayudar a acortar el tiempo de recuperación.⁷ Además, con una nutrición precoz se puede mejorar el curso clínico de la enfermedad crítica.

La nutrición enteral precoz es aquella que se inicia dentro de las primeras 24 a 48 horas siguientes a la lesión tras haberse estabilizado hemodinámicamente al paciente.² Debido a la rapidez con que se producen los cambios en la mucosa intestinal, es necesaria la administración de nutrientes por vía enteral lo más pronto posible. En diversos estudios se ha documentado que la nutrición enteral temprana (en las primeras 48 horas) de la lesión primaria, desciende el factor de necrosis tumoral y la translocación bacteriana, los días de estancia hospitalaria, el tiempo con ventilación mecánica y la mortalidad hasta un 35%.⁴ Además, las directrices en nutrición también recomiendan que la alimentación enteral debe ser avanzada al objetivo durante las próximas 48 a 72 horas y que ni la presencia ni la ausencia de sonidos intestinales o el paso de las heces es necesario para empezar la nutrición enteral.⁸ El inicio temprano en pacientes con integridad del tracto digestivo puede reducir la severidad de la enfermedad, muestra beneficios en la preservación de la integridad y en la inmunocompetencia del tracto gastrointestinal, y puede prevenir los resultados adversos, tales como desnutrición, translocación bacteriana, sepsis.⁹

Dada la frecuencia de alteraciones de la motilidad gastrointestinal en los pacientes críticos, la disfunción gastrointestinal está relacionada con una peor evolución clínica. La monitorización de la función gastrointestinal tiene como objetivos: detectar tempranamente

y tratar la disfunción gastrointestinal, al mismo tiempo que previene la broncoaspiración, disminuyendo la incidencia de neumonía asociada.

Un elevado volumen gástrico residual (GRV), tomado como el volumen total contenido del estómago,^{9,10} es considerado un parámetro clínico que, en general, indica una alteración de la motilidad gastrointestinal y, en particular, un vaciamiento gástrico enlentecido. La monitorización del GRV con interrupción de la nutrición enteral ante un elevado GVR, había tenido un gran predicamento hasta hace unos años en las Guías Clínicas de Nutrición Enteral en Cuidados Críticos; sin embargo, en un artículo de la Asociación Americana de Enfermería se encontró que más de 97% utilizan, de forma habitual, la medición del GRV. En este estudio, el límite más frecuente de GRV usado para interrumpir la nutrición enteral fue de 200 y 250 mL, mientras que 25% utilizó el umbral de 150 mL o menos y sólo 12.6% utilizó el límite de 500 mL.²

Existen diversos métodos para medir el volumen gástrico, como la absorción de paracetamol, dieta radiomarcada, tomografía de impedancia eléctrica, y aspiración de contenido gástrico; éstas con mayor dificultad en el periodo perioperatorio por ser invasivas y requerir mayor tiempo de trabajo.¹¹

La ecografía es de gran utilidad para la evaluación del volumen gástrico, por ser un estudio no invasivo, fácil de realizar, con buen grado de confiabilidad.

Gran parte de los pacientes en una unidad de cuidados intensivos (UCI) necesitan una adecuada nutrición, pudiendo ser por vía enteral o parenteral; la vía enteral es la más utilizada, derivado de que se han obtenido mejores resultados que los que reciben alimentación parenteral.¹²

Las ventajas de la medición del volumen gástrico residual (GRV) mediante ultrasonido son las siguientes: es una prueba de no invasiva y proporciona una evaluación de GRV en tiempo real sin interrumpir la alimentación. El GRV medido por ultrasonido tiene una buena confiabilidad entre observadores. Es una herramienta factible y confiable para evaluar el riesgo de aspiración.¹³

La medición ultrasonográfica en serie de GRV se puede utilizar en pacientes en estado crítico para predecir la intolerancia a la alimentación por sonda gástrica en pacientes médicos o quirúrgicos de la UCI que reciben alimentación por sonda enteral. El ultrasonido se puede utilizar para medir GRV para predecir la intolerancia alimentaria con sensibilidad de 92% y especificidad de 96% (tres horas) y con sensibilidad de 100% y especificidad de 99% (cuatro horas).^{14,15}

Los lineamientos recientes de 2016 de la Sociedad Americana de Nutrición Enteral y Parenteral (ASPEN) y las directrices de 2017 de la Sociedad Europea de Nutrición Enteral y Parenteral (ESPEN) recomiendan

que los médicos intensivistas diagnostiquen clínicamente la intolerancia alimentaria y no controlen el GRV aspirando el alimento. Sin embargo, otros expertos en el campo están parcialmente en desacuerdo con esto y opinan que el GRV no es un marcador de muerte.^{16,17}

El aumento del residuo gástrico es la complicación más frecuente de la nutrición enteral en los pacientes críticos que la reciben por vía gástrica. La intolerancia a la nutrición enteral es generada por múltiples causas.¹⁸ El vaciamiento gástrico se encuentra regulado por diferentes factores que pueden verse afectados en el entorno de la enfermedad grave. Por otro lado, la gastroparesia puede acompañarse de reflujo duodeno gástrico, sobre crecimiento bacteriano intraluminal y reflujo gastro-duodenal.^{19,20}

En 2009, McClave y colaboradores establecieron en volumen gástrico residual normal en 200 mL.⁷ La recomendación ha sido aplicada en la práctica clínica en los últimos tiempos, a pesar de contar con varias definiciones desde 50 a 500 mL; de esta forma, Montejo y asociados concluyeron que «un valor de volumen de residuo gástrico de 500 mL puede ser recomendado como límite en pacientes en terapia intensiva con asistencia respiratoria mecánica en tratamiento con nutrición enteral por sonda nasogástrica y recibiendo concomitante metoclopramida desde el inicio de la alimentación».²¹ Por otro lado, el volumen gástrico residual elevado ha sido el mayor obstáculo para iniciar una nutrición en los pacientes críticos, siendo muy cuestionada su monitorización y aplicación como determinante de intolerancia enteral; actualmente no se recomienda medirlo de manera rutinaria, sobre todo al contar con un grupo experto en la técnica de nutrición enteral y con protocolos estandarizados de nutrición artificial que incluyan pautas de seguridad como posición semifowler, higiene orofaríngea, terapia con procinéticos y nutrición yeyunal.²²⁻²⁴

El ultrasonido del abdomen utiliza ondas sonoras para producir fotografías de las estructuras dentro del abdomen superior. Toma su importancia al ser un auxiliar para diagnosticar y evaluar los órganos del cuerpo, siendo seguro, no invasivo, sin requerir radiación ionizante.^{2,12} En la medicina crítica, en la atención del paciente, el ultrasonido es de vital importancia en la colocación de accesos vasculares, bloqueos nerviosos, evaluación cardiovascular; su diversificación en su campo ha permitido su utilización en la medición del volumen gástrico, valores de gran importancia para la toma de decisiones en caso de intubación en pacientes críticos; actualmente existe un interés creciente en el uso de la ecografía a pie de cama para evaluar el contenido y el volumen gástrico. Se ha sugerido que el antro gástrico en particular puede evaluarse de forma fiable mediante ecografía.²⁵

La técnica ultrasonográfica se basa en la insonación en varias proyecciones del estómago, lo que ayuda a una mejor medición del área transversal del antro gástrico y, de esta manera, hacer diferentes mediciones que permitan la correcta estimación del volumen gástrico y las características de su contenido.^{26,27}

El ultrasonido es un método que permite evaluar de manera no invasiva el volumen y contenido gástrico y así poder minimizar los riesgos en procesos clínicos. En diversos estudios se ha determinado que el ultrasonido a pie de cama puede determinar la naturaleza del contenido gástrico (nulo, líquido claro, líquido espeso/sólido). Esta información cualitativa por sí sola puede ser útil para evaluar el riesgo de aspiración, particularmente en situaciones en las que el estado prandial es desconocido o incierto.²⁷

El ultrasonido ha mostrado alta sensibilidad y especificidad para detectar o descartar estómago lleno en escenarios clínicos en los que la presencia de contenido gástrico es incierta.²⁸

En un estudio realizado por Kruisselbrink R y colaboradores se analizaron datos de 80 sesiones en escenario clínico simulado con una probabilidad previa a la prueba del 50%, la ecografía gástrica tuvo una sensibilidad de 1.0 (intervalo de confianza de 95% [IC95%], 0.925-1.0), especificidad de 0.975 (IC95%, 0.95-1.0) 1.0), índice de probabilidad positivo de 40.0 (IC95%, 10.33-∞), un índice de probabilidad negativo de 0 (IC de 95%, 0-0.072), un valor predictivo positivo de 0.976 (IC95%, 0.878-1.0) y un valor predictivo negativo de 1.0 (IC95%, 0.92-1.0).²⁷

La práctica del análisis del GRV es frecuente en las unidades de cuidados intensivos; actualmente diversas entidades internacionales, como la ASPEN, hacen énfasis en la falta de un estándar para medir el GRV, así como su asociación con el pronóstico,²⁹ como aumento de la incidencia de neumonía por regurgitación y aspiración, además de haber dificultad en establecerse patrones a ser seguidos en relación con el volumen.

La ASPEN establece que el GRV que se encuentra entre 200 y 500 mL debe vigilarse estrechamente implementando medidas para disminuir el riesgo de broncoaspiración; sin embargo, esta entidad no recomienda la suspensión de la dieta en valores de GRV inferiores a 500 mL, a falta de otros signos indicativos de intolerancia.³⁰

La intolerancia a la alimentación enteral se refiere a la cantidad de volúmenes gástricos residuales, que captura sólo los problemas gastrointestinales (GI) superiores después del inicio de la alimentación por sonda enteral, mientras que las partes superior e inferior del tracto gastrointestinal pueden estar involucradas.³¹ La intolerancia gástrica evaluada por la medición de GRV es el síntoma gastrointestinal prevalente en pacientes de la UCI tratados con nutrición enteral.³²

En un estudio previo realizado en 2020 por Bouvet L, Zieleskiewicz L, Loubradou E, Alain A, Morel J y colaboradores que comparó la confiabilidad de la aspiración a través de una sonda nasogástrica con la ecografía para la evaluación del volumen gástrico residual, se incluyeron 61 pacientes ventilados mecánicamente y que recibieron alimentación enteral continua a través de una sonda nasogástrica durante más de 48 horas a los cuales se realizó un primer examen ecográfico cualitativo y cuantitativo del antro gástrico fue seguido de una succión gástrica, realizada por una persona que desconocía el resultado del examen ecográfico.¹⁷ Posteriormente se realizó un segundo examen ecográfico, seguido de una reinyección del contenido gástrico aspirado (≤ 250 mL) en el estómago. Inmediatamente se realizó una tercera evaluación ecográfica. Si el volumen aspirado era ≥ 250 mL, se infundían 250 mg de eritromicina durante 30 minutos. Se realizó una cuarta ecografía 90 minutos después de la tercera. Sesenta (98%) pacientes tuvieron un estómago lleno evaluado cualitativamente en el primer examen de ultrasonido versus 52 (85%) después de la succión gástrica ($p = 0.016$). El volumen gástrico calculado disminuyó significativamente después de la succión gástrica, sin una disminución significativa en el número de pacientes con volumen ≥ 250 mL.^{24,12} El área de la sección transversal antral disminuyó significativamente entre el tercer y el cuarto examen ecográfico ($p = 0.015$). La infusión de eritromicina no produjo diferencia significativa en el volumen gástrico, concluyendo que el ultrasonido gástrico es una herramienta factible y prometedora para la monitorización del volumen gástrico en la práctica clínica.^{31,33}

Por otra parte, Sharma V, Gudivada D, Gueret R, Bailitz J en 2017 publicaron un estudio de cohorte prospectivo de una muestra de conveniencia de pacientes críticamente enfermos con ventilación mecánica admitidos en una UCI con intolerancia a la dieta enteral en el que correlacionaron el área de sección transversal gástrica con el volumen aspirado de forma manual, encontrando que el diámetro cráneo-caudal del estómago medido, utilizando la aorta como punto de referencia, se correlacionó con el volumen aspirado e incrementó linealmente al aumentar el residuo gástrico ($R^2 = 0.78$, $p < 0.0001$). Un diámetro cráneo-caudal < 10 cm, utilizando la aorta como punto de referencia, predijo un volumen gástrico < 500 mL.¹⁵

En el estudio realizado por Perlas A y asociados se evaluó la viabilidad de utilizar la ecografía de cabecera para monitorizar el contenido y el volumen gástrico; se encontró que el área de la sección transversal antral correlacionó con volúmenes de hasta 300 mL de forma casi lineal, sobre todo cuando los sujetos estaban en la posición de decúbito lateral derecho, también la evaluación ecográfica del antro y el cuerpo gástrico proporciona información cualitativa sobre el contenido gástrico

(vacío o no vacío) y sus características (gas, líquido o sólido).²⁶

Taskin y colaboradores en 2020, realizaron un estudio observacional, prospectivo que incluyó a 56 pacientes críticamente enfermos alimentados por vía enteral con la finalidad de evaluar la relación entre las mediciones ecográficas del antro gástrico (CSA) y el volumen residual gástrico aspirado (GRV) encontrando correlación entre ambos, y la CSA aumentó linealmente al aumentar el GRV aspirado ($R^2 = 0.73$, $p < 0.0001$).¹⁴

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño. Por objetivo: analítico. Por la maniobra: observacional. Por la temporalidad: longitudinal. Por obtención de datos: prospectivo. Por los componentes del grupo: homodémico.

Ubicación espaciotemporal. El presente estudio se llevó a cabo en una unidad de cuidados intensivos (UCI) polivalente entre mayo a junio de 2024, posterior a su aprobación por el Comité de Ética e Investigación.

Definición de la población. Pacientes críticamente enfermos con nutrición enteral por sonda orogástrica o nasogástrica en la UCI (unidad de nueve camas).

Selección de la muestra. No probabilística, por conveniencia, de acuerdo con criterios de inclusión.

Criterios de inclusión: Pacientes mayores de 18 años que ingresan a UCI. Pacientes con nutrición enteral por sonda orogástrica o nasogástrica. Pacientes con integridad del tracto digestivo.

Criterios de exclusión: Pacientes con síndrome compartimental abdominal. Pacientes en ayuno. Pacientes con gastrostomía y yeyunostomía

Criterios de eliminación: pacientes en los que no fue posible recabar la información necesaria para el estudio.

Método de recolección de datos. Este estudio se realizó con la aprobación del Comité de Bioética, en Investigación y de Investigación. Una vez aprobado, se determinó de acuerdo con los criterios de inclusión a los pacientes candidatos a participar en el estudio. Se registraron además del volumen residual gástrico por ultrasonido e intolerancia enteral, la siguiente información de interés: edad, sexo, comorbilidades, balance hídrico, diagnósticos, causa de defunción, puntaje de SOFA, APACHE II, SAPS II, presión intraabdominal (PIA), índice de masa corporal (IMC), NUTRIC.

Análisis estadístico: se realizó en el programa SPSS v.25 con pruebas descriptivas e inferenciales. El análisis descriptivo consistió en frecuencias y porcentajes para variables cualitativas nominales u ordinales. Para las variables cuantitativas se utilizó media y desviación estándar si la distribución de los datos es paramétrica, o mediana y rango intercuartílico si la distribución es no paramétrica. Para la proporción global de concordancia entre el residuo y volumen gástrico medi-

do por ultrasonido se aplicó la prueba de correlación de Spearman o de Pearson de acuerdo a distribución de las variables.

RESULTADOS

Se analizó un total de 23 pacientes con 59 mediciones de residuo gástrico por ultrasonido, así como residuo gástrico medido por aspiración. Se realizaron pruebas paramétricas de normalidad con Kolmogorov-Smirnov con distribución normal de los 23 pacientes estudiados. El 52% de la población analizada fueron hombres. La edad media fue 48 años, el promedio de IMC fue 28.4 kg/m² (Tabla 1). La etiología de ingreso fue choque séptico de foco pulmonar (56.5%), seguido de enfermedad vascular cerebral (26.1%) (Tabla 2). Las principales comorbilidades fueron obesidad (34%), hipertensión arterial sistémica (34%) y diabetes tipo 2 (21.79%) (Tabla 3).

Los principales datos clínicos asociados a intolerancia enteral fueron diarrea en 26.08% de los participantes, seguidos de vomito y dolor abdominal en 4.34% de los participantes (Tabla 4).

Se realizaron un total de 59 mediciones, con lo que se estimó una media de 636 mL para el volumen gástrico en 24 horas utilizando ultrasonido, en contraste con una media de 634 mL para el volumen gástrico obtenido por aspiración manual, sin identificar alteraciones en presión intraabdominal aun en los pacientes con mayor residuo, encontrando una media de 7.76 mmHg (Tabla 5).

Mediante la r de Pearson se determinó que existe una correlación directamente proporcional con un coeficiente de correlación de 0.97, lo que traduce correlación alta estadísticamente significativa con $p < 0.01$.

Tabla 1: Características basales de los pacientes (N = 23).

	Mínimo-Máximo	Media ± DE
Edad (años)	23-82	48.65 ± 18.46
Peso (kg)	52-148	79.79 ± 22.47
Talla (m)	1.45-1.84	1.62 ± 0.11
Índice de masa corporal (kg/m ²)	19.43-52.40	28.44 ± 6.88
Presión arterial (mmHg)	86-160	120 ± 15.00
Frecuencia cardiaca (lpm)	66-126	87 ± 16.00
Frecuencia respiratoria (rpm)	12-30	20 ± 4.00
SO ₂	90-98	94 ± 2.00
FiO ₂ (%)	25-98	38 ± 16.00
Temperatura (°C)	35-37.2	37.39 ± 0.41
Presión intraabdominal (mmHg)	4.60-11.8	7.76 ± 1.33
APACHE	10-34	20 ± 7.00
SOFA	6-14	10 ± 2.00
SAPS II	18-56	31 ± 11.00
NUTRIC score	3-6	4 ± 1.00

APACHE = *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation* (Evaluación de Fisiología Aguda y Salud Crónica). DE = desviación estándar. FiO₂ = fracción inspirada de oxígeno. NUTRIC = *Nutrition Risk in the Critically Ill* (Riesgo Nutricional en Pacientes Críticamente Enfermos). SAPS = *Simplified Acute Physiologic Score* (Puntuación fisiológica aguda simplificada). SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment* (Evaluación Secuencial de Insuficiencia Orgánica).

Tabla 2: Diagnósticos.

	n (%)
Choque séptico pulmonar	13 (56.5)
Enfermedad vascular cerebral	6 (26.1)
Choque séptico abdominal postoperado nefrectomía	3 (13.0)
Polirradiculoneuropatía síndrome de Guillain Barré	1 (4.3)

Tabla 3: Comorbilidades.

	n (%)
Obesidad	
Sí	8 (34.78)
No	15 (65.21)
Diabetes tipo 2	
Sí	5 (21.79)
No	18 (78.26)
Hipertensión arterial	
Sí	8 (34.78)
No	15 (65.21)
Asma	
Sí	1 (4.34)
No	22 (95.65)
Enfermedad renal crónica	
Sí	2 (8.6)
No	20 (86.95)
Otra	
Sí	3 (13.04)
No	19 (82.60)

Se construyó un modelo de regresión lineal usando solamente variables que se relacionan de forma significativa. Al modelo se le comprobaron los supuestos de homocedasticidad, independencia de errores y normalidad para verificar que los datos cumplieron mínimos para ser utilizados en las predicciones.

La varianza medición 1 se explica con un 93% (R^2 ajustado = 0.934, $p < 0.000$) (Figura 1), la varianza de medición 2 se explica con un 68% ($R^2 = 0.684$, $p = 0.010$) (Figura 2).

El gráfico de diferencias entre método de medición manual 1 y el método por ultrasonido 1, la media de las dos mediciones 2.1739, el sesgo 34.4805 unidades representado por la brecha X y la línea paralela al eje -59.8035 se muestra en la Figura 3.

El gráfico de diferencias entre método de medición manual 2 y el método por ultrasonido 2, la media de las dos mediciones 6.5217, el sesgo 19.6211 unidades representado por la brecha X y la línea paralela al eje -11.8858 se muestra en la Figura 4.

Lo que nos aclararía que por regresión lineal (relación entre dos variables cuantitativas) y con una R ajustada mayor a 90% se da una relación fuerte. Y como segunda prueba, los gráficos de Bland Altman (Figura 5) para dos métodos cuantitativos, es decir, la medición por ultrasonido del residuo gástrico comparado con la medición manual tiene una relación fuerte

de 93% un método del otro, siendo equivalente la maniobra ultrasonido como medición.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de nuestro estudio indican que la medición de residuo gástrico por ultrasonido es equiparable a la medición por aspiración manual con una correlación alta de 0.97 y $p < 0.01$, lo que concuerda con el estudio piloto de Sharma V¹⁵ que incluyó a 19 pacientes ingresados en la UCI del Hospital John H y que encontró una correlación entre los dos métodos de medición de 0.92 con $p < 0.0001$; los sujetos incluidos en su estudio tenían IMC promedio de 26 kg/m², comparable con los pacientes de nuestro estudio en donde la media de IMC fue 28 kg/m². En el estudio realizado por El Khoury D,³³ también se encontró como principal comorbilidad la obesidad en 34.78% de los casos; la media de puntuación de SAPS II fue menor en nuestro estudio, 31 puntos, en contraste con una media de 40 puntos en el estudio de El Khoury D. En ambos estudios, la principal etiología de ingreso a UCI fue infección respiratoria.

El síntoma más frecuente identificado fue diarrea en 26.08% de los participantes, lo que concuerda con reportado en la literatura, siendo el único síntoma aso-

Tabla 4: Frecuencia de signos y síntomas.

	n (%)
Vómito	
Sí	1 (4.34)
No	22 (95.65)
Diarrea	
Sí	6 (26.08)
No	17 (73.91)
Dolor abdominal	
Sí	1 (4.34)
No	22 (95.65)

Tabla 5: Volumen gástrico residual medido por ultrasonido y residuo medido por aspiración gástrica en pacientes con intolerancia enteral (N = 59).

	n	Media ± DE	IC95%
Volumen gástrico por USG*			
1	23	288 ± 13.08	260-317
2	23	248 ± 13.11	219-277
3	13	193 ± 19.47	151-235
24 horas	59	636 ± 168.70	563-638
Residuo medido por aspiración gástrica*			
1	23	294 ± 13.97	263-324
2	23	252 ± 19.57	210-295
3	13	186 ± 20.00	143-230
24 horas	59	634 ± 176.93	557-710

DE = desviación estándar. IC95% = intervalo de confianza de 95%.

USG = ultrasonido.

* $p < 0.0001$.

ciado a malabsorción;¹⁹ sin embargo, la prevalencia de los síntomas es muy variable asociada a la falta de una definición estandarizada de intolerancia a la nutrición enteral. Se documentó por ultrasonido un volumen gástrico promedio de 636 mL en 24 horas y un promedio de volumen obtenido mediante aspiración manual de 634 mL en 24 horas, asociado a uno o más síntomas gastrointestinales que, de acuerdo a lo reportado en la literatura, cumple la definición de intolerancia a la nutrición enteral.¹⁹ Por lo tanto, se instauró tratamiento procinético a la totalidad de los pacientes, con posterior colocación de sonda nasoyeyunal a 13 pacientes,

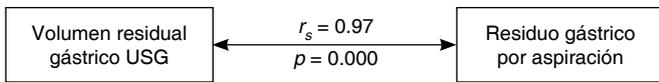


Figura 1: Correlación de Pearson de volumen residual gástrico por ultrasonido versus residuo gástrico por aspiración. USG = ultrasonido.

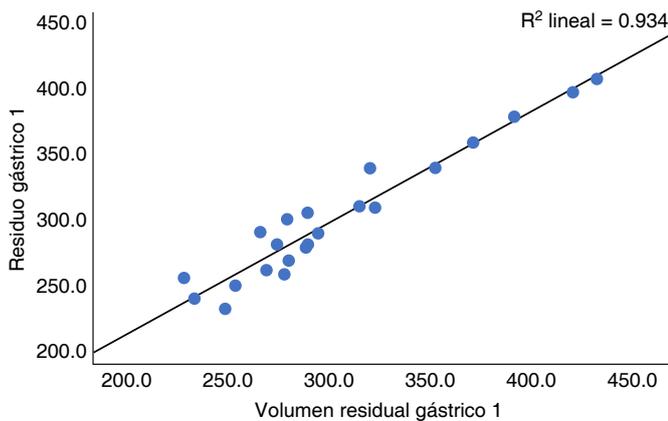


Figura 2: Regresión lineal, $R^2 = 0.934$.

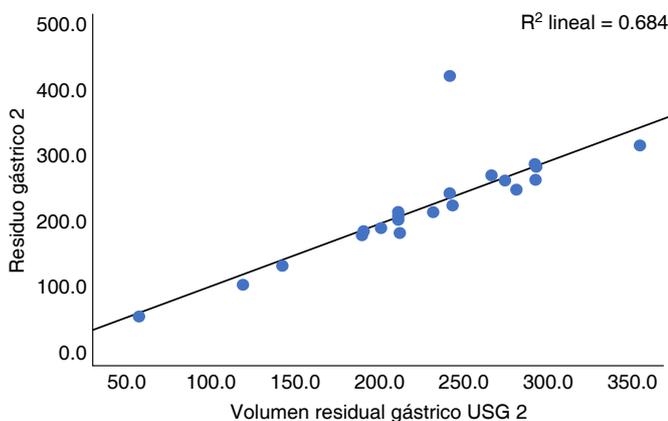


Figura 3: Regresión lineal, $R^2 = 0.684$. USG = ultrasonido.

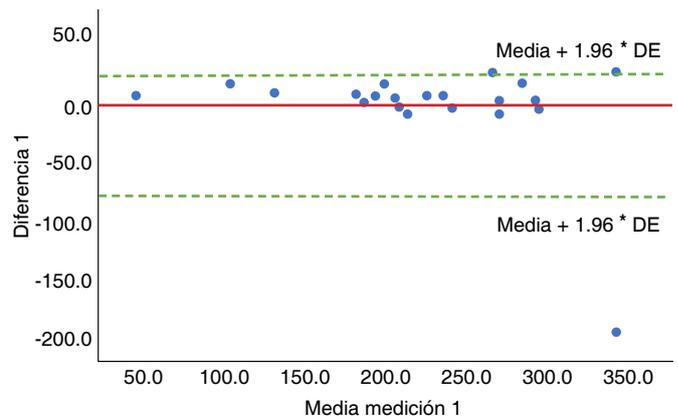


Figura 4: Bland Altman Plot diferencia 1.

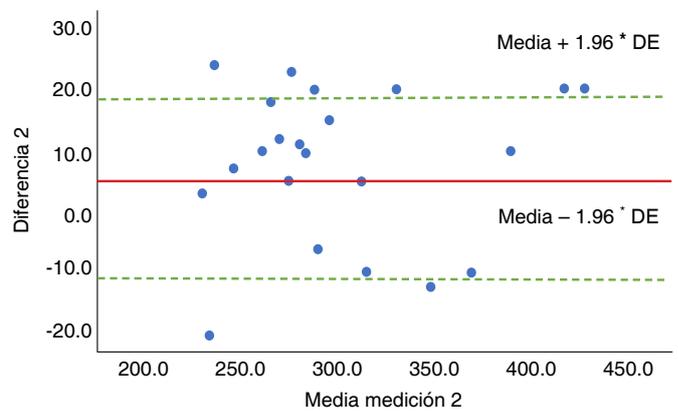


Figura 5: Bland Altman Plot medición 2.

lo que generó limitaciones para realizar el total de las mediciones previstas.

Al igual que en otros estudios, se ha corroborado la utilidad del uso del ultrasonido en áreas críticas, lo que podría simplificar la detección de intolerancia enteral en estos pacientes, ya que de acuerdo a las normas actuales se recomienda establecer métodos de monitoreo que permitan detectar de forma temprana esta situación para brindar un tratamiento oportuno; sin embargo, aunque el aspirado manual continúa siendo el método de monitorización más utilizado, no se recomienda su empleo rutinario, pues genera mayor riesgo de traumatismo nasal, obstrucción del tubo endotraqueal al manipular la sonda, por lo que su utilidad se ha establecido en casos específicos como en el entorno posoperatorio, pacientes que reciben alimentación en bolo (200 a 400 mL durante 15 minutos) y en pacientes en quienes existe riesgo elevado de broncoaspiración. Por otro lado, continúa siendo un parámetro útil para evaluar hipomotilidad gástrica, sobre todo en entornos de bajos recursos.²⁷

Este estudio permite valorar una vez más las utilidades del uso de ultrasonido en áreas críticas; sin em-

bargo, las limitaciones de nuestro estudio fueron una muestra pequeña, en un centro único por lo que es necesario ampliar la muestra de estudio y analizar otras variables que pueden repercutir en los resultados.

CONCLUSIONES

La medición del volumen residual gástrico mediante ecografía es un método confiable para detectar precozmente la intolerancia enteral, con una alta correlación y significancia estadística. Esto representa beneficios para el paciente crítico, ya que la ecografía en el punto de atención presenta una estrategia de vanguardia, no invasiva, que puede realizarse al pie de la cama del paciente, no requiere interrupción de la nutrición enteral, permitiéndonos una identificación precoz de la retención gástrica, intentando prevenir y eliminar factores desencadenantes, así como instaurar medidas preventivas.

REFERENCIAS

- Grau CT, Vila GB, Sánchez AS. Recommendations for specialized nutritional-metabolic treatment of the critical patient: Acute lung disease. Metabolism and Nutrition Working Group of the Spanish Society of Intensive and Critical Care Medicine and Coronary Units (SEMICYUC). *Med Intensiva (Engl Ed)*. 2020;44:52-54.
- Ankalagi B, Singh PM, Rewari V, Ramachandran R, Aggarwal R, Soni KD, et al. Serial ultrasonographic-measurement of gastric residual volume in critically ill patients for prediction of gastric tube feed intolerance. *Indian J Crit Care Med*. 2022;26(9):987-992.
- Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*. 2019;38(1):48-79.
- Hill A, Elke G, Weimann A. Nutrition in the intensive care unit-a narrative review. *Nutrients*. 2021;13(8):2851.
- Compher C, Bingham AL, McCall M, Patel J, Rice TW, Braunschweig C, et al. Guidelines for the provision of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2022;46(1):12-41.
- Aguelo OMA, Giraldo GNA. Soporte nutricional en el paciente crítico: una puesta al día. *Perspectivas En Nutrición Humana*. 2008;10(2):191-211.
- McClave SA, Martindale RG, Vanek VW, McCarthy M, Roberts P, Taylor B, et al. Guidelines for the provision and assessment of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: Society of critical care medicine (SCCM) and American society for parenteral and enteral nutrition (A.S.P.E.N.). *JPEN J Parenter Enteral Nutrition*. 2009;33:277-316.
- Reintam Blaser A, Deane AM, Preiser JC, Arabi YM, Jakob SM. Enteral feeding intolerance: updates in definitions and pathophysiology. *Nutr Clin Pract*. 2021;36(1):40-49.
- Montejo JC, Miñambres E, Bordejé L, Mesejo A, Acosta J, Heras A, et al. Gastric residual volume during enteral nutrition in ICU patients: the REGANE study. *Intensive Care Med*. 2010;36(8):1386-1393.
- Pratyusha K, Jindal A. Serial Ultrasonographic-measurement of gastric residual volume in critically ill patients for prediction of gastric tube feed intolerance: views. *Indian J Crit Care Med*. 2023;27(1):79.
- Vernieuwe L, Wallyn A, Van Dyck L, Van de Putte P. Gastric ultrasound for feeding intolerance in the ICU: close but not quite right. *BMC Gastroenterol*. 2022;22(1):33.
- Kruisselbrink R, Gharapetian A, Chaparro LE, Ami N, Richler D, Chan VWS, et al. Diagnostic accuracy of point-of-care gastric ultrasound. *Anesth Analg*. 2019;128(1):89-94.
- Asokan R, Bhardwaj BB, Agrawal N, Chauhan U, Pillai A, Shankar T, et al. Point of care gastric ultrasound to predict aspiration in patients undergoing urgent endotracheal intubation in the emergency medicine department. *BMC Emerg Med*. 2023;23(1):111.
- Taskin G, Inal V, Yamanel L. Does ultrasonographic assessment of gastric antrum correlate with gastric residual volume in critically ill patients? A prospective observational study. *J Clin Monit Comput*. 2021;35(4):923-929.
- Sharma V, Gudivada D, Gueret R, Bailitz J. Ultrasound-assessed gastric antral area correlates with aspirated tube feed volume in enterally fed critically ill patients. *Nutr Clin Pract*. 2017;32(2):206-211.
- Emami Zeydi A, Sharafkhani M, Armat MR. Gastric residual volume: rethinking the threshold. *Crit Care Nurs Q*. 2016;39(4):387-388.
- Bouvet L, Zieleskiewicz L, Loubradou E, Alain A, Morel J, Argaud L, et al. Reliability of gastric suctioning compared with ultrasound assessment of residual gastric volume: a prospective multicentre cohort study. *Anaesthesia*. 2020;75(3):323-330.
- McClave SA, Gualdoni J, Nagengast A, Marsano LS, Bandy K, Martindale RG. Gastrointestinal dysfunction and feeding intolerance in critical illness: do we need an objective scoring system? *Curr Gastroenterol Rep*. 2020;22(1):1.
- Li J, Wang L, Zhang H, Zou T, Kang Y, He W, et al. Different definitions of feeding intolerance and their associations with outcomes of critically ill adults receiving enteral nutrition: a systematic review and meta-analysis. *J Intensive Care*. 2023;11(1):29.
- Zoeller S, Bechtold ML, Burns B, Cattell T, Grenda B, Haffke L, et al. Dispelling myths and unfounded practices about enteral nutrition. *Nutr Clin Pract*. 2020;35(2):196-204.
- Williams TA, Leslie GD. Should gastric aspirate be discarded or retained when gastric residual volume is removed from gastric tubes? *Aust Crit Care*. 2010;23(4):215-217.
- Martin NM, Dehom SO, Cuccia AF, Boston-Leary K, Taylor EUL. Original research: exploring black nurses' perceptions of workplace safety and personal health. *AJN, American Journal of Nursing*. 2024;124(11):20-28. Available in: <http://journals.lww.com/ajnonline>
- Smith M, Smith M, Robinson KN. Using nurse-driven protocols to eliminate routine gastric residual volume measurements: a retrospective study. *Crit Care Nurse*. 2022;42(4):e1-10.
- Ma Y, Cheng J, Liu L, Chen K, Fang Y, Wang G, et al. Intermittent versus continuous enteral nutrition on feeding intolerance in critically ill adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Nurs Stud*. 2021;113:103783.
- Cubillos J, Tse C, Chan VWS, Perlas A. Bedside ultrasound assessment of gastric content: an observational study. *Can J Anesth*. 2012;59(4):416-423.
- Perlas A, Chan VW, Lupu CM, Mitsakakis N, Hanbidge A. Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Anesthesiology*. 2009;111(1):82-89. Available in: <http://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-pdf/111/1/82/657277/0000542-200907000-00019.pdf>
- El-Boghdady K, Kruisselbrink R, Chan VW, Perlas A. Images in anesthesiology: gastric ultrasound. *Anesthesiology*. 2016;125(3):595.
- Muresan C, Surdea Blaga T, Muresan L, Dumitrascu DL. Abdominal ultrasound for the evaluation of gastric emptying revisited. *J Gastrointest Liver Dis*. 2015;24(3):329-338.
- Wang Z, Ding W, Fang Q, Zhang L, Liu X, Tang Z. Effects of not monitoring gastric residual volume in intensive care patients: a meta-analysis. *Int J Nurs Stud*. 2019;91:86-93.
- Reintam Blaser A, Starkopf J, Alhazzani W, Berger MM, Casaer MP, Deane AM, et al. Early enteral nutrition in critically ill patients: ESICM clinical practice guidelines. *Intensive Care Med*. 2017;43(3):380-398.
- Kothekar AT, Joshi AV. Gastric Ultrasound: POCUSing an intolerant GUT! *Indian J Crit Care Med*. 2022;26(9):981-982.
- Deane A, Chapman MJ, Fraser RJ, Bryant LK, Burgstad C, Nguyen NQ. Mechanisms underlying feed intolerance in the

critically ill: implications for treatment. *World J Gastroenterol.* 2007;13(29):3909-3917. Available in: www.wjgnet.com

33. El Khoury D, Pardo E, Cambriel A, Bonnet F, Pham T, Cholley B, Quesnel C, Verdonk F. Gastric cross-sectional area to predict gastric intolerance in critically ill patients: the sono-ICU prospective observational bicenter study. *Crit Care Explor.* 2023;5(3):e0882.

Conflicto de intereses: ninguno.

Correspondencia:

Evelin Hernández-Domínguez

E-mail: evelinhd1729@hotmail.com



Medicina de precisión; *strain* de aurícula izquierda predictor de disfunción diastólica en choque séptico refractario, en busca del asesino silencioso

Precision medicine; left atrial strain predictor of diastolic dysfunction in refractory septic shock, in search of the silent killer

Medicina de precisão; strain atrial esquerda preditor de disfunção diastólica em

choque septico refratário, em busca do assassino silencioso

Jorge López Fermín,* Jesús Mauricio Olguin Hernández,* Carlos Ignacio Alfaro López,* Jorge Samuel Cortes Román,* José Carlos Gasca Aldama†

RESUMEN

Introducción: la sepsis y el choque séptico siguen siendo una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en la Unidad de Cuidados Intensivos. La disfunción miocárdica relacionada con sepsis y choque séptico se expresa como disfunción sistólica o diastólica del ventrículo izquierdo y/o derecho, aislada o combinada, asociada con un desenlace ineludible a corto y largo plazo, comparados con los pacientes con función cardíaca preservada; durante su abordaje nos enfrentaremos a una compleja y difícil toma de decisiones, es aquí donde la ecocardiografía transtorácica toma relevancia como herramienta diagnóstica. El *strain* de la aurícula izquierda (SAI) permite la detección temprana de la disfunción del ventrículo izquierdo (VI) antes de la disminución de la FEVI, evaluando la función auricular durante todo el ciclo cardíaco, a través de la medición de las funciones de reservorio, de conducción y de bomba. El *strain* de la aurícula izquierda en fase de reservorio (SAIr) nos podría ofrecer un reconocimiento temprano de implicaciones clínicas que permitan facilitar la estratificación del riesgo y el pronóstico de eventos adversos.

Objetivo: analizar si el *strain* de aurícula izquierda en su fase de reservorio podría ser un predictor temprano de disfunción diastólica en choque séptico refractario en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Regional B de Alta Especialidad del ISSSTE Veracruz.

Material y métodos: estudio observacional, descriptivo, retrospectivo, unidireccional, unicéntrico, homodémico. Se realizó en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Regional B de Alta Especialidad del ISSSTE Veracruz, entre mayo de 2023 y julio de 2024. En una muestra finita, no probabilística por conveniencia con un registro de 35 pacientes.

Resultados: en una población de 35 pacientes mediante un modelo de regresión logística binaria se evaluó que el SAIr < 19% está asociado como factor de riesgo de muerte con un OR 1.62 (IC95% 1.215-2.113), lo que genera una puntuación estimada del 68%, siendo una relación fuerte de variabilidad en ocurrencia de complicaciones por medio del coeficiente de determinación R² de Nagelkerke y representando con un p-valor de 0.001, se determinó la tasa de supervivencia mediante curva de Kaplan-Meier en donde podemos ver que la tasa de supervivencia es mayor en los pacientes con un SAIr > 20% en comparación con los que presentan un SAIr < 19%. En cuanto al análisis de probabilidad de mortalidad del SAIr, resultó no ser inferior con PSAP y con el balance hídrico, sin embargo, con PVC no muestra significancia estadística en el desenlace por mortalidad, presentando una p-valor de 0.69.

Conclusiones: el SAIr podría ser factible para predecir el pronóstico de eventos adversos asociados a morbimortalidad, por lo tanto, justifican su implementación paulatina en la práctica clínica habitual con lo que adquiere importancia como parte de la evaluación en pacientes con choque séptico refractario, no obstante, es importante considerar que deben realizarse más estudios y así establecer una nueva línea de investigación.

Palabras clave: *strain*, choque séptico, disfunción diastólica, sepsis, SAI.

ABSTRACT

Introduction: sepsis and septic shock remain one of the main causes of mortality and morbidity in the Intensive Care Unit. Myocardial dysfunction related to sepsis and septic shock is expressed as systolic or diastolic dysfunction of the left and/or right ventricle, isolated or combined, associated with an unavoidable short- and long-term outcome, compared to patients with preserved cardiac function; during its approach we will face a complex and difficult decision-making process, this is where transthoracic echocardiography becomes relevant as a diagnostic tool. Left atrial strain (LAS) allows early detection of left ventricular (LV) dysfunction before LVEF decline, assessing atrial function throughout the cardiac cycle by measuring reservoir, conduction, and pump functions. Reservoir phase left atrial strain (RSLs) could provide early recognition of clinical implications that facilitate risk stratification and prognosis of adverse events.

Objective: to analyze whether reservoir phase left atrial strain could be an early predictor of diastolic dysfunction in refractory septic shock in the Intensive Care Unit of the ISSSTE Veracruz High Specialty Regional Hospital B.

Material and methods: observational, descriptive, retrospective, unidirectional, single-center, homodemic study. It was carried out in the Intensive Care Unit of the ISSSTE Veracruz High Specialty Regional Hospital B, between May 2023 and July 2024. In a finite, non-probabilistic convenience sample with a record of 35 patients.

Results: in a population of 35 patients, a binary logistic regression model was used to evaluate that RSLs < 19% is associated as a risk factor for death with an OR 1.62 (95% CI 1.215-2.113), which generates an estimated score of 68%, being a strong relationship of variability in the occurrence of complications through the Nagelkerke R² coefficient of determination and representing with a p-value of 0.001, the survival rate was determined using the Kaplan-Meier curve where we can see that the survival rate is higher in patients with a RSLs > 20% compared to those with a RSLs < 19%. Regarding the RSLs mortality probability analysis, it turned out to be non-inferior to PSAP and fluid balance, however, with PVC it does not show statistical significance in the mortality outcome, presenting a p-value of 0.69.

Conclusions: RSLs could be feasible to predict the prognosis of adverse events associated with morbidity and mortality, therefore, justifying its gradual implementation in routine clinical practice, which makes it important as part of the evaluation in patients with refractory septic shock. However, it is important to consider that more studies should be carried out and thus establish a new line of research.

Keywords: *strain*, septic shock, diastolic dysfunction, sepsis, LAS.

RESUMO

Introdução: sepsis e choque séptico continuam sendo uma das principais causas de mortalidade e morbidade na Unidade de Terapia Intensiva. A disfunção miocárdica relacionada à sepsis e ao choque séptico se expressa como disfunção sistólica ou diastólica do ventrículo esquerdo e/ou direito, isolada ou combinada, associada a um desfecho inevitável a curto e longo prazo, em comparação com pacientes com função cardíaca preservada; Durante a abordagem enfrentaremos um processo complexo e difícil de tomada de decisão, sendo aí que a ecocardiografia transtorácica se torna relevante como ferramenta diagnóstica. A deformação atrial esquerda (LAS) permite a detecção precoce da disfunção ventricular esquerda (VE) antes do declínio da FEVE, avaliando a função atrial ao longo do ciclo cardíaco medindo as funções de reservatório, condução e bomba. A deformação atrial esquerda (LASr) na fase de reservatório pode nos oferecer o reconhecimento precoce de implicações clínicas que facilitam a estratificação de risco e o prognóstico de eventos adversos.

Objetivo: analisar se a deformação atrial esquerda em sua fase de reservatório pode ser um preditor precoce de disfunção diastólica no choque séptico

* Hospital Regional B de Alta Especialidad, ISSSTE Veracruz. Veracruz, Veracruz, México.

† Hospital Juárez de México. Ciudad de México, México.

Recibido: 20/09/2024. Aceptado: 19/12/2024.

Citar como: López FJ, Olguin HJM, Alfaro LCI, Cortes RJS, Gasca AJC. Medicina de precisión; *strain* de aurícula izquierda predictor de disfunción diastólica en choque séptico refractario, en busca del asesino silencioso. Med Crit. 2024;38(6):453-464. <https://dx.doi.org/10.35366/119232>

refratario na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Regional de Alta Especialidade B do ISSSTE Veracruz.

Material e métodos: estudo observacional, descritivo, retrospectivo, unidirecional, unicêntrico, homodêmico. Foi realizado na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital Regional de Alta Especialidade B do ISSSTE Veracruz, entre maio de 2023 e julho de 2024. Em uma amostra finita, não probabilística, de conveniência, com registro de 35 pacientes.

Resultados: em uma população de 35 pacientes, foi utilizado um modelo de regressão logística binária para avaliar que SAIr < 19% está associado como fator de risco para óbito com um OR 1,62 (IC 95% 1,215-2,113), o que gera um escore estimado de 68%, sendo uma forte relação de variabilidade na ocorrência de complicações através do coeficiente de determinação R^2 de Nagelkerke e representando um p-valor de 0,001, a taxa de sobrevivida foi determinada utilizando a curva de Kaplan-Meier onde podemos observar que a taxa de sobrevivida é maior em pacientes com SAIr > 20% em comparação àqueles com SAIr < 19%. Em relação à análise da probabilidade de mortalidade do SAIr, esta se mostrou não inferior com o PSAP e com o balanço hídrico, porém, com o PVC não apresenta significância estatística no desfecho mortalidade, apresentando um p-valor de 0,69.

Conclusões: o SAIr pode ser viável para prever o prognóstico de eventos adversos associados à morbidade e mortalidade, justificando, portanto, sua implementação gradual na prática clínica de rotina, o que o torna importante como parte da avaliação em pacientes com choque séptico refratário. No entanto, é importante considerar que mais estudos devem ser realizados e, assim, estabelecer uma nova linha de pesquisa.

Palavras-chave: strain, choque séptico, disfunção diastólica, sepsis, LAS.

Abreviaturas:

VI = ventrículo izquierdo

FEVI = fracción de eyección del ventrículo izquierdo

AI = aurícula izquierda

ETT = ecocardiograma transtorácico

STE = speckle tracking

SAI = strain de la aurícula izquierda

SAIr = strain de la aurícula izquierda en fase de reservorio

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos

PSAP = presión sistólica de la arteria pulmonar

PVC = presión venosa central

INTRODUCCIÓN

La sepsis es un síndrome que se caracteriza por alteraciones fisiológicas, patológicas y bioquímicas. De acuerdo con el último consenso, se define como una disfunción orgánica potencialmente fatal, causada por una respuesta desregulada del cuerpo a una infección, capaz de poner en peligro la vida. En cuanto a su diagnóstico, es imperativo la presencia de una infección documentada o sospechada y disfunción orgánica aguda o exacerbación de insuficiencia orgánica crónica.¹ La forma más grave de la sepsis es, sin lugar a dudas, el choque séptico, definido como un estado de insuficiencia circulatoria aguda presente en un subconjunto de pacientes con sepsis, en donde las anormalidades subyacentes del metabolismo celular y las manifestaciones circulatorias son lo suficientemente graves como para incrementar la mortalidad, siendo imprescindible la presencia de sepsis, lactato sérico > 2 mmol/L, así como hipotensión persistente que requiere del tratamiento con vasopresores para mantener la presión arterial media (PAM) de 65 mmHg o más, a pesar de conferir una adecuada reanimación con líquidos.²

Recordemos que la sepsis es considerada como la patología más frecuente de ingreso a la Unidad de Cui-

dados Intensivos (UCI). Condiciona aproximadamente 2% del total de ingresos hospitalarios, mientras que el choque séptico representa 10% de los ingresos a la UCI. Afecta a más de 30 millones de personas cada año, estimándose una incidencia de 437 casos por cada 100,000 personas al año.³ El choque séptico es considerado el tipo de choque más frecuente, con tasa de mortalidad de aproximadamente 15 a 56% entre 30 y 90 días.^{4,5} La mortalidad combinada se reporta en 37.3% (IC95% 28.6-46.0%, $p < 0.001$), en países orientales se presenta en aproximadamente el 10-44%.⁶

En cuanto a la disfunción miocárdica asociada a sepsis, es una de las alteraciones orgánicas más complejas de caracterizar, en parte debido a su presentación, evolución y heterogeneidad; cuando coexiste disfunción diastólica se presenta incapacidad del llenado ventricular que condiciona disminución del volumen sistólico secundario a relajación ventricular alterada, fuerza de retracción disminuida, rigidez de la cámara cardíaca, lo que determina mayor riesgo de mortalidad en comparación con los pacientes con función cardíaca preservada, por lo que podríamos considerarla como el asesino silencioso; sin embargo, es preciso mencionar que no todos los pacientes con disfunción diastólica presentan cardiopatía estructural.^{7,8}

Existen varios métodos, tanto invasivos como no invasivos, para la medición del incremento de las presiones de llenado del ventrículo izquierdo (VI). Se ha realizado mediante análisis ecocardiográficos volumétricos y Doppler, incluidas la medición de la velocidad del flujo Transmitral, la medición de la velocidad mediante Doppler tisular, la determinación de las velocidades del Doppler de onda continua, el tamaño y volumen de la aurícula izquierda. Estas medidas tienen el potencial de pronosticar resultados adversos en múltiples patologías cardiovasculares, aunque este enfoque multiparamétrico no es confiable en el caso de datos faltantes o contrastantes.^{9,10}

La fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) es una medición ecocardiográfica común, la cual se encarga de evaluar la función sistólica global del ventrículo izquierdo; sin embargo, en el periodo temprano de la disfunción cardíaca inducida por sepsis, la FEVI a menudo no es susceptible a la ligera lesión del movimiento del miocardio, por lo tanto, no es un índice ideal para detectar cambios tempranos y sutiles en la función miocárdica.^{11,12}

La aurícula izquierda (AI) es una estructura compleja y dinámica que influye significativamente en el rendimiento cardiovascular al coordinarse activamente con el ventrículo izquierdo (VI) durante el ciclo cardíaco. Ésta asume diferentes funciones, como reservorio durante la sístole ventricular, como conducto durante la diástole ventricular temprana y como bomba que aumenta el llenado ventricular durante la diástole ventricular tardía.¹³

La deformación (*strain*) se describió por primera vez en 2004 como un método no Doppler independiente del ángulo, para evaluar el rendimiento del miocardio y así permitir la medición de los diferentes componentes de la deformación miocárdica, proporcionando información que no está disponible con ninguno de los parámetros ecocardiográficos utilizados actualmente.¹⁴ El ecocardiograma transtorácico (ETT) es la piedra angular para la valoración tanto morfológica como funcional de la aurícula izquierda; permite el reconocimiento temprano de la lesión cardíaca con un impacto en el manejo clínico, reduciendo la disfunción orgánica y la mortalidad.¹⁵

La cuantificación del tamaño y la función de las cámaras cardíacas es esencial en la ecocardiografía. La función de las cámaras se mide mediante la deformación (tensión) del miocardio, lo que favorece a un valioso conocimiento de diagnóstico y pronóstico, siendo ésta más confiable que las mediciones tradicionales, como la fracción de eyección.¹⁶ Hoy en día no existe una medida ecocardiográfica perfecta para evaluar la disfunción diastólica, por lo que se ha sugerido realizar la evaluación de la función de la aurícula izquierda a través de ecocardiografía transtorácica (ETT) y *speckle tracking* (STE) mediante la determinación del *strain* de la aurícula izquierda (SAI)¹⁷ para la caracterización y cuantificación de la deformación de la pared auricular durante el ciclo cardíaco la cual refleja su contribución al rendimiento cardiovascular, basándose en la generación de «*speckles*» (ecos ultrasónicos) que representan distintas extensiones del miocardio; este se obtiene de la captura y rastreo de puntos cuadro por cuadro a lo largo del ciclo cardíaco, mediante ecocardiografía bidimensional y tridimensional, generando vectores de movimiento y curvas de deformación (*strain* y *strain rate*) evalúa la deformación miocárdica en varias fases del ciclo, describiéndose una reproducibilidad de 90%, gracias al avance en los softwares de análisis y a la estandarización en la obtención de imágenes para su medición. Los valores de *strain* de la aurícula comienzan a cambiar inclusive antes de que el volumen de la aurícula izquierda comience a incrementar.¹⁸

El *strain* se calcula analizando a la tensión como propiedad física, se obtiene como resultado de una fuerza aplicada de forma intrínseca al corazón, basándose principalmente en la contracción del miocardio en asociación a cada latido cardíaco. Para lograr comprender el origen del *strain*, definiremos el concepto de tensión lagrangiana como la diferencia que existe entre la longitud del miocardio al inicio (L0, generalmente al final de la diástole) y la longitud del miocardio al final de un intervalo de tiempo (L, generalmente al final de la sístole) dividido por L0:

$$\text{Langrange} = (L-L_0) / L_0$$

Básicamente, la deformación se define como la diferencia entre la longitud final de cada segmento graficada con su longitud en reposo al final de la diástole.^{19,20}

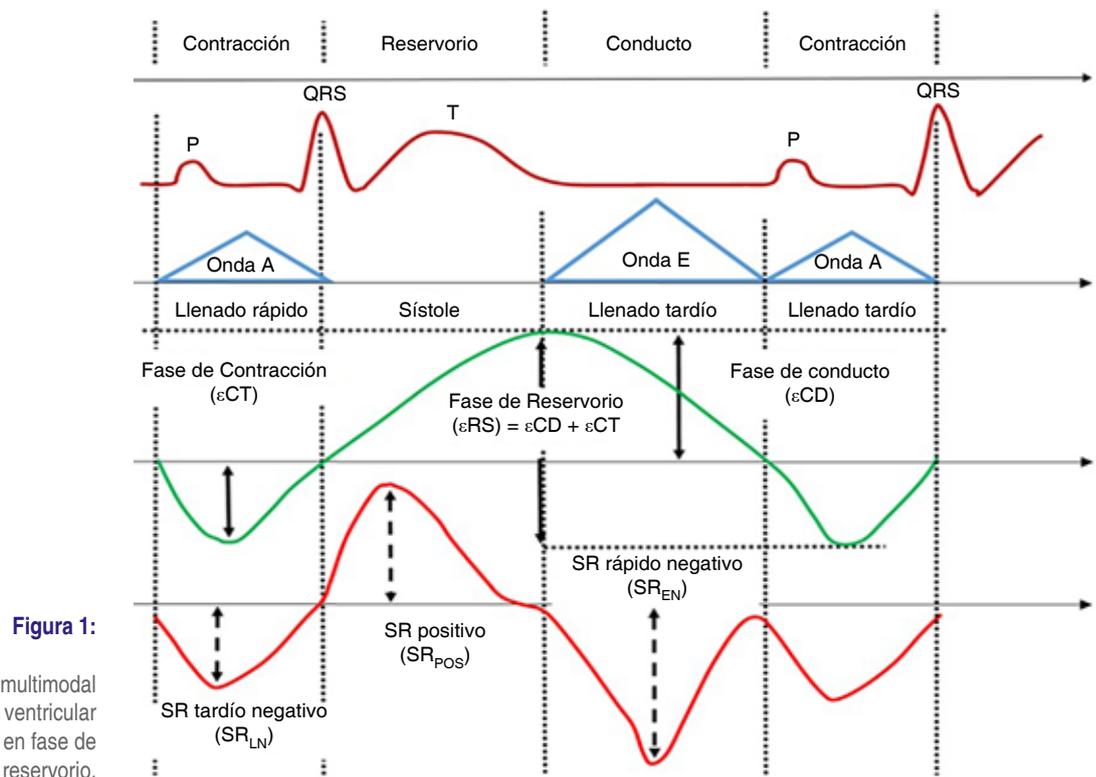
Por lo tanto, nos centraremos en la evaluación de: la relajación miocárdica y la rigidez de la cámara. Cabe mencionar que la función diastólica del VI está modulada por la interdependencia que existe entre el VI y el VD, la función de la AI, la influencia del pericardio en el llenado del VI, las propiedades de la sístole del VI, la disincronía sistólica y diastólica del VI, el flujo sanguíneo coronario y la perfusión tisular.^{21,22}

La STE puede determinar la función y los volúmenes de la AI en las diversas fases y con ello puede evaluar la función auricular favoreciendo el entendimiento fisiológico de la hemodinamia,²³ y así determinar la armonía que existe entre el llenado del VI a través de la interacción del reservorio, conducción y fuerza contráctil, se compone de tres fases: reservorio, conducto y bomba.²⁴

Fase de reservorio: comienza al final de la diástole ventricular (cierre de la válvula mitral) y continúa hasta la apertura de la válvula mitral. En esta fase se produce el llenado de la AI por la sangre procedente del retorno venoso pulmonar, durante la sístole ventricular, manifiesta la contracción isovolumétrica del VI, su eyección, así como la relajación isovolumétrica, la cual depende principalmente de la función sistólica del VI, el tamaño de la aurícula y su compliancia, así como de la función sistólica de la AI, generando una deflexión de deformación positiva en la curva del *strain*. Esta fase está influenciada por el movimiento del anillo mitral hacia el ápex y por la contractilidad del VI, por lo que el *strain* reservorio no sólo refleja la capacidad compliante de la AI, sino también la de contractilidad del VI.

Fase de conducto: ocurre desde el momento de la apertura de la válvula mitral a través de la diástasis hasta el inicio de la contracción de la AI en pacientes en ritmo sinusal. En pacientes con fibrilación auricular (FA), continúa hasta el final de la diástole ventricular (cierre de la válvula mitral). Se produce el vaciado pasivo de la AI, se relaciona con la fase temprana del llenado ventricular y es acorde a la compliancia auricular y la relajación del VI, produciendo una disminución del SAI hasta alcanzar una meseta correspondiente a la primera deflexión negativa en la curva del *strain*, representa la diástasis auricular. La deformación del reservorio y de la bomba de la AI está determinada tanto por la función sistólica como por la diastólica del VI.

Fase de contracción: ocurre desde el inicio de la contracción de la AI hasta el final de la diástole ventricular (cierre de la válvula mitral) en pacientes con ritmo sinusal; depende principalmente del retorno venoso pulmonar (precarga auricular), de la presión ventricular de la telediástole (postcarga auricular), así como de la reserva contráctil de la AI y se correlaciona con la fun-



ción diastólica, la cual disminuye linealmente a medida que progresa la disfunción diastólica, se caracteriza por el acortamiento de la pared auricular generando una segunda deflexión negativa hasta el valor basal en la curva de deformación auricular izquierda, refleja la función de bomba de refuerzo.²⁵⁻²⁸

El SAI es considerado más una evaluación de la función como bomba muscular, para ello es primordial la deformación del tejido auricular y el sentido en el que se realiza,²⁷ por lo que este se obtiene en la ventana apical con proyección de cuatro, tres y dos cámaras, se realiza el trazo en el borde endocárdico, excluyendo la entrada de las venas pulmonares, teniendo como ventaja que las tres fases del ciclo auricular quedan representadas perfectamente; sin embargo, dicha representación dependerá de la parte del trazo electrocardiográfico que se tome como referencia, por lo que el orden de las fases cambiará (Figura 1).²⁸

El análisis de SAI por STE es un método novedoso para evaluar las fases fisiológicas de la AI. La disfunción de la AI, evaluada principalmente a través de la fase de reservorio (SAI_r) permite estimar la función de la AI y su relación con la función ventricular izquierda; sin embargo, hay que considerar que puede ser un método complejo y multiparamétrico. SAI_r refleja la distensibilidad auricular independientemente del ritmo cardíaco y la mecánica auricular izquierda; está influenciada no sólo por la rigidez de la AI, sino también por la distensibilidad del VI durante el llenado ventricular y por

la contracción del VI a través del descenso de la base cardíaca durante la sístole ventricular. Sin embargo, la contracción longitudinal del VI es un componente que influye en gran medida en la función del reservorio de la AI.¹⁸

El punto de referencia, también denominado cero del SAI, puede establecerse en dos puntos validados: bien al inicio del complejo QRS o en el inicio de la onda P. Si se elige el primero como referencia, la primera curva positiva representa la función de reservorio, la cual es la de mayor tamaño, tomándose como sinónimo de tensión global de la aurícula izquierda y las curvas en diástole temprana y diástole tardía corresponden a la función del conducto y la contractilidad de forma cuantitativa; el valor de la fase del conducto se obtiene a través de la resta de los valores de la fase de depósito y de la fase de la bomba. Si se selecciona como referencia el inicio de la onda P, la máxima curva negativa representa la función contráctil y la máxima curva positiva representa la función del conducto y su suma representa la función del reservorio. Hasta el momento se ha demostrado que se obtienen valores similares al tomar cualquiera de los dos puntos de referencia.²⁷⁻²⁹ Algunos investigadores sugieren que la sincronización puede realizarse en la onda P para pacientes en ritmo sinusal y en el complejo QRS para aquellos con fibrilación auricular (FA).²⁴⁻³⁰

Las lagunas de conocimiento en la aplicación del SAI en pacientes críticos siguen siendo significativas y,

hasta la fecha, el significado fisiopatológico del SAI en pacientes críticos continúa siendo desconocido.²⁹

La STE 3D se está convirtiendo rápidamente en una técnica esencial para evaluar de manera precisa y completa la función miocárdica debido a la superación de las limitaciones de la STE 2D al analizar el movimiento de la pared regional de todo el VI.^{30,31}

Aunque la STE 3D es teóricamente superior a la STE 2D para cuantificar la deformación del VI, necesita validación clínica. Hasta ahora, no se ha establecido el valor de aplicación de la STE 3D en pacientes con sepsis o choque séptico.³²

El valor pronóstico de la disfunción miocárdica inducida por sepsis detectada por STE sugieren que los valores disminuidos de *Global Longitudinal Strain* (GLS) se correlacionaron directamente con una mayor mortalidad en comparación con la FEVI anormal, por lo que es primordial establecer si existe daño miocárdico con disfunción diastólica del VI mediante SAI, para contrarrestar las implicaciones clínicas, priorizar el control de la disfunción miocárdica y la instauración de estrategias cardioprotectores apropiadas en las primeras etapas del curso de la enfermedad y de esta manera impactar en los desenlaces del choque séptico refractario como lo es la morbimortalidad.^{31,32}

MATERIAL Y MÉTODOS

Tipo de estudio: retrospectivo, descriptivo, observacional y longitudinal.

Universo: pacientes que se encuentran hospitalizados con diagnóstico de choque séptico según el tercer consenso internacional (SEPSIS 3) y que están a cargo del Servicio de Terapia Intensiva en el Hospital Regional ISSSTE de Veracruz.

Diseño de estudio: muestreo no probabilístico por conveniencia, no aleatorizado. Para el cálculo de tamaño de muestra se utilizó la fórmula de población finita. El tamaño de muestra total es de 169 personas. El tamaño de muestra necesaria calculado fue de 35 personas estimando un parámetro estadístico con valor de Z 1.96, Nivel de confianza de 95%, error estimado máximo aceptado de muestreo aleatorio de 5%, con una proporción esperada de 0.5 y probabilidad de fracaso de $0.04 = \pm 4$. (Los cálculos fueron realizados con el software *QuestionPro*.)

Obtención de datos: posterior a obtener la autorización por parte del comité local de investigación y aprobación, se obtuvieron datos del expediente clínico electrónico del Departamento de Terapia Intensiva del Hospital Regional de Alta Especialidad ISSSTE Veracruz.

Criterios de inclusión: pacientes de uno u otro sexo mayores de 18 años, atendidos en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Regional de Alta Espe-

cialidad del ISSSTE Veracruz. Pacientes que cumplan criterios de SOFA. Pacientes que cumplan criterios de APACHE. Pacientes que cumplan con criterios de SAPS II. Pacientes que presenten comorbilidades.

Criterios de exclusión: paciente menor de 18 años. Pacientes no admitidos en la unidad de cuidados intensivos (UCI) del Hospital de Alta Especialidad del ISSSTE Veracruz. Pacientes que no cumplan con criterios de SOFA o de APACHE o de SAPS II. Paciente con arritmias. Pacientes con valvulopatías. Pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica de moderada o grave.

Criterios de eliminación: no incluir en la imagen la presencia completa de la AI en alguna de las vistas apicales. Mala definición de la pared auricular. Mal seguimiento y trazado del registro de *strain* en sus tres fases en alguna de las vistas apicales, a criterio del ojo del observador. Imágenes con zoom auricular.

Definiciones: la insuficiencia circulatoria aguda por sepsis se definió por al menos uno de los siguientes signos: a) hipotensión (presión arterial sistólica ≤ 90 mmHg o disminución de más de 50 mmHg o presión arterial media ≤ 65 mmHg); b) frecuencia cardíaca ≥ 100 lpm; c) oliguria (diuresis $\leq 0,5$ mL/kg/h) durante más de dos horas; d) niveles de lactato ≥ 2 mmol/L; e) moteado de la piel.

La disfunción miocárdica conocida se definió como FEVI $< 50\%$.

La cardiopatía valvular grave se definió como estenosis valvular grave y/o regurgitación grave, y pacientes que se habían sometido previamente a una intervención valvular.

Se estudiaron un total de 25 pacientes con choque séptico refractario en nuestro hospital se realizaron ecocardiogramas 2D y 3D.

Se realizaron protocolo de la evaluación del *strain* de aurícula izquierda (SAI) como predictor temprano de disfunción diastólica del VI en pacientes con choque séptico refractario, tomando como pronóstico en la fase de reservorio un valor $< 19\%$, lo que equivale a un paciente que presenta incremento en las presiones de llenado del VI y, por consiguiente, alteraciones de la función diastólica del VI. Se analizaron con estadística descriptiva mediante promedio y desviación estándar para variables cuantitativas y con frecuencias absolutas para cuantitativas discretas, mediante el paquete estadístico SPSS v25.0.

Datos clínicos: los datos demográficos de los participantes incluyeron: edad, sexo, índice de masa corporal (IMC). Los antecedentes médicos incluyeron: hipertensión, diabetes mellitus, enfermedad de la arteria coronaria, neoplasia maligna, enfermedad hepática crónica y enfermedad renal crónica. Las fuentes de infección incluyeron: pulmones, tracto urinario y tracto gastrointestinal. Se recogieron los hallazgos de laboratorio. La

gravedad de la enfermedad se evaluó de acuerdo con las puntuaciones de la Evaluación de Fisiología Aguda y Salud Crónica (APACHE-II), la Evaluación Secuencial de Insuficiencia Orgánica (SOFA) y la Escala Simplificada de Fisiología Aguda (SAPSS II). La norepinefrina se consideró como la terapia vasopresora de primera elección (con el objetivo de alcanzar una presión arterial media de 65 mmHg o más). Todos los pacientes fueron tratados de acuerdo con las pautas internacionales para el tratamiento del choque séptico a discreción de los médicos tratantes después de la reanimación inicial.

Ecocardiografía: el examen de ecocardiografía transtorácica (ETT) fue realizado por médicos capacitados (competentes en ecocardiografía de cuidados críticos), con el paciente en posición supina, utilizando el análisis STE 2D. Se realizó con Ecocardiógrafo ISSSTE CBM 2022 CABM I060200646, ESAOTE MyLabX8 REF 100645000 SN 8100633, Monitor LCD21.5" REF 150000027 CI 00, SN 02547016, ID 12022187 A00, transductor transtorácico de 3-5 MHz.

Análisis de speckle tracking bidimensional (STE 2D): se utilizó un protocolo ecocardiográfico estándar, realizando todas las mediciones de acuerdo con las pautas actuales. Para cada paciente, un solo operador realizó todas las mediciones de ETT. Las ecocardiografías se registraron y se almacenaron imágenes 2D con diez ciclos cardíacos consecutivos para el análisis STE 2D. Todas las mediciones se tomaron al final de la espiración. Se seleccionó el ciclo cardíaco más claro para el análisis STE 2D. La deformación longitudinal de la AI se midió en las vistas apicales de cuatro cámaras, dos cámaras. La deformación circunferencial de la AI se midió mediante el rastreo endocárdico en los niveles basal, medio y apical de las vistas dos y cuatro cámaras. Después de que el software rastreara automáticamente STE en el miocardio, cuadro por cuadro durante todo el ciclo cardíaco, el software proporcionó curvas de deformación regional. Se obtuvo el valor pico de deformación regional. La idoneidad del seguimiento se verificó visualmente y si el seguimiento parecía incorrecto, se realizó un ajuste manual del borde endocárdico.

Tabla 1: Distribución de frecuencias de características basales de la muestra (N =35).

	Rango	Media ± DE
Edad (años)	18-85	62.26 ± 14.525
IMC (kg/m ²)	26-42	33.94 ± 4.080
Presión venosa central (mmHg)	5-15	8.94 ± 2.496
Balance	1-6	2.54 ± 1.521
PSAP (mmHg)	15-66	31.69 ± 13.896
SAlr	17-35	25.91 ± 5.442
Ventilación mecánica (días)	3-12	5.17 ± 2.162

DE = desviación estándar. IMC = índice de masa corporal. PSAP = presión sistólica de la arteria pulmonar. SAlr = *strain* de la aurícula izquierda en fase de reservorio.

Tabla 2: Distribución de los pacientes por sexo, comorbilidades, sobrevivientes y origen del foco infeccioso.

	n (%)
Género (hombre)	17 (47.8)
Comorbilidades	
HAS	13 (37.1)
DM	10 (28.6)
IAM	5 (14.3)
EPOC	4 (11.4)
Sobreviviente	13 (37.1)
Origen infeccioso	
Pulmonar	11 (31.4)
SNC	2 (5.7)
Hematógeno	14 (40.4)
Urinario	8 (22.9)

DM = diabetes mellitus. EPOC = enfermedad pulmonar obstructiva crónica. HAS = hipertensión arterial sistémica. IAM = infarto agudo al miocardio. SNC = sistema nervioso central.

Tabla 3: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk según género, comorbilidades, origen de la sepsis y desenlace.

Variable	Prueba de Shapiro-Wilk			
	W	Asimetría	Curtosis	p
Género	0.637	0.968	-1.875	< 0.001
Comorbilidades	0.836	-1.755	-2.364	< 0.001
Origen sepsis	0.806	0.968	-1.875	< 0.001
Desenlace	0.613	-1.755	-2.364	< 0.001

Análisis estadístico: las variables continuas se expresaron como media ± desviación estándar para datos distribuidos normalmente o mediana y rango intercuartil (RIC) para variables distribuidas anormalmente. Las variables categóricas se expresaron como frecuencias (número y porcentaje). La distribución de la población de interés se analizó de forma cuantitativa mediante prueba de Shapiro-Wilk. Las variables cuantitativas de distribución no paramétricas se analizaron con estadístico U Mann-Whitney según el caso, las cualitativas con χ^2 . Se consideró significancia estadística un valor de p < 0.05. Posteriormente, se utilizó un modelo de regresión logística binaria empleando razón de momios (*Odds ratio*) buscando asociación por desenlaces y mediante una relación de variabilidad en ocurrencia de complicaciones por medio del coeficiente de determinación R² de Nagelkerke, asimismo se determinó la tasa de supervivencia mediante una curva de Kaplan-Meier.

Consideraciones éticas: se llevó a cabo de acuerdo con la Declaración de Helsinki, al Código de Núremberg, a la Ley General de Salud de México. Se considera investigación con riesgo mínimo, ya que no se realizará algún tipo de manipulación de variables; de acuerdo con lo establecido por el Reglamento de Investigación (LGS), con base en el artículo 17 en su fracción I, se considera investigación sin riesgo ya que son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación

Tabla 4: Modelo de regresión logística binaria para SAIr en una población de 35 pacientes.

N = 35	GI	OR	IC95%	p
SAIr	1	1.602	1.215-2.113	0.001

Puntuación estimada: SAIr 19% ($p < 0.001$) (R^2 de Nagelkerke 0.68).
GI = grados de libertad. OR = *odds ratio*. SAIr = *strain* de la aurícula izquierda en fase de reservorio.

documental retrospectivos y en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada.

RESULTADOS

El estudio incluyó una muestra de 35 pacientes. La media de edad fue 62.26 ± 14.52 años (rango: 18 a 85). El promedio de las variables analizadas fue: índice de masa corporal (IMC) 33.94 ± 4.08 kg/m², presión venosa central 8.94 ± 2.49 mmHg, presión sistólica de la arteria pulmonar 31.69 ± 13.89 mmHg, SAIr 25.91 ± 5.44 , ventilación mecánica 5.17 ± 2.16 días (Tabla 1).

De los 35 pacientes, 17 (47.8%) fueron hombres. Las comorbilidades más frecuentes fueron hipertensión arterial sistémica en 10 (28.6%) pacientes y diabetes mellitus en cinco (14.3%). Los principales focos infecciosos fueron: hematógeno en 14 (40.4%) casos y pulmonar en 11 (31.4%). Se registraron 13 (37.1%) pacientes sobrevivientes (Tabla 2).

La Tabla 3 muestra el resultado de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk según género, comorbilidades, origen de la sepsis y desenlace. El valor de distribución (W) para el género fue 0.637, comorbilidades 0.836, origen de la sepsis 0.613. Encontramos un valor de $p < 0.001$, por lo que se puede concluir que las variables se distribuyen normalmente con una asimetría en normalidad en las tres variables independientes. Se observa un desenlace con un valor de $p < 0.001$.

La regresión logística ajustada por variables confusoras se muestra en la Tabla 4. La bondad de ajuste del modelo de regresión logística binaria muestra que el SAIr $< 19\%$ está asociado como factor de riesgo de muerte (OR 1.62, IC95% 1.215-2.113), estadísticamente con valor de $p = 0.001$ y una puntuación estimada de 68%, lo que determina una relación fuerte de la variabilidad en ocurrencia de complicaciones mediante el coeficiente de determinación R^2 de Nagelkerke.

Se determinó tasa de supervivencia mediante una curva de Kaplan-Meier (Figura 2). La tasa de supervivencia fue mayor en los pacientes que presentaron SAIr 20 en comparación con los que presentan un SAIr < 19 . En cuanto al análisis de probabilidad de mortalidad, en la Figura 3 se observa que SAIr como desenlace por mortalidad y *strain* de la AI es significativo con valor de $p < 0.001$; la presión sistólica de la arteria pulmonar (PSAP) mostró significancia estadística en el desenlace

por mortalidad con un valor de $p < 0.001$; el balance también registró un valor de $p = 0.001$ con desenlace de mortalidad significativamente estadístico; sólo la presión venosa central (PVC) no mostró significancia estadística en el desenlace por mortalidad ($p = 0.69$).

DISCUSIÓN

Nuestro estudio tuvo como propósito demostrar que *strain* de la aurícula izquierda en fase de reservorio (SAIr) puede ser predictor en la mortalidad en pacientes con choque séptico que ingresaron a la unidad de terapia intensiva del Hospital de Alta Especialidad ISSSTE Veracruz. En este trabajo presentamos rangos de referencia ecocardiográficos para SAIr evaluando la función diastólica del VI según las pautas de las diversas sociedades de ecocardiografía, puesto que se considera trascendental identificar con precisión la disfunción miocárdica, de una población normal de 35 pacientes con choque séptico refractario, con un amplio rango de edad y una distribución equilibrada de sexos. Todos los registros fueron adquiridos y supervisados por ecografistas experimentados. Los valores de SAIr fueron menores a mayor edad. Además, las deformaciones específicas se asociaron con varias características del paciente, los rangos de referencia presentados se pueden utilizar para respaldar la toma de decisiones clínicas al evaluar pacientes con choque séptico refractario; las diferencias en la distribución por edades, el tamaño de las muestras estudiadas y el método utilizado para analizar la tensión pueden explicar en parte las diferencias entre los resultados de otras revisiones.

La determinación de SAI tenía amplios rangos de referencia en comparación con las tensiones ventricu-

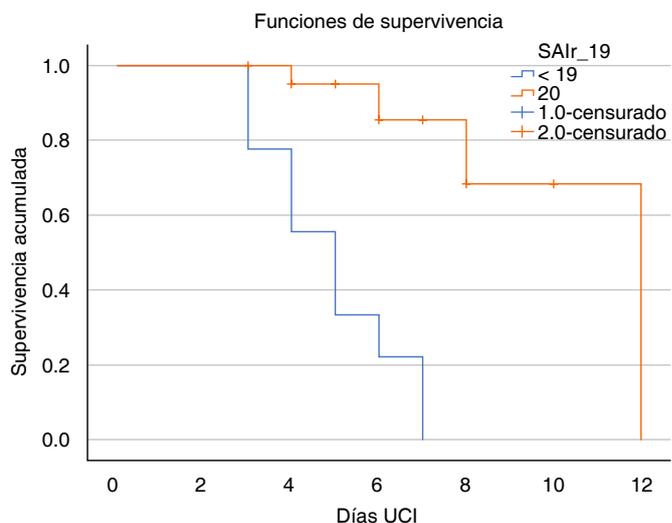


Figura 2: Tasa de supervivencia, curva de Kaplan-Meier. SAIr = *strain* de la aurícula izquierda en fase de reservorio. UCI = Unidad de Cuidados Intensivos.

lares, por lo que es recomendable conocer los rangos de referencia, siendo imprescindible nunca olvidar individualizar al paciente; la diferenciación entre normalidad y patología puede mejorarse utilizando rangos de referencia que tomen en cuenta las variables que influyen en las mediciones, es por esto que el valor del SAI sigue siendo hasta ahora controversial y enigmático, ya que la adquisición, la metodología y los análisis aún no logran estandarizarse para limitar las fuentes de variabilidad sistemática y aleatoria.

El SAI ha emergido como un parámetro poderoso en la evaluación de la función diastólica y estimación de las presiones de llenado del VI con lo que obtiene una predicción de eventos adversos en múltiples

escenarios como alteraciones valvulares, fibrilación auricular, infarto agudo al miocardio e insuficiencia cardiaca; también facilita el cálculo del riesgo de accidente cerebrovascular, aportando un valor diagnóstico y pronóstico. En el estudio de Parket y colaboradores se informa de un análisis retrospectivo de los 3,983 pacientes con insuficiencia cardiaca aguda (ICA) inscritos en el registro TRATS-HF (*STrain for Risk Assessment and Therapeutic Strategies in patients with Acute Heart Failure*); este estudio documentó un papel predictivo de eventos cardiovasculares del SAI, excepto en pacientes con fibrilación auricular. Pathan F y asociados realizaron una revisión sistemática y metaanálisis en 2016 con 40 estudios; los componentes del

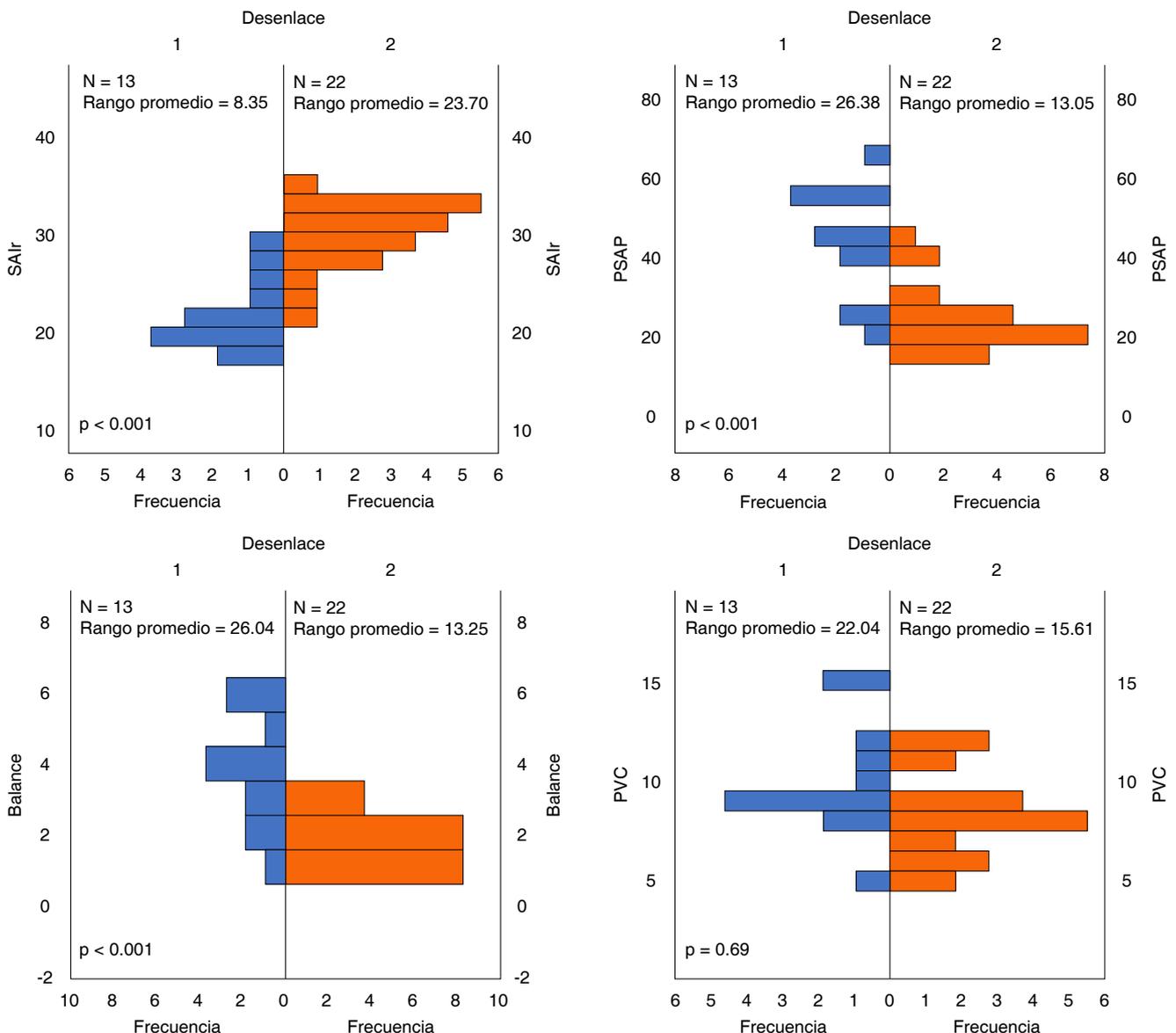


Figura 3: Análisis de probabilidad de mortalidad.

PSAP = presión sistólica de la arteria pulmonar. PVC = presión venosa central. SAIr = strain de la aurícula izquierda en fase de reservorio.

SAI reportan como rangos normales: reservorio 39.4% (IC95% 38.0-40.85), conducto 23% (IC95% 20.7-25.2), función contráctil 17.4% (IC95% 16.0-19.0); en esta revisión, 19 estudios evaluaron la tensión auricular sólo en la vista de cuatro cámaras, 17 en las vistas de dos y cuatro cámaras, y únicamente cuatro estudios en las vistas de dos, tres y cuatro cámaras, sin encontrar diferencias significativas en los valores de deformación longitudinal de la AI.³³ En el estudio multicéntrico de 2015 realizado por Morris y colaboradores, se describe una media de 45.5% (\pm 11.4), sin establecer diferencias en cuanto a etnia, pero sí en cuanto a rango etario³⁴ el trazo del *strain* realizado fue gatillado por la onda R; los valores globales del SAI se obtuvieron en dos y cuatro cámaras. Es de conocimiento que, en estados patológicos tales como fibrilación auricular, comunicación interauricular, disincronía auricular, estas tres fases no siempre se cumplen. En el estudio EACVI NORRE,³² se inscribió a un total de 549 sujetos sanos, en 22 instituciones colaboradoras del estudio, de rangos normales de referencia para ecocardiografía (NORRE), de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC). Los valores esperados más bajos de deformaciones y torsión del VI calculados como \pm 1.96 desviaciones estándar de la media fueron -16.7% en hombres y -17.8% en mujeres para deformación longitudinal, -22.3 y -23.6% para deformación circunferencial, 20.6 y 21.5% para deformación radial, y 2.2 grados y 1.9 grados para deformación, respectivamente, en un documento reciente publicado en 2018 por el grupo de trabajo de EACVI/ASE.¹⁸

En pacientes con choque séptico, la miocardiopatía séptica afecta la función ventricular, pero faltan estudios sobre el miocardio auricular. Beyls C y asociados realizaron un análisis de la tensión auricular izquierda y derecha para predecir la fibrilación auricular de nueva aparición en 156 pacientes con choque séptico entre agosto de 2021 y abril de 2023; mediante un análisis multivariable utilizando modelos anidados, la disfunción de la AI, definida por un SAIr $< 20\%$, se asoció fuertemente con fibrilación auricular de nueva aparición (OR = 10.48, $p = 0.003$) disfunción de la AD, definida como un SADr $< 30\%$, mejoró la discriminación del modelo y también se asoció fuertemente con NOAF (OR = 8.28, $p = 0.004$). Es el primer estudio que analiza SAIr y SADr en una cohorte significativa de pacientes con choque séptico, mostrando que ambas fases del reservorio estaban deterioradas y enfatizando la importancia de evaluar las funciones de AI y AD para predecir fibrilación auricular de nueva aparición.³⁵

Anteriormente se ha demostrado que existen amplios rangos de referencia para las tensiones auriculares.^{23,25,29,32} Las tensiones auriculares deben utilizarse con precaución en la toma de decisiones clínicas. No tenemos ninguna indicación de que los IC amplios se debieran a la inclusión de individuos con enfermedad

cardíaca subyacente. Desde un punto de vista matemático, las tensiones auriculares son incluso más sensibles al movimiento relativo fuera de plano y al acortamiento, ya que la longitud es más corta que para los ventrículos.³⁶

Es bien sabido que las aurículas dilatadas se asocian con un peor pronóstico; sin embargo, el aumento del volumen de la AI no confirma el aumento de la presión auricular ni identifica la función de la aurícula, lo que sugiere que estudiar la función, más que el volumen, puede ser de mayor relevancia, es así que tenemos que un valor de *strain* bajo nos orientara hacia una aurícula que ha perdido la propiedad de compliancia y que también presenta una disminución de su capacidad contráctil, por lo que el *strain* auricular (SAI) emerge como un parámetro poderoso en la evaluación de la función diastólica y estimación de las presiones de llenado del VI, sirviendo también en la predicción de eventos adversos y en múltiples escenarios como alteraciones valvulares, fibrilación auricular, infarto agudo al miocardio e insuficiencia cardíaca, y facilita el cálculo del riesgo de accidente cerebrovascular aportando un valor diagnóstico y pronóstico.²⁶

En algunos estudios se ha demostrado que las mediciones de SAI proporcionan información pronóstica más allá de los métodos tradicionales.³⁷ Si bien aún no se recomiendan en la práctica habitual.³⁰ La estrecha correlación entre la tensión auricular y la función ventricular es lógica y está documentada.

El *strain* auricular izquierdo reservorio (SAIr) es un método que permite evaluar la función de la AI y su relación con la función ventricular izquierda; sin embargo, hay que considerar que puede ser un método complejo y multiparamétrico. SAIr refleja la distensibilidad auricular independientemente del ritmo cardíaco y la mecánica auricular izquierda; está influenciada no sólo por la rigidez de la AI, sino también por la distensibilidad del VI durante el llenado ventricular y por la contracción del VI a través del descenso de la base cardíaca durante la sístole ventricular.³⁸ Sin embargo, la contracción longitudinal del VI es un componente que influye en gran medida en la función del reservorio de la AI; se consideran como valores anormales de SAIr un rango $< 19-23\%$ por lo que se ha propuesto un límite $< 18\%$, indicando que existe un incremento de la presión de llenado del VI concomitante a ello una alteración en la función diastólica.¹⁸ Varios estudios han mostrado resultados algo inconsistentes con respecto a la asociación entre la presión de llenado del VI y la deformación del reservorio de la AI.^{16,22,39} Singh y colaboradores demostraron que la tensión de la AI disminuyó significativamente en todas las etapas de la disfunción diastólica, lo que sugiere que el SAI puede ser útil en el diagnóstico y pronóstico de disfunción diastólica y de la estimación precisa de la presión final del VI. Sin embargo, el valor de corte

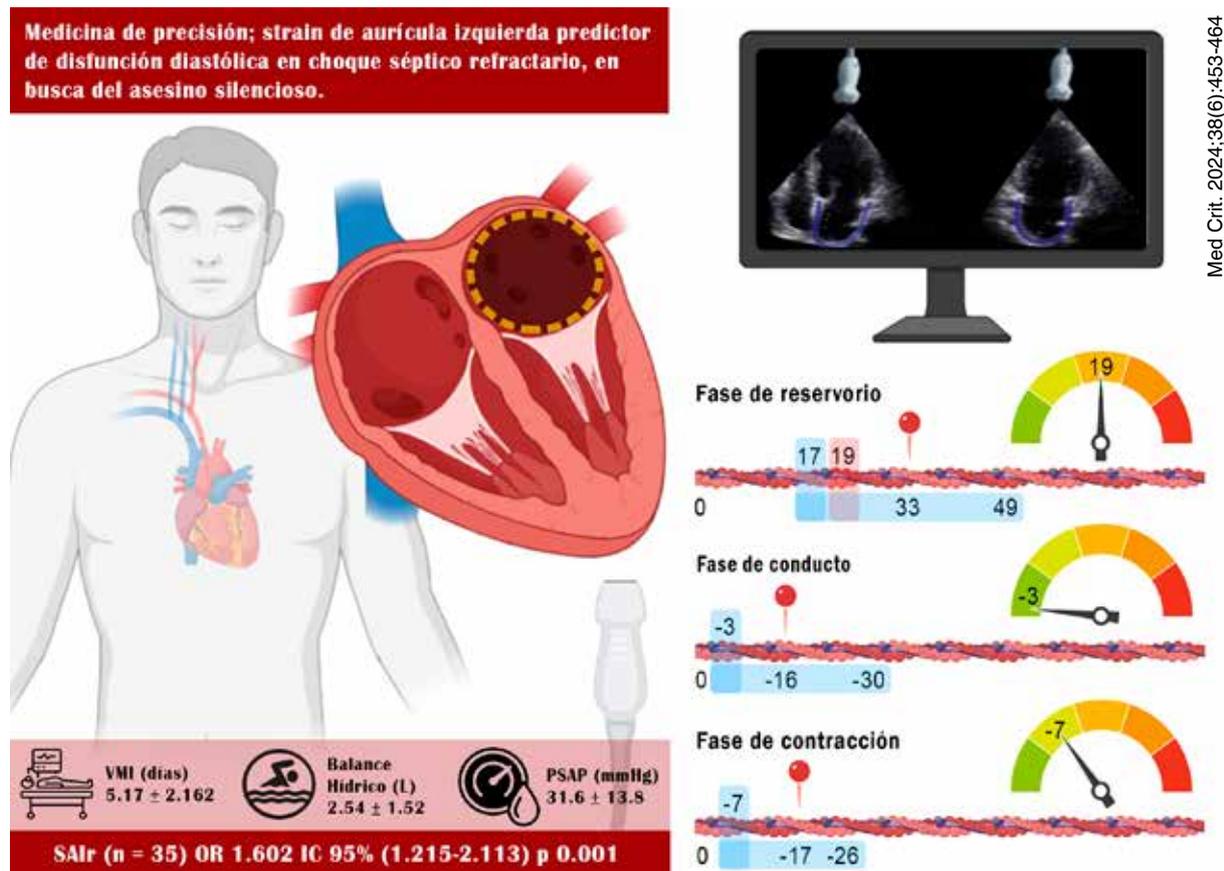


Figura 4: Mecánica ventricular estableciendo rangos de seguridad en la cuantificación del *strain* de aurícula izquierda reservorio.

de la tensión AI para detectar disfunción diastólica es discutible.²⁵ Se consideran como valores anormales un rango $< 19-23\%$, por lo que se ha propuesto un límite SAIr de $< 18\%$ para diferenciar la presión final del VI normal de la presión final del VI elevada.^{30,31} De aquí tomamos como referencia el hecho de que encontrar un SAI bajo en pacientes con choque séptico puede indicar que existe un incremento de la presión de llenado del VI concomitante a ello una alteración en la función diastólica (Figura 4).

CONCLUSIONES

La disfunción miocárdica es una de las alteraciones orgánicas más complejas de caracterizar en pacientes con sepsis y choque séptico en la Unidad de Cuidados Intensivos, debido a su heterogeneidad, por lo que es imprescindible su evaluación. El *strain* de la aurícula izquierda en fase de reservorio mediante el método de *Speckle tracking* (STE) es una técnica ecocardiográfica que podría ser factible para predecir el pronóstico de eventos adversos asociados a morbilidad, por lo tanto justifican su implementación paulatina en áreas críticas. Nuestra línea de investigación propone un mo-

delo de atención con una toma de decisiones basadas en datos, sin embargo, es importante recalcar mejoras en sesgos, grupos de interés y diferentes tecnologías que mejoren la calidad de análisis implicado.

REFERENCIAS

1. 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(8):801-810. doi: 10.1001/jama.2016.0287.
2. Seymour CW, Liu VX, Iwashyna TJ, Brunkhorst FM, Rea TD, Scherag A, et al. Assessment of clinical criteria for sepsis: for the Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*. 2016;315(8):762-774. doi: 10.1001/jama.2016.0288.
3. Sato R, Kuriyama A, Takada T, Nasu M, Luthe SK. Prevalence and risk factors of sepsis induced cardiomyopathy: a retrospective cohort study. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(39):e5031.
4. Parker MM, Shelhamer JH, Bacharach SL, Green MV, Natanson C, Frederick TM, et al. Profound but reversible myocardial depression in patients with septic shock. *Ann Intern Med*. 1984;100(4):483-490.
5. Kottis K, Wittebole X, Jaschinski U, Solé-Violán J, Kashyap R, Leone M, et al. A worldwide perspective of sepsis epidemiology and survival according to age: observational data from the ICON audit. *J Crit Care*. 2019;51:122-32. doi: 10.1016/j.jcrc.2019.02.015.
6. Bauer M, Gerlach H, Vogelmann T, Preissing F, Stiefel J, Adam D. Mortality in sepsis and septic shock in Europe, North America

- and Australia between 2009 and 2019- results from a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2020;24(1):239. doi: 10.1186/s13054-020-02950-2.
7. Ehrman RR, Sullivan AN, Favot MJ, Sherwin RL, Reynolds CA, Abidov A, et al. Pathophysiology, echocardiographic evaluation, biomarker findings, and prognostic implications of septic cardiomyopathy: a review of the literature. *Crit Care*. 2018;22(1):112. doi: 10.1186/s13054-018-2043-8.
 8. Landesberg G, Gilon D, Meroz Y, Georgieva M, Levin PD, Goodman S, et al. Diastolic dysfunction and mortality in severe sepsis and septic shock. *Eur Heart J*. 2012;33(7):895-903. doi: 10.1093/eurheartj/ehr351.
 9. Nagueh SF. Left ventricular diastolic function: understanding pathophysiology, diagnosis, and prognosis with echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(1 Pt 2):228-244. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.10.038.
 10. Thomas L, Marwick TH, Popescu BA, Donal E, Badano LP. Left atrial structure and function, and left ventricular diastolic dysfunction: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(15):1961-1977. doi: 10.1016/j.jacc.2019.01.059.
 11. Farsalinos KE, Daraban AM, Unlu S, Thomas JD, Badano LP, Voigt JU. Head-to-head comparison of global longitudinal strain measurements among nine different vendors: the EACVI/ASE InterVendor Comparison Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(10):1171-1181.
 12. Stanton T, Leano R, Marwick TH. Prediction of all-cause mortality from global longitudinal speckle strain: comparison with ejection fraction and wall motion scoring. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2009;2(5):356-364.
 13. Smiseth OA, Baron T, Marino PN, Marwick TH, Flachskampf FA. Imaging of the left atrium: pathophysiology insights and clinical utility. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;23(1):2-13. doi: 10.1093/ehjci/jeab191.
 14. D'Elia N, Caselli S, Kosmala W, Lancellotti P, Morris D, Muraru D, et al. Normal global longitudinal strain: an individual patient meta-analysis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020;13(1 Pt 1):167-169.
 15. Mondillo S, Galderisi M, Mele D, Cameli M, Lomoriello VS, Zacà V, et al. Speckle-tracking echocardiography: a new technique for assessing myocardial function. *J Ultrasound Med*. 2011;30(1):71-83.
 16. Cameli M, Lisi M, Focardi M, Reccia R, Natali BM, Sparla S, et al. Left atrial deformation analysis by speckle tracking echocardiography for prediction of cardiovascular outcomes. *Am J Cardiol*. 2012;110(2):264-269.
 17. Nyberg J, Jakobsen EO, Ostvik A, Holte E, Stolen S, Lovstakken L, et al. Echocardiographic reference ranges of global longitudinal strain for all cardiac chambers using guideline-directed dedicated views. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023;16(12):1516-1531. doi: 10.1016/j.jcmg.2023.08.011.
 18. Badano L, Koliass T, Muraru D, Abraham T, Aurigemma G, Edvardsen T, et al. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;19(6):591-600. doi: 10.1093/ehjci/jeu042.
 19. Pavlopoulos H, Nihoyannopoulos P. Strain and strain rate deformation parameters: from tissue Doppler to 2D speckle tracking. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2008;24(5):479-491.
 20. Langeland S, D'hooge J, Wouters P, Leather H, Claus P, Bijens B, et al. Experimental validation of a new ultrasound method for the simultaneous assessment of radial and longitudinal myocardial deformation independent of insonation angle. *Circulation*. 2005;112(14):2157-2162.
 21. Mor-Avi V, Lang R, Badano L, Belohlavek M, Cardim N, Derumeaux G, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2011;12(3):167-205.
 22. Singh A, Medvedofsky D, Mediratta A, Balaney B, Kruse E, Ciszek B, et al. Peak left atrial strain as a single measure for the non-invasive assessment of left ventricular filling pressures. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2019;35(1):23-32.
 23. Hosseinsabet A, Mahmoudian R, Jalali A, Mohseni-Badalabadi R, Davarparand T. Normal ranges of right atrial strain and strain rate by two dimensional speckle-tracking echocardiography: a systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2021;8:771647.
 24. Donal E, Lip G, Galderisi M, Goette A, Shah D, Marwan M, et al. EACVI/EHRA Expert Consensus Document on the role of multi-modality imaging for the evaluation of patients with atrial fibrillation. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(4):355-383.
 25. Singh A, Carvalho Singulane C, Miyoshi T, Prado AD, Addetia K, Bellino M, et al. Normal values of left atrial size and function and the impact of age: results of the World Alliance Societies of Echocardiography Study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2022;35(2):154-164.
 26. Robinson S, Ring L, Oxborough D, Harkness A, Bennett S, Rana B, et al. The assessment of left ventricular diastolic function: guidance and recommendations from the British Society of Echocardiography. *Echo Res Pract*. 2024;11(1):16. doi: 10.1186/s44156-024-00051-2.
 27. Sun BJ, Park JH. Echocardiographic measurement of left atrial strain? a key requirement in clinical practice. *Circ J*. 2021;86(1):6-13. doi: 10.1253/circj.CJ-21-0373.
 28. Inoue K, Khan FH, Remme EW, Ohte N, García-Izquierdo E, Chetrit M, et al. Determinants of left atrial reservoir and pump strain and use of atrial strain for evaluation of left ventricular filling pressure. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;23(1):61-70. doi: 10.1093/ehjci/jeaa415.
 29. Krittanawong C, Maitra NS, Hassan Virk HU, Farrell A, Hamzeh I, Arya B, et al. Normal ranges of right atrial strain: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol Img*. 2023;16(3):282-294.
 30. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(1):1-39e14. doi: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
 31. Yan X, Li Y, Liu J, Zhou T, Zhou Y, Sun W, et al. Serial changes in left ventricular myocardial deformation in sepsis or septic shock using three-dimensional and two-dimensional speckle tracking echocardiography. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:925367. doi: 10.3389/fcvm.2022.925367.
 32. Sugimoto T, Dulgheru R, Bernard A, Ilardi F, Contu L, Addetia K, et al. Echocardiographic reference ranges for normal left ventricular 2D strain: results from the EACVI NORRE study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2017;18(8):833-840.
 33. Pathan F, D'Elia N, Nolan M, Marwick T, Negishi K. Normal ranges of left atrial strain by speckle-tracking echocardiography: a systematic review and meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017;30(1):59-70.e8.
 34. Morris D, Takeuchi M, Krisper M, Kohncke C, Bekfani T, Carstensen T, et al. Normal values and clinical relevance of left atrial myocardial function analysed by speckle-tracking echocardiography: multicentre study. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(4):364-372.
 35. Beyls C, Hermida A, Daumin C, Delmotte MP, Nsiku A, Huetter P, et al. Left and right atrial strain analysis to predicting new-onset atrial fibrillation in patients with septic shock: a single-center retrospective echocardiography study. *Crit Care*. 2024;28(1):233. doi: 10.1186/s13054-024-05024-9.
 36. Malaescu GG, Mirea O, Capota R, Petrescu AM, Duchenne J, Voigt JU. Left atrial strain determinants during the cardiac phases. *J Am Coll Cardiol Img*. 2022;15(3):381-391.
 37. Raafs AG, Vos JL, Henkens MTHM, Slurink BO, Verdonschot JAJ, Bossers D, et al. Left atrial strain has superior prognostic value to ventricular function and delayed-enhancement in dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol Img*. 2022;15(6):1015-1026.

38. Park JH, Hwang IC, Park JJ, Park JB, Cho GY. Prognostic power of left atrial strain in patients with acute heart failure. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2021;22(2):210-219. doi: 10.1093/ehjci/jeaa013.
39. Lundberg A, Johnson J, Hage C, Back M, Merkely B, Venkateshvaran A, et al. Left atrial strain improves estimation of filling pressures in heart failure: a simultaneous echocardiographic and invasive haemodynamic study. *Clin Res Cardiol*. 2019;108(6):703-715. doi: 10.1007/s00392-018-1399-8.

Patrocinios: los autores declaran no tener algún tipo de patrocinio.

Relación de conflicto de intereses: los autores declaran no tener algún tipo de conflicto de intereses.

Correspondencia:

Jorge López Fermín

E-mail: salemcito1@gmail.com



Incidencia de hipotensión y arritmias tras la suspensión de vasopresores en pacientes con mejoría de choque séptico

Incidence of hypotension and arrhythmias after vasopressor discontinuation in patients with improvement in septic shock
Incidência de hipotensão e arritmias após a suspensão de vasopressores em pacientes com melhora do choque séptico

Gabriela Rubí de los Santos Albores,*[‡] Roberto Alejandro Castillo González,* Edmundo Israel Roque Arellano,*
Jesuhá André Muñetón Arellano,* Eduardo Rodríguez Bautista,* German Ernesto Venegas Zambrano,[§]
Eliseo Varela Martínez*

RESUMEN

Introducción: ante el desarrollo de choque séptico mucho se ha estudiado sobre cuándo usar vasopresores, esteroides y escalonamiento antibiótico, pero poco sobre el paciente que se recupera del estado de choque y el retiro del vasopresor ideal, así como cuál causa menos complicaciones.

Objetivo: determinar que agente vasopresor se asocia a mayor desarrollo de hipotensión o arritmias al iniciar el retiro de estos.

Material y métodos: estudio prospectivo, aleatorizado, unicéntrico. Muestra total de 44 pacientes en un hospital de tercer nivel, con diagnóstico de choque séptico en vías de recuperación, de los cuales 22 pacientes se retiraron inicialmente de norepinefrina y 22 de vasopresina. El 59.1% (n = 26) fueron hombres y 40.9% (n = 18) mujeres, ambas con comorbilidades asociadas a hipertensión y diabetes como la forma más frecuente.

Resultados: se estudiaron un total de 42 pacientes, ya que dos de los integrantes iniciales fallecieron al tercer día de la suspensión de las aminas. El resultado primario fue el desarrollo de hipotensión clínicamente significativa después de la interrupción de la vasopresina o norepinefrina, así como el desarrollo de arritmias. Hipotensión se presentó en 19.04% (n = 8) del total de pacientes, arritmias en 23.80% (n = 10); la asociación de hipotensión con norepinefrina fue 16.6% (n = 7), vasopresina 2.38% (n = 1); arritmias y norepinefrina 14.28% (n = 6), vasopresina 9.52% (n = 4), con un valor estadístico de p = 0.01 (IC95%: -534.09-552.09).

Conclusiones: se corrobora la hipótesis de que la vasopresina es menos arritmogénica y causa menor alteración del estado hemodinámico al retirarse de forma inicial, en pacientes que se recuperan del estado de choque séptico.

Palabras clave: choque séptico, vasopresina, norepinefrina, arritmias.

ABSTRACT

Introduction: in the face of the development of septic shock, much has been studied about when to use vasopressors, steroids and antibiotic escalation, but little has been studied about the patient recovering from shock and the ideal vasopressor withdrawal, as well as which one causes fewer complications.

Objective: to determine which vasopressor agent is associated with the development of hypotension or arrhythmias when initially withdrawing them.

Material and methods: prospective, randomized, single-center study, total sample of 44 patients in a third level hospital, with a diagnosis of septic shock in the process of recovery, of which 22 patients were initially withdrawn from norepinephrine and 22 vasopressin. 59.1% were men (n = 26) and 40.9% women (n = 18), both with comorbidities associated with hypertension and diabetes as the most frequent form.

Results: a total of 42 patients were studied, with two of them dying on the third day of discontinuation of amines. The primary outcome was the development of clinically significant hypotension after discontinuation of vasopressin or norepinephrine, as well as the development of arrhythmias. It is observed that hypotension occurred in 19.04% (n = 8) of the total patients, arrhythmias in

23.80% (n = 10); the association of hypotension with norepinephrine was 16.6% (n = 7), vasopressin 2.38% (n = 1); arrhythmias and norepinephrine 14.28% (n = 6), vasopressin 9.52% (n = 4), with a statistical value of p = 0.01 (95% CI: -534.09-552.09).

Conclusions: the hypothesis that vasopressin is less arrhythmogenic and causes less alteration of the hemodynamic state when initially withdrawn is corroborated, in patients who recover from septic shock.

Keywords: septic shock, vasopressin, norepinephrine, arrhythmias.

RESUMO

Introdução: dado o desenvolvimento do choque séptico, muito tem sido estudado sobre quando usar vasopressores, esteroides e escalonamento de antibióticos, mas pouco tem sido estudado sobre o paciente que está se recuperando do choque e a retirada do vasopressor ideal, bem como qual causa menos complicações.

Objetivo: determinar qual agente vasopressor está mais associado ao desenvolvimento de hipotensão ou arritmias ao iniciar sua retirada.

Material e métodos: estudo prospectivo, randomizado, unicêntrico, amostra total de 44 pacientes internados em um hospital terciário com diagnóstico de choque séptico em processo de recuperação, dos quais 22 pacientes receberam inicialmente norepinefrina e 22 vasopressina. 59.1% eram do sexo masculino (n = 26) e 40.9% do sexo feminino (n = 18), ambos com comorbidades associadas à hipertensão e ao diabetes como a forma mais frequente.

Resultados: um total de 42 pacientes foi estudado, pois dois dos membros morreram no terceiro dia de retirada da amina. O resultado primário foi o desenvolvimento de hipotensão clínicamente significativa após a interrupção da vasopressina ou da norepinefrina, bem como o desenvolvimento de arritmias. Observa-se que a hipotensão estava presente em 19.04% do total de pacientes (n = 8), arritmias em 23.80% do total (n = 10), a associação de hipotensão com norepinefrina foi de 16.6% (n = 7), vasopressina 2.38% (n = 1), arritmias e norepinefrina 14.28% (n = 6), vasopressina 9.52% (n = 4), com um valor estatístico de p: 0.01, com IC de -534.09 (limite inferior) a 552.09 (limite superior).

Conclusões: a hipótese de que a vasopressina é menos arritmogênica e causa menos alteração do estado hemodinâmico na retirada inicial em pacientes que se recuperam de choque séptico é corroborada.

Palavras-chave: choque séptico, vasopressina, norepinefrina, arritmias.

INTRODUCCIÓN

La sepsis es un problema mundial que hoy sigue entre las primeras causas de muerte en el mundo, un problema que pese a los avances científicos continua sin resolver. Esto por múltiples causas como el envejecimiento de la población, así como falta de recursos económicos de las poblaciones afectadas, dificultad para la atención médica inmediata, o problemas relacionados con el incremento de enfermedades oncológicas, inmunosupresoras, entre otras. La definición de sepsis dice «sepsis es un estado de disfunción orgánica potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a la infección o un agente infeccioso en específico».¹

* Centenario Hospital Miguel Hidalgo. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

[‡] Instituto de Salud del estado de Aguascalientes. Aguascalientes, México.

[§] Hospital de la Mujer Aguascalientes. Aguascalientes, México.

Recibido: 20-08-2024. Aceptado: 26-10-2024.

Citar como: de los Santos AGR, Castillo GRA, Roque AEI, Muñetón AJA, Rodríguez BE, Venegas ZGE. Incidencia de hipotensión y arritmias tras la suspensión de vasopresores en pacientes con mejoría de choque séptico. Med Crit. 2024;38(6):465-468. <https://dx.doi.org/10.35366/119233>

Este hecho no demuestra que en el ámbito de la sepsis ya no hay más por investigar; por el contrario, abre una puerta a los investigadores para refutar o reafirmar conocimientos que previamente habíamos determinados como ciertos.²

De acuerdo con una publicación científica reciente, se estima que en 2017 hubo en todo el mundo unos 48.9 millones de casos de sepsis y unos 11 millones de muertes relacionadas con ésta, lo que prácticamente representa 20% de todas las defunciones a nivel mundial. Por lo que una de las estrategias mejor documentadas ha sido la identificación temprana de la sepsis, seguida del tratamiento óptimo en la primera hora después del de la sospecha de esta patología; los estudios concuerdan que estas dos primeras impactan en la mortalidad, dando así mejores los resultados en beneficio de los pacientes hospitalizados.^{2,3}

Ya establecido el diagnóstico, los siguientes pasos en el manejo de la sepsis, que desarrolla complicaciones inmediatas (choque séptico), serán la reanimación oportuna y eficaz, la cual se lleva a cabo con líquidos, siendo crucial para la estabilización de la hipoperfusión tisular inducida por la sepsis y el choque séptico y guiada según algunos estudios con el protocolo ROSE (por sus siglas en inglés: *Resuscitation, Optimization, Stabilization, and Evacuation*).⁴⁻⁶ Seguido casi paralelamente por el inicio aminérgico, uso de los vasopresores oportunos; según lo documentado, la norepinefrina como primera opción, durante el tiempo necesario para alcanzar una tensión arterial media ≥ 65 mmHg, o llegando a requerir de un segundo vasopresor con el desarrollo de un estado llamado choque séptico refractario, ante el que se requiere de un segundo vasopresor para su manejo e incluso, en algunos casos, de esteroide.⁷⁻⁹

Cuando el tratamiento óptimo se alcanzó y la fase de reanimación finaliza, existen criterios clínico y bioquímicos que permiten identificar el tiempo de inicio de la optimización de líquidos, la cual dura horas a días.⁹ Este punto es el inicio de desescalada tanto de soluciones como de los vasopresores y al destete de estos últimos; se sostiene el hecho de que el estado de choque séptico se encuentra en resolución al suspender en su totalidad cualquier apoyo de vasopresor, pero no así la sepsis misma, que requerirá aun de continuar con antibioticoterapia y seguimiento de biomarcadores que determinen la resolución de la sepsis que desencadenó el estado de falla inicial y el choque mismo.¹⁰⁻¹¹

Es en este punto, el retiro de un vasopresor, donde la literatura continua sin identificar cuál es el ideal a retirarse de forma inicial, por lo que se ha creado un conflicto entre el ámbito médico para definir cuál es el vasopresor ideal por retirar, siendo una disyuntiva puesto que los pocos estudios realizados para analizar este problema no han sido concluyentes.¹¹⁻¹³

Hoy en día el consenso de sepsis, así como los múltiples estudios observacionales sugieren que la forma de destete de vasopresores no está definida y se sigue usando la experiencia para el retiro de cada una de estos.¹⁴

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio prospectivo, analítico, experimental, aleatorizado, unicéntrico. El comité de investigación institucional aprobó el estudio cohorte prospectivo, con número de aprobación: 2024-R-14. La recopilación de datos se llevó a cabo mediante el sistema de recolector creado especialmente para este proyecto, en un único hospital de atención terciaria que cuenta con 232 camas para adultos, 14 de las cuales están ubicadas en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). Se recolectó una muestra de 44 pacientes, mediante la herramienta *Sealed Envelope Ltd. 2012 Power calculator for continuous outcome non-inferiority trial Available*. Un total de 22 pacientes fueron destetados inicialmente de norepinefrina y 22 pacientes de vasopresina. La elección se realizó de forma aleatoria conforme ingresaron, se definió estabilidad hemodinámica posterior a las seis horas de ingreso con el uso de doble vasopresor, con un promedio de 12 horas de tiempo de destete, así como parámetros clínicos, tensión arterial sistólica (TAS) > 90 mmHg, tensión arterial media (TAM) > 65 mmHg, y frecuencia cardíaca ≤ 100 , en ausencia de fiebre y con antibioticoterapia establecida, sin alteraciones ácido-base asociadas. Los pacientes eran elegibles para la inclusión en el estudio si eran mayores de 18 años, estaban ingresados en el servicio de cuidados críticos, cumplían con la definición de choque séptico de Sepsis-3 y recibieron infusiones continuas de vasopresina y norepinefrina. Fueron excluidos si alguna de estas condiciones no se había realizado, además de enfermedad renal terminal que requería diálisis, enfermedad hepática terminal o falla multiorgánica, así como si las infusiones de vasopresina y norepinefrina se suspendieron al mismo tiempo; también fueron excluidos los pacientes que fallecieron dentro de las 48 horas posteriores al ingreso en la UCI.

RESULTADOS

El resultado primario fue el desarrollo de hipotensión clínicamente significativa después de la interrupción inicial de cualquiera de los vasopresores en infusión (norepinefrina o vasopresina), así como de arritmias. Se estudiaron de forma inicial un total de 44 pacientes, 59.09% (n = 26) hombres y 40.09% (n = 18) mujeres. Fueron excluidos dos casos dando un total de 42 pacientes en el estudio final, y estos presentaron defunción al tercer día de suspensión de las aminas (sin

relacionarse al protocolo). En cuanto a la selección de pacientes, se realizó de forma aleatorizada, simple; al ingreso a la terapia intensiva se determinó de qué pacientes se retiraría de forma inicial norepinefrina o vasopresina, con una proporción de 50% en base al protocolo establecido. El análisis de los datos de incidencia muestra que la mayoría de los pacientes, 28 (66.7%) de un total de 42, no presentaron hipotensión ni arritmia, lo que indica una baja incidencia de estas complicaciones al iniciar el retiro de aminas.

En el resultado principal, la hipotensión se presentó en 19.04% (n = 8) del total de pacientes, arritmias en 23.80% (n = 10). La asociación de hipotensión con norepinefrina fue 16.6% (n = 7), vasopresina 2.38% (n = 1); arritmias y norepinefrina 14.28% (n = 6), vasopresina 9.52% (n = 4) (Figura 1), con valor estadístico de p = 0.01 (IC95%: -534.09-552.09).

El análisis de las incidencias registradas en los intervalos de tiempo revela que la mayor cantidad de complicaciones ocurre dentro de las primeras horas del retiro aminérgico (Figura 2).

DISCUSIÓN

Con el presente estudio experimental podemos concluir que el desarrollo de hipotensión en pacientes que se encuentran en fase de recuperación del estado de choque séptico y se inicia el destete de vasopresores, se asoció a mayores incidencias de hipotensión al retirar de primera instancia la norepinefrina y no así la vasopresina, pese a tener la misma cantidad de pacientes y con un tiempo similar al realizar el desescale de aminas, se produjo una diferencia notable entre los pacientes. Así mismo este hecho produjo que la estancia intrahospitalaria se alargara más por lo menos dos días al presentar hipotensión y reajustar las dosis de este vasopresor; a diferencia de cuando el protocolo se inició con vasopresina, quien presentó mínimas complicaciones, así

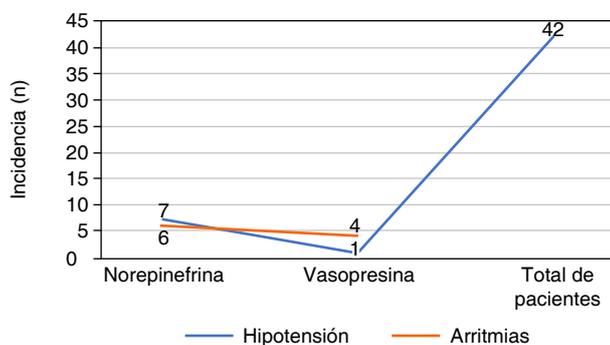


Figura 1: Relación en el desarrollo de hipotensión y arritmias entre norepinefrina y vasopresina. Del total de pacientes, siete desarrollaron hipotensión y seis arritmias al retirar norepinefrina, así como uno y cuatro, respectivamente, al protocolizarlo con vasopresina.

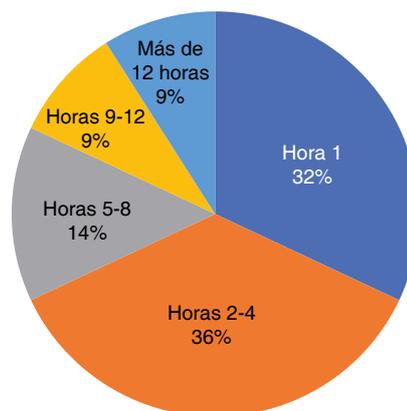


Figura 2: Tiempo de desarrollo de incidencias (hipotensión o arritmia) al retiro de cualquiera de los vasopresores estudiados. Se observa mayor disposición a presentar complicaciones cardio-hemodinámicas en la primera hora con un total de 32% del tiempo promedio.

como disminuyó los días de estancia intrahospitalaria. Es importante recordar que este estudio se realizó exclusivamente en pacientes con choque séptico que se encontraban ya en una fase de recuperación inicial, no así en la diversidad de pacientes que podrían utilizar ambos vasopresores.

CONCLUSIONES

Basados en el análisis de datos estudiados se encuentra una asociación significativamente mayor al desarrollo de inestabilidad hemodinámica o arritmias en las primeras horas del retiro inicial de la norepinefrina que con vasopresina, con énfasis en que el desarrollo de hipotensión tiene una relación significativa tanto con el tipo de vasopresor utilizado como con el tiempo de destete de éste. Estas complicaciones se presentan con mayor prevalencia en hombres que en mujeres. En general, estos hallazgos destacan la importancia de considerar la incidencia de hipotensión ante el retiro de cualquier agente vasopresor y la necesidad de estudios adicionales para explorar las causas subyacentes y las estrategias óptimas de tratamiento.

REFERENCIAS

1. 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(11):1181-1247.
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(8):801-810.
3. Geroulanos S, Douka ET. Historical perspective of the word "sepsis". *Intensive Care Med.* 2006;32(12):2077.
4. Vincent JL, Abraham E. The last 100 years of sepsis. *Am J Resp Crit Care Med.* 2006;173(3):256-263.
5. Schottmueller H. Wesen und Behandlung der Sepsis (The nature and therapy of sepsis). *Inn Med.* 1914;31:257-280.

6. Chapman PB, Lester TJ, Casper ES, Gabrilove JL, Wong GY, Kempin SJ, et al. Clinical pharmacology of recombinant human tumor necrosis factor in patients with advanced cancer. *J Clin Oncol.* 1987;5(12):1942-51.
7. Dinarello CA. Proinflammatory and anti-inflammatory cytokines as mediators in the pathogenesis of septic shock. *Chest.* 1997;112(6 Suppl):321S-329S.
8. Okusawa S, Gelfand JA, Ikejima T, Connolly RJ, Dinare- Ilo CA. Interleukin 1 induces a shock-like state in rabbits. Synergism with tumor necrosis factor and the effect of cyclooxygenase inhibition. *J Clin Invest.* 1988;81(4):1162-1172.
9. Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, Levy MM, Antonelli M, Ferrer R, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock: 2016. *Crit Care Med.* 2017;43(3):304-377.
10. Vincent JL, De Backer D. Saline versus balanced solutions: are clinical trials comparing two crystalloid solutions really needed? *Crit Care.* 2016;20(1):250.
11. De Backer D, Cecconi M, Lipman J, Machado F, Myatra SN, Ostermann M, et al. Challenges in the management of septic shock: a narrative review. *Int Care Med.*, 2019;45(4):420-433.
12. Vincent JL, Singer M, Einav S, Moreno R, Wendon J, Teboul JL, et al. Equilibrating SSC guidelines with individualized care. *Crit Care.* 2021;25(1):397.
13. Deutschman CS, Hellman J, Roca RF, De Backer D, Coopersmith CM, Research Committee of the Surviving Sepsis Campaign. The surviving sepsis campaign: basic/translational science research priorities. *Intensive Care Med Exp.* 2020;8(1):31.
14. Osterud B, Bjorklid E. The tissue factor pathway in disseminated intravascular coagulation. *Semin Thromb Hemost.* 2001;27(6):605-617.

Conflicto de intereses: declaro no tener conflicto de intereses.

Patrocinios: Sin patrocinadores.

Correspondencia:

Gabriela Rubí de los Santos Albores

E-mail: gruda1988@icloud.com



Nueva propuesta de acceso subclavio guiado por ultrasonido en México: acceso supraclavicular

New proposal for ultrasound-guided subclavian access in Mexico: supraclavicular access

Nova proposta de acesso subclávio guiado por ultrassom no México: acesso supraclavicular

Julissa Ramírez Toral,* Felipe de Jesús Montelongo,*[‡] Rafael Tapia Velasco,* Jonathan Galindo Ayala,* Miguel Trujillo Martínez,[§] Ana Itzel Martínez Rosas*

RESUMEN

Introducción: el acceso venoso central es uno de los procedimientos más utilizados en el área de la salud, es por ello que casi 90% de los pacientes que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos ameritan un acceso venoso central, y en algunos casos con urgencia, como la vena subclavia o yugular que frecuentemente se coloca guiado por referencias anatómicas. Además, la introducción de la ultrasonografía *Point-of-Care* para guiar los accesos vasculares se ha convertido en una herramienta para la realización del procedimiento en el área médica de forma segura. Es por ello, que el propósito de nuestra investigación es proponer el abordaje supraclavicular guiado por ultrasonido, como una alternativa en pacientes críticos.

Material y métodos: estudio piloto, prospectivo, transversal y analítico realizado en pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General «Las Américas» del Instituto de Salud del Estado de México, con uso del ultrasonido *Siemens Acuson Freestyle* inalámbrico con transductor lineal 7-13 MHz y catéter venoso central trilumen o bilumen de 7 French de diámetro y de 20 centímetros de longitud.

Resultados: el éxito de colocación de catéter venoso central supraclavicular guiado por ultrasonido fue de 86.66%, con media de 40 segundos desde la inserción en la piel hasta la colocación de la guía metálica dentro de la vena subclavia. Se registraron limitantes en la colocación tales como falla de la instalación en 13% por variantes anatómicas y presencia de trombos en la vena subclavia, y con complicaciones como punción arterial en 10% y neumotórax en 3% de la muestra de 30 pacientes.

Conclusiones: la colocación para el acceso venoso central supraclavicular guiado por ultrasonido es una técnica alternativa que proponemos para la realización en pacientes en el área crítica.

Palabras clave: catéter venoso central, acceso supraclavicular, ultrasonido, vena subclavia, referencias anatómicas.

ABSTRACT

Introduction: central venous access is one of the most used procedures in the health area, that is why almost 90% of patients admitted to the intensive care unit require a central venous access, and in some cases with urgency such as the subclavian or jugular vein, which is frequently placed guided by anatomical references. In addition, the introduction of *Point-of-care* ultrasonography to guide vascular accesses, allows it to be a tool to perform the procedure in the medical area in a safe way. Therefore, the purpose of our research is to propose the ultrasound-guided supraclavicular approach as an alternative in critically ill patients.

Material and methods: a pilot, prospective, transversal and analytical study was carried out in patients of the intensive care unit of the Hospital General «Las Américas» of the Instituto de Salud del Estado de México, with the use of wireless *Siemens Acuson Freestyle* ultrasound with linear transducer 7-13 MHz and trilumen or bilumen central venous catheter of 7 French diameter and twenty centimeters in length.

Results: the success of supraclavicular central venous catheter placement guided by ultrasound was 86.66%, with an average of 40 seconds from insertion into the skin to placement of the guidewire into the subclavian vein. There were limitations in placement such as installation failure in 13% due to anatomical variants and presence of thrombus in the subclavian vein, and complications such as arterial puncture in 10% and pneumothorax in 3% of the sample of 30 patients.

Conclusions: placement for supraclavicular central venous access guided by ultrasound is an alternative technique that we propose for patients in the critical area.

Keywords: central venous catheter, supraclavicular access, ultrasound, subclavian vein, anatomical references.

RESUMO

Introdução: o acesso venoso central é um dos procedimentos mais utilizados na área da saúde, razão pela qual quase 90% dos pacientes internados na unidade de terapia intensiva necessitam de um acesso venoso central e, em alguns casos, com urgência, como a veia subclávia ou jugular, que frequentemente é colocado guiado por referências anatômicas. Além disso, a introdução da ultrassonografia no local de atendimento para guiar acessos vasculares fornece uma ferramenta para a realização do procedimento na área médica com segurança. Portanto, o objetivo de nossa pesquisa é propor a abordagem supraclavicular guiada por ultrassom como uma alternativa em pacientes em estado crítico.

Material e métodos: foi realizado um estudo piloto, prospectivo, transversal e analítico em pacientes da unidade de terapia intensiva do Hospital Geral «Las Américas» do Instituto de Saúde do Estado do México, usando o ultrassom sem fio *Acuson Freestyle* da Siemens com transdutor linear de 7-13 MHz e cateter venoso central de trilúmen ou bilúmen de 7 french de diâmetro e 20 centímetros de comprimento.

Resultados: a taxa de sucesso da colocação do cateter venoso central supraclavicular guiada por ultrassom foi de 86.66%, com um tempo médio de 40 segundos desde a inserção na pele até a colocação da guia metálica no interior da veia subclávia. Foram relatadas limitações na colocação, como falha na instalação em 13% devido a variantes anatômicas e presença de trombo na veia subclávia, e complicações como punção arterial em 10% e pneumotórax em 3% da amostra de 30 pacientes.

Conclusões: a colocação de acesso venoso central supraclavicular guiado por ultrassom é uma técnica alternativa que propomos para ser realizada em pacientes na área crítica.

Palavras-chave: cateter venoso central, acesso supraclavicular, ultrassom, veia subclávia, referências anatómicas.

INTRODUCCIÓN

Los avances médicos llevan consigo el establecer herramientas para mantener y perdurar el bienestar del paciente. Es por ello que, en la práctica médica continua, existe el realizar procedimientos para preservar la salud (procedimientos asociados a los cuidados de la salud) y la colocación de un acceso vascular para mantener una vía venosa central y así poder administrar medicamentos, hemoderivados, nutrición parenteral o realizar una monitorización hemodinámica. El acceso vascular se define como la colocación de un catéter de polivinilo o poliuretano, que se inserta al

* Hospital General «Las Américas» de Ecatepec. Instituto de Salud del Estado de México, IMSS-Bienestar, México.

[‡] Universidad Autónoma del Estado de México. México. Hospital General de Zona Num. 197. Instituto Mexicano del Seguro Social. Texcoco. Estado de México, México.

[§] Hospital General de Zona con Medicina Familiar Núm. 7, Instituto Mexicano del Seguro Social. Cuautla, Morelos. México.

Recibido: 20/09/2024. Aceptado: 29/10/2024.

Citar como: Ramírez TJ, Montelongo FJ, Tapia VR, Galindo AJ, Trujillo MM, Martínez RAI. Nueva propuesta de acceso subclavio guiado por ultrasonido en México: acceso supraclavicular. Med Crit. 2024;38(6):469-472. <https://dx.doi.org/10.35366/119234>

puncionar con una aguja de gran tamaño a un vaso venoso grande cercano al corazón, tales como la vena cava superior, vena cava inferior, venas braquicefálicas, yugulares internas, subclavias, iliacas y femorales comunes, por su estructura de gran tamaño anatómico generalmente de más de 20 milímetros de diámetro.¹ Casi 90% de los pacientes que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) ameritan un acceso venoso central y, en algunos casos, con urgencia como la vena subclavia o yugular que frecuentemente se coloca guiado por referencias anatómicas.² En la actualidad, el abordaje de la vena subclavia es el más común; hay dos formas de acceder, ya sea vía infraclavicular o supraclavicular, tomando también como referencia anatómica la clavícula. Yoffa reporta una tasa de mayor éxito al abordar la vía supraclavicular; sin embargo, este estudio fue realizado por referencias anatómicas, del cual tiene las siguientes consideraciones: tienen como punto de referencia de inserción bien definido, el ángulo clavicoesternocleidomastoideo, una relación entre piel y vena más estrecha, una área de mayor exposición al vaso, ya que el abordaje se realiza en el eje longitudinal, manteniendo un trayecto más recto hacia la vena cava superior y menos proximidad al tejido pulmonar en paralelo a la clavícula.³ Además, la introducción de la ultrasonografía *Point-of-Care* para guiar los accesos vasculares, permite ser una herramienta más para la realización del procedimiento en el área médica. Ram Prasad concluyó que el abordaje subclavio infraclavicular y supraclavicular guiado por ultrasonido en tiempo real, es una alternativa viable y preferible con disminución en el tiempo, intentos y tasa de complicaciones.⁴

El aumento del éxito de poder introducir el catéter a nivel intravascular, pero principalmente el reducir la incidencia de complicaciones tales como neumotórax, hematomas, e incluso lesión del mismo vaso, es enfatizado por la NICE (Instituto Nacional de Excelencia Clínica) de Estados Unidos, recomienda la Guía por Ultrasonido en la Canulación de la Vena y debe ser la técnica estándar. La Guía de práctica clínica prevención, diagnóstico y tratamiento de las infecciones relacionadas a líneas vasculares, del Instituto Mexicano del Seguro Social, 2013,⁵ también recomienda que el sitio de inserción de un acceso venoso central debe ser con ayuda del ultrasonido para efectuar tanto la inserción como la comprobación de la localización del catéter dentro del vaso.^{6,7}

En la literatura médica, existe suficiente información del acceso vascular guiado por ultrasonido a nivel infraclavicular de la vena subclavia,⁸ probablemente porque se relaciona con el abordaje más frecuente por referencias anatómicas; pero es muy escasa sobre el abordaje supraclavicular e inexistente en nuestro país, por el cual, el motivo de nuestro estudio es presentar una

alternativa en el acceso de la vena subclavia, así como describir la técnica por primera vez en México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio piloto, prospectivo, transversal y analítico realizado en pacientes de la UCI del Hospital General «Las Américas» del Instituto de Salud del Estado de México, con uso del ultrasonido *Siemens Acuson Freestyle* inalámbrico con transductor lineal 7-13 MHz y catéter venoso central trilumen o bilumen de 7 French de diámetro y de 20 centímetros de longitud. Durante el estudio se registraron número de punciones, tiempo de instalación desde la inserción en la piel, hasta la colocación de la guía metálica dentro de la vena subclavia, complicaciones (neumotórax, hemotórax, quilotórax, hematomas, sangrado, punción arterial), datos demográficos (edad, sexo, índice de masa corporal), diagnósticos de pacientes al ingreso y motivo de instalación. Durante el estudio, se utilizaron catéteres de diferentes marcas, Arrow®, Edwards® o Viuret®. Todos los pacientes fueron seleccionados por muestreo no probabilístico. Los datos fueron recolectados en una hoja de Excel de Windows 2019 y se procesó en el paquete estadístico SPSS versión 26. Se utilizó estadística descriptiva para variables cuantitativas, se utilizaron medidas de tendencia central y para variables categóricas, frecuencia absoluta y porcentajes. Además, todos los procedimientos ultrasonográficos fueron supervisados y validados por un experto en ultrasonografía de la red *World Interactive Network Focused On Critical Ultrasound (WINFOCUS)* (Tabla 1).

Previa firma de consentimiento informado, el personal procede a equipar el material a utilizar en la cama del paciente. La técnica ultrasonográfica se describe al realizar la punción vascular dentro de plano y en eje longitudinal, con los siguientes pasos:

1. El paciente se coloca en posición supina en posición de Trendelenburg.
2. Se realiza la rotación de la cabeza, opuesto al lado a intervenir, con reposo de ambos brazos del paciente a cada lado del tórax.
3. A nivel de la clavícula derecha o izquierda se procede a visualizar las estructuras anatómicas a una profundidad de 1 a 1.5 centímetros aproximadamente de la línea de la piel al vaso, colocando el transductor lineal de 7-13 MHz en sentido longitudinal, previa aplicación de gel de ultrasonido, a nivel del tercio medio interno de la clavícula (fosa supraclavicular) con el borde del transductor en contacto con el borde posterior del hueso de la clavícula y con la marca del transductor dirigido al

Tabla 1: Características demográficas, clínicas y complicaciones del acceso vascular de la población de estudio (N = 30).

	n (%)
Género	
Masculino	19 (64)
Femenino	11 (36)
Edad [años]*	53 ± 10
Tiempo en segundos*	40 ± 10
IMC [kg/m ²]*	30 ± 3
Indicaciones	
Inicio de vasopresores	15 (50)
Infección del túnel	9 (30)
Monitoreo hemodinámico	3 (10)
Inicio NPT	3 (10)
Diagnósticos	
Choque séptico	11 (37)
Insuficiencia cardíaca	8 (27)
Choque cardiogénico	2 (6)
Choque hipovolémico	6 (20)
Insuficiencia hepática	3 (10)
Lado	
Derecho	20 (67)
Izquierdo	10 (33)
Limitantes	
Falla en la instalación	4 (13)
Punción arterial	3 (10)
Neumotórax	1 (3)

IMC = índice de masa corporal. NPT = nutrición parenteral total.

* Valores expresados en media ± desviación estándar.

hombro ipsilateral. Se observará la vena subclavia en eje longitudinal con paredes delgadas con presencia de valvas en su interior y con prueba de compresión positiva.

- Se realiza técnica antiséptica, se coloca ropa estéril y doble guante protector; para la asepsia de la región se utiliza 10 mL de clorhexidina al 0.5% o 5 mililitros (mL) de sodine solución al 7.5% y se comienza del centro a la periferia en un diámetro de 30 centímetros. Se retira el segundo par de guantes y se protege el transductor lineal, ya sea con material estéril, preservativo o funda estéril para transductor. Se colocan campos estériles cubriendo el 80% de la superficie corporal.
- Se coloca anestesia local con 10 mL de lidocaína al 1% en los tejidos en el sitio a puncionar y, posteriormente, se coloca el transductor con aplicación previa de gel estéril para realizar la punción dentro de plano. Se observa en tiempo real la entrada de la aguja en el vaso venoso como se describe en el punto 3, se confirma el retorno de la sangre por aspiración y se realiza la inserción de la guía metálica. Se retira el transductor y el trocar, con inserción y retiro del dilatador (técnica de Seldinger).
- Se inserta el catéter bilumen o trilumen venoso central, mientras se retira la guía metálica. Una vez que

el catéter venoso central se encuentra dentro del vaso, se realiza nueva insonación para visualizar la presencia dentro de la luz del vaso y descartar complicaciones locales.

- Se confirma retorno venoso por lúmenes, se fija el catéter con nylon 3-0 y se da por terminado el procedimiento.
- Se realiza insonación del tórax para descartar la presencia de neumotórax, hemotórax o enfisema subcutáneo (Figura 1).

RESULTADOS

El éxito del procedimiento de colocación de catéter venoso central supraclavicular guiado por ultrasonido fue de 86.66%. En los casos no exitosos (el no haber podido canular el vaso), se decidió cambiar el sitio de colocación del acceso venoso central a yugular interno guiado por ultrasonido (13%). Se obtuvo una media de 40 segundos desde la inserción en la piel, hasta la colocación de la guía metálica dentro de la vena subclavia. En la población estudiada, hubo predominio de hombres (64%), una edad de 53 años y un índice de masa corporal de 30 kg/m², sin obesidad mórbida. Predominó la indicación de colocación para inicio de medicamentos vasopresores, con patología asociada de choque séptico en 37%; fue colocado del lado derecho en 67% de la muestra, a discreción de los investigadores. Se reportaron limitantes en la colocación tales como falla de la instalación en 13% por variantes anatómicas de la unión de la vena subclavia con el tronco braquiocéfálico y/o presencia de trombos en la vena subclavia, y con complicaciones como punción arterial en 10% y neumotórax en 3% de la muestra de 30 pacientes hospitalizados en la UCI.



Figura 1:

Colocación del transductor lineal en el plano y punto de inserción.

DISCUSIÓN

De acuerdo con la literatura mundial, el abordaje venoso central se realizaba por referencias anatómicas. Por ejemplo, David Yoffa realizó el abordaje supraclavicular de la vena subclavia por venopunción con referencias anatómicas³ y registró presencia de complicaciones en 30% (tales como neumotórax, punción arterial, hematoma). Es por ello que en el avance de la medicina se ha demostrado que el uso del ultrasonido ofrece un método seguro para la colocación de accesos venosos centrales,⁶ con disminución en las complicaciones. En su estudio, Ram Prasad⁴ concluyó que el abordaje subclavio infraclavicular y supraclavicular guiado por ultrasonido en tiempo real, es una alternativa con disminución en el tiempo de instalación del catéter, intentos de punción y porcentaje de complicaciones, reportando 0%. En 2022, Saini y colaboradores realizaron una evaluación comparativa de cateterismos venosos supraclaviculares e infraclaviculares guiados por ultrasonido en pacientes adultos;⁹ registraron que el porcentaje de éxito del primer intento en la colocación fue de 82.2%, con un tiempo total en el abordaje supraclavicular de 39 segundos y con porcentaje de complicaciones de 5%. En nuestro estudio, obtuvimos porcentajes de éxito y de tiempo de abordaje similares, pero nosotros registramos un mayor porcentaje de complicaciones; la falla en la instalación del catéter fue de 13%, evento que ellos no reportaron tener. Estas fallas de instalación no fueron previstas durante la realización del estudio, fueron presentándose a medida que se desarrollaba y dependieron de los hallazgos de las variantes anatómicas en dos casos y en tres se encontró trombo intravascular al realizar la insonación.

CONCLUSIONES

La colocación del catéter venoso central por abordaje supraclavicular guiado por ultrasonido es una técnica alternativa que proponemos para la realización en pacientes en el área crítica.

Recomendaciones: se sugiere incrementar la curva de aprendizaje con el uso de simuladores para la práctica, además evitar posicionar el transductor cerca del

ángulo clavicoesternocleidomastoideo, así como evitar puncionar cerca de la bifurcación de la vena yugular con el tronco braquiocefálico, por la posible presencia de variaciones anatómicas y valvas que ocasionan dificultad de paso de la guía metálica.

REFERENCIAS

1. Practice Guidelines for Central Venous Access 2020: An Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access. *Anesthesiology*. 2020;132(1):8-43. doi: 10.1097/ALN.0000000000002864.
2. Fragou M, Gravvanis A, Dimitriou V, Papalois A, Kouraklis G, Karabinis A, et al. Real-time ultrasound-guided subclavian vein cannulation versus the landmark method in critical care patients: A prospective randomized study. *Crit Care Med* [Internet]. 2011;39(7):1607-1612. Available in: <http://dx.doi.org/10.1097/ccm.0b013e318218a1ae>
3. Yoffa D. Supraclavicular subclavian venepuncture and catheterisation. *Lancet*. 1965;2(7413):614-617.
4. Prasad R, Soni S, Janweja S, Rajpurohit JS, Nivas R, Kumar J. Supraclavicular or infraclavicular subclavian vein: Which way to go- A prospective randomized controlled trial comparing catheterization dynamics using ultrasound guidance. *Indian J Anaesth*. 2020;64(4):292-298. doi: 10.4103/ija.IJA_930_19.
5. Guía de Práctica Clínica Prevención, diagnóstico y tratamiento de las infecciones relacionadas a líneas vasculares. México: Instituto Mexicano del Seguro Social; 2013.
6. Zarskus A, Zykutė D, Trepėnaitis D, Macas A. Implementation of ultrasound-guided infraclavicular subclavian venous catheterization during anesthesia and elective surgery: a prospective observational study at a single center in Lithuania. *Med Sci Monit*. 2023;29:e938851. doi: 10.12659/MSM.938851.
7. Brown DC, Gonzalez-Vargas JM, Tzamaras HM, Sinz EH, Ng PK, Yang MX, et al. Evaluating the impact of assessment metrics for simulated central venous catheterization training. *Simul Healthc* [Internet]. 2024;19(1):2-34. Available in: https://journals.lww.com/simulationinhealthcare/abstract/2024/02000/evaluating_the_impact_of_assessment_metrics_for.4.aspx
8. Raphael PO, Simon BP, Thankappan C, Chacko L. Comparison between ultrasound-guided supraclavicular and infraclavicular approaches for subclavian venous catheterisation in adults. *J Evid Based Med Healthc* [Internet]. 2016;3(36):1774-1778. Available in: <http://dx.doi.org/10.18410/jebmh/2016/397>
9. Saini V, Vamsidhar A, Samra T, Sethi S, Naik BN. Evaluación comparativa de cateterismos venosos subclavicular e infraclavicular guiado por ultrasonido en pacientes adultos. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2022;38(3):411-416. doi: 10.4103/joacp.JOACP_400_20.

Patrocinio: ninguno.

Conflicto de intereses: ninguno.

Correspondencia:

Julissa Ramírez Toral

E-mail: gouwtherramt@hotmail.com



doi: 10.35366/119235

Asociación de haptoglobina sérica como predictor de mortalidad en los pacientes críticos con hemorragia subaracnoidea aneurismática

Association of serum haptoglobin as a predictor of mortality in critically ill patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage

Associação da haptoglobina sérica como preditor de mortalidade em pacientes em estado crítico com hemorragia subaracnoidea aneurismática

Edgar Antonio Mogollón Martínez,* Carlos Jiménez Correa,* Pedro Luis González Carrillo,* Ma. Natalia Gómez González*

RESUMEN

Introducción: la identificación de los niveles séricos de haptoglobina se ha mencionado como un factor relacionado en la enfermedad cerebral vascular de origen aneurismático, y puede contribuir al aumento de las complicaciones. Es una proteína sintetizada por el hígado que se une a la hemoglobina libre después de la lisis de los glóbulos rojos y, al hacerlo, previene la toxicidad inducida por la hemoglobina y facilita la eliminación. Los estudios clínicos en pacientes con hemorragia subaracnoidea indican que los sujetos con niveles alterados de haptoglobina pueden ser un grupo de alto riesgo de complicaciones relacionadas con la hemorragia y malos resultados en la mortalidad.

Objetivo: determinar la asociación de los niveles de haptoglobina sérica son predictores de mortalidad en hemorragia subaracnoidea aneurismática en la Unidad de Cuidados Intensivos del Centro Médico Nacional Bajío.

Material y métodos: estudio observacional, descriptivo, longitudinal, analítico. Realizado del 1 de marzo al 21 de agosto de 2024 en pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos con hemorragia subaracnoidea aneurismática (HSAa). Mediante un muestreo a conveniencia no probabilístico se registraron los valores de haptoglobina sérica (HAPT 2), y la sobrevivencia de los pacientes incluidos. La haptoglobina se relacionó como predictor de mortalidad.

Resultados: se incluyeron 27 pacientes que cumplieron con los criterios de selección, 17 mujeres (63%), con edad media de 51.48 ± 15.05 ; se registró antecedente de hipertensión arterial sistémica en 13 (48.1%) pacientes y diabetes mellitus tipo 2 en cinco (18.5%). El neuromonitoreo con ultrasonido Doppler reportó una presión intracraneal de 21.03 ± 4.01 , hipertensión intracraneana en seis (22.2%); la haptoglobina sérica (Hapt 2) fue de 167.68 ± 110.4 mg/dL. Se detectó vasoespasmismo en siete (25.9%) de los pacientes. No sobrevivieron ocho (29.6%) pacientes. El promedio de días de supervivencia de la población fue de 109.04 ± 140.24 . El análisis de ROC con una AUC de 0.836 ($p = 0.007$) IC95% (0.680-0.991).

Conclusión: en pacientes con HSAa se sugiere utilizar los niveles de haptoglobina sérica como predictor de mortalidad.

Palabras clave: hemorragia subaracnoidea aneurismática, haptoglobina sérica, mortalidad, UCI.

ABSTRACT

Introduction: the identification of serum haptoglobin levels has been mentioned as a related factor in cerebral vascular disease of aneurysmal origin, and may contribute to increased complications. It is a protein synthesized by the liver that binds to free hemoglobin after lysis of red blood cells and, in doing so, prevents hemoglobin-induced toxicity and facilitates clearance. Clinical studies in patients with subarachnoid hemorrhage indicate that patients with altered haptoglobin levels may be a high-risk group for bleeding-related complications and poor mortality outcomes.

Objective: to determine the association of serum haptoglobin levels are predictors of mortality in aneurysmal subarachnoid hemorrhage in the Intensive Care Unit of the Bajío National Medical Center.

Material and methods: observational, descriptive, longitudinal, analytical study. Conducted from March 1 to August 21, 2024 in patients admitted to the Intensive Care Unit with aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSAH). Serum haptoglobin values (HAPT 2) and survival of the included patients were recorded by means of non-probabilistic convenience sampling. Haptoglobin was related as a predictor of mortality.

Results: twenty-seven patients who met the selection criteria were included, 17 women (63%), with a mean age of 51.48 ± 15.05 , a history of systemic arterial hypertension was recorded in 13 (48.1%) and type 2 diabetes mellitus in five (18.5%) patients. Neuromonitoring with Doppler ultrasound reported ICP of 21.03 ± 4.01 , ICH (intracranial hypertension) in six (22.2%); serum haptoglobin (Hapt 2) was 167.68 ± 110.4 mg/dL. Vasospasm was detected in seven (25.9%) of the patients. Not survived eight (29.6%) patients, and the mean population survival days was 109.04 ± 140.24 . ROC analysis with an AUC of 0.836 ($p = 0.007$) 95%CI (0.680-0.991).

Conclusion: in patients with aSAH we suggest using serum haptoglobin levels as a predictor of mortality.

Keywords: aneurysmal subarachnoid hemorrhage, serum haptoglobin, mortality, ICU.

RESUMO

Introdução: a identificação dos níveis séricos de haptoglobina foi mencionada como um fator relacionado à doença vascular cerebral de origem aneurismática e pode contribuir para o aumento das complicações. É uma proteína sintetizada pelo fígado que se liga à hemoglobina livre após a lise dos glóbulos vermelhos e, dessa forma, evita a toxicidade induzida pela hemoglobina e facilita a eliminação. Estudos clínicos em pacientes com hemorragia subaracnoidea indicam que os pacientes com níveis alterados de haptoglobina podem ser um grupo de alto risco para complicações relacionadas à hemorragia e resultados ruins de mortalidade.

Objetivo: determinar a associação dos níveis séricos de haptoglobina como preditores de mortalidade em hemorragia subaracnoidea aneurismática na UTI do CMN Bajío.

Material e métodos: estudo observacional, descritivo, longitudinal e analítico. Realizado de 1º de março a 21 de agosto de 2024 em pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) com HSAa. Utilizando amostragem não probabilística de conveniência, foram registrados os valores séricos de haptoglobina (HAPT 2) e a sobrevivência dos pacientes incluídos. A haptoglobina foi relacionada como preditor de mortalidade.

Resultados: vinte e sete pacientes que atenderam aos critérios de seleção foram incluídos, 17 mulheres (63%), com idade média de 51.48 ± 15.05 , um histórico de HAS foi registrado em 13 (48.1%) e DM2 em 5 pacientes (18.5%). O neuromonitoramento por ultrassom Doppler relatou PIC de 21.03 ± 4.01 , HIC (hipertensão intracraniana) em 6 (22.2%); a haptoglobina sérica (Hapt 2) foi de 167.68 ± 110.4 mg/dL. Vasoespasmismo foi detectado em 7 (25.9%) pacientes. Oito (29.6%) pacientes não sobreviveram e a média de dias de sobrevivência da população foi de 109.04 ± 140.24 . Análise ROC com uma AUC de 0.836 ($p = 0.007$) IC95% (0.680-0.991).

Conclusão: em pacientes com HSAa, sugere-se o uso dos níveis de haptoglobina sérica como um preditor de mortalidade.

Palavras-chave: hemorragia subaracnoidea aneurismática, haptoglobina sérica, mortalidade, UTI.

* Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital Especialidades No. 1 del Centro Médico Nacional del Bajío, Instituto Mexicano del Seguro Social. México.

Recibido: 20/09/2024. Aceptado: 19/12/2024.

Citar como: Mogollón MEA, Jiménez CC, González CPL, Gómez GMN. Asociación de haptoglobina sérica como predictor de mortalidad en los pacientes críticos con hemorragia subaracnoidea aneurismática. Med Crit. 2024;38(6):473-477. <https://dx.doi.org/10.35366/119235>

www.medigraphic.com/medicinacritica

Abreviaturas:

AUC = área bajo la curva (Area Under the Curve)

HSA = hemorragia subaracnoidea

HSAa = hemorragia subaracnoidea aneurismática
 IC95% = intervalo de confianza de 95%
 ROC = característica operativa del receptor (*Receiver Operating Characteristic*)
 UCI = Unidad de Cuidados Intensivos
 VNOi = vaina del nervio óptico izquierda

INTRODUCCIÓN

La hemorragia subaracnoidea espontánea se debe a la ruptura del aneurisma en más de 80% de los casos; representa entre 2 y 7% de todos los accidentes cerebrovasculares, afecta a 9 de cada 100,000 individuos cada año en los países desarrollados, aunque la incidencia ha ido disminuyendo.¹

A medida que la población envejece, la hemorragia subaracnoidea aneurismática puede ser una carga de salud pública aún más significativa. La incidencia aumenta con la edad, particularmente en mujeres > 55 años. Se ha reportado una predilección específica por las mujeres, con riesgo relativo de 1.3 en comparación con los hombres.²

Días después de la hemorragia subaracnoidea, los glóbulos rojos en el líquido cefalorraquídeo, se desintegran por procesos inmunológicos y no inmunológicos. Los mecanismos de toxicidad siguen estando mal definidos y no se han propuesto estrategias para neutralizar específicamente los efectos devastadores de la hemoglobina en el cerebro.³

La haptoglobina (Hp) es la principal proteína eliminadora de hemoglobina en el plasma. Se une a los dímeros alfa y beta de hemoglobina dentro de los complejos Hb:Hp, que son eliminados de la sangre por macrófagos del hígado y el bazo. La haptoglobina inhibe la oxidación de proteínas y lípidos desencadenados por la hemoglobina.⁴

Kazmi y colaboradores refieren que la haptoglobina es una de las principales glicoproteínas plasmáticas de fase aguda, que se une a la hemoglobina libre para neutralizar su toxicidad. El gen HP existe como dos variantes del número de copias que difieren de dos maneras: el nivel sérico de haptoglobina y las diferencias funcionales en los productos de proteína Hp. Ambos mecanismos pueden ser la base en la susceptibilidad y/o el resultado de varias enfermedades, como en la hemorragia subaracnoidea que también se asocia a un mayor nivel sérico de haptoglobina.⁵

Murthy evaluó las diferencias en el genotipo haptoglobina, incluyó 94 pacientes, evaluando la distribución del fenotipo Hp, fue Hp 1-1 (13%); Hp 2-1 (49%) y Hp 2-2 (38%). Hubo una tendencia no significativa hacia una mayor mortalidad en Hp 2-1 y Hp 2-2 en comparación con Hp 1-1, con una mortalidad de 8% en Hp 1-1, 17% en Hp 2-1 y 25% en Hp 2-2 ($p = 0.408$). En el modelo de regresión ajustado, fenotipos Hp 2-1 (OR = 0.05, IC95% = 0.01-0.47, $p < 0.001$) y fenotipos Hp

2-2 (OR = 0.14, IC95% = 0.02-0.86, $p = 0.045$) tenían probabilidades significativamente más bajas de puntuaciones de la escala de Rankin modificada 0-2 en comparación de Hp 1-1.⁶

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño. Estudio observacional, descriptivo, longitudinal, analítico realizado en la Unidad de Cuidados Intensivos del Instituto Mexicano del Seguro Social, Unidad Médica de Alta Especialidad No. 1 Bajío, León, Guanajuato, del 1 de marzo al 21 de agosto de 2024 en pacientes con diagnóstico de hemorragia subaracnoidea aneurismática (HSAa).

Previa autorización del comité local de ética e investigación en salud, con número de registro R se realizó un muestreo a conveniencia no probabilístico, en el que se incluyeron la totalidad de pacientes mayores de 18 años, que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) con diagnóstico de HSAa evidenciado por tomografía computarizada, resonancia magnética y/o angiografía, con estancia en la UCI al menos de 24 horas.

Fueron excluidos de este estudio pacientes con hemorragia subaracnoidea de origen no aneurismático; pacientes con aneurisma cerebral sin hemorragia subaracnoidea; y pacientes que, pese al diagnóstico de HSAa, presentaran enfermedad renal crónica, hepatopatía crónica, neoplasia activa o algún proceso infeccioso documentado microbiológicamente hasta 72 horas previas al ingreso a la UCI. También se eliminaron de este estudio los enfermos trasladados a otra unidad hospitalaria diferente a la nuestra, y los casos que no contaran con los registros clínicos en el expediente clínico, necesarios para este protocolo de estudio.

Método. Del expediente clínico se obtuvieron datos demográficos como nombre del paciente, fecha de ingreso a la unidad, diagnóstico previo de hipertensión arterial sistémica y/o diabetes mellitus y tiempo de inicio del cuadro clínico hasta su ingreso a la terapia intensiva. A los pacientes que ingresaron a terapia intensiva, se les solicitaron niveles séricos de haptoglobina mediante una muestra de sangre venosa (5-8 mL) para ser procesada aplicando la prueba inmunoturbidimétrica Tina-quant Haptoglobin ver.2 (HAPT2) procesada con el plasma sanguíneo tratado con heparina de litio y EDTA dipotásico, con niveles de referencia dentro de límites normales reportados por patología clínica y proveedor bioquímico entre 30-200 mg/dL. También se buscó intencionadamente las escalas de mal pronóstico y mortalidad para hemorragia subaracnoidea (HSA).

Para el neuromonitoreo se realizó la insonación de la arteria cerebral media derecha en todos los pacientes mediante ultrasonido Doppler con el equipo de USG marca Affiniti 50G Philips con traductor microconvexo 2 MHz, usando la ventana transtemporal.

Tabla 1: Características de la población sobreviviente versus no sobreviviente.

	Sobrevivientes N = 19 n (%)	No sobrevivientes N = 8 n (%)	p
Demográficos			
Edad [años]*	51.11 ± 14.52	52.38 ± 17.27	0.846
Sexo			
Femenino	15 (78.9)	5 (62.5)	
Masculino	4 (21.1)	3 (37.5)	0.401
IMC*	28.31 ± 7.96	25.57 ± 4.95	0.686
Comorbilidades			
DM2	5 (26.3)	0 (0.0)	0.108
HAS	8 (42.1)	5 (62.5)	0.333
Vasopresores			
Sin vasopresor	3 (15.8)	0 (0.0)	
1 vasopresor	15 (78.9)	3 (37.5)	
2 vasopresores	1 (5.3)	5 (62.5)	0.287
Sitio aneurisma			
ACI	6 (31.6)	2 (25.0)	
ACM	5 (26.3)	3 (37.5)	
ACA	5 (26.3)	2 (25.0)	
Basilar	2 (10.5)	1 (12.5)	
DACA	1 (5.3)	0 (0.0)	0.115
Escalas para HSA			
Hunt y Hess			
I	7 (36.8)	0 (0.0)	
II	6 (31.6)	1 (12.5)	
III	2 (10.5)	0 (0.0)	
IV	3 (15.8)	2 (25.0)	
V	1 (5.3)	5 (62.5)	0.108
VASOGRADE			
Verde	9 (47.4)	0 (0.0)	
Amarillo	6 (31.6)	1 (12.5)	
Rojo	4 (21.1)	7 (87.5)	0.331
WFNS			
I, II, III	16 (84.2)	1 (12.5)	
IV, V	3 (15.8)	7 (87.5)	0.342
Fisher			
I	1 (5.3)	0 (0.0)	
II	7 (36.5)	0 (0.0)	
III	6 (31.6)	0 (0.0)	
IV	4 (26.3)	8 (100.0)	0.585
Mediciones sonográficas*			
VNOd	5.02 ± 0.68	5.58 ± 0.89	0.088
VNOi	4.83 ± 0.49	5.71 ± 0.83	0.002
Velocidad media ACMd	61.92 ± 11.63	60.95 ± 8.15	0.833
Velocidad diastólica ACMd	42.50 ± 10.59	38.25 ± 8.12	0.321
Velocidad sistólica ACMd	99.94 ± 15.64	106.52 ± 22.45	0.389
Haptoglobina sérica (Hapt 2)*	251.43 ± 74.40	132.42 ± 104.99	0.004
Vasoespasma (angiografía)	4 (21.1)	3 (37.5)	0.373
HIC	2 (10.5)	4 (50.0)	0.024
Días de supervivencia*	153 ± 146.70	4.63 ± 3.24	< 0.001

* Valores expresados como media ± desviación estándar.

ACA = arteria cerebral anterior. ACI = arteria carótida interna. ACM = arteria cerebral media. ACMd = arteria cerebral media derecha. DACA = arteria cerebral anterior distal. DM2 = diabetes mellitus tipo 2. HAS = hipertensión arterial sistémica. HIC = hipertensión intracraneana. HSA = hemorragia subaracnoidea. IMC = índice de masa corporal. VNOd = vaina del nervio óptico derecho. VNOi = vaina del nervio óptico izquierdo.

Análisis estadístico. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 25. Los datos se describieron mediante el uso de proporciones y porcentajes para las variables cualitativas, mientras que las variables cuantitativas se describieron con media y desviación estándar. La verificación de la normali-

dad se realizó mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov. Las variables cuantitativas continuas con distribución normal se presentaron como promedio y desviación estándar.

Para la asociación de la mortalidad y pronóstico (valorada por escala de Rankin) se realizó análisis de

pruebas cruzadas mediante χ^2 . Para la comparación de variables cuantitativas intragrupo se realizó la prueba t para muestras relacionadas o la prueba de Wilcoxon, según la distribución de los datos.

Se realizaron gráficos de curva ROC y Kaplan-Meier para evaluar mal pronóstico y mortalidad con los biomarcadores. Para todos los análisis estadísticos inferenciales se considerarán como significativos valores de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Se incluyeron 27 pacientes que cumplieron con los criterios de selección, 17 mujeres (63%), con edad media de 51.48 ± 15.05 , con índice de masa corporal (IMC) medio de 28.14 ± 4.83 , lo que traduce sobrepeso en la mayoría de los pacientes al momento de la medición. Respecto a las morbilidades, se registró antecedente de hipertensión arterial sistémica (HAS) en 13 (48.1%) pacientes y diabetes mellitus tipo 2 (DM2) en cinco (18.5%), con una glucosa central media de 145.66 ± 51.14 mg/dL. En cuanto a los vasopresores en infusión 18 (66.7%) recibieron sólo norepinefrina, tres (11.1%) norepinefrina más vasopresina y seis (22.2%) no requirieron de vasopresor para mantener la tensión arterial media (TAM) objetivo.

En la mayoría de la población (51%) se registró un puntaje de 2 en la escala de Hunt y Hess; y de 4 puntos en la escala de Fisher (48.1%).

El ultrasonido Doppler se reportó como sigue: VNOd (vaina del nervio óptico derecho) 5.19 ± 0.78 mm, VNOi (vaina del nervio óptico izquierda) 5.09 ± 0.72 , y de la ACMd (arteria cerebral media derecha) velocidad media 61.63 ± 10.57 cm/s, velocidad diastólica 41.24 ± 9.96 cm/s y velocidad sistólica de 101.89 ± 17.73 cm/s. La presión intracraneal (PIC) inferida por Doppler tuvo media de 21.03 ± 4.01 , hipertensión intracraneana (HIC) en seis (22.2%) de los pacientes. La haptoglobina sérica (Hapt 2) fue de 167.68 ± 110.4 mg/dL. Además, se realizó estudio angiográfico en donde se detectó vasoespasmo en siete (25.9%) casos. Fallecieron ocho (29.6%) pacientes. En los sobrevivientes se realizó seguimiento de la población en domicilio y el promedio de días de supervivencia de la población fue de 109.04 ± 140.24 .

Al segmentar la muestra en sobrevivientes y no sobrevivientes (Tabla 1) se encontró diferencia significativa sólo para las variables VNOi ($p = 0.002$), haptoglobina ($p = 0.004$), hipertensión intracraneana ($p = 0.024$) y días de supervivencia ($p \leq 0.001$).

Luego se realizó un análisis de ROC, para evaluar el poder predictivo de los niveles de haptoglobina sérica para la mortalidad, con AUC de 0.836 ($p = 0.007$) IC95% 0.680-0.991, con un punto de corte propuesto de 110 mg/dL de haptoglobina sérica (sensibilidad 0.875 y

especificidad de 0.621), lo que podría traducir que valores por arriba de esta cifra predicen mortalidad en este grupo de pacientes (Figura 1).

Mientras que para predecir hipertensión intracraneana o presencia de vasoespasmo, la haptoglobina sérica no demostró un valor significativo: AUC 0.647 ($p = 0.281$) IC95% 0.446-0.848 y AUC 0.596 ($p = 0.455$) IC95% 0.371-0.822, respectivamente.

Para estimar la supervivencia, se hizo una curva de Kaplan-Meier segmentando a los pacientes en aquellos que tuvieron una haptoglobina sérica ≥ 200 mg/dL (referencia que marca por arriba de la normalidad el Servicio de Patología Clínica en la unidad hospitalaria), con un *log rank* (Mantel-Cox) 6.712 ($p = 0.010$). Lo que permite inferir que la mortalidad disminuye en aquellos pacientes que tienen una cifra por arriba de 200 mg/dL (Figura 2).

Con el modelo de riesgos proporcionales de Cox no se encontró ninguna variable que explicara de forma significativa ($p < 0.05$) el tiempo de supervivencia.

DISCUSIÓN

La hemorragia subaracnoidea aneurismática (HSAa) es una emergencia neurológica con alta discapacidad y mortalidad. Esta entidad nosológica alcanza su punto álgido en adultos de mediana y avanzada edad, especialmente entre los 50 y 60 años, siendo entre uno y seis veces más frecuente en mujeres que en hombres.⁷ En un estudio realizado en Bélgica por Ndieugnou y colaboradores, en el que se evaluaron un total de 456 pacientes con diagnóstico de HSAa, se encontró que la media de edad de la población fue de 54 años, compuestos en su mayoría por mujeres

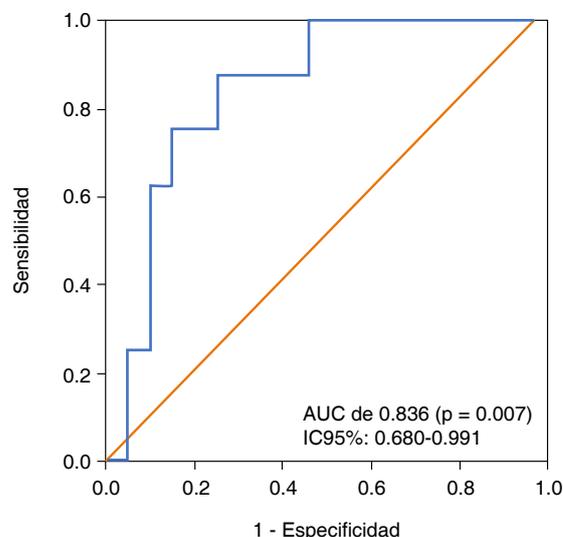


Figura 1: Curva ROC para la predicción de mortalidad de acuerdo con los niveles séricos de haptoglobina (mg/dL).

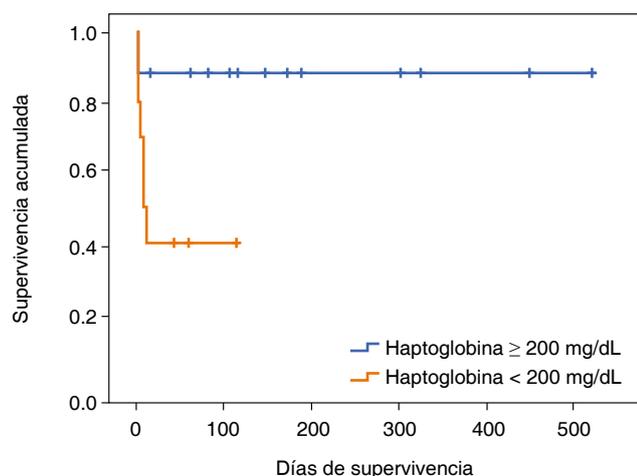


Figura 2: Curva Kaplan-Meier para la estimación de supervivencia de acuerdo con los niveles séricos de haptoglobina (mg/dL).

(64%).¹ Estos datos demográficos se asemejan a los encontrados en el presente estudio, de una unidad de tercer nivel en México, donde la edad media de presentación de esta patología fue 54.4 años, siendo 65.5% mujeres.

En las últimas dos décadas, la mortalidad posterior a HSAa ha disminuido, con cifras reportadas entre 10 y 24%,⁸ lo cual concuerda con nuestro estudio en el que se registró una mortalidad de 29.6%. En cuanto a la morbilidad, un metaanálisis informó que 55% de los pacientes lograron la independencia posterior a una HSAa, tras un seguimiento de uno a 12 meses, mientras que 33% no pudieron volver al trabajo o a su nivel anterior de empleo.^{9,10}

Ante este panorama de fatal desenlace surge la necesidad de investigar de forma sistemática el impacto en la mortalidad de otros biomarcadores en el contexto de HSAa.

Dentro del objetivo principal las mediciones séricas de haptoglobina (HAPT 2), se encontró un resultado mayor para el grupo de sobrevivientes (251.43 ± 74.40) en comparación con el de no sobrevivientes (132.42 ± 104.99), con $p = 0.004$, así como días de supervivencia con resultado de 153 ± 146.70 en los sobrevivientes versus 4.63 ± 3.24 , con $p \leq 0.001$, similar a lo reportado por Murthy y asociados.⁶

Recomendaciones y limitaciones. En las limitaciones de este estudio se incluye el tamaño de muestra, así como el diseño del estudio ya que es puramente observacional. Por lo que se sugieren estudios posteriores con diferente diseño metodológico para robustecer la premisa.

CONCLUSIONES

La presente investigación refleja la asociación entre la medición de haptoglobina (HAPT2) sérica con la mortalidad y mal pronóstico en pacientes con HSAa en la Unidad de Cuidados Intensivos. Este estudio demostró la utilidad de los niveles séricos de la misma para predecir el riesgo de mortalidad y sobre todo propone un punto de corte para disminuirla.

REFERENCIAS

1. Neifert SN, Chapman EK, Martini ML, Shuman WH, Schupper AJ, Oermann EK, et al. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage: the last decade. *Transl Stroke Res.* 2021;12(3):428-446.
2. Hoh BL, Ko NU, Amin-Hanjani S, Chou SH-Y, Cruz-Flores S, Dangayach NS, et al. 2023 Guideline for the management of patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a guideline from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2023;54(7):e314-e370.
3. Hugelshofer M, Sikorski CM, Seule M, Deuel J, Muroi CI, Seboek M, et al. Cell-free oxyhemoglobin in cerebrospinal fluid after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: biomarker and potential therapeutic target. *World Neurosurg.* 2018;120:e660-e666.
4. Andersen CB, Torvund-Jensen M, Nielsen MJ, de Oliveira CL, Hersleth HP, Andersen NH, et al. Structure of the haptoglobin-haemoglobin complex. *Nature.* 2012;489(7416):456-459.
5. Kazmi N, Koda Y, Ndiaye NC, Visvikis-Siest S, Morton MJ, Gaunt TR, et al. Genetic determinants of circulating haptoglobin concentration. *Clin Chim Acta.* 2019;494:138-142.
6. Murthy SB, Levy AP, Duckworth J, Schneider EB, Shalom H, Hanley DF, et al. Presence of haptoglobin-2 allele is associated with worse functional outcomes after spontaneous intracerebral hemorrhage. *World Neurosurg.* 2015;83(4):583-587.
7. Wu F, Liu Z, Li G, Zhou L, Huang K, Wu Z, et al. Inflammation and oxidative stress: potential targets for improving prognosis after subarachnoid hemorrhage. *Front Cell Neurosci.* 2021;15:739506.
8. Osgood ML. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage: review of the pathophysiology and management strategies. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2021;21(9):50.
9. Muehlschlegel S. Subarachnoid hemorrhage. *Continuum (Minneapolis).* 2018;24(6):1623-1657.
10. Okazaki T, Kuroda Y. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage: intensive care for improving neurological outcome. *J Intensive Care.* 2018;6:28.

Conflicto de intereses: los investigadores declaran no tener conflicto de intereses para la realización del presente protocolo, durante la investigación no se realizarán acciones que generen riesgos agregados a los inherentes de los procedimientos que tengan los pacientes en el diagnóstico de su padecimiento.

Patrocinios: esta investigación no requirió de financiamiento alguno.

Correspondencia:

Ma. Natalia Gómez González

E-mail: nataliag18@hotmail.com



Calorimetría indirecta versus cálculo de requerimiento calórico por medición de MVCO₂ dado por ventilador mecánico

Indirect calorimetry versus calculation of caloric requirement by measurement of MVCO₂ given by mechanical ventilator

Calorimetria indireta versus cálculo da necessidade calórica por meio da medição da MVCO2 fornecida pelo ventilador mecânico

Gerardo Rafael Chávez Dulce,* Dulce María Dector Lira,* Diana Enríquez Santos,* Nancy Alva Arroyo,† Eduardo Mercado Cruz*

RESUMEN

Introducción: la monitorización del paciente crítico necesita un seguimiento óptimo del requerimiento energético para determinar el aporte nutricional ideal según la condición clínica, apoyar una pronta mejoría y reducir complicaciones. El requerimiento calórico depende de las características individuales de cada paciente como la patología, sedación, entre otras. A través del tiempo, se han desarrollado varias técnicas para determinar este requerimiento, como el calculado a partir del MVCO₂, parámetro arrojado por el ventilador mecánico, hasta el uso de calorimetría indirecta de manera continua, siendo esta última el estándar de oro para tal fin.

Objetivo: comparar la medición del requerimiento energético basal obtenido por calorimetría indirecta en pacientes con soporte ventilatorio invasivo y el requerimiento energético calculado a partir de MVCO₂ medido con ventilador Drager en pacientes con soporte ventilatorio invasivo.

Material y métodos: estudio prospectivo transversal desarrollado en la Unidad de Terapia Intensiva del Centro Médico Dalinde. Incluyó a pacientes con soporte ventilatorio avanzado de la vía aérea que contaron con el Software de calorimetría indirecta y apoyo de ventilación dado por ventilador Drager con medición de MVCO₂, con el cual se realizó el cálculo de requerimiento calórico.

Resultados: el requerimiento energético dado por MVCO₂ fue 141.35 ± 32 y por calorimetría indirecta fue 141.67 ± 26.5 . Se realizó un análisis de diferencia de medias para ambos métodos y se encontró que no hubo diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.907$ y $p = 0.091$, respectivamente).

Conclusión: existe una relación entre los datos del cálculo del requerimiento energético por calorimetría indirecta y el estimado a partir de la producción de MVCO₂ por el ventilador Drager. Por lo tanto, el cálculo del requerimiento energético por medición de MVCO₂ dado por ventilador mecánico es una alternativa adecuada en el paciente crítico hospitalizado en unidades que no cuenten con calorimetría indirecta.

Palabras clave: calorimetría indirecta, requerimiento energético, producción de dióxido de carbono, consumo de oxígeno, terapia nutricional.

ABSTRACT

Introduction: monitoring critically ill patients requires optimal monitoring of energy requirements to determine the ideal nutritional intake according to the clinical condition, support early improvement, and reduce complications. Caloric requirements depend on the individual characteristics of each patient, such as pathology, and sedation, among others. Over time, several techniques have been developed to determine this requirement, such as the one calculated from MVCO₂, a parameter provided by the mechanical ventilator, to continuous indirect calorimetry, the latter being the gold standard for this purpose.

Objective: to compare the measurement of basal energy requirement obtained by indirect calorimetry in patients with invasive ventilatory support and the energy requirement calculated from MVCO₂ measured with a Drager ventilator in patients with invasive ventilatory support.

Material and methods: a prospective cross-sectional study was developed in the Intensive Care Unit of the Dalinde Medical Center. It included patients with advanced airway support who had indirect calorimetry software and ventilation support provided by a Drager ventilator with MVCO₂ measurement, with which the caloric requirement calculation was performed.

Results: the energy requirement calculated by MVCO₂ was 141.35 ± 32 , and given by indirect calorimetry was 141.67 ± 26.5 . A difference of means analysis was performed for both methods and did not find statistically significant differences (p -value of 0.907 and p -value of 0.091).

Conclusion: there is a percentage relationship between the data from energy requirement calculated by indirect calorimetry and calculated from the production of MVCO₂ by the Drager ventilator. Therefore, calculating the caloric requirement by measuring MVCO₂ given by a mechanical ventilator is an adequate alternative for critically ill patients hospitalized in units that do not have indirect calorimetry.

Keywords: indirect calorimetry, energy requirement, carbon dioxide production, oxygen consumption, nutritional therapy.

RESUMO

Introdução: o monitoramento do paciente em estado crítico requer o monitoramento ideal das necessidades energéticas para determinar a ingestão nutricional ideal de acordo com a condição clínica, apoiar a melhora precoce e reduzir as complicações. A necessidade calórica depende das características individuais de cada paciente, como patologia, sedação, entre outras. Ao longo do tempo, várias técnicas foram desenvolvidas para determinar esse requisito, como a calculada a partir da MVCO₂, um parâmetro fornecido pelo ventilador mecânico, até o uso da calorimetria indireta contínua, sendo esta última o padrão ouro para essa finalidade.

Objetivo: comparar a medição da necessidade de energia basal obtida por calorimetria indireta em pacientes com suporte ventilatório invasivo e a necessidade de energia calculada a partir da MVCO₂ medida pelo ventilador Drager em pacientes com suporte ventilatório invasivo.

Materiais e métodos: estudo prospectivo de corte transversal realizado na Unidade de Terapia Intensiva do Centro Médico Dalinde. Incluiu pacientes com suporte ventilatório avançado das vias aéreas que tinham o software de calorimetria indireta e suporte ventilatório fornecido pelo ventilador Drager com medição de MVCO₂, com o qual foi realizado o cálculo da necessidade calórica.

Resultados: a necessidade energética fornecida pela MVCO₂ foi de 141.35 (DP 32) e pela calorimetria indireta foi de 141.67 (DP 26.5). Foi realizada uma análise de diferença média para ambos os métodos e constatou-se que não houve diferenças estatisticamente significativas (p -valor 0.907 e p -valor 0.091, respectivamente).

Conclusão: existe uma relação entre os dados do cálculo da necessidade de energética por calorimetria indireta e os dados calculados a partir da produção de MVCO₂ pelo ventilador Drager. Portanto, o cálculo da necessidade energética por meio da medição da MVCO₂ fornecida pelo ventilador mecânico é uma alternativa adequada para o paciente em estado crítico hospitalizado em unidades que não possuem calorimetria indireta.

Palavras-chave: calorimetria indireta, necessidade energética, produção de dióxido de carbono, consumo de oxigênio, terapia nutricional.

Abreviaturas:

ATP = adenosín trifosfato

CI = calorimetría indirecta

IMC = índice de masa corporal

MVCO₂ = producción de dióxido de carbono

* Residente de Medicina del Enfermo Adulto en Estado Crítico. Facultad Mexicana de Medicina Universidad La Salle. Centro Médico Dalinde.

† Hospital Ángeles Mocel.

Recibido: 28/08/2024. Aceptado: 20/12/2024.

Citar como: Chávez DGR, Dector LDM, Enríquez SD, Alva AN, Mercado CE. Calorimetría indirecta versus cálculo de requerimiento calórico por medición de MVCO₂ dado por ventilador mecánico. Med Crit. 2024;38(6):478-485. <https://dx.doi.org/10.35366/119236>

MVO₂ = consumo de oxígeno
 OPS = Organización Panamericana de La Salud
 PEEP = presión positiva al final de espiración (por sus siglas en inglés: *Positive End-Expiratory Pressure*)
 RE = requerimiento calórico/energético
 RQ = cociente respiratorio
 TAC = tomografía axial computarizada
 UTI = Unidad de Terapia Intensiva

INTRODUCCIÓN

La monitorización del paciente crítico, aparte de lo convencional, también requiere de un seguimiento óptimo del requerimiento energético, para poder determinar así el aporte nutricional ideal según la condición clínica, en pro de una pronta mejoría que reduzca la aparición de complicaciones.¹ Depende de las características de cada paciente, entendiéndose edad, sexo, talla, entre otros factores que influyen, como el tipo de sedación y patología que lo llevó a la unidad de terapia intensiva.

De esta manera y a través del tiempo, se han desarrollado varias técnicas y ecuaciones para determinar el gasto energético preciso, pero todos tienen sus limitaciones.² Como en un principio la ecuación de Harris Benedict que, aunque fácil en su uso y universalmente disponible, ha demostrado ser imprecisa en un sinnúmero de cuadros clínicos y depende de los valores de medición directa de sus variables para su aplicabilidad. La regla del dedo entendida como cálculo de 20 a 30 kcal/kg (guías ESPEN), aunque no validada, se utiliza en muchas unidades de terapia intensiva. Otras alternativas incluyen desde la medición de requerimiento energético calculado a partir del MVCO₂, parámetro arrojado por el ventilador mecánico; hasta el uso de calorimetría indirecta de manera continua.³

Entre éstas, las dos últimas estrategias han demostrado la mayor y mejor aproximación a cumplir la meta, cada una dependiente de disponibilidad, tecnología propia de cada centro, costes tanto en consumo como mano de obra. Estas ventajas y desventajas deben ser tomadas en cuenta por quien decidirá el uso de una u otra alternativa.⁴

El propósito final es guiar hacia una adecuada valoración nutricional, como pilar fundamental para establecer el cálculo de requerimiento calórico personalizado y un plan de soporte alimenticio, sin subalimentar ni sobrealimentar al paciente.^{1,2}

La dimensión de sus resultados y el impacto en la utilización tanto de recursos hospitalarios como el enfrentar herramientas de medición frente a otras no ha sido estimado hasta el momento. Con este estudio se pretende dar una base para realizar nuevas líneas de investigación y variables para este propósito.

En este camino, es importante estandarizar los procesos de ingreso a las unidades de Terapia Intensiva

(UTI) y las prácticas establecidas por consenso con intervenciones de calidad que pueden potenciar contextos específicos, más aún, bien sabemos, las UTI son servicios finitos de alto costo que requieren políticas para garantizar el uso racional y poder brindar atención de calidad a los pacientes,⁵ por lo cual no es nuevo el decir, «saber hacer y cómo hacer»; y es aquí, donde la medicina basada en evidencia (MBE) se propone como una herramienta fundamental para mejorar la práctica en el cuidado intensivo y, con su ejecución, poder impactar en desenlaces fuertes a corto y largo plazo.⁶

Por lo tanto, el manejo de un paciente en estado crítico es global y, su asociación frecuente con un estado hipermetabólico, da muchos parámetros de cómo ejecutar un adecuado comienzo; que bien se sabe, está relacionado con la activación de hormonas catabólicas y que da como resultado un requerimiento energético (RE) elevado, en comparación con sujetos sanos,² que puede atenuarse con uso de sedantes, betabloqueadores y analgésicos, lo que puede llevar a un apoyo inadecuado de RE y correr el riesgo de desarrollar debilidad adquirida en la UTI,⁷ lo que notoriamente agravaría el resultado y podría persistir incluso años después de la hospitalización (*Tabla 1*).

Se puede notar, entonces, que una adecuada valoración nutricional inicial es el pilar fundamental para establecer un cálculo de RE personalizado y un plan de soporte alimenticio, que tergiversar estas problemáticas, ya sea al recurrir por vía enteral o parenteral. A partir de este resultado se inicia una cadena de eventos para establecer cuánta energía en forma de alimento requiere un paciente para el mantenimiento de sus funciones orgánicas mientras enfrenta una patología determinada.⁸

Como se mencionó antes, se puede establecer el requerimiento calórico de varias maneras, ya sea por la medición sobre el paciente (calorimetría indirecta), como la medición de requerimiento energético calculado a partir del MVCO₂, parámetro arrojado por el ventilador mecánico, una alternativa favorable cuando no se cuenta con el calorímetro.⁹

Tabla 1: Factores que limitan la fiabilidad y viabilidad de la medición de calorimetría indirecta.

Agitación, fiebre, sedantes y ajustes vasoactivos durante la medición
Fugas de aire en circuito respiratorio
Diálisis o terapia de reemplazo renal continua ECMO
Ventilación mecánica con PEEP > 10
Ventilación mecánica con FiO ₂ > 80%
Ventilación no invasiva
Otros gases que no sean O ₂ , CO ₂ y N ₂ ; helio
Oxígeno suplementario en pacientes con respiración espontánea

ECMO = oxigenación por membrana extracorpórea (*ExtraCorporeal Membrane Oxygenation*). FiO₂ = fracción inspirada de oxígeno. PEEP = presión positiva al final de la espiración (*Positive End-Expiratory Pressure*).

Adaptada de: Delsoglio M et al²

El propósito de este estudio es comparar estas medidas para determinar la correlación de sus resultados y establecer el método que podría ser el más apropiado en pacientes de la UTI, validando costes, factibilidad de uso y precisión.

Nutrición en cuidados intensivos

El mal estado nutricional del paciente al ingreso en la UTI se asocia con gran variedad de complicaciones y secuelas en las áreas críticas,⁹ por lo que se entiende a la nutrición como un pilar básico tanto en el mantenimiento como fortalecimiento de la condición del paciente, manifestando el cálculo de los requerimientos calóricos como un reto en el paciente crítico, al igual que el seguimiento con prealbúmina y transferrina.¹⁰

Sí bien es cierto que existen muchos temas sin resolver sobre la vía y manera de administración de la nutrición, el principal objetivo sigue siendo mantener la condición inicial para disminuir la pérdida de masa magra muscular y mantener las funciones homeostáticas del organismo dependientes de energía,¹¹ además de tener una estrategia nutricional que cumpla los objetivos terapéuticos nutricionales en los pacientes críticamente enfermos.¹²

El Grupo de Trabajo de Metabolismo y Nutrición de la Sociedad Española de Medicina Intensiva Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC) ha revisado y actualizado las recomendaciones del tratamiento nutrometabólico en el paciente crítico, con la finalidad de ayudar a la toma de decisiones en la práctica clínica diaria,¹³ entendiendo el abordaje nutricional como un proceso dinámico según los requerimientos y necesidades de cada paciente, bien sea con apoyo parenteral o enteral.¹⁴

La administración de nutrición por vía parenteral en pacientes críticos está indicada en casos de insuficiencia intestinal que impiden la administración de nutrición enteral o, en situaciones que condicionan un aporte insuficiente,¹⁵ sin olvidar que el reposo intestinal afecta su estructura y función de la mucosa, por lo que se sugiere buscar un paso rápido a esta vía según la condición anatómica y funcional lo permitan.¹⁶ Sin embargo, ensayos aleatorios realizados en pacientes críticos indican resultados comparables en pacientes que recibieron nutrición enteral o parenteral.¹⁷

Con este fin, se realizó una encuesta sobre la transición de nutrición parenteral total a nutrición enteral en pacientes críticos en los hospitales de España,¹⁸ y sugiere que dicha transición debe ser gradual entre 60-75% de los requerimientos calóricos y proteicos hacia la vía enteral en un tiempo estimado de 72 horas. Apoyado por las guías ESPEN, con aporte calórico con aumento al objetivo de 25% para el día uno, 50% para el día dos y 75% para el día tres mediante nutrición en-

teral,¹⁹ monitorizando estrechamente los aportes calóricos y proteicos de ambos soportes nutricionales para evitar la sobrenutrición.²⁰

Sin más preámbulos, el desarrollo y la implementación de protocolos basados en la evidencia científica sobre el manejo del tratamiento médico nutricional mejoran la práctica clínica e impactan en el pronóstico de los pacientes críticos.^{16,17} Ampliar el conocimiento sobre nutrición clínica y soporte nutricional como un adecuado cálculo del requerimiento energético en el paciente crítico son fundamentales para garantizar una atención adecuada,²¹ con claro objetivo de optimizar su condición, dando cabida a ampliar más estudios con este propósito.

Evaluación de los requerimientos energéticos

La determinación precisa de las necesidades energéticas y la prevención del desequilibrio energético, son fundamentales en el paciente crítico para evitar las consecuencias nocivas de una alimentación inadecuada, y se ha buscado la manera de determinar un buen cálculo de éste.

En varias terapias intensivas se utiliza la regla del dedo, que son 25 kcal/kg/día de aporte calórico con una contribución proteica que oscila entre 1.2-2 g/kg/día (guías ESPEN);¹¹ sin embargo, esta práctica generalizada no ha tenido una validación rigurosa. Conjuntamente a ello, variedad de fórmulas dirigidas por la condición del paciente se han desarrollado y empleado a través de los años,² pese a considerarse como ecuaciones predictivas inexactas en pacientes con un índice de masa corporal (IMC) extremo (IMC < 16 y > 40 kg/m²).²⁻²² La más empleada es la de Harris Benedict, con una tasa de precisión entre 43 y 64% para pacientes críticos y obesos, respectivamente.^{1,2}

A pesar de las relaciones significativas entre el requerimiento energético medido y el calculado, las diferencias significativas sugieren que el uso de ecuaciones predictivas conduce a sobrealimentación y subalimentación significativas, las cuales pueden dar lugar a resultados clínicos deficientes.⁵ La evidencia muestra que la subalimentación aumenta la duración de la estancia hospitalaria, las infecciones, la insuficiencia orgánica, prolonga la ventilación mecánica e incrementa la mortalidad; mientras que la sobrealimentación se asociada con hiperglucemia, hipertrigliceridemia, esteatosis hepática, azotemia, hipercapnia y aumento de la mortalidad.^{23,24}

De esta manera, los dietistas y nutriólogos deben confiar en el cálculo de calorimetría indirecta (CI) cuando esté disponible y se justifica una mayor capacitación en la interpretación de la misma,⁴ ya que se ha convertido en el estándar de oro para medir los requere-

rimientos energéticos basales como el consumo de oxígeno (VO₂) y la producción de dióxido de carbono (VCO₂);^{1,2,20-24} o bien, dicho de otra manera, mide el intercambio de gases respiratorios para estimar el metabolismo energético;²⁵ valores entendidos por la ecuación de Weir: RE (kcal/día) = 1.44 × [3.94 × VO₂ (mL/min) + 1.11 × VCO₂ (mL/min) + nitrógeno urinario (g/día) × 2.17].²⁶ Incluye la medición del contenido de nitrógeno urinario que representa la oxidación de proteínas, lo que sirve para dar seguimiento y balance entre el nitrógeno administrado en la dieta y el eliminado medido en la recolección de orina de 24 horas.^{27,28}

Ya aplicado a nivel celular, el metabolismo implica la producción de trifosfato de adenosina (ATP), con dióxido de carbono (CO₂) y agua como subproductos, consumiendo oxígeno (O₂) y quemando sustratos como glucosa, ácidos grasos libres y aminoácidos. Como la energía producida es igual a la energía consumida, la CI mide O₂ consumido y la producción de CO₂, que representa en tiempo real metabolismo energético.²⁹ Debido a su no invasividad, repetibilidad y asequibilidad, la CI es la herramienta favorita para medir RE en pacientes con diversas patologías, ya sea durante la respiración espontánea o LA ventilación mecánica.⁶

Lo ideal es que el objetivo calórico individual se base en la evaluación frecuente del requerimiento energético. La calorimetría indirecta se considera el estándar de oro, pero no siempre está disponible. El requerimiento calórico/energético (RE) estimado mediante el consumo de dióxido de carbono derivado del ventilador (MVCO₂) se ha propuesto como una alternativa a la calorimetría indirecta,³⁰ pero existe evidencia limitada que respalde el uso de este método, de allí la importancia de desplegar estudios acordes a este tema.³¹

Dentro de este margen, es preciso saber que la relación de VCO₂ a VO₂ (VCO₂/VO₂), llamado cociente respiratorio (RQ), refleja la tasa de oxidación de sustratos en sujetos metabólicamente estables;³² da idea de la condición del paciente, su estado basal y evolutivo; además, su medición es un indicador de calidad. Su valor fisiológico oscila entre 0.67 y 1.2, ayuda a guiarnos al requerimiento energético a restablecer y varía según las necesidades energéticas de cada paciente.³³

Las mediciones de CI se pueden realizar utilizando el circuito de ventilación en pacientes con ventilación mecánica para muestreo de gases, o mediante el uso de una capucha de dosel o máscara facial en pacientes que respiran espontáneamente para analizar su aire espirado con varios dispositivos disponibles.³⁴ El Delta trac[®] fue el método metabólico más validado y se usó con frecuencia hasta que se interrumpieron las ventas;²⁶ Quark RMR[®], E-COVX[®], CCM Express[®] y Vmax[®] demostraron ser iguales o inferiores al Delta trac[®] con similares deterioros técnicos.³⁵ Además de estos dis-

positivos autónomos, algunos ventiladores mecánicos tienen funciones de CI integradas, pero su uso aún no ha sido validado.²⁹⁻³¹

No obstante, existe un debate sobre el momento óptimo para cubrir el valor de energía determinado y la capacidad del intestino gravemente enfermo para acomodar y absorber la alimentación administrada.¹⁰ La intolerancia gastrointestinal es frecuente en los pacientes de la UTI y puede impedir alcanzar el objetivo de calorías predefinido, debido a la incapacidad de absorber la nutrición suministrada.³⁶

Las guías insisten en evaluar la mejor ruta de alimentación para cada paciente, con el fin de limitar el riesgo de estrés del intestino y el déficit calórico requerido y acumulado desde el primer día de estancia en la UTI.

En algunos pacientes críticos inestables se requiere de monitorización adicional para guiar las decisiones terapéuticas, con la prioridad de calcular el consumo de oxígeno y de esta manera estimar el requerimiento energético basal,²⁰ lo que ha llevado a emplear técnicas como la calorimetría indirecta o medición de MVOC₂ arrojado por el ventilador mecánico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño metodológico: estudio prospectivo, transversal y de correlación.

Universo y población disponible: adultos de uno u otro sexo que ingresaron a la UTI del Centro Médico Dalinde, entre el 1 de enero y el 30 de marzo de 2024, que estuvieron con soporte ventilatorio avanzado de la vía aérea y que cumplieron los criterios de selección.

Unidad de análisis: pacientes con soporte ventilatorio avanzado de la vía aérea a quienes se midió requerimiento energético por calorimetría directa y se les calculó con la producción de MVCO₂ arrojado por ventilador Drager al cuarto día de internamiento. El seguimiento fue con prealbúmina y transferrina.

Tamaño de muestra: el cálculo de muestra poblacional se basó en la siguiente fórmula para:

$$n = [(Z\alpha/2 \cdot \sigma) / (e)]^2$$

donde:

n: tamaño de la muestra

α: nivel de significación deseado teniendo en cuenta que 1-α es el nivel de confianza deseado.

Muestreo: se realizó un muestreo no probabilístico. Se reclutaron a todos los individuos que cumplieron con los criterios de selección y aceptaron la participación en el estudio por medio de la firma del consentimiento informado o la de sus familiares.

Criterios de inclusión: • Pacientes entre 18 y 69 años. • Pacientes con 24 horas de intubación. • Pacien-

tes con 24 horas de estancia en la UTI que requieran soporte avanzado de la vía aérea y cuenten con el Software de calorimetría indirecta, su apoyo de ventilación esté dado por ventilador Drager con medición de MVCO₂, con lo que se podrá hacer el cálculo de requerimiento calórico, con la siguiente fórmula:^{31,37,38} RE = MVCO₂ * 8.25. • Pacientes que brinden su consentimiento informado para participar en el estudio y firmen el documento correspondiente.

Criterios de exclusión: • Pacientes con edad menor a 17 años o mayor a 70 años. • Pacientes con patología renal aguda o crónica o con hepatopatía. • IMC < 18 o > 35 kg/m². • Inestabilidad hemodinámica dada por (tensión arterial media < 65 mmHg).

Criterios de eliminación: • Pacientes con alta voluntaria. • Pacientes con traslados a otra unidad médica. • Pacientes con una o más mediciones incompletas en el instrumento de medición.

Análisis estadístico: el registro de las mediciones se realizó con Microsoft Excel 2021 para Windows y el análisis estadístico con el programa SPSS17 para Windows. Se realizó una descripción de las variables y del estado de los pacientes por medio de proporciones y medidas de tendencia central con análisis estadístico bivariado. Para correlacionarlas se utilizará el coeficiente de correlación de Kappa y diferencia de medias.

Aspectos éticos: El presente estudio se rigió bajo los Acuerdos y Clarificaciones de la Declaración de Helsinki, el Código de Nuremberg, Informe Belmont, Normas CIOMS, Buenas Prácticas Clínicas para las Américas y el Reglamento de la Ley General de Salud (LGS) en Materia de Investigación para la Salud (MIS); en particular por los artículos 13 respecto a dignidad y protección de los derechos del paciente; 20 y 21 regulando el consentimiento informado; así como la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SS3-2012 para la Ejecución de Proyectos de Investigación para la Salud en Seres Humanos. Este trabajo, según el artículo 17 de la LGS en MIS, está catalogado como un estudio de bajo riesgo. El Comité de Ética en Investigación y el Comité de Investigación fueron informados y brindaron las autorizaciones correspondientes. Al momento de su ingreso hospitalario los pacientes firmaron el consentimiento informado correspondiente. Todos los datos de los pacientes fueron tratados con total confidencialidad, según lo estipula la legislación vigente y los protocolos correspondientes para el manejo de datos en el Centro Médico Dalinde.

RESULTADOS

Se ingresaron un total de 40 pacientes. La media de edad fue 57.3 ± 9 años. Respecto a la distribución por sexo, 55.0% fueron hombres. La media de IMC fue de

27.9 ± 3.8 kg/m². El 47.5% fue RASS -3, 42.5% RASS -4 y 10% RASS -5. El detalle de los diagnósticos de ingreso se muestra en la [Tabla 2](#).

La media de MVCO₂ por CI fue 141.67 ± 26.5 mL/min, la de MVCO₂ dado por ventilador mecánico Drager fue 141.35 ± 32, la media de prealbúmina fue 17.27 ± 5.8 mg/dL, la media de transferrina fue 223.5 ± 80.7 mg/dL, más detalles [Tabla 3](#).

Tabla 2: Características generales de la población (N = 40).

Características	n (%)
Edad*	57.3 ± 9
Sexo	
Hombre	22 (55.0)
Mujer	18 (45.0)
IMC*	27.9 ± 3.8
RASS	
-3	19 (47.5)
-4	17 (42.5)
-5	4 (10)
Accidental	
Sí	2 (5.0)
No	38 (95.0)
Postcirugía	
Sí	6 (15)
No	34 (85)
Enfermedad respiratoria	
Sí	20 (50)
No	20 (50)
Enfermedad cardiovascular	
Sí	13 (32.5)
No	27 (67.5)
Enfermedad neurológica	
Sí	2 (5)
No	38 (95)
Sepsis	
Sí	26 (65)
No	14 (35)
Cáncer	
Sí	6 (15)
No	34 (85)
VIH	
Sí	2 (5)
No	38 (95)
Autoinmune	
Sí	2 (5)
No	38 (95)
Modo ventilatorio	
Asistido	36 (90)
Bilevel	1 (2.5)
APRV	1 (2.5)
Presión soporte	2 (5)
PEEP	
5	33 (82.5)
6	6 (15)
7	1 (2.5)

* Datos expresados en media ± desviación estándar.

APRV = ventilación con liberación de presión de la vía aérea. DE = desviación estándar. IMC = índice de masa corporal. PEEP = presión positiva al final de la espiración (*Positive End-Expiratory Pressure*). RASS = escala de agitación-sedación Richmond (*Richmond Agitation-Sedation Scale*). VIH = virus de inmunodeficiencia humana.

Tabla 3: Características de VCO₂ y otras variables (N = 40).

	n (%)
VCO ₂ CI*	141.67 ± 26.5
VCO ₂ Draguer*	141.35 ± 32.0
RE CI*	1,221.5 ± 271.9
RE Draguer*	1,166.02 ± 287.1
Prealbúmina*	17.27 ± 5.8
Transferrina*	223.5 ± 80.7
Opioides	40 (100.0)
Vasopresores	40 (100.0)
Inotrópicos	11 (26.8)
Antibióticos	40 (100.0)
Tipo de nutrición	
Ninguna	3 (7.5)
Enteral	29 (72.5)
Parenteral	4 (10)
Mixta	4 (10)

* Datos expresados en media ± desviación estándar.

CI = calorimetría indirecta. VCO₂ = producción de dióxido de carbono.

RE = requerimiento energético.

Por último, se realizó un análisis de diferencia de medias para uno y otro método. Para MVCO₂ la diferencia de medias fue 0.1166, con $p = 0.907$. Para RE la diferencia de medias fue 1.7277, con $p = 0.091$.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el estudio arrojan una relación porcentual entre los datos del cálculo del requerimiento energético calculado por calorimetría indirecta y el calculado a partir de la producción de MVCO₂ por el ventilador Draguer.

Matthew F y colaboradores, en su estudio realizado en 2021 sobre factores de riesgo nutricional en la unidad de cuidados intensivos, afirman que el RE puede ser calculado a partir del MVCO₂ arrojado por el ventilador,⁹ manteniendo la posibilidad de obtener esta medida no sólo de manera asertiva con la calorimetría indirecta, sino también empleando la medición de MVCO₂ a partir del ventilador mecánico, lo que apoya nuestro resultado.

Se encontraron resultados con significancia estadística en un estudio, comparados con los hallazgos de G. Kaur KH y J. Kuo en *Clinical Nutrition* publicado en 2018, donde describen un relación entre medición de requerimiento energético a partir de calorimetría indirecta y el calculado a partir del ventilador mecánico, con $p = 0.87$ para arrojar una relación lineal, resultado similar al nuestro evidenciando en la [Tabla 4](#), reportes que guían a una proximidad importante entre ambas mediciones.

De acuerdo con lo reportado con Mette M. Berger y asociados en 2022, el MVCO₂ por CI versus el MVCO₂ por el ventilador, tuvieron una adecuada correlación

que se demostró con los resultados que se obtuvieron al comparar el valor de prealbúmina (valor normal > 18 mg/dL) y transferrina (valor normal > 170 mg/dL) entre ambos grupos, y al medir el resultado nutricional final ($p = 0.09$), lo que demuestra la escasa diferencia entre ambos métodos.

En el análisis de diferencia de medias para uno y otro método, tanto para MVCO₂ como para RE, realizado en nuestro estudio, no hubo diferencias en usar un método en comparación del otro ($p = 0.907$ y $p = 0.091$, respectivamente). Un resultado similar fue reportado en un estudio realizado en Colombia por Carlos S y colegas en 2020, el cual concluyó que una alternativa en las UTI con bajos recursos sin calorímetro es el uso de ventilador mecánico con medición de la producción de CO₂ del paciente.

No hay duda alguna en que la calorimetría indirecta es el estándar de oro para el cálculo del requerimiento energético, pero los resultados son comparables con los arrojados por el ventilador Draguer. Un hallazgo similar fue reportado en el estudio DREAM-VCO₂ en 2020,³⁰ por lo cual, podemos decir que esta medición puede ser utilizada para calcular el RE. Esta afirmación también es apoyada por el estudio de Oshhima T y colaboradores respecto al cálculo de requerimiento energético a partir del CO₂ medido por el ventilador,^{37,39} dando seguridad para la toma de decisiones y manejo de los paciente en la UTI, siendo participes de la gran utilidad en unidades de bajos recursos o que no cuentan con la capacitación adecuada para el uso del calorímetro, demostrando la mayor y mejor aproximación para cumplir esta meta, como menciona G. Murray y asociados en 2022.⁴ Pese a ello, vale aclarar que se requieren estudios con mayor número poblacional que mantengan esta correlación.

CONCLUSIÓN

La adecuada monitorización del paciente en estado crítico, y más aún el ámbito nutricional, se ha convertido en un desafío que rodea al paciente, entendiendo sus diferentes interacciones, entre la patología de base y los factores de riesgo que lo llevaron a su internamiento.

Tabla 4: Análisis de diferencia de medias.

	Media	Varianza	DM	p
VCO ₂ CI	141.67	704.4	0.1166	0.907
VCO ₂ Draguer	141.35	1,026.2		
RE CI	1,221.55	2.1101	1.7277	0.091
RE Draguer	1,166.0	6.9706		

VCO₂ = producción de dióxido de carbono. VCO₂ CI = medición de CVO₂ por calorimetría indirecta. VCO₂ Draguer = medición de CVO₂ por ventilador Draguer. RE CI = gasto energético medido por calorimetría indirecta. RE Draguer = gasto energético medido por ventilador Draguer.

Este trabajo brinda una alternativa para predecir el requerimiento energético basal para, seguido a ello, continuar hacia la suplencia óptima nutricional, y reducir estándares de morbimortalidad e incremento en los gastos de atención médica.

De este modo, la producción de MVCO₂ por el ventilador para calcular el RE es una herramienta fácil de emplear y utilizar por el personal médico y de enfermería sin altos niveles de capacitación porque brinda una aproximación real del requerimiento energético del paciente; además, tiene un menor coste económico en su manejo y requiere menos implementos para su uso.

En contextos donde no se cuente con el equipo adecuado que permita realizar calorimetría indirecta, la estimación del requerimiento calórico por medición de MVCO₂ dado por ventilador mecánico es una alternativa de gran utilidad.

REFERENCIAS

- Achamrah N, Delsoglio M, De Waele E, Berger MM, Pichard C. Indirect calorimetry: the 6 main issues. *Clin Nutr*. 2021;40(1):4-14. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32709554/>. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.06.024> 0261
- Delsoglio M, Achamrah N, Berger MM, Pichard C. Indirect calorimetry in clinical practice. *J Clin Med*. 2019;8(9):1387. doi: 10.3390/jcm8091387. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31491883/>
- Saw Kian C, Department of Anaesthesiology & Intensive Care, Faculty of Medicine, Universiti Kebangsaan Malaysia Medical Centre, Jalan Yaacob Latif, Bandar Tun Razak, 56000 Cheras, Kuala Lumpur, Malaysia. A comparison between continuous indirect calorimetry and single weight-based formula in estimating resting energy expenditure in nutritional therapy: a prospective randomized controlled study in critically ill patients. *Med Health Dec*. 2021;16(2):207-215. Available in: https://journalarticle.ukm.my/18277/1/15_ms0520_pdf_12714.pdf
- Murray G, Thomas S, Dunlea T, Nahikiasn-Nelm M, Roberts K. Predictive energy equations are correlated with indirect calorimetry in critical care: is correlation good enough? *J Acad Nutr Diet*. 2022;122(9):A24. Available in: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jand.2022.06.088>
- Pizarro Gómez CE, Dueñas Castell C, Nieto Estrada VH, Gil Valencia BA, Durán Pérez JC, Ferrer Zaccaro L, et al. Consenso colombiano de criterios de ingreso a cuidados intensivos: Task force de la Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (AMCI®). *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2023;23(2):202-228. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acci.2023.04.008>
- Gostynska A, Stawny M, Dettlaff K, Jelińska A. Clinical nutrition of critically ill patients in the context of the latest ESPEN guidelines. *Medicina (Kaunas)*. 2019;55(12):770. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31810303/> <http://dx.doi.org/10.3390/medicina55120770>
- Gunst J, Van den Berghe G. Intensive care nutrition and post-intensive care recovery. *Crit Care Clin*. 2018;34(4):573-583. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30223995/> <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2018.06.004>
- Berger MM, Shenkin A, Schweinlin A, Amrein K, Augsburger M, Biesalski H-K, et al. ESPEN micronutrient guideline. *Clin Nutr*. 2022;41(6):1357-1424. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35365361/> <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.02.015>
- Mart MF, Girard TD, Thompson JL, Whitten-Vile H, Raman R, Pandharipande PP, et al. Nutritional Risk at intensive care unit admission and outcomes in survivors of critical illness. *Clin Nutr*. 2021;40(6):3868-3874. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34130034/> <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.05.005>
- Pizarro GCE, Durán JC, Nieto EVH, Gil VBA, Ferrer ZL, Dueñas CC, et al. Consenso colombiano de calidad en cuidados intensivos: *task force* de la Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (AMCI®). *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2023;23(2):164-201. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acci.2023.04.007>
- Reignier J, Boisramé-Helms J, Brisard L, Lascarrou J-B, Ait Hssain A, Anguel N, et al. Enteral versus parenteral early nutrition in ventilated adults with shock: a randomised, controlled, multicentre, open-label, parallel-group study (NUTRIREA-2). *Lancet*. 2018;391(10116):133-143. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29128300/> [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32146-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32146-3)
- Xu E, Tejada S, Solé-Lleonart C, Campogiani L, Valenzuela-Sanchez F, Koulehti D, et al. Evaluation of the quality of evidence supporting guideline recommendations for the nutritional management of critically ill adults. *Clin Nutr ESPEN*. 2020;39:144-149. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32859308/> <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.07.004>
- Vaquerizo-Alonso C, Bordejé-Laguna L, Fernández-Ortega JF, Bordejé-Laguna ML, Fernández-Ortega JF, García de Lorenzo y Mateos A, et al. Recomendaciones para el tratamiento nutrometabólico especializado del paciente crítico: introducción, metodología y listado de recomendaciones. Grupo de Trabajo de Metabolismo y Nutrición de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC). *Med Intensiva*. 2020;44:1-14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2020.02.008>
- Álvarez J, Lallena S, Bernal M. Nutrición y pandemia de la COVID-19. *Medicine*. 2020;13(23):1311-1321. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.med.2020.12.013>
- Herrero Meseguer JI, Lopez-Delgado JC, Martínez García MP. Recomendaciones para el tratamiento nutrometabólico especializado del paciente crítico: indicaciones, momento de inicio y vías de acceso. Grupo de Trabajo de Metabolismo y Nutrición de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC). *Med Intensiva*. 2020;44:33-38. doi: 10.1016/j.medin.2019.12.017. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32532408>
- Schorghuber M, Fruhwald S. Effects of enteral nutrition on gastrointestinal function in patients who are critically ill. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2018;3(4):281-287. doi: 10.1016/S2468-1253(18)30036-0 Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29533200/>
- Compher C, Bingham AL, McCall M, Patel J, Rice TW, Braunschweig C, et al. Guidelines for the provision of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2022;46(1):12-41. doi: 10.1002/jpen.2267. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34784064/>
- Pérez-Cordón L, Yébenes JC, Martínez de Lagrán I, Campins L. Transition from total parenteral nutrition to enteral nutrition in critically ill patients in Spain: a national survey. *Med Intensiva*. 2022;46(8):475-477. doi: 10.1016/j.medine.2022.06.003. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35760732/>
- Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr*. 2019;38(1):48-79. doi: 10.1016/j.clnu.2018.08.037. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30348463>
- Yébenes J, Campins L, Martínez de Lagrán I, Bordeje L, Lorencio C, Grau T, et al. Nutritrauma: a key concept for minimising the harmful effects of the administration of medical nutrition therapy. *Nutrients*. 2019;11(8):1775. doi: 10.3390/nu11081775. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31374909>
- Moya-Moya AJ, López-García MC, Sirvent-Segovia AE, Jiménez-Martínez CM, Ruiz de Assín Valverde A, Madrona-Marcos FM, et al. Percepción de conocimiento sobre Nutrición Clínica hospitalaria en los médicos residentes de un hospital terciario. *Endocrinol Diabetes Nutr*. 2022;69(4):247-253. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.endinu.2021.03.002>
- Seres D, Parsons PE, Finlay G. *Soporte nutricional en pacientes críticos: una visión general. Update Revisión de la literatura*

- actual hasta: abril de 2023. [Consultada 24 mayo 2023] Última actualización de este tema: 06 de febrero de 2023.
23. Mason JB. Principios nutricionales y evaluación del paciente con problemas digestivos. *Nutrición en Gastroenterología*. Parte II, Pág.: 52-73. Elsevier España. 2022.
 24. De Waele E, Jonckheer J, Wischmeyer PE. Indirect calorimetry in critical illness: a new standard of care? *Curr Opin Crit Care*. 2021;27(4):334-343. doi: 10.1097/MCC.0000000000000844 Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33990505>
 25. Moonen HPFX, Beckers KJH, van Zanten ARH. Energy expenditure and indirect calorimetry in critical illness and convalescence: current evidence and practical considerations. *J Intensive Care*. 2021;9(1):8. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33436084/> <https://doi.org/10.1186/s40560-021-00524-0>
 26. Landi Degl'Innocenti E. *Termometria e calorimetria*. In: Egidio Landi Degl'Innocenti. *Elementi di meccanica dei fluidi, termodinamica e fisica statistica*. Milano: Springer Milan; 2019. p. 81-110. Available in: https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/978-88-470-3991-9_4
 27. Kopp Lugli A, de Watteville A, Hollinger A, Goetz N, Heidegger C. Medical nutrition therapy in critically ill patients treated on intensive and intermediate care units: a literature review. *J Clin Med*. 2019;8(9):1395. doi: 10.3390/jcm8091395. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31500087>
 28. Kaiyala KJ, Wisse BE, Lighton JRB. Validation of an equation for energy expenditure that does not require the respiratory quotient. *PLoS One* [Internet]. 2019;14(2):e0211585. Available in: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0211585>
 29. Tah PC, Lee Z-Y, Poh BK, Abdul Majid H, Hakumat-Rai V-R, Mat Nor MB, et al. A single-center prospective observational study comparing resting energy expenditure in different phases of critical illness: Indirect calorimetry versus predictive equations. *Crit Care Med*. 2020;48(5):e380-390. doi: 10.1097/CCM.0000000000004282 Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32168031>
 30. Koekkoek WAC, Xiaochen G, van Dijk D, van Zanten ARH. Resting energy expenditure by indirect calorimetry versus the ventilator-VCO₂ derived method in critically ill patients: The DREAM-VCO₂ prospective comparative study. *Clin Nutr ESPEN*. 2020;39:137-143. doi: 10.1016/j.clnesp.2020.07.005 Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32859307>
 31. Achamrah N, Oshima T, Genton L. Innovations in energy expenditure assessment. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2018;21(5):321-328. doi: 10.1097/MCO.0000000000000489 Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29912811>
 32. Rattanachaiwong S, Singer P. Indirect calorimetry as point of care testing. *Clin Nutr*. 2019;38(6):2531-2544. doi: 10.1016/j.clnu.2018.12.035 Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30670292>
 33. Slingerland-Boot H, Adhikari S, Mensink MR, van Zanten ARH. Comparison of the Beacon and Quark indirect calorimetry devices to measure resting energy expenditure in ventilated ICU patients. *Clin Nutr ESPEN*. 2022;48:370-377. doi: 10.1016/j.clnesp.2022.01.015 Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35331516>
 34. Delsoglio M, Dupertuis YM, Oshima T, van der Plas M, Pichard C. Evaluation of the accuracy and precision of a new generation indirect calorimeter in canopy dilution mode. *Clin Nutr*. 2020;39(6):1927-1934. doi: 10.1016/j.clnu.2019.08.017 Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31543335>
 35. Wischmeyer PE, Molinger J, Haines K. Point-counterpoint: indirect calorimetry is essential for optimal nutrition therapy in the intensive care unit. *Nutr Clin Pract*. 2021;36(2):275-281. doi: 10.1002/ncp.10643. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33734477>
 36. Berger MM, Pichard C. Feeding should be individualized in the critically ill patients. *Curr Opin Crit Care*. 2019;25(4):307-313. doi: 10.1097/MCC.0000000000000625 Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31145118>
 37. Leyes P, Forga M, Herrero I. *Capítulo 69: Soporte nutricional. Atención a las diversas patologías en la unidad de cuidados intensivos*. Elsevier. España. 2024.
 38. Arroyo-Sánchez AS. Calorimetría indirecta en cuidado crítico: una revisión narrativa. *Rev Nutr Clin Metab*. 2020;3(2):45-56. doi: <https://doi.org/10.35454/rnmc.v3n2.88>. Disponible en: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/88>
 39. Oshima T, Graf S, Heidegger CP, Genton L, Pugin J, Pichard C. Can calculation of energy expenditure based on CO₂ measurements replace indirect calorimetry? *Critical Care*. 2017;21(1). doi: 10.1186/s13054-016-1595-8. Available in: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28107817>

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiamiento: ninguno.

Correspondencia:

Dr. Gerardo Rafael Chávez Dulce

E-mail: gechamed076@gmail.com



Alteración del comportamiento hemodinámico cerebral posterior al cambio de posición en decúbito prono

Cerebral hemodynamic behavior measured by ultrasound before and after prone position

Alteração do comportamento hemodinâmico cerebral após mudança de posição em prono

Marco Antonio Juan Gómez,* Jessica Garduño López,* Marcos Antonio Amezcua Gutiérrez,* Nancy V Alva Arroyo,* Sergio Edgar Zamora Gómez,* José Carlos Gasca Aldama*

RESUMEN

Introducción: la posición prono se considera una maniobra fundamental dentro del tratamiento en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA). Sin embargo, existe muy escasa bibliografía sobre los cambios hemodinámicos cerebrales al realizar la maniobra, generando temor su implementación en pacientes que además presenten lesión cerebral. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento hemodinámico cerebral posterior al cambio de posición de supino a prono en pacientes con SDRA, ya sea de origen pulmonar o extrapulmonar con o sin lesión traumática aguda.

Objetivos: evaluar la alteración del comportamiento hemodinámico cerebral posterior al cambio de posición en decúbito prono.

Material y métodos: estudio descriptivo, observacional y prospectivo en una cohorte de 26 pacientes ingresados en una Unidad de Cuidados Intensivos Adultos de un hospital de tercer nivel, durante un periodo de siete meses. Se incluyeron pacientes con diagnóstico de SDRA y que ameritaron maniobra de posición prono, que presentaron una ventana transtemporal adecuada para la evaluación de la hemodinamia cerebral mediante ultrasonido Doppler color transcraneal a través de la arteria cerebral media. Se aplicó la prueba de Kolmogórov-Smirnov y la prueba de ANOVA.

Resultados: se obtuvieron mediciones de 26 pacientes, con diagnóstico SDRA que ameritaron posición prono. Se aplicó la prueba de Kolmogórov-Smirnov la cual mostró normalidad de la muestra, Quince (57.7%) fueron hombres y 11 (42.3%) mujeres. Diagnósticos de ingreso; tres pacientes neurocríticos más SDRA (11.5%) y 23 cursaron sólo con SDRA (88.5%). Mediante la prueba de ANOVA de medias repetidas se evidenció significancia estadística durante las mediciones realizadas antes y durante el prono, pero con estabilidad posterior a la primera hora del prono, permaneciendo dentro de rangos fisiológicos. Se evidenció aumento de los flujos de la arteria cerebral media izquierda y derecha de la velocidad sistólica, velocidad diastólica y velocidad media posterior a realizar la posición prono ($p < 0.001$), así como aumento de índice de pulsatilidad, índice resistivo y presión de perfusión cerebral ($p < 0.005$); no obstante, se mantuvieron estables hacia la primera hora de la maniobra. Para el caso de la presión intracraneana, se evidenció una disminución de ésta a la hora de la posición prono, de hasta 1.1 mmHg ($p < 0.005$).

Conclusiones: se logró determinar que durante la posición prono en pacientes con SDRA, se presentaron cambios en la velocidad de los flujos cerebrales, medidos a través del Doppler color transcraneal a la cabecera del paciente; estos cambios se mantuvieron dentro de rangos fisiológicos. En cuanto a la presión intracraneana, se evidenció que, posterior a la posición prono, hubo incluso un descenso de hasta 1.1 mmHg, por lo que podríamos considerar que la posición prono no conlleva una repercusión deletérea en la hemodinamia cerebral, que es segura y podría beneficiar a los pacientes que también cursen con lesión cerebral.

Palabras clave: hemodinamia cerebral, síndrome de distrés respiratorio agudo, Doppler transcraneal.

ABSTRACT

Introduction: the prone position is considered a fundamental maneuver within the treatment pillars in patients with acute respiratory distress syndrome (ARDS). However, the literature that mentions this maneuver does not consider the cerebral hemodynamic changes. The objective of this study was to evaluate the cerebral hemodynamic behavior after the change of position from supine to prone in patients with ARDS, whether of pulmonary or extrapulmonary origin, with or without acute traumatic injury.

Objectives: to evaluate the alteration of cerebral hemodynamic behavior after changing the prone position.

Material and methods: a descriptive, observational, prospective study was conducted in a cohort of twenty-six patients admitted to an adult intensive care unit of a third-level hospital over a seven-month period. Patients diagnosed with ARDS who required prone positioning, who had an adequate transtemporal window for evaluation of cerebral hemodynamics by transcranial Doppler ultrasound through the middle cerebral artery, and who gave their informed consent were included.

Results: measurements were obtained from twenty-six patients with a diagnosis of ARDS who required prone position. The Kolmogorov-Smirnov test was applied, showing normality of the sample, fifteen were men (57.7%) and eleven were women (42.3%). The admission diagnoses were three neurocritical patients plus ARDS (11.5%) and twenty-three had ARDS only (88.5%). Using the repeated means ANOVA test, statistical significance was shown during the measurements made before and during the prone position, but with stability after the first hour of the prone position, remaining within physiological ranges. An increase in the left and right middle cerebral artery (MCA) flows of the systolic velocity (SV), diastolic velocity (DV) and mean velocity (MV) was evident after performing the prone position ($p < 0.001$), as well as an increase in pulsatility index (PI), resistive index (RI) and cerebral perfusion pressure (CPP) ($p < 0.005$); however, they remained stable towards the first hour of the maneuver. In the case of intracranial pressure (ICP), a decrease of up to 1.1 mmHg ($p < 0.005$) was observed during the prone position.

Conclusions: it was determined that during the prone position in patients with ARDS, changes in cerebral hemodynamics occurred, measured by transcranial Doppler at the patient's bedside, although these changes remained within physiological ranges. Regarding ICP, it was shown that after the prone position, there was even a decrease of up to 1.1 mmHg, so we could consider that the prone position is safe and beneficial for patients with ARDS.

Keywords: cerebral hemodynamics, acute respiratory distress syndrome, transcranial Doppler.

RESUMO

Introdução: a posição prona é considerada uma manobra fundamental no tratamento de pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA). No entanto, há muito pouca literatura sobre as alterações hemodinâmicas cerebrais quando a manobra é realizada, o que gera receios sobre sua implementação em pacientes com lesão cerebral. O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento hemodinâmico cerebral após a mudança da posição supina para prona em pacientes com SDRA, de origem pulmonar ou extrapulmonar, com ou sem lesão traumática aguda.

Objetivos: avaliar a alteração do comportamento hemodinâmico cerebral após mudança de posição a decúbito prono.

Material e métodos: foi realizado um estudo descritivo, observacional e prospectivo em uma coorte de 26 pacientes internados em uma unidade de terapia intensiva adulto de um hospital terciário, durante um período de sete meses. Foram incluídos pacientes com diagnóstico de SDRA que necessitaram de manobra de posição prona, que apresentavam janela transtemporal adequada para avaliação da hemodinâmica cerebral por meio do ultrassom Doppler colorido transcraniano pela artéria cerebral média, sendo aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov e o teste ANOVA.

Resultados: foram obtidas medidas de 26 pacientes, com diagnóstico de SDRA que necessitava de posição prona, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov, mostrando normalidade da amostra, 15 eram homens (57.7%) e 11 eram mulheres (42.3%). Os diagnósticos de admissão foram 3 pacientes neurocríticos mais SDRA (11.5%) e 23 tinham apenas SDRA (88.5%). Utilizando o teste ANOVA de médias repetidas, ficou evidente a significância estatística durante as medidas realizadas antes e durante a posição prona, mas com estabilidade após a primeira hora de prono, permanecendo dentro dos limites fisiológicos. Evidenciou-se aumento dos fluxos da ACM esquerda e direita do VS, VD e VM após a realização da posição prona ($p < 0.001$), bem como aumento da IP, IR e PPC ($p < 0.005$), porém, permaneceu estável na

* Hospital Juárez de México. Ciudad de México, México.

Recibido: 20/09/2024. Aceptado: 26/10/2024.

Citar como: Juan GMA, Garduño LJ, Amezcua GMA, Alva ANV, Zamora GSE, Gasca AJC. Alteración del comportamiento hemodinámico cerebral posterior al cambio de posición en decúbito prono. Med Crit. 2024;38(6):486-489. <https://dx.doi.org/10.35366/119237>

primeira hora da manobra. No caso da PIC, ficou evidente uma diminuição da mesma no momento da posição prona, de até 1.1 mmHg ($p < 0.005$).

Conclusões: foi determinado que, durante a posição prona em pacientes com SDRA, houve alterações na velocidade do fluxo cerebral, medida por Doppler colorido transcraniano à beira do leito do paciente, e que essas alterações permaneceram dentro das faixas fisiológicas. Quanto à PIC, verificou-se que, após o posicionamento em decúbito prono, houve até mesmo uma diminuição de até 1.1 mm Hg, portanto, podemos considerar que a posição em decúbito ventral não tem um impacto deletério na hemodinâmica cerebral, o que é seguro e pode beneficiar os pacientes que também apresentam lesão cerebral.

Palavras-chave: hemodinâmica cerebral, síndrome do desconforto respiratório agudo, doppler transcraniano.

Abreviaturas:

ACM = arteria cerebral media

IP = índice de pulsatilidad

IR = índice resistivo

PAM = presión arterial media

PIC = presión intracraneana

PPC = presión de perfusión cerebral

SDRA = síndrome de dificultad respiratorio agudo

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos

VD = velocidad diastólica

VM = velocidad media

VS = velocidad sistólica

INTRODUCCIÓN

El síndrome de dificultad respiratorio agudo (SDRA) es de las principales causas de insuficiencia respiratoria aguda en pacientes críticamente enfermos. Se define como la aparición aguda de hipoxemia, edema pulmonar no cardiogénico y la necesidad de ventilación mecánica invasiva.¹ A pesar de los avances en el tratamiento, la mortalidad sigue siendo elevada, situándose entre 27 y 45%, dependiendo del grado de severidad.² El tratamiento implica una amplia variedad de estrategias, siendo fundamentales aquellas dirigidas a resolver la etiología desencadenante. Asimismo, son de igual importancia la ventilación mecánica protectora, el bloqueo neuromuscular y la posición prono.³⁻⁵

La posición prono ha demostrado ser una técnica bastante eficaz en el tratamiento de SDRA, ya que ha mostrado reducir la mortalidad en aquellas formas graves de presentación de la enfermedad, aumentando la oxigenación y favoreciendo el reclutamiento alveolar pasivo.⁶

La hipertensión intracraneana es una lesión que se caracteriza por aumento de la presión dentro del cráneo mayor de 15 mmHg en pacientes adultos. Sus manifestaciones pueden variar dependiendo de las causas desencadenantes, así como de la gravedad y los factores desencadenantes de la misma. El aumento de la presión intracraneana (PIC) se considera una emergencia neuroquirúrgica que requiere monitorización y vigilancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). El manejo de la hipertensión intracraneana está dirigida a lograr preservar el aporte de oxígeno al parénquima cerebral. Para poder optimizar el transporte de oxígeno,

el objetivo es reducir la PIC actuando sobre sus determinantes, mantener la presión arterial media (PAM) de manera óptima y preservar el intercambio gaseoso. Para lograr estos objetivos se recomienda utilizar monitorización multimodal que debe incluir la medición de la PIC, así como la medición del flujo sanguíneo cerebral mediante ultrasonido Doppler transcraneal (DTC).⁷⁻⁹

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio descriptivo, observacional y prospectivo en una cohorte de 26 pacientes ingresados en una Unidad de Cuidados Intensivos Adultos de un hospital de tercer nivel, durante un periodo de siete meses. Este estudio fue aprobado por el comité de investigación y ética del hospital y se llevó a cabo siguiendo los lineamientos internacionales y los principios éticos para la investigación médica.

Se incluyeron pacientes con diagnóstico de SDRA y que ameritaron maniobra de posición prono, que presentaron una ventana transtemporal adecuada para la evaluación de la hemodinamia cerebral mediante ultrasonido Doppler transcraneal a través de la arteria cerebral media (ACM) y que otorgaron su consentimiento informado. Se realizaron las mediciones con ultrasonido Venue. Fueron excluidos los enfermos con tumores cerebrales. Todos los pacientes fueron ventilados mecánicamente utilizando una estrategia de ventilación protectora pulmonar, bajo sedoanalgesia y bloqueo neuromuscular, manteniendo un puntaje RASS (*Richmond Agitation-Sedation Scale*) de -5 .

Los pacientes fueron evaluados en posición prono continuo. Durante el estudio se realizaron mediciones de la arteria cerebral media (ACM) derecha e izquierda; velocidad sistólica (VS), velocidad diastólica (VD), velocidad media (VM), índice de pulsatilidad (IP), presión intracraneana (PIC) con fórmula de Bellner, índice resistivo (IR) y presión de perfusión cerebral (PPC), mediante ultrasonido Doppler transcraneal. Las mediciones se efectuaron en posición supina, a los cinco minutos de iniciar la posición prono y una hora después de mantener dicha posición.

Análisis estadístico. La distribución de los datos se analizó mediante prueba de Shapiro-Wilk, para las variables cualitativas, el análisis se realizó mediante frecuencias y porcentajes y el análisis de las mediciones de la ACM se realizó mediante prueba de ANOVA de medias repetidas.

RESULTADOS

Se obtuvieron mediciones de 26 pacientes con diagnóstico SDRA que ameritaron posición prono; se aplicó la prueba de Kolmogórov-Smirnov, la cual mostró normalidad de la muestra. De los 26 pacientes evaluados, 15

(57.7%) fueron hombres y 11 (42.3%) mujeres. La mediana de edad fue 53 años (rango 31-64.2), la media de PAM fue 76.6 ± 7.2 mmHg. Se realizaron tres mediciones una a cada lado, primer tiempo preprono, postprono y a la hora del prono, más detalles en la [Tabla 1](#).

Mediante la prueba de ANOVA de medias repetidas se evidenció significancia estadística durante las mediciones realizadas antes y durante el prono, pero con estabilidad posterior a la primera hora del prono, permaneciendo dentro de rangos fisiológicos. Se evidenció un aumento de los flujos de la ACM izquierda y derecha de la VS, VD y VM posterior a realizar la posición prono ($p < 0.001$), así como aumento de IP, IR y PPC ($p < 0.005$), no obstante, se mantuvieron estables hacia la primera hora de la maniobra. Para el caso de la PIC, se evidenció disminución de ésta a la hora de la posición prono, de hasta 1.1 mmHg ($p < 0.005$) ([Tabla 2](#)).

DISCUSIÓN

Los estudios que evalúan la hemodinamia cerebral mediante Doppler color transcraneal son escasos y con poca muestra; destaca recientemente el ProBrain publicado en *Anesthesiology* con un total (N) de 11 pacientes. En nuestro estudio, que incluyó 26 pacientes, se documentó aumento de los flujos cerebrales a través de la ACM derecha e izquierda, secundario a los incrementos de la VS, VD y VM; consecutivamente a éstos, se evidenció un incremento en la presión de perfusión cerebral, lo cual coincide con el estudio ProBrain de Yoann Elmaleh y colaboradores, en el que se describe incremento de la velocidad diastólica;¹⁰ sin embargo, no se hace referencia a la velocidad sistólica y media.

Por otra parte, se observó un descenso de significativo de la PIC, del índice de pulsatilidad y del índice resistivo; esto coincide con los hallazgos de Thelandersson y Nekludov quienes encontraron disminución de la PIC a los 10 minutos ($p < 0.05$), manteniéndose en rangos similares a la hora comparada con la basal.^{11,12} Nuestro estudio evidenció una disminución de ésta a la hora de la posición prono, de hasta 1.1 mmHg ($p < 0.005$).

En contraste con los resultados de ProBrain, donde se demostró un incremento de la PIC; tal diferencia puede ser debida a la técnica de medición de la PIC, ya que mientras ellos utilizaron un catéter intraparenquimatoso, nosotros inferimos la PIC por el estudio Doppler. La técnica invasiva es considerada el estándar para la presión intracraneana, destaca que en ambas mediciones no se rebasaba el umbral de 20 cmH₂O y que no se valoró la compliancia cerebral.

Por su parte, Nekludov determinó en única medición que la presión intracraneana aumentó hasta 4 mmHg con una $p < 0.05$, secundario a una presión arterial media elevada al momento de la posición prono.¹² Su estudio lo realizó en ocho pacientes con hemorragia subaracnoidea y catéter intraparenquimatoso.

Tanto nuestro estudio como el de Yoann y colaboradores muestran un descenso del índice de pulsatilidad a la hora de la posición prono.¹⁰

Finalmente, se presentó aumento de la presión de perfusión cerebral ($p < 0.005$), manteniéndose en rangos fisiológicos en la primera hora de la maniobra. Este resultado coincide con el estudio ProBrain, así como con los estudios de Andrea Reinprecht donde también se registró aumento de 1 mmHg a la hora de la posición prono.^{11,13}

Los contrastes de nuestro estudio comparado con la bibliografía existente difieren en cuanto al incremento del valor de PIC, pero destacamos que las características de los pacientes son distintas, teniendo nuestra muestra sólo tres pacientes neurocríticos y no habiendo utilizado catéter intraparenquimatoso.

CONCLUSIONES

En nuestro estudio se demostró una alteración del comportamiento hemodinámico cerebral, posterior al cambio de posición en decúbito prono; sin embargo, estas modificaciones se encuentran dentro de rangos fisiológicos.

La velocidad sistólica y diastólica de la arteria cerebral media presentó una modificación estadísticamente significativa en posición prono y una hora posterior comparado en posición supina.

La presión arterial media en los pacientes de este estudio se mantuvo dentro de metas de perfusión, no presentando inestabilidad hemodinámica.

En cuanto a la presión intracraneal, se evidenció que, posterior a la posición prono, hubo incluso un descenso de hasta 1.1 mmHg, por lo que podríamos considerar que la posición prono es segura y benéfica para los pacientes con SDRA.

La presión de perfusión cerebral aumentó, manteniéndose aún en rangos fisiológicos.

El índice de pulsatilidad y el índice resistivo cerebral presentaron disminución en posición prono y una hora

Tabla 1: Características generales de la población (N = 26).

Características demográficas	n (%)
Edad (años), mediana [rango]	53 [31-64.2]
PAM (mmHg), media \pm DE	76.6 ± 7.2
Género	
Masculino	15 (57.6)
Femenino	11 (42.4)
Diagnósticos	
Neurocríticos + SDRA	3 (11.5)
SDRA pulmonar	23 (88.5)

DE = desviación estándar. PAM = presión arterial media. SDRA = síndrome de distrés respiratorio agudo.

Tabla 2: Análisis bivariado de la medición de los flujos cerebrales en la arteria cerebral media mediante ultrasonido Doppler transcraneal previo y posterior a la posición prono.

Variable	Preprono Media ± DE	Prono Media ± DE	Prono + 1 hora Media ± DE	p
ACM derecha				
VS	78.15 ± 2.62	80.92 ± 2.42	82.11 ± 2.27	< 0.001
VD	36.4 ± 2.62	39.65 ± 2.38	40.73 ± 2.21	< 0.001
VM	50.33 ± 2.38	53.41 ± 2.24	54.52 ± 2.06	< 0.001
IP	0.88 ± 0.069	0.81 ± 0.051	0.78 ± 0.047	< 0.005
PIC	8.40 ± 0.756	7.5 ± 0.560	7.3 ± 0.517	< 0.005
IR	0.539 ± 0.026	0.515 ± 0.021	0.507 ± 0.019	< 0.005
PPC	68.2 ± 1.68	68.3 ± 1.14	70.6 ± 1.08	< 0.005
ACM izquierda				
VS	78.30 ± 2.78	81.65 ± 2.51	80.57 ± 2.24	< 0.001
VD	38.19 ± 2.42	39.65 ± 2.38	40.73 ± 2.21	< 0.001
VM	51.56 ± 2.39	54.73 ± 2.31	54.52 ± 2.06	< 0.001
IP	0.82 ± 0.061	0.77 ± 0.048	0.73 ± 0.039	< 0.001
PIC	7.76 ± 0.661	7.25 ± 0.524	6.81 ± 0.431	< 0.005
IR	0.518 ± 0.024	0.501 ± 0.020	0.487 ± 0.017	< 0.005
PPC	68.8 ± 1.66	68.7 ± 1.13	71.14 ± 1.01	< 0.005

ACM = arteria cerebral media. DE = desviación estándar. IP = índice de pulsatilidad. IR = índice resistivo. PIC = presión intracraneana. PPC = presión de perfusión cerebral. VD = velocidad diastólica. VM = velocidad media. VS = velocidad sistólica.

después de la posición prono, por lo que se considera una maniobra no deletérea en los pacientes.

Sin embargo, se requieren más estudios que sustenten que la posición prono no resulta perjudicial para los pacientes con SDRA.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Hospital Juárez de México por permitirnos realizar el estudio en la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos.

REFERENCIAS

- Matthay MA, Zemans RL, Zimmerman GA, Arabi YM, Beitler JR, Mercat A, et al. Acute respiratory distress syndrome. *Nat Rev Dis Primers*. 2019;5(1):18.
- Hendrickson KW, Peltan ID, Brown SM. The epidemiology of acute respiratory distress syndrome before and after coronavirus disease 2019. *Crit Care Clin*. 2021;37(4):703-716.
- Acute Respiratory Distress Syndrome Network; Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2000;342(18):1301-1308.
- National Heart, Lung, and Blood Institute PETAL Clinical Trials Network; Moss M, Huang DT, Brower RG, Ferguson ND, Ginde AA, Gong MN, et al. Early neuromuscular blockade in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2019;380(21):1997-2008.
- Munshi L, Del Sorbo L, Adhikari NKJ, Hodgson CL, Wunsch H, Meade MO, et al. Prone position for acute respiratory distress syndrome. A systematic review and meta-analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2017;14(Supplement_4):S280-S288.
- Guérin C, Albert RK, Beitler J, Gattinoni L, Jaber S, Marini JJ, et al. Prone position in ARDS patients: why, when, how and for whom. *Intensive Care Med*. 2020;46(12):2385-2396.
- Le Roux P, Menon DK, Citerio G, Vespa P, Bader MK, Brophy G, et al. The International Multidisciplinary Consensus Conference on Multimodality Monitoring in Neurocritical Care: a list of recommendations and additional conclusions: a statement for healthcare professionals from the Neurocritical Care Society and the European Society of Intensive Care Medicine. *Neurocrit Care*. 2014;21 Suppl 2(Suppl 2):S282-S296.
- Alali AS, Temkin N, Barber J, Pridgeon J, Chaddock K, Dikmen S, et al. A clinical decision rule to predict intracranial hypertension in severe traumatic brain injury. *J Neurosurg*. 2018;131(2):612-619.
- Sacco TL, Davis JG. Management of intracranial pressure part II: nonpharmacologic interventions. *Dimens Crit Care Nurs*. 2019;38(2):61-69.
- Elmaleh Y, Yavchitz A, Léguillier T, Squara PA, Palpacuer C, Grégoire C. Feasibility of prone positioning for brain-injured patients with severe acute respiratory distress syndrome: a systematic review and pilot study (ProBrain). *Anesthesiology*. 2024;140(3):495-512.
- Thelandersson A, Cider A, Nellgard B. Prone position in mechanically ventilated patients with reduced intracranial compliance. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2006;50(8):937-941.
- Nekludov M, Bellander BM, Mure M. Oxygenation and cerebral pressure improved in the prone position. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2006;50(8):932-936.
- Reinprecht A, Greher M, Wolfsberger S, Dietrich W, Illievich UM, Gruber A. Prone position in subarachnoid hemorrhage patients with acute respiratory distress syndrome: effects on cerebral tissue oxygenation and intracranial pressure. *Crit Care Med*. 2003;31(6):1831-1838.

Correspondencia:

Marco Antonio Juan Gómez

E-mail: markojuan88@gmail.com



Concordancia en la detección de vasoespasmo en pacientes críticos con hemorragia subaracnoidea por médicos residentes vs especialistas

Concordance in the detection of vasospasm in critically ill patients with subarachnoid hemorrhage by resident vs specialist physicians

Concordância na detecção de vasoespasmo em pacientes em estado crítico com hemorragia subaracnóidea por médicos residentes versus especialistas

María Lucía Rodríguez Vargas,* Francisco Godínez García,* Ma. Natalia Gómez González,* Carlos Jiménez Correa,* Pedro Luis González Carrillo*

RESUMEN

Introducción: la hemorragia subaracnoidea (HSA) es considerada una de las patologías neurológicas más relevantes y representa 5% de la enfermedad cerebrovascular. Además, sus complicaciones como el vasoespasmo, se considera el determinante de morbilidad más importante posterior a una HSA. El Doppler transcraneal (DTC) es útil para su monitoreo y detección temprana; sin embargo, debido a que se trata de un método de estudio operador dependiente, es importante identificar la concordancia entre las mediciones realizadas por médicos en formación versus médicos especialistas entrenados en el área.

Objetivo: determinar la concordancia en la detección de vasoespasmo mediante ultrasonido Doppler transcraneal entre médicos residentes y médicos especialistas en medicina crítica.

Material y métodos: estudio de concordancia, observacional, longitudinal, analítico. Se compararon dos grupos: médicos residentes de primer y segundo año de la especialidad de medicina crítica versus médicos especialistas (ya titulados) ambos con entrenamiento adquirido durante su formación. Ambos grupos realizaron una medición en los pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) en el periodo de enero a septiembre de 2024 con diagnóstico de hemorragia subaracnoidea aneurismática. A través de un muestreo no probabilístico por conveniencia, se incluyeron un total de 15 pacientes y participaron 30 médicos (15 en cada grupo). Se realizó un análisis de correlación entre las mediciones obtenidas del DTC y un análisis de concordancia para ambos grupos.

Resultados: se utilizó el índice de Lindegaard obtenido del DTC y se comparó con el resultado de la angiografía cerebral (utilizada como estándar de oro para la detección de vasoespasmo) con un CCI 0.714 IC95% 0.410-0.863 ($p < 0.000$) y una correlación de $r = 0.603$ ($p < 0.0001$) para la arteria cerebral media (ACM) derecha y CCI 0.899 IC95% 0.790-0.952 ($p < 0.0001$) y correlación de $r = 0.848$ ($p < 0.0001$) para la ACM izquierda. Además, de forma secundaria, se obtuvo un coeficiente Kappa la concordancia observada en la detección de hipertensión intracraneal (HIC) entre la medición de la vaina del nervio óptico (VNO) por DTC y VNO por angio-TAC de cráneo para los médicos residentes de 0.675 ($p < 0.0001$) y para los médicos especialistas de 0.459 ($p = 0.011$).

Conclusiones: se encontró concordancia para el diagnóstico de vasoespasmo entre las mediciones obtenidas por médicos especialistas y residentes mediante DTC comparado con angiografía cerebral. Sin encontrar diferencia significativa entre ambos grupos.

Palabras clave: Doppler transcraneal, vasoespasmo, hemorragia subaracnoidea, índice de Lindegaard.

ABSTRACT

Introduction: subarachnoid hemorrhage (SAH) is considered one of the most relevant neurological pathologies and represents 5% of cerebrovascular disease. Moreover, its complications, such as vasospasm, are considered the

most important determinant of morbidity following SAH. Transcranial Doppler (TCD) is useful for its monitoring and early detection, however, because it is an operator-dependent study **method**, it is important to identify the concordance between measurements performed by physicians in training vs. specialists trained in the area.

Objective: to determine the concordance in the detection of vasospasm by transcranial Doppler ultrasound between residents and specialists in critical care medicine.

Material and methods: concordance study, observational, longitudinal, analytical. Two groups were compared: first and second year residents in the specialty of critical care medicine versus specialists (already qualified) both with training acquired during their training. Both groups performed a measurement in patients admitted to Intensive Care Unit (ICU) in the period from January to September 2024 with a diagnosis of aneurysmal subarachnoid hemorrhage. Through a non-probabilistic sampling by convenience, a total of 15 patients were included and 30 physicians participated (15 in each group). A correlation analysis was performed between the TCD measurements obtained and a concordance analysis for both groups.

Results: the Lindegaard index obtained from TCD was used and compared with the result of cerebral angiography (used as the gold standard for the detection of vasospasm) with a CCI 0.714 CI 95% 0.410-0.863 ($p < 0.000$), and a correlation of $r = 0.603$ ($p < 0.0001$) for the right middle cerebral artery (MCA) and CCI 0.899 CI 95% 0.790-0.952 ($p < 0.0001$), and correlation of $r = 0.848$ ($p < 0.0001$) for the left MCA. In addition, secondarily a Kappa coefficient was obtained the concordance observed in the detection of intracranial hypertension (ICH) between the measurement of the optic nerve sheath (ONV) by TCD and ONV by cranial angio-TAC for resident physicians of 0.675 ($p < 0.0001$) and for specialist physicians of 0.459 ($p = 0.011$).

Conclusions: concordance was found for the diagnosis of vasospasm between measurements obtained by specialist and resident physicians by TCD compared to cerebral angiography. No significant difference was found between the two groups.

Keywords: transcranial Doppler, vasospasm, subarachnoid hemorrhage, Lindegaard index.

RESUMO

Introdução: a hemorragia subaracnóidea (HSA) é considerada uma das patologias neurológicas mais relevantes e representa 5% das doenças cerebrovasculares. Além disso, suas complicações, como o vasoespasmo, são consideradas o fator determinante mais importante da morbidade após a HSA. O Doppler transcraniano (DTC) é útil para seu monitoramento e detecção precoce; no entanto, por ser um método de estudo dependente do operador, é importante identificar a concordância entre as medições feitas por médicos residentes e por médicos especialistas treinados na área.

Objetivo: determinar a concordância na detecção de vasoespasmo por ultrassom Doppler transcraniano entre médicos residentes e médicos especializados em Medicina Intensiva.

Material e métodos: estudo de concordância, observacional, longitudinal e analítico. Dois grupos foram comparados: médicos residentes do primeiro e segundo ano na especialidade de Medicina Intensiva versus médicos especialistas (já qualificados), ambos com treinamento adquirido durante sua formação. Ambos os grupos mediram os pacientes admitidos na UTI de janeiro a setembro de 2024 com diagnóstico de hemorragia subaracnóidea aneurismática, usando amostragem de conveniência não probabilística. Um total de 15 pacientes foi incluído e 30 médicos participaram (15 em cada grupo). Foi realizada uma análise de correlação entre as medições obtidas de DTC e uma análise de concordância para ambos os grupos.

Resultados: o índice de Lindegaard obtido da DTC foi usado e comparado com o resultado da angiografia cerebral (usada como padrão ouro para detecção

* Unidad de Cuidados Intensivos, Unidad Médica de Alta Especialidad (UMAE), Hospital de Especialidades (HE) No. 1 Centro Médico Nacional (CMN) Bajío, Instituto Mexicano del Seguro Social, León, Guanajuato, México.

Recibido: 30/09/2024. Aceptado: 30/09/2024.

Citar como: Rodríguez VML, Godínez GF, Gómez GMN, Jiménez CC, González CPL. Concordancia en la detección de vasoespasmo en pacientes críticos con hemorragia subaracnoidea por médicos residentes vs especialistas. Med Crit. 2024;38(6):490-496. <https://dx.doi.org/10.35366/119238>

de vasoespasma) com um CCI 0.714 IC95% 0.410-0.863 ($p < 0.000$) e uma correlação de $r = 0.603$ ($p < 0.0001$) para a artéria cerebral média (ACM) direita e CCI 0.899 IC95% 0.790-0.952 ($p < 0.0001$) e correlação de $r = 0.848$ ($p < 0.0001$) para a ACM esquerda. Além disso, obteve-se secundariamente um coeficiente Kappa para a concordância observada na detecção de hipertensão intracraniana (HIC) entre a medição da bainha do nervo óptico (BNO) por DTC e a VNO por angio-TC cerebral para médicos residentes de 0.675 ($p < 0.0001$) e para médicos especialistas de 0.459 ($p = 0.011$).

Conclusões: foi encontrada concordância para o diagnóstico de vasoespasma entre as medidas obtidas por especialistas e residentes usando o DTC em comparação com a angio-TC cerebral. Não foi encontrada diferença significativa entre os dois grupos.

Palavras-chave: doppler transcraniano, vasoespasma, HSA, índice de Lindegaard.

Abreviaturas:

HSA = hemorragia subaracnoidea

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos

DTC = Doppler transcraneal

CCI = coeficiente de correlación intraclase

VNO = vaina del nervo óptico

IC95% = intervalo de confianza de 95%

PIC = presión intracraneal

HIC = hipertensión intracraneal

VFM = velocidad de flujo media

INTRODUCCIÓN

La presencia de vasoespasma cerebral ha sido descrita desde hace más de 50 años y suele presentarse como complicación de una hemorragia subaracnoidea (HSA).¹

La HSA se considera un problema de salud pública y una enfermedad grave que genera gran dependencia y elevada mortalidad.^{2,3} Su incidencia se duplica cada 10 años después de los 35 años³ y representa de 5 a 7% de los casos de enfermedad vascular cerebral.²

Suele tener un origen traumático o presentarse como consecuencia de la ruptura aneurismática.⁴ Generalmente debuta de manera aguda y afecta principalmente a pacientes jóvenes, los cuales requieren de un tratamiento estandarizado y prolongado en unidades de cuidados intensivos.¹

Específicamente, el vasoespasma cerebral secundario a dicho evento provoca disminución del flujo sanguíneo cerebral y, por tanto, deterioro neurológico¹ que genera discapacidad a largo plazo, caracterizada por cambios funcionales, cognitivos y conductuales de manera crónica.⁴

El estándar de oro para su diagnóstico es la angiografía cerebral,^{5,6} a través de la cual se clasifica el vasoespasma como leve (cuando la reducción del calibre del vaso es menor a 25%), moderado (de 25-50%) y severo (más de 50%).⁶ Por su parte, la tomografía de cráneo contrastada es considerada una prueba útil para la detección de vasoespasma con sensibilidad y especificidad de 80 y 93%, respectivamente.⁷

También se ha demostrado la efectividad del Doppler transcraneal para la detección de vasoespasma. En estudios reportados por Kumar G y Lysakowski, se de-

mostró sensibilidad de 67-90% y especificidad de 71-99%, con valor predictivo positivo de 57-97% y valor predictivo negativo de 78-92%, definiendo vasoespasma moderado/severo con una velocidad de flujo media (VFM) > 120 cm/s.^{8,9}

En este sentido, la detección y monitorización del vasoespasma es indispensable y, para ello, se ha descrito la utilidad de métodos no invasivos como del eco Doppler transcraneal; sin embargo, al ser un método operador dependiente, la concordancia interobservador podría tener un valor pronóstico importante, dado que en la evaluación de otros estudios de imagen se ha detectado una baja concordancia de acuerdo con el grado de estudio del personal médico.¹⁰

Sin embargo, debido a que se trata de un método de estudio operador dependiente en el cual se requiere del conocimiento y experiencia del médico que lo evalúa, es importante identificar la variabilidad intra e interobservador,^{11,12} ya que el tratamiento y pronóstico de los pacientes depende de una detección oportuna del vasoespasma.

Debido a lo anterior, en el presente estudio se busca identificar la concordancia en la detección de vasoespasma entre médicos residentes y especialistas para, con base en los resultados, establecer medidas educativas que permitan la detección oportuna del vasoespasma y, por ende, la realización de terapias específicas encaminadas a mejorar la supervivencia y calidad de vida de los pacientes que padecen hemorragias subaracnoideas y sus complicaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño

Previa autorización de los comités de investigación y ética en salud locales del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) con número de registro R-2023-1001-129 se realizó un estudio de concordancia, observacional, longitudinal y analítico en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Hospital de Especialidades No. 1 del Centro Médico Nacional del Bajío, IMSS.

De enero a septiembre de 2024 se incluyeron médicos residentes y adscritos (especialistas) a la UCI, los cuales evaluaron la presencia o ausencia de vasoespasma, mediante ultrasonido Doppler transcraneal en pacientes ingresados por hemorragia subaracnoidea de origen aneurismático (HSAa), comparando ambas mediciones con el estándar del oro (angiografía cerebral). A la totalidad de los pacientes se les realizó también angiotomografía cerebral.

Criterios de selección sujetos de estudio: se conformaron dos grupos para las mediciones del Doppler transcraneal (DTC): grupo de médicos residentes de primer y segundo año de la especialidad de medicina crítica y grupo de los médicos adscritos (ya titulados);

ambos grupos con entrenamiento adquirido durante su formación médica (postgrado), personal de base y activo de la institución de cualquier turno (matutino, vespertino, nocturno o jornada acumulada) que firmaran el consentimiento informado para participar del estudio. Se excluyeron médicos rotantes de otros servicios ajenos a la UCI y médicos rotantes externos de otras unidades médicas. Se eliminaron los médicos que, por razones personales (vacaciones, traslados u otro), no se encontraban para continuar con las mediciones del DTC.

Criterios de selección de los pacientes para el DTC: Se incluyeron pacientes mayores de 18 años que ingresaran a la UCI con diagnóstico de HSA de origen aneurismático, con estancia de al menos de 24 horas, que contaran con angiotomografía y a quienes se les realizó angiografía cerebral. Fueron excluidos los pacientes con HSA de origen no aneurismático, con antecedente de lobectomía, embarazadas y aquellos que no contaran con el reporte completo de los estudios de imagen antes mencionados.

Método: Al ingresar al estudio se registraron de los pacientes medidas antropométricas como peso, talla e índice de masa corporal (IMC), escalas de severidad (SOFA, APACHE II, SAPS II) y escalas pronósticas (Fisher, WFSN, VASOGRADE).

El muestreo para los participantes fue de tipo no probabilístico, por conveniencia. Posterior a la firma de consentimiento informado, se les asignó un paciente seleccionado para realizar el DTC. La insonación de la arteria cerebral media se realizó mediante ultrasonido Doppler con el equipo de USG marca Affiniti 50G Philips con traductor microconvexo 2MHz. Se realizaron tres mediciones en cada arteria cerebral media de cada lado y se consideró el promedio de éstas; se utilizó la ventana transtemporal, por encima del arco cigomático e inmediatamente por delante y levemente hacia arriba del trago del pabellón auricular.

1. Se empleó un traductor microconvexo y modo Doppler pulsado, a través de la ventana transtemporal, y se realizó la insonación de la arteria cerebral media tanto del lado derecho como del lado izquierdo.
2. Se registraron los datos obtenidos por neuromonitoreo, así como la velocidad media de la arteria carótida interna, de manera bilateral.
3. Por otro lado, se realizó la medición de vainas del nervio óptico bilateral y se infirió la presión intracraneal, así como la presión de perfusión cerebral.

Se registraron los datos y se obtuvieron los reportes de los estudios de imagen para la comparación de los resultados entre ambos grupos. A los pacientes se les dio seguimiento hasta su egreso de la UCI y su egreso hospitalario, registrando los días de estancia y la mortalidad de los mismos.

Análisis estadístico: se determinó mediante los valores de sesgo y curtosis de las variables cuantitativas continuas, si tuvieron distribución normal o no (prueba de Kolmogorov-Smirnov). Las variables cuantitativas continuas con distribución normal se presentaron como media \pm desviación estándar; en caso contrario, para variables que presentaron distribución no paramétrica se registraron como mediana y rangos intercuartílicos. Las variables cualitativas categóricas se expresaron como frecuencias o proporciones. Se realizó un análisis de concordancia interobservador para las mediciones sonográficas.

Se registraron los datos obtenidos, tanto del DTC, como los de estudios de imagen. Los resultados fueron analizados con el paquete estadístico SPSS (versión 23, IBM Corp). La comparación entre los grupos (residentes versus médicos especialistas) para las variables categóricas se realizó mediante χ^2 (o prueba exacta de Fisher, según fuese el caso) y para las variables continuas con la prueba t de Student. Para la comparación de variables continuas intragrupo se realizó la prueba t de Student para muestras dependientes o la prueba de Wilcoxon, según la distribución de los datos. La comparación de medias de tres o más medianas entre grupos se realizó mediante el análisis de ANOVA o la prueba de Kruskal-Wallis de acuerdo con la distribución reportada. Se realizó la correlación de variables cuantitativas por medio del coeficiente de correlación de Pearson o Spearman, según el tipo de distribución de las variables.

Análisis de concordancia: se llevó a cabo un análisis de concordancia interobservador para las mediciones sonográficas del DTC el coeficiente de correlación intraclase. Se realizó también un análisis de Bland Altman en donde se comparó el diagnóstico de vasoespasmo o no entre los dos grupos versus el resultado de angiografía cerebral.

De forma secundaria, se utilizó también el estadístico kappa, con el fin de determinar la relación y la proporción de veces en las que los evaluadores concuerdan (corregida para la concordancia en virtud de las probabilidades), para la presencia de hipertensión intracraneal diagnosticada por DTC versus angiotomografía.

RESULTADOS

Participaron 30 médicos (15 residentes y 15 especialistas o adscritos). Se incluyeron 15 pacientes con hemorragia subaracnoidea de origen aneurismático, se observó mayor incidencia en mujeres (66.7%) que en hombres (33.3%); la edad media fue 52 ± 13.8 años; del total de los pacientes incluidos, 93.3% ingresaron con aneurismas rotos versus 6.7% no rotos. Cuarenta por ciento ingreso a UCI en el prequirúrgico y 60% en el postquirúrgico, 53% de los pacientes recibieron trata-

miento con clipaje aneurismático. Se observó que 46% de los pacientes tenía por lo menos una comorbilidad, siendo la hipertensión arterial sistémica (HAS) la más prevalente con 53.33%, seguida por diabetes mellitus tipo 2 con 26.66% (*Tabla 1*).

Al momento de su ingreso a UCI, se calcularon escalas pronósticas y de mortalidad asociadas a HSA. En la escala de Fisher, el grado más prevalente fue el IV con 46.6%, VASOGRADE-amarillo con 53.33% y WFNS I (*World Federation of Neurosurgical Societies I*) con 40%. También se obtuvieron escalas de mortalidad en UCI, como SOFA (*Sequential Organ Failure*

Assessment) con media de 6.8 ± 2.3 , APACHE II (*Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*) 12.8 ± 4.41 y SAPS II (*Simplified Acute Physiologic Score II*) 32.73 ± 14.6 (*Tabla 1*).

Se realizó seguimiento a los pacientes durante toda su hospitalización. La media de estancia en UCI fue 3.6 ± 2.5 días y la hospitalaria 6.13 ± 3.13 días. El 26.6% de los pacientes fallecieron, 53.33% fueron egresados por mejoría y 20% presentaron muerte encefálica.

En relación con la concordancia y asociación de las medidas obtenidas por Doppler transcraneal, se compararon los resultados obtenidos por ambos grupos. Se realizó un análisis de concordancia mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI); hubo una buena concordancia (con valor de p significativo) entre ambos grupos (*Tabla 2*), específicamente para la ACM derecha e izquierda en las variables: velocidad sistólica, velocidad diastólica, velocidad media, índice de pulsatilidad, velocidad media carotídea y la medición de la VNO. Se utilizó el índice de Lindegaard como subrogado de la angiografía cerebral, para la detección de vasoespasmos con un CCI 0.714, IC95% 0.410-0.863 ($p < 0.0001$) para el lado derecho y CCI 0.899, IC95% 0.790-0.952 ($p < 0.0001$) entre ambos grupos (*Tabla 2*).

Además, se realizó un análisis de Bland Altman en donde se comparó el índice de Lindegaard entre los dos grupos sin encontrar diferencia significativa ($p = 0.474$) (*Figura 1*). Se demostró buena concordancia entre las mediciones realizadas tanto por médicos residentes como por los médicos adscritos.

Se realizó la estimación de la presión intracraneal (PIC) mediante la fórmula $PIC = VNO \text{ (mm)} \times 5.69 - 8.23$, tomando en cuenta el promedio de las mediciones obtenidas de la VNO de manera bilateral, se consideró hipertensión intracraneal (HIC) si ésta excedía los 20 mmHg, para el grupo de médicos residentes se obtuvo CCI 0.895, IC95% 0.780-0.950 ($p < 0.0001$) y correlación de $r = 0.808$ ($p < 0.0001$); para el de médico adscrito CCI 0.775, IC95% 0.523-0.893 ($p < 0.0001$) y correlación de $r = 0.626$ ($p < 0.0001$). De forma secundaria, se utilizó se obtuvo un coeficiente Kappa, la concordancia observada en la detección de HIC entre la medición de la VNO por DTC y VNO mediante angiotomografía de cráneo (TC) para los médicos residentes fue de 0.675 ($p < 0.0001$) y para los médicos especialistas de 0.453 ($p = 0.011$), demostrando la utilidad del ultrasonido (USG) para detección de hipertensión intracraneal y, al menos en este estudio, una mejor detección de la HIC por el médico residente.

DISCUSIÓN

Se han realizado múltiples estudios acerca de la concordancia interobservador en estudios sonográficos¹³⁻¹⁶ y sobre la importancia de un adecuado adiestramien-

Tabla 1: Características demográficas de la población en estudio (N = 15).

	n (%)
Sexo	
Femenino	10 (66.73)
Masculino	5 (33.33)
Edad (años)*	52 ± 13.8
Signos vitales*	
TAS (mmHg)	138.07 ± 21.45
TAD (mmHg)	75.80 ± 12.45
TAM (mmHg)	96.55 ± 14.21
FC (lpm)	78 ± 26.28
FR (rpm)	18 ± 2.4
Saturación oxígeno	96 ± 2.25
Comórbidos	
DM2	4 (26.66)
HAS	8 (53.33)
Otra	4 (26.66)
Motivo de egreso	
Mejoría	8 (53.33)
Defunción	4 (26.66)
Muerte encefálica	3 (20.00)
Escalas*	
SOFA	6.8 ± 2.3
APACHE II	12.8 ± 4.41
SAPS II	32.73 ± 14.6
Fisher	
I	2 (13.33)
II	1 (6.66)
III	5 (33.33)
IV	7 (46.66)
VASOGRADE	
Verde	4 (26.66)
Amarillo	8 (53.33)
Rojo	3 (20.00)
WFNS	
I	6 (40.00)
II	3 (20.00)
III	2 (13.33)
IV	3 (20.00)
V	1 (6.66)

APACHE II = *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II*. DM2 = diabetes mellitus tipo 2. FC = frecuencia cardíaca. FR = frecuencia respiratoria. HAS = hipertensión arterial sistémica. lpm = latidos por minuto. rpm = respiraciones por minuto. SAPS II = *Simplified Acute Physiology Score II*. SOFA = *Sequential Organ Failure Assessment*. TAD = tensión arterial diastólica. TAM = tensión arterial media. TAS = tensión arterial sistólica. WFNS = *World Federation of Neurosurgical Societies*.

* Valores expresados como media ± desviación estándar.

Tabla 2: Concordancia y asociación de hemodinamia cerebral por medio de ultrasonido Doppler transcraneal entre médicos residentes y adscritos.

	Concordancia			Asociación	
	CCI	IC95%	p	Correlación r	p
Arteria cerebral media derecha					
Profundidad (cm)	0.422	0.225-0.726	0.076	0.555	0.001
Angulación (°)	0.412	0.210-0.717	0.076	0.345	0.062
Velocidad sistólica (cm/s)	0.730	0.427-0.872	< 0.0001	0.568	0.001
Velocidad diastólica (cm/s)	0.608	0.167-0.814	0.008	0.611	< 0.0001
Velocidad media (cm/s)	0.667	0.304-0.841	0.002	0.500	0.005
Índice de pulsatilidad	0.816	0.611-0.913	< 0.0001	0.868	< 0.0001
Presión de perfusión cerebral (mmHg)	0.777	0.528-0.894	< 0.0001	0.640	< 0.0001
Velocidad media carotídea (cm/s)	0.792	0.560-0.901	< 0.0001	0.650	< 0.0001
Índice de Lindegaard	0.714	0.410-0.863	< 0.0001	0.603	< 0.0001
Vaina del nervio óptico (mm)	0.726	0.451-0.874	< 0.001	0.584	0.001
Arteria cerebral media izquierda					
Profundidad (cm)	0.475	0.125-0.753	0.048	0.294	0.114
Angulación (°)	0.563	0.094-0.790	0.014	0.527	0.003
Velocidad sistólica (cm/s)	0.677	0.331-0.845	0.001	0.331	0.074
Velocidad diastólica (cm/s)	0.893	0.766-0.950	< 0.0001	0.845	< 0.0001
Velocidad media (cm/s)	0.806	0.576-0.909	< 0.0001	0.727	< 0.0001
Índice de pulsatilidad	0.801	0.580-0.906	< 0.0001	0.731	< 0.0001
Presión de perfusión cerebral (mmHg)	0.876	0.736-0.941	< 0.0001	0.852	< 0.0001
Velocidad media carotídea (cm/s)	0.841	0.667-0.925	< 0.0001	0.502	0.005
Índice de Lindegaard	0.899	0.790-0.952	< 0.0001	0.848	< 0.0001
Vaina del nervio óptico (mm)	0.792	0.562-0.901	< 0.0001	0.659	< 0.0001
Presión intracraneal*	0.768	0.512-0.890	< 0.0001	0.623	< 0.0001

CCI = coeficiente de correlación intraclassa. IC95% = intervalo de confianza de 95%.

* La presión intracraneal fue estimada con el promedio obtenido de la vaina del nervio óptico derecha e izquierda.

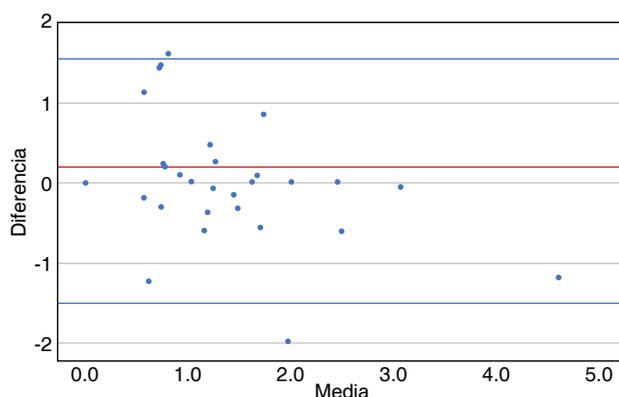


Figura 1: Diagrama de Bland-Altman donde se compara el índice de Lindegaard entre el grupo de médicos residentes versus adscritos ($p = 0.474$).

to en las técnicas para diversos estudios de imagen, ya que cualquier estudio diagnóstico instrumentado es considerado observador dependiente. Sin embargo, con un correcto entrenamiento, los índices de concordancia mejoran significativamente.¹⁵

Diversas instituciones cuentan con un número sugerido de exámenes realizados por un profesional de la salud antes de poder llevar a cabo un estudio de imagen sin la supervisión de un mentor (por ejemplo, el

Royal College of Radiologists recomienda mínimo 100 exámenes con apoyo de un superior).¹⁶ Sin embargo, se ha comprobado que un número fijo de estudios o un tiempo determinado de entrenamiento no garantiza, necesariamente, una alta concordancia entre los médicos.¹⁷

El Doppler transcraneal es un procedimiento diagnóstico no invasivo realizado con un ultrasonido que mide la velocidad del flujo sanguíneo hacia las principales arterias del cerebro por medio del rastreo de la circulación cerebral y del índice de pulsatilidad;¹³ provee una valoración confiable del flujo sanguíneo cerebral de los pacientes en tiempo real, además de ser un método relativamente económico, conveniente en situaciones de emergencia y libre de riesgos para el paciente.¹⁴ Este método ofrece información valiosa acerca de la hemodinamia cerebral, ya que permite la detección de complicaciones como HIC, hidrocefalia, isquemia cerebral retardada y vasoespasmos. Cagnazzo y colaboradores demostraron la influencia de la HIC en el desarrollo de isquemia cerebral retardada (ICR), valores de PIC < 6.7 mmHg se consideran protectores, ya que reduce la presión alrededor de los capilares, mejorando los intercambios nutricionales en el parénquima cerebral.¹⁸ Estos hallazgos concuerdan con los de Fugate y aso-

ciados quienes demostraron que una PIC < 5 mmHg puede mejorar la microcirculación y la perfusión tisular.¹⁹ Aunque un umbral de tratamiento de PIC no está establecido, la Guía de práctica clínica para el manejo crítico de pacientes con HSA 2023 propone un algoritmo terapéutico con un punto de corte de 20 mmHg.²⁰

En el caso del vasoespasmo la angiografía cerebral por sustracción digital continúa siendo la herramienta diagnóstica más importante para su detección; sin embargo, es un procedimiento invasivo y se asocia con morbilidad, además de no poder ser utilizada de manera portátil en sala de urgencias o en la cama del paciente. Por estos motivos, el ultrasonido Doppler transcraneal representa una herramienta de vital importancia para detectar el vasoespasmo en etapas tempranas (sobre todo antes de ser clínicamente evidente), así como para monitorizar la progresión del vasoespasmo antes y después del tratamiento.²

Dos limitantes importantes deben ser acentuadas, ya que disminuyen de manera drástica la utilidad del ultrasonido Doppler transcraneal. El primer factor corresponde a características intrínsecas del paciente, ya que se ha observado disminución en la eficacia de la detección de vasoespasmo en pacientes de raza negra, asiáticos o mujeres caucásicas de la tercera edad. Todo esto se debe al grosor y a la porosidad del hueso localizado en las ventanas acústicas, lo cual atenúa la transmisión de la onda de ultrasonido.²

La segunda limitante, y la más relevante, es que el ultrasonido Doppler transcraneal es altamente operador-dependiente, ya que requiere que el médico que lleve a cabo el procedimiento conozca la anatomía cerebrovascular a la perfección, así como todas las variantes anatómicas que se puedan presentar.

La adquisición de las señales del ultrasonido Doppler transcraneal es un proceso desafiante y dinámico, que requiere la interpretación y la respuesta de un sonografista adecuadamente capacitado. Estudios recientes demuestran que la validez del este estudio es altamente dependiente del buen entrenamiento y experiencia del médico responsable. Además de disminuir la variabilidad intra e interoperador, un adecuado adiestramiento puede tener un impacto tremendo en las consecuencias clínicas de los pacientes sometidos a ultrasonido Doppler transcraneal, en el contexto de un vasoespasmo cerebral.²

CONCLUSIONES

En el presente estudio se identificó adecuada concordancia en la detección de vasoespasmo mediante Doppler transcraneal entre médicos residentes y especialistas comparadas con angiografía cerebral, así como para otras variables obtenidas de la hemodinamia cerebral. Respecto a la hipertensión intracraneana

calculada por DTC y angiotomografía, se reportó mejor concordancia para el grupo de médicos residentes. La importancia del estudio radica en detectar áreas de oportunidad en ambos grupos para establecer medidas educativas que permitan la detección oportuna de las diferentes entidades susceptibles de ser identificadas por el Doppler transcraneal el cual es inocuo, a la cabeza del paciente y, por ende, posibilita la realización de terapias específicas encaminadas a mejorar la supervivencia y calidad de vida de los pacientes con diagnóstico de hemorragia subaracnoidea.

REFERENCIAS

- Goh V; National Institute for Health Research Clinical Research Network Imaging Network Steering Group; Royal College of Radiologists' Academic Committee. The National Institute for Health Research: making an impact in imaging research. *Clin Radiol*. 2019;74(3):242-246.
- Gervith R, Guerra RM, Acosta GR, Ayala AA, César J, Barraza S, et al. Vasoespasmo cerebral posterior a hemorragia subaracnoidea aneurismática: Métodos diagnósticos y escalas de valoración. *Rev Hosp Jua Mex*. 2008;75(3):206-212.
- De la Garza-Longoria RS, Maldonado-Mancillas JA, Mendoza-Múzquiz PL, Sánchez L. Incidencia de enfermedad cerebrovascular en un servicio de medicina interna. *Med Int Méx*. 2018;34(6):874-880.
- Mourello-Fariña M, Galeiras R, Pértega S, Aller AV. Perfil clínico y evolución de pacientes con hemorragia subaracnoidea durante 11 años. *Neurocir*. 2021;32(1):10-20.
- Rasulo FA, Bertuetti R. Transcranial Doppler and optic nerve sonography. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;33(1):S38-S52. doi: 10.1053/j.jvca.2019.03.040.
- Samagh N, Bhagat H, Jangra K. Monitoring cerebral vasospasm: how much can we rely on transcranial Doppler. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2019;35(1):12-18. doi: 10.4103/joacp.JOACP_192_17.
- Fragata I, Cunha B, Canhao P. Imaging predictors of vasospasm and delayed cerebral ischaemia after subarachnoid haemorrhage. *Curr Treat Options Neurol*. 2020;22:47.
- Kumar G, Shahripour RB, Harrigan MR. Vasospasm on transcranial Doppler is predictive of delayed cerebral ischemia in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg*. 2016;124(5):1257-1264. doi: 10.3171/2015.4.JNS15428.
- Lysakowski C, Walder B, Costanza MC, Tramèr MR. Transcranial Doppler versus angiography in patients with vasospasm due to ruptured cerebral aneurysm: a systematic review. *Stroke*. 2001;32:2292-2298.
- Oliveira AJM de, Rabelo NN, Telles JPM, Solla DJF, Coelho ACS da S, Barbosa GB, et al. Neutrophil-to-lymphocyte and platelet-to-lymphocyte ratios and prognosis after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a cohort study. *Arq Neuropsiquiatr*. 2023;81(6):515-523.
- Park S-H, Kim TJ, Ko S-B. Transcranial Doppler monitoring in subarachnoid hemorrhage. *J Neurosonology Neuroimaging*. 2022;14(1):1-9.
- O'Brien MJ, Dorn AY, Ranjbaran M, Nie Z, Scheidt M, Mirmateghi N, et al. Fully automated transcranial Doppler ultrasound for middle cerebral artery insonation. *J Neurosonology Neuroimaging*. 2022;14(1):27-34.
- Aaslid R, Markwalder TM, Nornes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. *J Neurosurg*. 1982;57(6):769-774. doi: 10.3171/jns.1982.57.6.0769.
- Ali MF. Transcranial Doppler ultrasonography (uses, limitations, and potentials): a review article. *Egypt J Neurosurg*. 2021;36:20.
- Bhuiyan MR, Deb S, Mitchell RA, Teddy PJ, Drummond KJ. The effect of formal training on the clinical utility of transcranial Doppler

- ultrasound monitoring in patients with aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *J Clin Neurosci*. 2012;19(9):1255-1260.
16. Negreros-Osuna JP, Zatarain-Bayliss L, Dehesa-Lopez E, Peraza-Garay FJ. Concordancia interobservador en el diagnóstico tomográfico de dolor abdominal en estudio entre residentes de Imagenología y médicos imagenólogos. *Rev Med DUAS*. 2022;12(1).
 17. Lee HJ, Yoon DY, Seo YL, Kim JH, Baek S, Lim KJ, et al. Intraobserver and interobserver variability in ultrasound measurements of thyroid nodules. *J Ultrasound Med*. 2018;37(1):173-178.
 18. Egado JA, Garcia AM, Del Prado-Gonzalez N, Fuentes-Ferrer M, Lopez-Herranz M, Simal-Hernández P, et al. Impact of clinical training on supra-aortic duplex and transcranial doppler examination concordance: impact of ultrasound hands-on training. *J Clin Ultrasound*. 2016;44(9):571-579.
 19. Mexicana De Anestesiología R, Díaz-Carrillo MA. Aplicaciones ultrasonográficas en neuromonitoreo: Doppler transcraneal. *Rev Mex Anestesiol*. 2017;40(Supl. 1):S258-S259.
 20. Scherle-Matamoros CE, Pérez-Nellar J, Fernández-Cue L. Vasoespasmo sintomático: caracterización clínica. *Neurocirugía*. 2011;22(2):116-122.

Correspondencia:

Ma. Natalia Gómez González

E-mail: nataliag18@hotmail.com



Ajuste de dosis a tasa de filtrado renal; lo que por tradición no ha mejorado el desenlace en la lesión renal aguda inducida por sepsis (AJUST-AKI Trial)

Dose adjustment to renal filtration rate; which has traditionally not improved outcome in sepsis-induced acute renal injury (AJUST-AKI Trial)

Ajuste de dose à taxa de filtração renal; o que tradicionalmente não melhorou o resultado da lesão renal aguda induzida pela sepse (AJUST-AKI Trial)

Iveth Soledad Zamora Guevara,* Héctor Miguel Falla Silva,* Ángel Fermín Gómez Zeind,* Jorge Samuel Cortés Román,* Yerileys Flores Hernández,* Jorge López Fermín*

RESUMEN

Introducción: la sepsis, principal causa de lesión renal aguda (LRA) en pacientes de Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), se asocia con una alta mortalidad (60-80%). Aunque las terapias de reemplazo renal han avanzado, no existen guías validadas para ajustar dosis de antibióticos en pacientes críticos con LRA. Este trabajo aborda los factores farmacocinéticos y farmacodinámicos que influyen en la antibioticoterapia en estos casos.

Objetivos: investigar el impacto del ajuste de dosis de antibióticos en función de la tasa de filtración glomerular (TFG) en pacientes con LRA inducida por sepsis, evaluando desenlaces como días de estancia en UCI, ventilación mecánica y soporte vasopresor.

Material y métodos: se realizó un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo en una UCI de tercer nivel entre agosto de 2022 y agosto de 2023. Se incluyeron 19 pacientes mayores de 18 años con LRA según los criterios KDIGO y sepsis, comparando aquellos con dosis estándar de antibióticos y dosis ajustadas por TFG. Se utilizó análisis no paramétrico para correlaciones y desenlaces primarios y secundarios.

Resultados: el 68.4% de los pacientes recibió dosis estándar, mientras que sólo 31.6% tuvo ajustes por TFG. No se encontraron diferencias significativas en días de estancia en UCI (media de 4.21 días), ventilación mecánica (media de 2.47 días) o uso de soporte vasopresor (media de 3.16 días) entre ambos grupos. Tampoco se observó una correlación significativa entre el ajuste de antibióticos y los desenlaces clínicos ($r(\text{ho})$ 0.121, $r(\text{ho})$ de 0.01).

Conclusión: el ajuste de dosis de antibióticos basado en TFG no demostró beneficios clínicos significativos en los pacientes estudiados. Limitaciones del estudio: su diseño retrospectivo y la falta de determinaciones plasmáticas de fármacos subrayan la necesidad de más investigaciones para optimizar la antibioticoterapia en pacientes críticos con LRA y sepsis.

Palabras clave: lesión renal aguda, sepsis y choque séptico, ajuste de terapia antimicrobiana, Unidad de Cuidados Intensivos.

ABSTRACT

Introduction: sepsis, the main cause of acute kidney injury (AKI) in intensive care unit (ICU) patients, is associated with high mortality (60-80%). Although renal replacement therapies have advanced, there are no validated guidelines for adjusting antibiotic doses in critically ill patients with AKI. This work addresses the pharmacokinetic and pharmacodynamic factors that influence antibiotic therapy in these cases.

Objectives: to investigate the impact of antibiotic dose adjustment according to glomerular filtration rate (GFR) in patients with sepsis-induced AKI, evaluating outcomes such as days of ICU stay, mechanical ventilation and vasopressor support.

Material and methods: an observational, descriptive and retrospective study was carried out in a third level ICU between August 2022 and August 2023. Nineteen patients older than 18 years with AKI according to KDIGO criteria and sepsis were included, comparing those with standard antibiotic doses and doses adjusted by GFR. Nonparametric analysis was used for correlations and primary and secondary outcomes.

Results: 68.4% of patients received standard doses, while only 31.6% had GFR adjustments. No significant differences were found in days of ICU stay (mean 4.21 days), mechanical ventilation (mean 2.47 days) or use of vasopressor support (mean 3.16 days) between both groups. There was also no significant correlation between antibiotic adjustment and clinical outcomes ($r(\text{ho})$ 0.121, $r(\text{ho})$ of 0.01).

Conclusion: antibiotic dose adjustment based on GFR did not demonstrate significant clinical benefits in the patients studied. Limitations of the study: its retrospective design and the lack of plasma drug determinations underscore the need for further research to optimize antibiotic therapy in critically ill patients with AKI and sepsis.

Keywords: acute kidney injury, sepsis and septic shock, antimicrobial therapy adjustment, intensive care unit.

RESUMO

Introdução: sepse, a principal causa de lesão renal aguda (LRA) em pacientes internados em unidades de terapia intensiva (UTI), está associada a uma elevada mortalidade (60-80%). Embora as terapias de substituição renal tenham avançado, não existem diretrizes validadas para o ajuste das doses de antibióticos em pacientes em estado crítico com LRA. Este artigo aborda os fatores farmacocinéticos e farmacodinâmicos que influenciam a terapêutica antibiótica nestes casos.

Objetivos: investigar o impacto do ajuste da dose de antibiótico de acordo com a taxa de filtração glomerular (TFG) em pacientes com LRA induzida por sepse, avaliando resultados como dias de permanência na UTI, ventilação mecânica e suporte vasopressor.

Material e métodos: foi realizado um estudo observacional, descritivo e retrospectivo em uma UTI de terceiro nível entre agosto de 2022 e agosto de 2023. Foram incluídos 19 pacientes com mais de 18 anos com LRA de acordo com os critérios KDIGO e sepse, comparando aqueles com doses padrão de antibióticos e doses ajustadas à TFG. A análise não paramétrica foi utilizada para correlações e resultados primários e secundários.

Resultados: 68.4% dos pacientes receberam dose padrão, enquanto apenas 31.6% tiveram ajustes na TFG. Não foram encontradas diferenças significativas nos dias de permanência na UTI (média de 4.21 dias), ventilação mecânica (média de 2.47 dias) ou uso de suporte vasopressor (média de 3.16 dias) entre os dois grupos. Também não se registou uma correlação significativa entre o ajuste dos antibióticos e os resultados clínicos ($r(\text{ho})$ 0.121, $r(\text{ho})$ de 0.01).

Conclusão: o ajuste da dose de antibióticos com base na TFG não demonstrou um benefício clínico significativo nos pacientes estudados. Limitações do estudo: o seu desenho retrospectivo e a falta de determinações plasmáticas de medicamentos sublinham a necessidade de mais investigação para otimizar a terapêutica antibiótica em doentes em estado crítico com LRA e sepse.

Palavras-chave: lesão renal aguda, sepse e choque séptico, ajuste da terapêutica antimicrobiana, Unidade de Terapia Intensiva.

Abreviaturas:

KDIGO = Kidney Disease: Improving Global Outcomes (Enfermedad Renal: Mejora de los Resultados Globales)

TRRC = terapia de reemplazo renal continua

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos

* Hospital Regional de Alta Especialidad ISSSTE Veracruz. México.

Recibido: 20/09/2024. Aceptado: 24/10/2024.

Citar como: Zamora GIS, Falla SHM, Gómez ZÁF, Cortés RJS, Flores HY, López FJ. Ajuste de dosis a tasa de filtrado renal; lo que por tradición no ha mejorado el desenlace en la lesión renal aguda inducida por sepsis (AJUST-AKI Trial). Med Crit. 2024;38(6):497-502. <https://dx.doi.org/10.35366/119239>

INTRODUCCIÓN

La sepsis es la principal causa de lesión renal aguda en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI); a pesar del avance

Tabla 1: Pruebas de normalidad mediante estadístico S-W; no se encontró normalidad en los grupos de interés.

	Ajuste a función renal	W	p	Asimetría	Curtosis
Edad	Sí	0.954	0.775	0.280	0.991
	No	0.899	0.128	0.976	2.6
Género	Sí	0.640	0.001	0.968	-1.875
	No	0.646	0.001	-1.755	-2.364
Desenlace	Sí	0.640	0.001	0.968	-1.875
	No	0.646	0.002	-1.755	-2.364

En esta tabla representamos a nuestros pacientes, en los que no existe ninguna repercusión ni por edad y género. Se ajustaron dosis de acuerdo con tasa de filtración glomerular (TFG), el desenlace fue el mismo, tanto para el grupo en el que se ajustó la dosis como para el que no se ajustó.

en las terapias de reemplazo renal, la mortalidad se estima en 60-80% de los pacientes ingresados en la UCI. Los mecanismos fisiopatológicos que se identifican en la lesión renal aguda inducida por ser sepsis son inflamación sistémica, daño microcirculatorio e hipoperfusión renal; se han identificado mediadores inflamatorios, como la interleucina-6 (IL-6) y la proteína de alta movilidad 1 (HMGB1), que exacerban el daño orgánico en sepsis.¹

Se toman en cuenta los criterios propuestos por KDIGO 2012 para el diagnóstico de lesión renal aguda inducida por sepsis, utilizando la creatinina sérica y el volumen urinario; sin embargo, en un paciente con sepsis, las alteraciones hemodinámicas, el descenso del aclaramiento de creatinina y la hipoperfusión muscular y orgánica, limitan el uso de biomarcadores, los cuales se manifiestan de manera tardía por la propia evolución.² Es difícil implementar estrategias preventivas oportunas en el caso de la sepsis, ya que el daño renal puede haberse producido antes de la aparición de cambios bioquímicos evidentes.³

En los pacientes críticos con sepsis, existen variaciones en el volumen de la distribución y en el aclaramiento de los antimicrobianos, lo que puede afectar la concentración de los antibióticos llevándolos a dosis subóptimas. Hasta el momento no existen guías validadas sobre el ajuste de dosis de antibióticos en pacientes críticos sépticos con lesión renal aguda. *Surviving Sepsis 2021* recomendó optimizar la dosis de antibióticos con base en una estrategia dependiendo de sus propiedades en cuanto a su farmacocinética y farmacodinamia (PK/PD). Determinar la estrategia antibiótica correcta en pacientes con choque séptico y sepsis presenta diversos desafíos dados los cambios hemodinámicos de la población y las limitantes hospitalarias para determinar concentraciones plasmáticas de los fármacos.^{4,5}

Optimización de la terapia antimicrobiana de la sepsis y el choque séptico

Los antibióticos están sujetos a cambios en la farmacocinética y farmacodinamia, las cuales se encuentran

modificadas en pacientes con choque séptico y sepsis.⁵ El uso de terapia de reemplazo renal continua (TRRC) y la oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) pueden alterar la biodistribución de los antibióticos. La hipoalbuminemia sérica en pacientes críticos influye en la unión a proteínas de los antibióticos, lo que aumenta la fracción libre del fármaco y su depuración, requiriendo ajuste de las dosis.⁶

La terapia antibiótica temprana y adecuada es una intervención importante para mejorar los resultados de los pacientes con infecciones graves e inestabilidad hemodinámica.⁷ La elección y dosificación de antibióticos y los retrasos en la administración aumenta la morbimortalidad en los pacientes con sepsis y choque séptico.⁸

La administración oportuna y correcta de antibióticos es una de las intervenciones más importantes para reducir la mortalidad en casos de sepsis. En un estudio multicéntrico prospectivo, Yunjoo y colaboradores (2022), dentro de sus desenlaces, encontraron un impacto en la mortalidad hospitalaria de los pacientes cuyo tiempo hasta la administración de antibióticos fue inferior a una hora, con OR de 0.78 (IC95%). Entre los pacientes que recibieron antibiótico dentro de las tres horas, aquellos con choque séptico mostraron 35% de aumento de mortalidad por cada hora de retraso en la administración de antibiótico.⁹

Entre las estrategias para disminuir la mortalidad de los pacientes con sepsis se han propuesto opcio-

Tabla 2: Estadísticos descriptivos.

	n (%)
Género	
Masculino	8 (42.1)
Femenino	11 (57.9)
Antibióticos	
Pip/Tz	3 (15.8)
Meropenem	13 (68.4)
Imipenem	1 (5.3)
Tigeciclina	1 (5.3)
Ceftazidima	1 (5.3)
Ajuste TFG	
Con ajuste	6 (31.6)
Sin ajuste	13 (68.4)
Grados de lesión renal aguda	
I	4 (21.1)
II	6 (31.6)
III	9 (47.4)
Esteroides	
Uso de esteroide	7 (36.8)
Sin uso de esteroide	12 (63.2)
Terapia de reemplazo renal	
Con TRR	10 (52.6)
Sin TRR	9 (47.4)
Desenlace	
Sobrevivientes	8 (42.1)
No sobrevivientes	11 (57.9)

Pip/Tz = piperacilina-tazobactam. TFG = tasa de filtración glomerular. TRR = terapia de reemplazo renal.

Tabla 3: Análisis de correlación.

	rho	p	Rango
Desenlace-ajuste TFG	0.121	0.623	0.353 - 0.645
Desenlace-LRA	0.014	0.954	0.465 - 0.843
Ajuste TFG-LRA	0.205	0.399	0.275 - 0.603

LRA = lesión renal aguda. TFG = tasa de filtración glomerular.

Mediante rho, se expresan tres correlaciones. En las tres variables el valor de rho se traduce en parámetros débiles.

nes combinadas, sin resultados concluyentes. Vázquez y asociados (2015) mencionan que la estrategia óptima de fármacos deberá ser guiada a la resistencia epidemiológica y los factores de riesgo individuales, incluyendo la hospitalización previa, el uso previo de antibióticos, antecedentes de colonización y mecanismos de resistencia. La adecuación del tratamiento antibiótico empírico inicial, la administración temprana, niveles terapéuticos alcanzados lo más pronto posible, son los tres pilares de un tratamiento antibiótico eficaz.^{7,8}

Dentro de las acciones para el uso antibiótico en sepsis y choque séptico se han propuesto estrategias en fármacos con farmacodinamia dependiente de tiempo, es decir, su eficacia está asociada con el porcentaje del tiempo en el que la concentración del fármaco libre excede la concentración mínima inhibitoria. Los antibióticos hidrofílicos, incluidos los carbapenémicos, tienen un pequeño volumen de distribución, bajo peso molecular y la unión a proteínas es mínima, lo que facilita su rápida eliminación durante la TRRC.¹⁰ En el caso de uso de antibióticos betalactámicos, se recomienda la infusión continua versus una estrategia de bolo intermitente para optimizar la terapia antimicrobiana.¹¹

Se ha demostrado que una estrategia guiada por las propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas es adecuada para guiar la terapéutica del paciente y no así el aclaramiento de creatinina, como en el trabajo presentado por Nelso y colaboradores (2018) en donde se otorgó una estrategia guiada por aclaramiento renal y una estrategia liberal observándose concentraciones subóptimas de vancomicina en los pacientes con una estrategia antibiótica ajustada por peso y aclaramiento de creatinina (CICr).¹²

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) en un hospital de tercer nivel en el periodo agosto 2022-agosto 2023.

Población de estudio: pacientes mayores de 18 años. Ingresados en UCI. Lesión renal aguda acorde a los criterios de KDIGO. Uso de vasopresor a cualquier dosis.

Criterios de inclusión: pacientes mayores de 18 años. Ingresados en UCI. Lesión renal aguda acorde a los criterios de KDIGO.

Desenlace primario: desenlaces en cuanto días de soporte vasopresor, días de ventilación mecánica y días de estancia en la UCI en pacientes con lesión renal aguda y sepsis.

Desenlace secundario: correlación entre el ajuste de antibioticoterapia y dosis estándar con desenlaces primarios en cuatro días de soporte vasopresor, días de ventilación mecánica y días de estancia en la UCI.

Análisis estadístico. Las variables continuas se expresaron en medidas de tendencia central (media) y dispersión (desviación estándar), y las variables nominales se expresaron en frecuencias y porcentajes. Se realizó análisis de normalidad, tomando en cuenta el tamaño de la muestra mediante estadístico con Shapiro-Wilk, así como herramientas de forma (asimetría y curtosis), sin encontrar normalidad entre grupos (*Tabla 1*).

Las variables de grupos se analizaron mediante correlación no paramétrica con rho de Spearman, expresando los desenlaces secundarios en relación con los días de estancia en la UCI, días de ventilación mecánica, días de soporte vasopresor y el ajuste o no de la antibioticoterapia.

RESULTADOS

Población de estudio

En este estudio retrospectivo realizado de agosto 2022 a agosto 2024 se incluyeron a pacientes adultos mayores a 18 años, sin antecedentes de enfermedad renal crónica ni antecedente previo de terapia de reemplazo de la función renal ingresados en nuestra UCI. Se incluyeron pacientes que hubieran cursado con la definición de lesión renal aguda acorde a los criterios de KDIGO en asociación a proceso séptico, el cual fue definido de acuerdo a los criterios propuestos en las guías internacionales.

Este estudio incluyó un total de 19 pacientes (*Tabla 2*). Once (58%)¹¹ correspondientes al género femenino y ocho (42%) al masculino. La edad media fue 64.47

Tabla 4: Identificación y análisis distributivo de variables confusoras en pacientes con lesión renal aguda por sepsis.

	Rango [mínimo - máximo]	Media ± DE	Varianza
Edad (años)	42 [47 - 89]	64.47 ± 10.961	120.152
Norepinefrina	2 [1 - 3]	1.74 ± 0.562	0.316
Días NE	12 [1 - 13]	3.16 ± 2.794	7.807
Días VM	8 [0 - 8]	2.47 ± 2.170	4.708
Días UCI	15 [1 - 16]	4.21 ± 3.614	13.064

DE = desviación estándar. NE = norepinefrina. UCI = Unidad de Cuidados Intensivos. VM = ventilación mecánica.

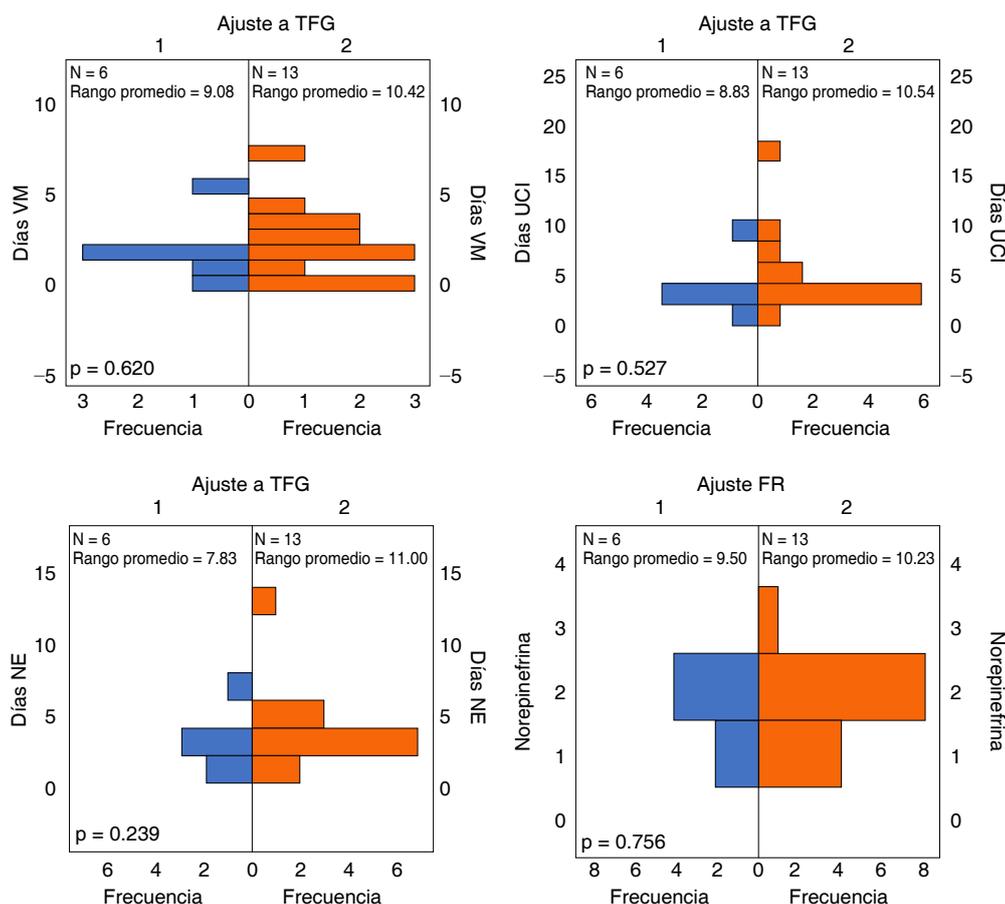


Figura 1:

Análisis de probabilidad no paramétrica. No hubo diferencia en los pacientes en quienes se ajusta la dosis de antibioticoterapia (ATB) por tasa de filtración glomerular (TFG), respecto a los días de ventilación mecánica ($p = 0.620$), los días de estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) ($p = 0.527$), días de uso de norepinefrina ($p = 0.239$) y dosis de la misma ($p = 0.756$).

± 10.9 años, varianza de 120.152. Lesión renal aguda en estadio KDIGO III se observó en 47.4% de la población analizada en este estudio. En 68.4% no se realizó ajuste antibiótico acorde al aclaramiento renal, 63.2% ($n = 12$) requirió de corticoterapia sistémica y 52.6% ($n = 10$) inició terapia de reemplazo de la función renal. Los sobrevivientes de la población analizada en la UCI fueron ocho (42.1%) y los no sobrevivientes 11 (57.9%).

Desenlace primario

Mediante rho de Spearman se realizó correlación no paramétrica entre las variables de grupo de los pacientes que recibieron dosis estándar y dosis ajustada a aclaramiento renal en sepsis. Dentro de las variables analizadas, para el desenlace primario, se tomaron en cuenta los días de soporte vasopresor, días de ventilación mecánica y días de estancia en la UCI (Tabla 3).

En el grupo con ajuste de antibioticoterapia se registró una correlación r de 0.121; en el grupo sin ajuste de antibioticoterapia se observó una correlación r de 0.01. Ambos grupos mostraron una correlación débil en cuanto a las variables de grupo y el ajuste de la antibioticoterapia (Tabla 4).

Desenlaces secundarios

Días de estancia en UCI: el promedio de estancia intrahospitalaria en UCI fue 4.21 ± 3.614 días; mediante el análisis de probabilidad no paramétrico se demostró que el ajuste de antibioticoterapia por aclaramiento renal no modificó los días de estancia intrahospitalaria ($p = 0.527$).

Días de ventilación mecánica: el promedio de días de ventilación mecánica fue 2.47 ± 2.170 ; en el análisis de probabilidad no paramétrico no hubo diferencia entre la población en la que se ajustó la antibioticoterapia por aclaramiento renal ($p = 0.620$) (Figura 1).

Días y dosis de soporte vasopresor: el promedio de días de soporte vasopresor fue 3.16 ± 2.794 ; el análisis de probabilidad no paramétrico no registró diferencia entre la población en la que se ajustó la antibioticoterapia por aclaramiento renal ($p = 0.239$) (Figura 1).

Edad: de la población analizada la edad media fue 64.47 ± 10.961 años, lo cual, mediante la correlación no paramétrica con rho de Spearman, demostró una correlación débil en cuanto a dosis de vasopresor, días de soporte vasopresor, días de ventilación mecánica y días de estancia en la UCI (Figura 2).

DISCUSIÓN

La sepsis es la principal causa de lesión renal aguda en pacientes ingresados en la UCI, y está asociada con mortalidad elevada de 60-80%.¹ La sepsis y el choque séptico se considera la principal causa de muerte no cardíaca en pacientes en las UCI. En un estudio retrospectivo realizado por Kumar y asociados en 2006, se observó que cada hora de retraso del antibiótico se asoció con un incremento de 7.6% en la mortalidad;¹³ en nuestra serie se observó un total de no supervivientes de 57.9%; de la población analizada, 52.6% recibió terapia de reemplazo de la función renal.

Las recomendaciones realizadas por la *Surviving Sepsis Campaign* sugieren que el inicio temprano de antibioticoterapia y una estrategia guiada por las características farmacocinéticas y farmacodinámicas del fármaco son una adecuada estrategia para la elección y dosis del tratamiento antimicrobiano.⁵ Una estrategia guiada por las propiedades farmacodinámicas cursará con diferentes limitantes en hospitales de recursos limitados; en nuestro estudio se observó un ajuste con base en la función renal en 31% de los casos, mante-

niéndose dosis no ajustadas a función renal en 68.4% de los pacientes.

Una terapia antibiótica inapropiada se asocia a infección fúngica OR 47.3 (IC 95% 5.56-200.97), infección por enterococos OR 5.10 (IC 95% 3.0-3.7), infección por microorganismos multidrogosresistentes OR 4.7 (IC 95% 3.0-7.4), bacteriemia OR 1.88 (IC 95% 1.52-2.32), infecciones nosocomiales OR 1.75 (IC 95% 1.52-1.94).¹³ En los pacientes con choque séptico la dosis óptima de antibiótico es crítica; el volumen de distribución y el tiempo de distribución en pacientes con sepsis se encontrará modificada por el incremento de volumen plasmático en la resucitación, la insuficiencia renal, la falla hepática y el incremento del gasto cardíaco.⁸ En nuestro análisis, en los desenlaces secundarios de los pacientes con lesión renal aguda y sepsis observamos: días de ventilación mecánica media de 2.47, días de soporte vasopresor media de 2.794 y días de estancia intrahospitalaria media de 4.21.

Hasta la fecha, no existen pautas validadas para ayudar el ajuste de dosis de antibióticos en pacientes sépticos y las recomendaciones se extrapolan a pacientes no críticos con enfermedad renal terminal que reciben terapia de reemplazo renal de manera crónica.

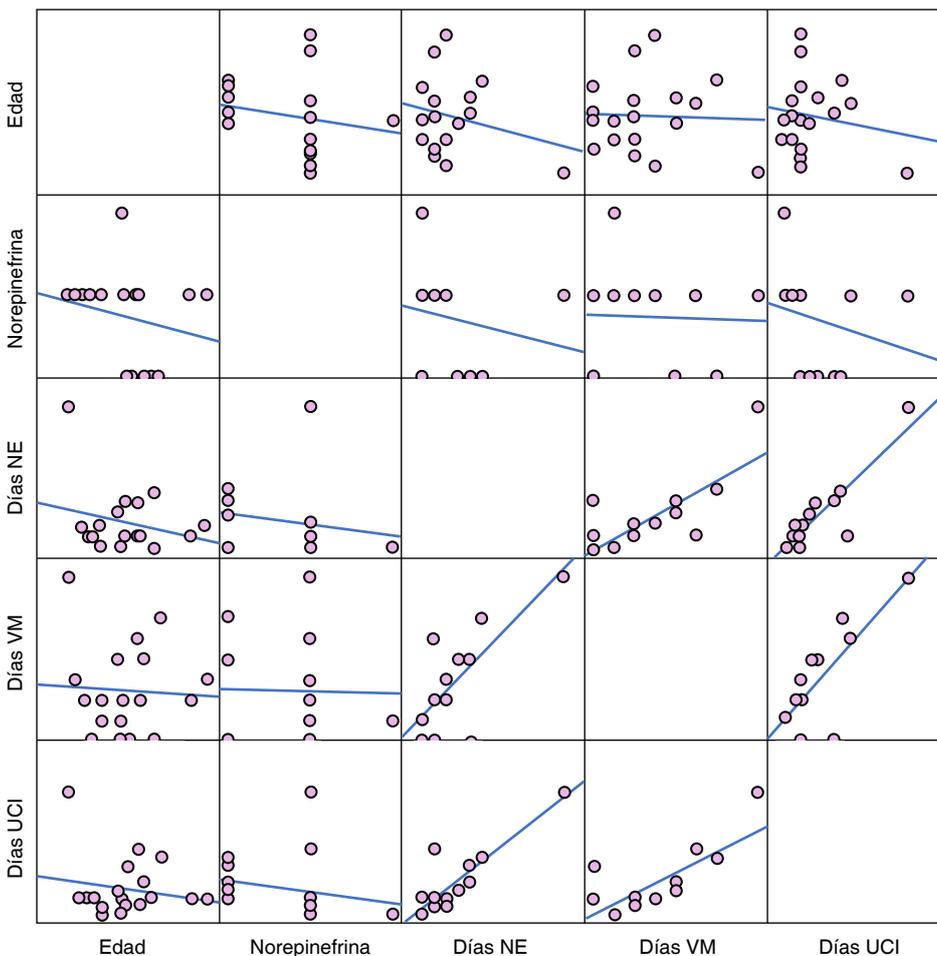


Figura 2:

Matriz factorial de correlación durante el ajuste de antibioticoterapia (ATB) a tasa de filtración glomerular (TFG). En la población estudiada predominó el género femenino (57%). En ninguna de las pruebas probabilísticas se encontraron datos significativos entre ajustar o no la dosis de antibiótico por TFG en los pacientes con lesión renal aguda (LRA) inducida por sepsis, ni en dosis de norepinefrina (NE) ni en días de ésta, tampoco en días de estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), días de ventilación mecánica (VM). El desenlace fue similar en ambos grupos de pacientes.



Figura 3:

AJUST-AKI; régimen de manejo antibiótico ajustado a función renal y dosis plenas en población con sepsis en un centro del sureste mexicano.

El uso de antibióticos a dosis adecuadas de antimicrobianos es la clave para evitar la aparición de resistencia bacteriana, la infección por gérmenes oportunistas, y para reducir la mortalidad.⁴

Los pacientes críticamente enfermos que presentan sepsis grave o choque séptico tienen un mayor riesgo de recibir dosis insuficientes de antimicrobianos debido al aumento de volumen de distribución, la hipoalbuminemia y las alteraciones del aclaramiento renal.¹²

CONCLUSIONES

No se demostró correlación entre los días de soporte vasopresor, días de ventilación mecánica o días de estancia en la UCI entre los pacientes que recibieron terapia antibiótica ajustada a tasa de filtración glomerular (TFG) y los que recibieron dosis estándar del fármaco; en el análisis secundario de las variables no paramétricas no se demostró diferencia entre ambos grupos. Nuestro estudio presenta severas limitaciones como la naturaleza retrospectiva del estudio, el carácter monocéntrico y la falta de determinaciones de las concentraciones plasmáticas de las terapias antibióticas usadas; sin embargo, abre la puerta a nuevas investigaciones en los desenlaces en pacientes con lesión renal aguda (LRA) y sepsis (Figura 3).

REFERENCIAS

- Doi K. Role of kidney injury in sepsis. *J Intensive Care*. 2016;4:17. doi: 10.1186/s40560-016-0146-3.
- Peerapornratana S, Manrique-Caballero CL, Gómez H, Kellum JA. Acute kidney injury from sepsis: current concepts, epidemiology, pathophysiology, prevention and treatment. *Kidney Int*. 2019;96(5):1083-1099. doi: 10.1016/j.kint.2019.05.026.
- Majumdar A. Sepsis-induced acute kidney injury. *Indian J Crit Care Med*. 2010;14(1):14-21. doi: 10.4103/0972-5229.63031.
- Freitas FM, Zamoner W, Garms DSS, Oliveira MG, Balbi AL, Ponce D. The use of antimicrobials in septic patients with acute kidney injury. *J Bras Nefrol*. 2017;39(3):323-328. doi: 10.5935/0101-2800.20170055.
- 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(11):1181-1247. doi: 10.1007/s00134-021-06506-y.
- Cotta MO, Roberts JA, Lipman J. Antibiotic dose optimization in critically ill patients. *Med Intensiva*. 2015;39(9):563-572. doi: 10.1016/j.medin.2015.07.009.
- Hughes S, Heard KL, Mughal N, Moore LSP. Optimization of antimicrobial dosing in patients with acute kidney injury: a single-centre observational study. *JAC Antimicrob Resist*. 2022;4(4):dlac080. doi: 10.1093/jacamr/dlac080.
- Vazquez-Grande G, Kumar A. Optimizing antimicrobial therapy of sepsis and septic shock: focus on antibiotic combination therapy. *Semin Respir Crit Care Med*. 2015;36(1):154-166. doi: 10.1055/s-0034-1398742.
- Im Y, Kang D, Ko RE, Lee YJ, Lim SY, Park S, et al. Time-to-antibiotics and clinical outcomes in patients with sepsis and septic shock: a prospective nationwide multicenter cohort study. *Crit Care*. 2022;26(1):19. doi: 10.1186/s13054-021-03883-0.
- Nowak-Kózka I, Polok KJ, Górka J, Fronczek J, Gielicz A, Seczynska B, et al. Concentration of meropenem in patients with sepsis and acute kidney injury before and after initiation of continuous renal replacement therapy: a prospective observational trial. *Pharmacol Rep*. 2020;72(1):147-155. doi: 10.1007/s43440-019-00056-3.
- Mohd Hafiz AA, Staatz CE, Kirkpatrick CM, Lipman J, Roberts JA. Continuous infusion vs. bolus dosing: implications for beta-lactam antibiotics. *Minerva Anesthesiol*. 2012;78(1):94-104.
- Nelson NR, Morbitzer KA, Jordan JD, Rhoney DH. The impact of capping creatinine clearance on achieving therapeutic vancomycin concentrations in neurocritically ill patients with traumatic brain injury. *Neurocrit Care*. 2019;30(1):126-131. doi: 10.1007/s12028-018-0583-z.
- Moehring RW, Sloane R, Chen LF, Smathers EC, Schmader KE, Fowler VG Jr, et al. Delays in appropriate antibiotic therapy for gram-negative bloodstream infections: a multicenter, community hospital study. *PLoS One*. 2013;8(10):e76225. doi: 10.1371/journal.pone.0076225.

Patrocinios: sin patrocinio.

Conflicto de intereses: sin conflicto de intereses.

Correspondencia:

Dr. Jorge López Fermín

E-mail: salemcito1@gmail.com



Angina renal modificado como predictor de lesión renal aguda en pacientes críticamente enfermos en la Unidad de Terapia Intensiva

Modified renal angina as a predictor of acute kidney injury in critically ill patients in the Intensive Care Unit

Angina renal modificada como predictor de lesão renal aguda em pacientes em estado crítico na Unidade de Terapia Intensiva

Estefanía Rocha Botello,* Nadia Melisa Queb Pech,* Crithian Josué Gaytán García,* Janet Silvia Aguirre Sánchez,*[†] Braulia Aurelia Martínez Díaz*

RESUMEN

Introducción: la lesión renal aguda (LRA) se define por una pérdida repentina de la función renal excretora, su manejo en entornos de cuidados críticos es un desafío, teniendo un mal pronóstico. El índice de angina renal (IAR) es una herramienta que incorpora parámetros clínicos dentro del primer día de ingreso, agrupados en dos categorías: riesgo y lesión. Ha sido validada en la población pediátrica para ayudar a la estratificación del riesgo de LRA a los tres días después del ingreso a Unidad de Cuidados Intensivos. En un subanálisis de estudios clínicos se realizaron modificaciones en la categoría de riesgo para su aplicabilidad.

Objetivos: determinar el índice de angina renal modificado (IARm) como factor predictor de LRA en el paciente críticamente enfermo ingresado a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).

Material y métodos: estudio cohorte, retrospectivo y unicéntrico. Se realizó en pacientes que ingresaron a terapia intensiva sin LRA, se tomó creatinina basal y 24 horas posteriores. Se calculó el IARm, el análisis estadístico incluyó porcentajes, promedios, prueba de χ^2 , riesgo relativo, intervalo de confianza para riesgo relativo, cálculo de sensibilidad, especificidad y área bajo la curva (AUC).

Resultados: el IARm mostró un buen desempeño con la aparición de LRA con AUC de 0.88 (IC95%: 0.80 a 0.95), la prevalencia de LRA fue de 75.5% en el grupo con IARm > 7 y de 15.4% en el grupo con IARm < 7 ($p = 0.001$). Por cada 4.90 pacientes con índice de angina renal mayor a 7 que presentan LRA, hay un paciente con índice de angina renal menor a 7 que también presenta LRA.

Conclusiones: en nuestro estudio, encontramos que el IARm > 7, como se reporta en la literatura, es un predictor de LRA, es un índice útil, sencillo, aplicable y económico, que permite anticipar desenlaces fatales y complicaciones.

Palabras clave: lesión renal aguda, índice de angina renal modificada, creatinina.

ABSTRACT

Introduction: acute kidney injury (AKI) is defined by a sudden loss of excretory renal function, its management in critical care settings is challenging, with a poor prognosis. The renal angina index (RAI) is a tool that incorporates clinical parameters within the first day of admission, grouped into two categories: risk and injury. It has been validated in the pediatric population to help stratify the risk of AKI at three days after admission to the intensive care unit. In a subanalysis of clinical studies, modifications were made to the risk category for its applicability.

Objectives: to determine the modified renal angina index (mRAI) as a predictor of AKI in critically ill patients admitted to the Intensive Care Unit (ICU).

Material and methods: a retrospective, single-center cohort study. It was carried out in patients who were admitted to intensive care without AKI, baseline creatinine and 24 hours later were taken. The mRAI was calculated, and statistical analysis included percentages, means, chi-square test, relative risk, confidence interval for relative risk, calculation of sensitivity, specificity, and area under the curve.

Results: the mRAI showed good performance with the occurrence of AKI with AUC of 0.88 (95%CI: 0.80 to 0.95). In the group with mRAI greater than 7, the prevalence of acute kidney injury was 75.5%, and in the group with mRAI

less than 7, the prevalence of acute kidney injury was 15.4% ($p = 0.001$). For every 4.90 patients with a renal angina index greater than 7 who present acute kidney injury, there is one patient with a renal angina index less than 7 who also presents AKI.

Conclusions: in our study, we found that an mRAI greater than 7, as reported in the literature, is a predictor of AKI, being a useful, simple, applicable and economical index, allowing to anticipate fatal outcomes and complications.

Keywords: acute kidney injury, modified renal angina index, creatinine.

RESUMO

Introdução: a lesão renal aguda (LRA) é definida por uma perda súbita da função renal excretora e seu manejo em ambientes de cuidados intensivos é desafiador, tendo um prognóstico ruim. O índice de angina renal (IAR) é uma ferramenta que incorpora parâmetros clínicos no primeiro dia de internação, agrupados em duas categorias: risco e lesão. Foi validado na população pediátrica para ajudar a estratificar o risco de LRA aos 3 dias após a admissão na unidade de terapia intensiva. Em uma subanálise de estudos clínicos, foram feitas modificações na categoria de risco para sua aplicabilidade.

Objetivos: determinar o índice de angina renal modificado (IARm) como predictor de LRA em pacientes em estado crítico internados em unidade de terapia intensiva (UTI).

Material e métodos: estudo de coorte, retrospectivo e unicêntrico. Foi realizado em pacientes internados em terapia intensiva sem LRA; a creatinina basal foi medida no início e 24 horas depois.

Foi calculado o IARm, a análise estatística incluiu porcentagens, médias, teste χ^2 , risco relativo, intervalo de confiança para risco relativo, cálculo de sensibilidade, especificidade e área sob a curva.

Resultados: o IARm apresentou bom desempenho com ocorrência de LRA com AUC de 0.88 (IC 95%: 0.80 a 0.95). No grupo com IARm maior que 7, a prevalência de lesão renal aguda foi de 75.5%, e no grupo com IARm menor que 7, a prevalência de lesão renal aguda foi de 15.4% ($p = 0.001$). Para cada 4.90 pacientes com índice de angina renal maior que 7 que apresentam lesão renal aguda, há 1 paciente com índice de angina renal menor que 7 que também apresenta LRA.

Conclusões: no nosso estudo, verificamos que o IARm superior a 7, conforme relatado na literatura, é um predictor de LRA, sendo um índice útil, simples, aplicável e econômico, permitindo-nos antecipar resultados fatais e complicações.

Palavras-chave: lesão renal aguda, índice de angina renal modificado, creatinina.

Abreviaturas:

APACHE II = Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (Evaluación de Fisiología Aguda y Salud Crónica II)

AUC = área bajo la curva (Area Under the Curve)

IAR = índice de angina renal

IARm = índice de angina renal modificado

IC95% = intervalo de confianza de 95%

KDIGO = Kidney Disease: Improving Global Outcomes (Enfermedad Renal: Mejora de los Resultados Globales)

LRA = lesión renal aguda

SAPS II = Simplified Acute Physiologic Score II (Puntuación Fisiológica Aguda Simplificada II)

SOFA = Sequential Organ Failure Assessment (Evaluación Secuencial de Insuficiencia Orgánica)

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos

* Centro Médico ABC. México.

[†] Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Recibido: 20/09/2024. Aceptado: 26/10/2024.

Citar como: Rocha BE, Queb PNM, Gaytán GCJ, Aguirre SJS, Martínez DBA. Angina renal modificado como predictor de lesión renal aguda en pacientes críticamente enfermos en la Unidad de Terapia Intensiva. Med Crit. 2024;38(6):503-509. <https://dx.doi.org/10.35366/119240>

INTRODUCCIÓN

Lesión renal aguda (LRA) hace referencia a la pérdida súbita de función renal que está determinada con base en incremento de niveles séricos de creatinina y/o reducción de volumen urinario, está limitada a una duración de siete días. La LRA es una parte del espectro de condiciones renales funcionales que pueden afectar al paciente críticamente enfermo.¹

La LRA se puede presentar como parte de una complicación de adquisición intrahospitalaria o como parte del espectro de presentación del paciente con lo que se denomina «LRA adquirida en la comunidad». La distinción tiene un contexto que denota la etiología y que difiere de acuerdo con el medio en el que se identifica. La adquisición intrahospitalaria secundaria al empleo de fármacos o nefrotóxicos es más frecuente en países de primer mundo y el origen comunitario es más común en países de menores ingresos, en los cuales la etiología más frecuente se asocia a procesos infecciosos.²

La presencia de patología renal representa el incremento de carga de morbilidad y mortalidad, aumento en la generación de costos derivados de mayor tiempo de hospitalización y, sobre todo, en casos en los que deriva a enfermedad renal crónica (ERC).

Se estima que de 30 a 60% de los pacientes críticamente enfermos presentan algún grado de lesión renal aguda durante su ingreso o estancia en unidades de cuidados intensivos.³ Considerando las últimas estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre la población mundial (7,000 millones de habitantes), según las cuales 9% pertenece a América Latina (625 millones), las cifras de proyección de incidencia de LRA en Latinoamérica alcanzarían de 1'250,000 a 9'375,000 personas por año, de las cuales de 333,125 a 2'498,437 pacientes requerirían algún tipo de terapia de reemplazo renal (TRR), cifra que también sería muy superior si consideráramos la indicaciones de terapia de soporte renal.⁴

Existe información limitada respecto a la incidencia real en México y en general en América Latina; sin embargo, es innegable la importancia en la predicción de la progresión y la detección temprana. Es por ello por lo que resulta de continuo interés e importancia adquirir modelos de predicción que permitan optimizar el tratamiento y evitar el devenir de las complicaciones asociadas al establecimiento o perpetuación de la lesión orgánica.

ANTECEDENTES

Se define como lesión renal a la reducción súbita en la función renal que incluye el incremento en creatinina o a la disminución súbita del volumen urinario. La definición ha evolucionado a lo largo del tiempo de acuerdo con la obtención de registros, sobre todo derivados de

hospitales de países con mayor grado de desarrollo. Con base en las Guías de Práctica Clínica de Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO), la LRA se estadia en tres niveles de acuerdo con el grado de severidad (*Anexo 1*).⁵

Pese a que la conceptualización de la LRA generalmente es la de una falla orgánica per se con una categorización anatómica, se trata de un síndrome complejo que tiene una fisiopatología frecuentemente sobrepuesta a múltiples mediadores patológicos, sobre todo en el paciente en estado crítico, lo que por sí solo confiere una alta carga de morbilidad (*Anexo 2*). Por lo anterior, generalmente se considera a la presencia de LRA como un marcador de severidad de enfermedad y determinante en el pronóstico de mortalidad como resulta evidente en múltiples escalas pronósticas con validación interna y externa.⁶

Derivado de lo anterior, el diagnóstico temprano y oportuno de la LRA representa parte fundamental del tratamiento, ya que incluso la lesión renal en estadios incipientes y reversibles tiene importantes implicaciones clínicas, incluyendo el incremento en el riesgo de muerte.

La LRA usualmente es identificada por un incremento en los niveles séricos de creatinina; sin embargo, la evidencia ha demostrado que se trata de un marcador sérico tardío. El consenso actual de definición de lesión renal requiere un cambio en los niveles de creatinina sérica o de volumen urinario. Pero estos cambios se pueden presentar incluso hasta 48 horas posteriores al insulto renal. Múltiples biomarcadores han sido propuestos con la finalidad de reducir la ventana diagnóstica; no obstante, la mayoría de estos biomarcadores son aún poco accesibles y asequibles.⁷

El empleo de biomarcadores ha resultado con adecuada sensibilidad, aunque deben utilizarse en el adecuado contexto debido a su limitada fiabilidad incluso en el ámbito privado. Aunado a lo anterior, existen biomarcadores que pueden modificarse en presencia de ciertas comorbilidades, por lo que su especificidad puede afectarse. La combinación de biomarcadores con modelos pronósticos podría permitir una mejor estratificación de riesgo y de este modo plantear intervenciones terapéuticas con la finalidad de evitar la lesión.

Complicaciones al desarrollo de LRA incluyen la aparición de patología cardiovascular y la perpetuación de la lesión que conlleva a enfermedad renal crónica con los costos que tales implican.

Los modelos predictores propuestos hasta la fecha generalmente se construyen con base en análisis efectuados de manera retrospectiva en pacientes considerados en riesgo de desarrollar LRA.

Han existido múltiples intentos para implementar herramientas de predicción de desarrollo de LRA o de eventos adversos asociados con la misma; sin embargo, su utilidad aún ha sido limitada debido a la heterogeneidad y falta de validación de las mismas.

Malhotra y colaboradores realizaron un estudio multicéntrico prospectivo para validar y desarrollar un modelo que permitiera predecir LRA en pacientes admitidos en unidades críticas. En su análisis multivariado, los factores que demostraron tener valor predictivo positivo fueron: antecedente de enfermedad renal crónica, enfermedad hepática crónica, falla cardíaca, hipertensión, enfermedad coronaria, $\text{pH} < 7.30$, exposición a nefrotoxinas, sepsis, ventilación mecánica y anemia. La desventaja acerca de este modelo radica en que no se evaluaron volúmenes urinarios y en que otros estudios han obtenido resultados heterogéneos respecto a la exposición a nefrotoxinas.⁸

El índice de angina renal (IAR) es una herramienta derivada y validada en población pediátrica que ha demostrado utilidad en la predicción de lesión renal tres días posteriores al ingreso a unidades de cuidados intensivos (UCI). El IAR incluye parámetros que son obtenidos al momento de ingreso a la UCI que se agrupan en dos categorías: riesgo (estado postrasplante, necesidad de ventilación mecánica y requerimiento de vasopresores) y lesión (cambio en creatinina sérica o sobrecarga de volumen respecto al ingreso). Esta herramienta ha sido validada para predicción de LRA en población pediátrica con mejor desempeño al compararse con los cambios basales de creatinina sérica.⁹

Matsuura y asociados propusieron una modificación al IAR previamente descrito en población pediátrica para emplearlo en población adulta; consideraron como principales factores de riesgo: presencia de diabetes mellitus, requerimiento de ventilación mecánica o vasopresores y el estado crítico. De la misma manera, se modificaron criterios determinantes de lesión como la diferencia de niveles de creatinina sérica al momento de ingreso respecto a 72 horas previas.¹⁰

En 2012, Ortiz-Soriano y colegas estudiaron una cohorte retrospectiva que permitió comparar el IAR con los cambios en niveles de creatinina sérica en más de 6,000 pacientes críticamente enfermos; demostraron que el IAR modificado tiene un desempeño superior para la predicción de LRA estadio ≥ 2 .¹¹

El principal objetivo de este estudio es evaluar el desempeño del IAR modificado (*Anexo 3*) para la predicción de LRA en pacientes adultos admitidos a la UCI de nuestra unidad hospitalaria.

La presencia de LRA en el paciente críticamente enfermo representa un incremento en la mortalidad, mayor tiempo de estancia en la UCI, mayor estancia hospitalaria, incremento en la necesidad de escalamiento terapéutico, incluyendo terapia de reemplazo renal e incluso carga de morbilidad a largo plazo, con los costos que lo anterior implica en la esfera económica y también en el aspecto social, al impactar la calidad

de vida-funcionalidad de los pacientes. Dado lo antes expuesto, se plantea la implementación del índice de angina renal modificado (IARm) con la finalidad de predecir el desarrollo de LRA en el paciente críticamente enfermo, efectuar modificaciones terapéuticas que permitan evitar la lesión o limitar la misma, con las ventajas que esto representa en días de estancia y en morbilidad asociada. De igual manera, destinar y lograr un mejor aprovechamiento de recursos en aquellos pacientes que sean identificados con mayor riesgo de complicación.

Se considera un estudio factible y accesible, que no confiere riesgo a los pacientes estudiados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de estudio: cohorte, retrospectivo, unicéntrico.

Tamaño de muestra: se calculó con la fórmula para diseños de corte, con nivel de confianza de 95% para una zona de rechazo de la hipótesis nula ($Z_{\alpha} = 1.64$), poder de la prueba de 80% ($Z_{\beta} = 0.84$), asumiendo que en el grupo de expuestos (pacientes con IARm > 7) la prevalencia de LRA fue 60% ($p_0 = 0.60$), y en el grupo no expuesto (IARm ≤ 7) la prevalencia de LRA fue 20% ($p_1 = 0.20$), relación de 2:1 ($r = 2$).

El tamaño de muestra calculado fue 24.20, y se trabajó con 53 pacientes del grupo expuesto (IARm > 7) y 26 pacientes del grupo no expuesto (IARm ≤ 7).

La técnica muestral fue no aleatoria por casos consecutivos. El marco muestral fue el registro de pacientes atendidos en el Servicio de Terapia Intensiva.

Población de estudio: pacientes mayores de 18 años, ingresados a la UCI del Centro Médico ABC en el periodo de marzo de 2022 a febrero de 2023.

Grupos de comparación. *Grupo expuesto*: pacientes con IARm > 7 . *Grupo no expuesto*: sujetos con IARm ≤ 7 .

Criterios de inclusión: pacientes de cualquier género mayores de 18 años y menores de 100 años que ingresaron a la UCI del Centro Médico ABC. Pacientes que permanecieron hospitalizados en la unidad al menos durante un periodo de 48 horas.

Criterios de exclusión: ausencia de parámetros bioquímicos incluidos en el modelo predictivo. Pacientes con antecedente de enfermedad renal crónica o terapia de reemplazo renal. Pacientes en estado de gestación. Pacientes con patología renal obstructiva.

Criterios de eliminación. Muerte en las primeras 24 horas de estancia en la unidad.

Intervención: se realizó la revisión de expedientes clínicos para seleccionar a los pacientes de acuerdo con los criterios de inclusión. Las características demográficas, condiciones clínicas al momento de ingreso y procedimiento diagnóstico fueron obtenidos de los expedientes clínicos electrónicos y físicos.

Tabla 1: Características sociodemográficas (sexo) en el grupo con y sin índice de angina renal modificado.

Sexo	Índice de angina renal modificado		χ^2	p	RR	IC95%
	> 7 (N = 53) %	≤ 7 (N = 26) %				
Femenino	39.6	38.5	0.01	0.921	1.03	0.57 - 1.85
Masculino	60.4	61.5				

IC95% = intervalo de confianza al 95%. RR = riesgo relativo.

En el grupo con índice de angina renal modificado (IARm) predominaron los hombres con 60.4% y también en el grupo sin IARm con 61.5%, estadísticamente la prevalencia fue igual (p = 0.921).

Tabla 2: Prevalencia de comorbilidades, motivo de ingreso y manejo con o sin índice de angina renal modificado.

Características	Índice de angina renal modificado		χ^2	p	RR	IC95%
	> 7 (N = 53) %	≤ 7 (N = 26) %				
Diabetes mellitus			1.17	0.278	0.49	0.13 - 1.80
Sí	7.5	15.4				
No	92.5	84.6				
Hipertensión arterial			0.17	0.676	1.22	0.63 - 2.00
Sí	43.3	38.5				
No	56.6	61.5				
EPOC			0.00	0.982	0.98	0.19 - 5.01
Sí	7.5	7.7				
No	92.5	92.3				
Enfermedad hepática			1.00	0.316		
Sí	3.8	0.0				
No	96.2	100.0				
Vasopresor			18.61	0.000	0.31	0.17 - 0.53
Sí	77.4	26.9				
No	22.6	73.1				
VMI			7.58	0.006	3.06	1.19 - 7.89
Sí	47.2	15.4				
No	52.8	84.6				
Ingreso médico			0.06	0.806	1.02	0.82 - 1.28
Sí	83.0	80.8				
No	17.0	19.2				
Ingreso quirúrgico			0.06	0.806	0.88	0.32 - 2.37
Sí	17.0	19.2				
No	83.0	80.8				
Muerte			1.68	0.195	3.43	0.44 - 26.46
Sí	13.2	3.8				
No	86.8	96.2				

EPOC = enfermedad pulmonar obstructiva crónica. IC95% = intervalo de confianza al 95%. RR = riesgo relativo. VMI = ventilación mecánica invasiva.

A los pacientes seleccionados se les cuantificó peso, talla, volumen urinario, niveles de creatinina sérica al ingreso y 24 horas posteriores. Se calculó el IARm, la LRA se estableció con aumento de creatinina basal > 0.3 mg/dL para el estadio 1 definido por los criterios de KDIGO.

Variables de estudio: características demográficas (edad y sexo del paciente), condiciones clínicas (peso, frecuencia cardíaca, temperatura, tensión arterial media, presión venosa central) al momento de ingreso y comorbilidades (diabetes, hipertensión arterial, enfermedad hepática, enfermedad pulmonar obstructiva crónica [EPOC]); motivo de ingreso a la UCI (médico o quirúrgico), características bioquímicas (volumen urinario, creatinina sérica, creatinina a las 24 horas, lactato, albúmina), manejo (uso de vaso-

presores, ventilación mecánica invasiva) y procedimiento diagnóstico; estancia en UCI, escalas de mortalidad (APACHE II, SAPS II, SOFA), IARm, LRA y mortalidad.

Análisis estadístico: incluyó porcentajes, promedios, prueba de χ^2 , riesgo relativo, intervalo de confianza para riesgo relativo, cálculo de sensibilidad, especificidad y área bajo la curva (AUC).

Aspectos éticos: esta investigación se adhiere a los principios internacionales de ética en investigación preservando la confidencialidad de los datos y la identidad de los participantes. De acuerdo con el artículo 17 del reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (RLGSMIS) se considera que esta investigación se clasifica en la categoría I, investigación sin riesgo.

RESULTADOS

Se analizó la información de 79 pacientes que ingresaron a la UCI del Centro Médico ABC. En el grupo con IARm predominaron los hombres con 60.4% y en el grupo sin IARm con 61.5%, estadísticamente la prevalencia es igual ($p = 0.921$) (Tabla 1). La edad no fue diferente estadísticamente ($p = 0.651$) en los grupos comparados: en el grupo con IARm 68.38 ± 17.84 años y en el grupo sin IARm 66.42 ± 18.31 años.

Tabla 3: Comparación de escalas de mortalidad con índice de angina renal modificado.

Parámetro	Índice de angina renal modificado		t	p
	> 7 (N = 53) Media ± DE	≤ 7 (N = 26) Media ± DE		
APACHE II	14.42 ± 6.41	10.62 ± 3.86	2.78	0.007
SAPS II	36.42 ± 15.74	27.27 ± 12.53	2.58	0.012
SOFA	6.85 ± 4.21	4.19 ± 2.26	3.00	0.004

APACHE = Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II. DE = desviación estándar. SAPS II = Simplified Acute Physiology Score II. SOFA = Sequential Organ Failure Assessment.

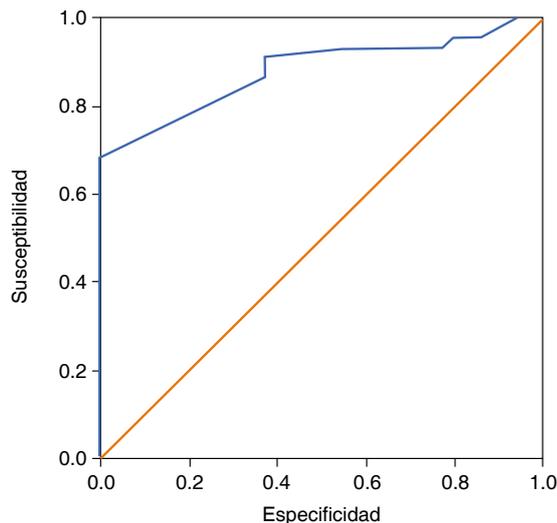


Figura 1: Área bajo la curva (AUC) para índice de angina renal modificado (IARm) y lesión renal aguda (LRA) a las 24 horas. El IARm mostró un buen desempeño con la aparición de LRA con AUC de 0.88 (IC95%: 80.3-95.7). El IARm usando como punto de corte 7 tiene sensibilidad de 90.9% y especificidad de 62.9%, estadísticamente significativo ($p = 0.001$).

El comportamiento de las comorbilidades fue estadísticamente igual en los dos grupos de estudio. En el grupo con IARm la prevalencia de hipertensión arterial fue 43.3% y en el grupo sin IARm fue 38.5% ($p = 0.676$). En la Tabla 2 se presenta la prevalencia de diabetes ($p = 0.278$) y la de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) ($p = 0.982$); para enfermedad hepática no se calculó la significancia porque uno de los grupos no la presentó.

En el grupo con IARm el motivo de ingreso a la UCI fue médico en 83.0% y en el grupo sin IARm el motivo de ingreso también fue médico en 80.8% ($p = 0.806$). En el grupo con IARm, 77.4% fueron manejados con vasopresor y en el grupo sin IARm 26.9% también fueron manejados con vasopresor, la diferencia fue estadísticamente significativa. En el grupo con IARm la prevalencia de ventilación mecánica asistida fue mayor en el grupo sin IARm ($p = 0.006$). La mortalidad no registró diferencia estadísticamente significativa entre los grupos ($p = 0.195$); no obstante, en el grupo con IARm la prevalencia fue 13.2% y en el grupo sin IARm fue 3.8%.

En cuanto a las escalas de mortalidad, APACHE II presentó una media de 14.42 en el grupo con IARm > 7, a diferencia de 10.62 en IARm < 7 ($p = 0.007$), SAPS II (Simplified Acute Physiology Score II) la media fue de 36.42 versus 27.27 ($p = 0.012$) y SOFA (Sequential Organ Failure Assessment) con media de 6.85 versus 4.19 ($p = 0.004$) (Tabla 3). Los pacientes que presentaron un IARm > 7 tuvieron peores resultados en las escalas de mortalidad más usadas en la UCI en comparación con aquellos que tuvieron un IARm < 7.

A las 24 horas, la prevalencia de LRA fue de 75.5% en el grupo con IARm > 7 y de 15.4% en el grupo con IARm < 7 ($p = 0.001$). Por cada 4.90 pacientes con IARm > 7 que presentan LRA, hay un paciente con IARm < 7 que también presenta LRA. El IARm mostró un buen desempeño con la aparición de LRA con AUC de 0.88 (IC95%: 80.3-95.7) (Figura 1 y Tabla 4). El IARm usando como punto de corte 7 tiene sensibilidad de 90.9% y especificidad de 62.9%, estadísticamente significativo ($p = 0.001$).

DISCUSIÓN

El IAR es una herramienta que ha demostrado utilidad en la predicción de lesión renal tres días posteriores al

Tabla 4: Índice de angina renal modificado como predictor de lesión renal aguda a las 24 horas de ingreso a terapia intensiva.

Lesión renal aguda	Índice de angina renal modificado		χ^2	p	RR	IC95%
	> 7 (N = 53) %	≤ 7 (N = 26) %				
Sí	75.5	15.4	25.52	0.001	4.90	1.96 - a12.24
No	24.5	84.6				

IC95% = intervalo de confianza al 95%. RR = riesgo relativo.

ingreso a la UCI, con mejor desempeño al compararse con los cambios basales de creatinina sérica.⁹ Matsuura y colaboradores propusieron una modificación al IAR para emplearlo en población adulta.¹⁰

En este estudio se encontró que el IARm es un buen predictor de LRA, con buen desempeño, AUC 0.88, sensibilidad de 90.9% y especificidad de 62.9%, similares a los referidos en la literatura. Observamos que la variable más significativa fue el uso de vasopresor, componente del módulo de factores de riesgo del IARm, compatible con las escalas de riesgo más utilizadas en la UCI.

Ortiz-Soriano y asociados analizaron una cohorte retrospectiva que permitió comparar el IAR con los cambios en niveles de creatinina sérica en más de 6,000 pacientes críticamente enfermos y demostraron que el IARm tiene un desempeño superior para la predicción de LRA estadio ≥ 2 .¹¹ Nuestros resultados refieren predicción desde el estadio I, por lo que es una prueba de estratificación de riesgo rápida, factible y sensible; sin embargo, el agregar estudios de evaluación de función renal, datos clínicos dinámicos como la vigilancia de uresis podría agregar especificidad a la prueba.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, a partir del estadio I de la clasificación de KDIGO, un resultado del IARm > 7 , es un predictor de LRA, siendo una herramienta útil, sencilla, aplicable y económica, que permite anticipar desenlaces y complicaciones en la UCI. Incluso mostró relación con las escalas de gravedad más utilizadas en la UCI para pacientes críticos. Se necesitan más estudios para valorar si esta herramienta mejoraría su especificidad al incluir seguimiento de uresis de 24 a 72 horas o definir de manera más objetiva la sobrecarga de volumen.

REFERENCIAS

1. Kellum JA, Romagnani P, Ashuntantang G, Ronco C, Zarbock A, Anders HJ. Acute kidney injury. *Nat Rev Dis Primers*. 2021;7(1):52.
2. Turgut F, Awad AS, Abdel-Rahman EM. Acute kidney injury: medical causes and pathogenesis. *J Clin Med*. 2023;12(1):375.
3. Pickkers P, Darmon M, Hoste E, Joannidis M, Legrand M, Ostermann M, et al. Acute kidney injury in the critically ill: an updated review on pathophysiology and management. *Intens Care Med*. 2021;47(8):835-850.
4. Lombi F, Varela CF, Martínez R, Greloni G, Girard VC, Diez GR. Lesión renal aguda en Latinoamérica en la era del big data. *Nefrología*. 2017;37(5):461-464.
5. Landry TW, Njoumemei Z, Halle MP, Gloria A. The assessment of economic cost in the management of acute kidney injury in a tertiary Hospital in Cameroon: prospective cohort study. *J Clin Nephrol Ren Care*. 2019;5:41.
6. Ronco C, Bellomo R, Kellum JA. Acute kidney injury. *Lancet*. 2019;394(10212):1949-1964.
7. Ugwuowo U, Yamamoto Y, Arora T, Saran I, Partridge C, Biswas A, et al. Real-time prediction of acute kidney injury in hospitalized adults: implementation and proof of concept. *Am J Kidney Dis*. 2020;76(6):806-814.e1.
8. Malhotra R, Kashani KB, Macedo E, Kim J, Bouchard J, Wynn S, et al. A risk prediction score for acute kidney injury in the intensive care unit. *Nephrol Dial Transplant*. 2017;32(5):814-822.
9. Basu RK, Zappitelli M, Brunner L, Wang Y, Wong HR, Chawla LS, et al. Derivation and validation of the renal angina index to improve the prediction of acute kidney injury in critically ill children. *Kidney Int*. 2014;85(3):659-667.
10. Matsuura R, Srisawat N, Claire-Del Granado R, Doi K, Yoshida T, Nangaku M, et al. Use of the renal angina index in determining acute kidney injury. *Kidney Int Rep*. 2018;3(3):677-683. doi: 10.1016/j.ekir.2018.01.013.
11. Ortiz-Soriano V, Kabir S, Granado RCD, Stromberg A, Toto RD, Moe OW, et al. Assessment of a modified renal angina index for AKI prediction in critically ill adults. *Nephrol Dial Transpl*. 2021;37(5):895-903.

Patrocinios: ninguno.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

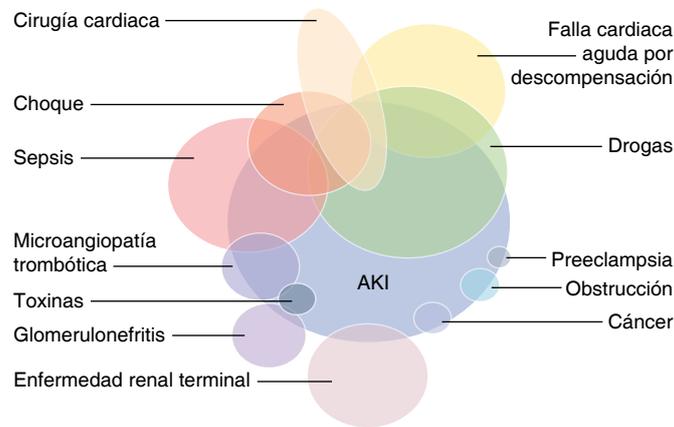
Correspondencia:

Estefanía Rocha Botello

E-mail: teephbotello@gmail.com

Anexo 1: Estadificación de la lesión renal aguda.⁵

Estadio	Creatinina sérica	Volumen urinario
1	1.5-1.9 veces Cr basal o incremento ≥ 0.3 mg/dL	< 0.5 mL/kg/h durante 6-12 horas
2	2-2.9 veces Cr basal	< 0.5 mL/kg/h durante ≥ 12 horas
3	3 veces Cr basal o incremento Cr ≥ 4 mg/dL o inicio de terapia de reemplazo renal	< 0.3 mL/kg/h durante ≥ 24 horas o anuria ≥ 12 horas



Anexo 2: Espectro clínico de la lesión renal aguda (LRA).⁶ El síndrome comprendido en la LRA se puede desarrollar como parte de un espectro que se ve influido por la predisposición del individuo y por la intensidad del agente predisponente o detonante de la lesión. Generalmente múltiples mecanismos fisiopatológicos pueden confluir en el mismo paciente. AKI = *Acute Kidney Injury* (lesión renal aguda).

Anexo 3: Determinación del índice de angina renal.¹⁰

Antecedente	Nivel de riesgo	Puntuación
Sepsis o UCI	Moderado	1
Diabetes o ≥ 1 comorbilidad: hipertensión, enfermedad hepática o ≥ 70 años	Alto	3
Ventilación mecánica o vasopresores	Muy alto	5
Aumento de creatinina	Sobrecarga de volumen	Puntuación
Sin cambios o < 0.1 mg/dL	$\leq 5\%$	1
≥ 0.1 mg/dL	5-9.9%	2
≥ 0.3 mg/dL	10-14.9%	4
≥ 0.4 mg/dL	$\geq 15\%$	8



Experiencia en la implementación de un protocolo de humanización de una unidad de cuidados intensivos: informe de un caso y revisión de la bibliografía

Experience in the implementation of a humanization protocol for an intensive care unit: a case report and literature review

Experiência na implementação de protocolo de humanização em uma Unidade de Terapia Intensiva: relato de caso e revisão da literatura

Lizbeth Franco Morales,^{*‡} Karen Rivera Martínez,^{*} Omar Flores Ángeles,^{*} Luis Alberto Raygadas Rivera,^{*} Mariana Arciniega Chávez,^{*} Pablo Álvarez Maldonado[‡]

RESUMEN

Introducción: en el entorno dinámico y exigente de las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), la humanización de los cuidados representa un paradigma que busca un equilibrio entre el empleo de tecnología avanzada para salvar vidas y la necesidad vital de compasión y empatía en la atención al paciente.

Objetivo: identificar y analizar los diferentes protocolos de humanización que mejoran la experiencia del paciente y su familia en un entorno crítico. Así como mostrar una visión general de estas estrategias examinando los desafíos y el camino a seguir para integrar prácticas humanizadas a partir del desarrollo del Programa H-UCI en nuestra unidad.

Selección y análisis de los artículos: esta revisión se basa en estudios recientes que abordan la humanización de la atención en UCI en adultos. Se incluyen investigaciones que analizan la implementación de protocolos de humanización en PubMed, CINAHL y Cochrane Library, utilizando términos clave relacionados con «humanización en medicina crítica» y palabras clave. Se incluyeron estudios publicados en los últimos 15 años para garantizar la relevancia y actualidad de la información, asegurando así la relevancia y calidad de la información. Tras el análisis de la literatura y la presentación de nuestro protocolo se revela que la humanización en las UCI implica un enfoque multidimensional que abarca desde la comunicación efectiva entre el personal de salud y los familiares, hasta la creación de un ambiente físico que favorezca la comodidad del paciente. Se identifican diversas estrategias, como la inclusión de familiares en el proceso de cuidado, la personalización de la atención y la capacitación del personal en habilidades interpersonales. Estos enfoques no sólo mejoran la satisfacción del paciente, sino que también pueden influir positivamente en los resultados clínicos.

Conclusiones: la humanización en las UCI es esencial para mejorar la calidad de la atención y la experiencia del paciente. Se concluye que, aunque existen desafíos en la implementación de estos protocolos, los beneficios son significativos, tanto para los pacientes como para el personal de salud, constituyendo esto una línea futura a desarrollar por nuestra unidad.

Palabras clave: cuidados humanizados, unidades de cuidados intensivos, experiencia del paciente, prácticas de humanización.

ABSTRACT

Introduction: in the dynamic and demanding environment of Intensive Care Units (ICU), the humanization of care represents a paradigm that seeks a balance between the use of advanced life-saving technology and the vital need for compassion and empathy in patient care.

Objective: to identify and analyze the different humanization protocols that improve the patient and family experience in the critical care setting. As well as to show an overview of these strategies by examining the challenges and the way forward to integrate humanized practices from the development of the H-ICU Program in our unit.

Selection and analysis of articles: this review is based on recent studies that address the humanization of ICU care in adults. We included research

analyzing the implementation of humanization protocols in PubMed, CINAHL and Cochrane Library, using key terms related to «humanization in critical care medicine» and keywords. Studies published in the last 15 years were included to guarantee the relevance and timeliness of the information, thus ensuring the relevance and quality of the information. After analysis of the literature and presentation of our protocol, it is revealed that humanization in the ICU involves a multidimensional approach ranging from effective communication between health care personnel and family members to the creation of a physical environment that favors patient comfort. Various strategies are identified, such as the inclusion of family members in the care process, personalization of care, and staff training in interpersonal skills. These approaches not only improve patient satisfaction, but can also positively influence clinical outcomes.

Conclusions: humanization in ICUs is essential to improve quality of care and patient experience. It is concluded that, although there are challenges in the implementation of these protocols, the benefits are significant, both for patients and health personnel, constituting a future line to be developed by our unit.

Keywords: humanized care, intensive care units, patient experience, humanization practices.

RESUMO

Introdução: no ambiente dinâmico e exigente das Unidades de Terapia Intensiva (UTI), a humanização do cuidado representa um paradigma que busca o equilíbrio entre o uso de tecnologia avançada para salvar vidas e a necessidade vital de compaixão e empatia no atendimento ao paciente.

Objetivo: identificar e analisar os diferentes protocolos de humanização que melhoram a experiência do paciente e sua família em ambiente crítico 1.2. Além de mostrar um panorama dessas estratégias, examinando os desafios e o caminho a seguir para integrar as práticas humanizadas a partir do desenvolvimento do Programa H-UTI em nossa unidade.

Seleção e análise dos artigos: esta revisão baseia-se em estudos recentes que abordam a humanização do atendimento em UTI em adultos. A pesquisa que analisa a implementação de protocolos de humanização está incluída no PubMed, CINAHL e na Biblioteca Cochrane, utilizando termos-chave relacionados a «humanização em medicina intensiva» e palavras-chave 2.3.4.5. Foram incluídos estudos publicados nos últimos 15 anos para garantir a relevância e atualidade das informações, garantindo assim a relevância e qualidade da informação.

Após a análise da literatura e a apresentação do nosso protocolo, revela-se que a humanização na UTI envolve uma abordagem multidimensional que vai desde a comunicação eficaz entre o pessoal de saúde e os familiares, até a criação de um ambiente físico que promova o conforto do paciente. São identificadas diversas estratégias, como a inclusão dos familiares no processo de cuidado, a personalização do cuidado e a capacitação da equipe em habilidades interpessoais. Essas abordagens não apenas melhoram a satisfação do paciente, mas também podem influenciar positivamente os resultados clínicos.

Conclusões: a humanização nas UTIs é essencial para melhorar a qualidade do atendimento e a experiência do paciente. Conclui-se que, embora existam desafios na implementação destes protocolos, os benefícios são significativos, tanto para os pacientes como para o pessoal de saúde, constituindo uma linha futura a ser desenvolvida pela nossa unidade 3,4,5.

Palavras-chave: cuidado humanizado, unidades de terapia intensiva, experiência do paciente, práticas de humanização.

* Hospital Moscati, Querétaro. México.

‡ Hospital Español, Ciudad de México. México.

Recibido: 03/03/2024. Aceptado: 04/07/2024.

Citar como: Franco ML, Rivera MK, Flores AO, Raygadas RLA, Arciniega CM, Álvarez MP. Experiencia en la implementación de un protocolo de humanización de una unidad de cuidados intensivos: informe de un caso y revisión de la bibliografía. Med Crit. 2024;38(6):510-519. <https://dx.doi.org/10.35366/119241>

Abreviaturas:

H-UCI = Humanizando los Cuidados Intensivos

UCI = Unidad de Cuidados Intensivos

INTRODUCCIÓN

La atención en las unidades de cuidados intensivos (UCI) se caracteriza por su alta complejidad y el manejo de pacientes en estado crítico, lo que puede generar un ambiente estresante tanto para los enfermos como para sus familiares.^{1,2}

En este contexto, la implementación de protocolos de humanización se ha convertido en una necesidad imperante para garantizar que la atención no sólo sea técnica y eficiente, sino también compasiva y centrada en el paciente.^{3,4} La humanización en la UCI implica reconocer la individualidad de cada paciente, así como la importancia del apoyo emocional y la comunicación efectiva con sus seres queridos. Diversas investigaciones han demostrado que un enfoque humanizado en el cuidado intensivo puede mejorar significativamente la experiencia del paciente y su familia, aliviando la angustia emocional y contribuyendo a mejores resultados clínicos.¹ Esto incluye prácticas como la inclusión de familiares en el proceso de toma de decisiones, la personalización de la atención y la creación de un entorno que fomente la conexión humana y el bienestar.²

A pesar de los desafíos inherentes a la atención en UCI, como la presión del tiempo y la carga técnica, la integración de la humanización en los protocolos de atención es un paso crucial hacia un modelo de cuidado más holístico.

Con base en los anteriores, presentamos la información recopilada, destacando hallazgos importantes, conclusiones clave y posibles implicaciones para la práctica clínica y futuras investigaciones.⁵ Así como los desafíos y el camino a seguir para integrar prácticas humanizadas en las UCI, enfatizando la transformación del cuidado intensivo en un servicio más integral y centrado en el ser humano a partir del desarrollo del Programa H-UCI por parte de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Moscati, Querétaro en México.

DESARROLLO

La medicina crítica representa uno de los ámbitos más desafiantes dentro del panorama sanitario, debido a la gravedad y complejidad de los pacientes que requieren atención en UCI. En este contexto, la humanización de los cuidados emerge como una filosofía de atención que pone en el centro la dignidad y los valores del paciente y sus familias, y no sólo la enfermedad o su tratamiento clínico.^{6,7}

Los cuidados humanizados en medicina crítica buscan trascender la mera aplicación de tecnologías avanzadas y procedimientos especializados, para abrazar una visión integral del ser humano, reconociendo sus necesidades emocionales, psicológicas y espirituales como parte fundamental del proceso de curación, don-

de dichas medidas han sido aplicadas con gran acierto mediante la Implementación del Proyecto H-UCI en el Hospital Moscati, Querétaro en México.^{8,9}

Los orígenes de la humanización en medicina intensiva se remontan a varias décadas atrás, y su aplicación se ha basado en investigaciones científicas y experiencias clínicas. Este enfoque integral con el nombre del proyecto H-UCI tiene su origen en España en la UCI del Hospital Universitario de Torrejón, en Madrid en febrero de 2014,³ y desde entonces ha sido una iniciativa en curso, siendo implementada y desarrollada en diferentes momentos a lo largo de los últimos años, con un enfoque en la humanización de las UCI. No obstante, su origen y evolución han sido progresivos y continuos, el cual implementamos en nuestro Hospital Moscati, Querétaro en México.

En la literatura científica, se pueden encontrar numerosos estudios que exploran los beneficios de la humanización en medicina intensiva, desde la reducción del estrés emocional hasta mejoras en la salud y la recuperación de los pacientes. Este enfoque integral ha llevado al desarrollo de programas específicos, capacitación del personal y protocolos clínicos diseñados para promover la humanización en el entorno de la medicina intensiva.⁴

Éstos pretenden adquirir las habilidades adecuadas para ofrecer una atención personalizada mediante la adquisición del conocimiento y la información necesaria para lograr una mejor cercanía e integración, tanto con pacientes como con familiares. Dichas medidas han sido aplicadas con gran acierto mediante el Plan H-UCI en el Hospital Moscati, brindando una descripción detallada de la iniciativa que se remonta a la autoevaluación y solicitud de inscripción en el día 6 de marzo del 2022, hasta la entrega de resultados de evaluación el 20 de diciembre 2023, y la subsecuente entrega del certificado con nivel excelente el día 20 de febrero 2024; todo a través de un proceso de abordaje interdisciplinar con el apoyo del equipo médico, administrativo, alta gerencia y asesores asignados por el equipo HUCI.

¿CÓMO SE HUMANIZA LA UCI?

Debido a las situaciones deshumanizantes que se dan en las UCI en numerosas ocasiones, diversos autores han propuesto medidas que fomentan la humanización de los cuidados a los pacientes. En su artículo, M. Gálvez y colaboradores exponen cómo las ocho líneas estratégicas del Proyecto H-UCI, pueden favorecer al profesional a la hora de proporcionar unos cuidados más humanizados.³

Motivo por el cual exponen un análisis detallado y crítico de las ocho líneas, con conclusiones respaldadas por evidencia sólida y también por nuestras experiencias, las barreras y obstáculos que hemos tenido con la



Figura 1: Unidad de Cuidados Intensivos Humanizados del Hospital Moscati, UCI-Puertas abiertas.

implementación del Proyecto H-UCI Hospital Moscati, Querétaro en México.

UCI PUERTAS ABIERTAS Y PARTICIPACIÓN DE LA FAMILIA

El concepto de «UCI de Puertas abiertas» y la participación de familiares en ese entorno se centran en una aproximación más abierta y colaborativa a la atención en la UCI. En este tipo de entorno, se fomenta la presencia y participación de los familiares en el cuidado y el apoyo al paciente. El concepto de «UCI de Puertas abiertas» busca eliminar las barreras que suelen separar a los pacientes de sus seres queridos, permitiendo un acceso más amplio y una mayor comunicación entre el personal médico y las familias.^{2,5}

Esto puede incluir la posibilidad de que los familiares estén presentes durante los procedimientos médicos, participen en las decisiones de atención y tengan un papel activo en el cuidado del paciente. La participación de familiares en la UCI puede tener beneficios significativos, como mejorar la comunicación entre el equipo médico y las familias, reducir la ansiedad y el estrés tanto de los pacientes como de los familiares, y permitir una mayor comodidad y apoyo emocional para el paciente.

Es importante destacar que la implementación de un enfoque de «UCI de Puertas abiertas» y la participación de familiares requiere una planificación cuidadosa, protocolos claros y una comunicación efectiva entre el personal médico y las familias. Esto puede implicar la formación del personal, la creación de pautas para la participación de los familiares y la consideración de las necesidades individuales de cada paciente y su familia.⁴

La adopción de nuevas políticas y prácticas resulta en dificultades derivadas de su uso excesivo, uso insuficiente y su posible mal uso.¹ Esto, en conjunto con paradigmas engranados en el actuar médico a raíz de la falta de actualización, sensibilidad o paternalismo, dificulta la adopción de políticas de puertas abiertas.

Los profesionales de la salud suelen creer que la visita y participación de los familiares puede aumentar la tasa de infecciones asociadas a la atención de la salud, por lo que existe una resistencia natural ante su integración, a pesar de la falsedad de esta creencia.²

Durante nuestro proceso de implementación se llevaron a cabo múltiples actividades para la sensibilización y toma de conciencia en el equipo, así como para la alineación con el personal administrativo para lograr la ejecución efectiva y segura de nuestros procesos de atención en este rubro. La minuciosa de talento humano, sea clínico o administrativo, es clave para lograr la implementación de una UCI de Puertas abiertas, porque la disonancia entre los valores del personal y los del proyecto fractura la implementación de esta iniciativa.

En resumen, la UCI de Puertas abiertas representa un avance significativo en la humanización de la atención intensiva, promoviendo un enfoque más inclusivo y empático que beneficia a todos los involucrados en el proceso de cuidado (*Figura 1*).

COMUNICACIÓN

La línea de comunicación en el Proyecto H-UCI (Humanizando los Cuidados Intensivos) se enfoca en mejorar la interacción y la comunicación en entornos de cuidados intensivos, tanto entre el equipo médico como con los pacientes y sus familias. Esta considera la importancia de establecer una comunicación clara, comprensiva y efectiva para mejorar la experiencia y los resultados del paciente.^{6,7}

Dentro de esta línea estratégica, se promueven prácticas como:

1. Comunicación abierta y honesta con los pacientes y sus familiares acerca del diagnóstico, pronósticos y opciones de tratamiento (*Figura 2*).



Figura 2: Unidad de Cuidados Intensivos Humanizados del Hospital Moscati, UCI-Puertas abiertas y participación de la familia.



Figura 3: Unidad de Cuidados Intensivos Humanizados del Hospital Moscati, Comunicación.

2. Fomentar la empatía y la escucha activa por parte del personal médico y de enfermería para comprender las necesidades y preocupaciones del paciente y su familia.
3. Utilización de un lenguaje comprensible y accesible para explicar los procedimientos médicos, el estado de salud del paciente y los planes de cuidado.
4. Apoyo en la toma de decisiones compartidas, en la que se incluye a la familia como parte activa en el equipo de cuidados.
5. Implementación de programas de capacitación para el personal de la UCI para mejorar las habilidades de comunicación, especialmente en situaciones de alta emotividad.
6. Implementación y capacitación para el uso de herramientas de comunicación aumentativas y alternativas.

La línea de comunicación en el Proyecto H-UCI busca promover una interacción más humana, compasiva y efectiva entre el equipo médico, los pacientes y sus familias, reconociendo el papel crucial que desempeña la comunicación en el bienestar físico y emocional del paciente en la UCI.⁵

La comunicación inadecuada puede causar en los pacientes falsas percepciones sobre la contagiosidad de su enfermedad, percibirla como un castigo divino, expectativas irreales sobre la posibilidad de cura y reversibilidad, que el sufrimiento es necesario, creer al hospital como mejor ambiente para la muerte, que no existen intervenciones para la atención del paciente terminal, y temor a la analgesia e inseguridad, entre otras.⁶

La protocolización de la comunicación con pacientes con barreras del lenguaje mediante herramientas de comunicación aumentativas y alternativas es vital para

el éxito de la atención en pacientes críticos. Muchos de los pacientes en UCI presentan barreras para la comunicación, sean resultado del uso de dispositivos de ventilación mecánica, alteraciones estructurales, barreras físicas, o el simple hecho de no compartir un idioma en común; la adopción de herramientas convencionales como el tablero comunicador expuesto en la *Figura 3*, o herramientas electrónicas como la aplicación *Patient Communicator* de la *Society of Critical Care Medicine*, han mostrado ser de utilidad.^{6,7}

Además, el Proyecto H-UCI enfatiza la importancia de la formación continua del personal en habilidades de comunicación, lo que incluye la capacitación en técnicas de escucha activa y la gestión de conversaciones difíciles.^{6,7} Al mejorar la comunicación en la UCI, se espera no sólo aumentar la satisfacción de los pacientes y sus familias, sino también contribuir a mejores resultados clínicos y un ambiente de trabajo más positivo para el personal de salud.

BIENESTAR DEL PACIENTE

La línea de bienestar del paciente en el Proyecto H-UCI se centra en la atención integral del paciente en la UCI, abordando no sólo sus necesidades médicas, sino también su bienestar emocional, psicológico y social. Esta línea estratégica reconoce la importancia de enfoques humanizados que promuevan el confort, la dignidad y la calidad de vida de los pacientes críticamente enfermos.⁶

Dentro de esta línea estratégica, se promueven prácticas como:

1. Gestión del dolor y el malestar: implementación de protocolos para el control efectivo del dolor y el malestar físico, teniendo en cuenta las necesidades individuales de cada paciente.
2. Apoyo emocional y espiritual: proporcionar recursos y soporte para abordar el sufrimiento emocional, la



Figura 4: Unidad de Cuidados Intensivos Humanizados del Hospital Moscati, Cuidados al profesional.



Figura 5: Unidad de Cuidados Intensivos Humanizados del Hospital Moscati, Cuidados al final de la vida.

ansiedad y otras necesidades psicosociales del paciente y sus familiares.

3. Fomento de la movilidad y la participación del paciente en la medida de lo posible, con el objetivo de prevenir complicaciones asociadas con la inmovilidad prolongada.
4. Atención compasiva y centrada en el paciente: reconocimiento de la individualidad y las preferencias del paciente, así como la promoción de un ambiente que respeta su dignidad y autonomía.
5. Inclusión de la familia en el cuidado y la toma de decisiones, reconociendo su papel crucial en el bienestar del paciente.
6. Intervenciones ambientales dirigidas al control de factores y la higiene del sueño.

Uno de los aspectos clave de esta línea de trabajo es la implementación de políticas que favorecen un ambiente más acogedor y menos estresante. Esto incluye la creación de espacios que promuevan la tranquilidad y la privacidad, así como la posibilidad de que los familiares estén presentes de manera más flexible, lo que contribuye a reducir la ansiedad tanto en los pacientes como en sus seres queridos.^{2,5}

En resumen, la línea de bienestar del paciente en el Proyecto H-UCI busca abogar por una atención que no sólo se centre en el aspecto físico de la enfermedad, sino que también considere el bienestar emocional, psicológico y espiritual del paciente, promoviendo un ambiente humanizado que contribuya a su recuperación y calidad de vida. Para lograr este ambiente, se debe promover la autonomía de los pacientes, la comodidad de su familia, la viabilidad de su permanencia y la higiene del sueño son puntos clave para el desempeño de los cuidados; por lo que esta línea debe considerarse par de la línea estraté-

gica para la gestión de la infraestructura humanizada. La medición y control de factores ambientales, como temperatura, humedad, ruido y luminosidad, juegan un papel clave en el control del dolor, sedación y delirio.⁷⁻⁹

En nuestra experiencia, la adopción de los principios propuestos por el equipo de liberación ICU ha sido el complemento ideal para el cumplimiento de los estándares de esta línea estratégica. La formación continua del personal médico a través del involucramiento del departamento de enseñanza y las habilidades docentes de los miembros de nuestra terapia intensiva han sido claves para mantener los estándares de calidad en los cuidados necesarios para el desempeño de nuestras actividades y las prácticas obligatorias establecidas en el manual de buenas prácticas del equipo de H-UCI.

PRESENCIA Y PARTICIPACIÓN DE LA FAMILIA

Es importante destacar que la presencia y participación de la familia en la UCI no solo beneficia al paciente, sino que también puede mejorar la experiencia general de la familia y contribuir a mejores resultados en la salud y la recuperación del paciente.⁷⁻⁹

Algunas de las prácticas promovidas dentro de esta línea estratégica incluyen:

1. Facilitar el acceso y la presencia de los familiares en la UCI de forma que se ajuste a las necesidades y preferencias del paciente y su familia.
2. Fomentar una comunicación abierta y compartida con la familia, brindando información clara sobre el estado de salud del paciente, el tratamiento y los planes de cuidado.
3. Involucrar activamente a los familiares en la toma de decisiones, reconociendo su conocimiento sobre el paciente y su importancia en el proceso de atención.
4. Proporcionar apoyo emocional y recursos para ayudar a los familiares a lidiar con el estrés, la incertidumbre y las complejidades asociadas a una hospitalización en cuidados intensivos.
5. Reconocer las necesidades individuales de la familia y ofrecer un entorno que les permita sentirse acogidos y respaldados durante la hospitalización del paciente.

Los estudios indican que cuando las familias están involucradas, se mejora la satisfacción general con la atención recibida y se facilita la comprensión de la situación clínica del paciente.¹⁰ Esto es especialmente importante en contextos de alta complejidad, donde la información puede ser abrumadora y difícil de procesar.

Las familias de los pacientes críticos enfrentan una situación emocionalmente desgastante y, a menudo, se sienten desinformadas y ansiosas, con necesidades clave a resolver:¹¹

1. Información clara y continua sobre el estado del paciente, que les permita entender mejor la situación clínica y los procedimientos que se están llevando a cabo.
2. Apoyo emocional, ya que la incertidumbre y el estrés pueden ser abrumadores. Las familias requieren un espacio donde puedan expresar sus emociones y recibir apoyo psicológico.
3. Participación en el cuidado, lo que implica que los familiares deseen estar involucrados en el proceso de atención y en la toma de decisiones relacionadas con el tratamiento del paciente.

Algunas de las principales dificultades para el abordaje de esta estrategia son la práctica de la medicina a la defensiva y el paternalismo médico. La colocación del médico como figura única, portadora del conocimiento, genera un ambiente de violencia simbólica ante el paciente y la familia; donde las partes aceptables no cuentan con el poder y autonomía necesarios para participar en los procesos de toma de decisiones (fuente).^{5,9,12} Se puede desarrollar una relación de fortaleza y compañerismo con la familia al respetarlos como cuidadores; reconocer que el curso natural de la terapéutica es delegar parte de la responsabilidad de la atención en aquellos que mejor conocen al paciente y serán piezas claves de su recuperación posterior al egreso.^{10,11}

CUIDADOS AL PERSONAL

La línea de cuidado al personal en el contexto del Proyecto H-UCI se enfoca en el bienestar físico, mental y emocional de los profesionales de la salud que trabajan en entornos de cuidados intensivos. Este enfoque reconoce que la atención médica en UCI puede ser demandante tanto físico como emocionalmente, lo que resalta la importancia de cuidar al personal para asegurar su eficacia y bienestar a largo plazo.^{13,14}

Dentro de esta línea estratégica, se promueven prácticas específicas como:

1. Estrategias para el manejo del estrés y el cuidado personal: se fomenta el desarrollo de programas que brinden herramientas para el manejo del estrés, la resiliencia y la salud mental entre los profesionales de la salud.
2. Apoyo psicológico y emocional: se implementan programas de apoyo psicológico y orientación para los profesionales que enfrentan situaciones estresantes o traumáticas.
3. Formación y capacitación: se proporciona formación específica en habilidades de afrontamiento, comunicación efectiva y trabajo en equipo, con el objetivo de fortalecer la resiliencia y la capacidad de los profesionales de la salud.

4. Fomento de un entorno de trabajo saludable y seguro: se implementan para promover la salud física y mental en el lugar de trabajo, así como estrategias para prevenir el agotamiento y el síndrome de desgaste profesional.
5. Reconocimiento del impacto emocional del trabajo en cuidados intensivos: esto incluye la implementación de programas de seguimiento, supervisión y recursos para abordar el impacto emocional del trabajo en este entorno.

Los psicólogos desempeñan un papel crucial en la gestión del estrés y la prevención del Burnout entre el personal. La naturaleza del trabajo en la UCI, que incluye la atención a pacientes críticos y la toma de decisiones difíciles, puede llevar a un desgaste emocional significativo.^{15,16} La intervención psicológica permite a los profesionales desarrollar estrategias de afrontamiento efectivas, lo que contribuye a mantener su equilibrio emocional y su capacidad de respuesta ante situaciones de alta presión.

La salud mental del personal de la UCI tiene un impacto directo en la calidad de la atención que se ofrece a los pacientes. Un equipo emocionalmente equilibrado es capaz de proporcionar un cuidado más compasivo y efectivo, lo que se traduce en mejores resultados clínicos y una experiencia más positiva para los pacientes y sus familias.¹⁷

Algunas claves que han permitido llevar a cabo un mejor abordaje para los cuidados del personal son la aplicación de exámenes psicométricos al ingreso, atención psicológica al personal sobre demanda o ante la detección de la necesidad, actividades de capacitación sobre autocuidado y actividades de esparcimiento planificadas y dispersas a lo largo del año actividades realizadas dentro de nuestra unidad (Figura 4).

PREVENCIÓN, MANEJO Y SEGUIMIENTO DEL SÍNDROME POST-UCI

El año 2012, la Sociedad Americana en Cuidados Críticos (SCCM) definió el síndrome post-UCI como «Nuevos o empeoramiento de los problemas de salud física, mental o cognitiva relacionados con la enfermedad crítica que persisten al alta del hospital en el sobreviviente». Además, vinculó en el desarrollo del síndrome post-UCI al familiar o cuidadores pues, producto de la enfermedad crítica, pueden desarrollar complicaciones en su salud mental.^{9,12,18}

El abordaje científico y multidisciplinario en la prevención, manejo y seguimiento del síndrome post-UCI es esencial para minimizar sus efectos a largo plazo y mejorar la calidad de vida de los sobrevivientes de cuidados intensivos. Estos enfoques involucran una comprensión profunda de las complejas interacciones

fisiológicas, psicológicas y sociales que pueden surgir como resultado de la hospitalización en la UCI, así como estrategias basadas en evidencia para abordar estas complejidades de manera efectiva.^{18,19}

La prevención del síndrome post-UCI implica una atención integral durante la hospitalización en cuidados intensivos, incluyendo:

1. Estrategias para minimizar la inmovilidad prolongada y sus efectos, como la movilización temprana y la fisioterapia activa.
2. Manejo apropiado del dolor y el delirio en la UCI, incluyendo el uso de protocolos de sedación adecuados y estrategias no farmacológicas para prevenir el delirio.
3. Atención nutricional apropiada, considerando las necesidades metabólicas y nutricionales de los pacientes críticos para evitar la desnutrición.
4. Apoyo emocional durante la hospitalización en la UCI, con la inclusión de intervenciones psicosociales dirigidas a los pacientes y sus familias.
5. El manejo y seguimiento del síndrome post-UCI requiere una transición cuidadosa de la UCI a la atención posthospitalaria, garantizando una coordinación efectiva entre los especialistas médicos y los profesionales de la salud que brindan cuidados continuos. Esto puede implicar:

- a. La detección temprana de posibles complicaciones relacionadas con el síndrome post-UCI, como trastornos de estrés postraumático, depresión, insuficiencia muscular, trastornos del sueño, entre otros.
- b. La implementación de programas de rehabilitación y seguimiento posthospitalario que tengan en cuenta las necesidades individuales, incluyendo terapia física y ocupacional, así como apoyo psicológico y psiquiátrico.
- c. El fomento de la educación sobre el síndrome post-UCI para pacientes y sus familias, así como la identificación de recursos y redes de apoyo comunitario para aquellos que enfrentan las complicaciones a largo plazo del síndrome post-UCI.

La implementación de este protocolo es crucial, ya que se ha demostrado que un porcentaje elevado de pacientes presenta secuelas que pueden afectar su calidad de vida a largo plazo. Por lo tanto, el seguimiento y la atención post-UCI son esenciales para facilitar la reintegración del paciente a su vida cotidiana y mejorar su bienestar general.¹⁹

La inclusión temprana del equipo de fisioterapia e inhaloterapia ha demostrado, en nuestra experiencia, ser invaluable para la recuperación de nuestros pacientes y posibilitar su reintegración lo más funcional en la sociedad.

La implementación de protocolos de movilización temprana y paseos fuera de la UCI suponen un reto administrativo y clínico, ya que implica una monitorización clínica estrecha antes, durante y después de las actividades; sobre todo si se involucra a la familia en estos cuidados. Sugerimos ser específicos sobre las actividades que los familiares podrán desempeñar en este rubro y dar particular importancia a la determinación de los criterios de inclusión y exclusión en estos protocolos; la participación de la familia no debe ser motivo de desapego por parte del clínico personal. En caso de cualquier signo de deterioro, más allá del estrés fisiológico normal derivado de la actividad física, sugerimos evacuar a los familiares de manera tranquila y notificar inmediatamente al médico a cargo de UCI.²⁰

En resumen, el síndrome post-UCI es un fenómeno relevante en el contexto de la atención crítica, y el Protocolo H-UCI se establece como una herramienta fundamental para abordar sus múltiples dimensiones, asegurando que los pacientes reciban el apoyo necesario para su recuperación integral.^{21,22}

INFRAESTRUCTURA HUMANIZADA

La infraestructura humanizada en H-UCI no sólo busca crear un entorno físico más acogedor y orientado al bienestar, sino que también reconoce el impacto positivo que este entorno puede tener en la experiencia del paciente, en la moral del equipo de atención médica y, en última instancia, en los resultados clínicos.

Esta perspectiva no sólo abarca la disposición arquitectónica del espacio, sino que también aborda la tecnología, el mobiliario y otros aspectos ambientales que influyen en la experiencia del paciente y en la prestación de cuidados por parte del personal sanitario.²³

Dentro de esta línea estratégica, se promueven enfoques que incluyen, pero no se limitan a:

1. Diseño centrado en el paciente: la disposición y el diseño de la UCI se orientan hacia el confort y la comodidad del paciente, permitiendo espacios funcionales y accesibles que fomentan la privacidad y el descanso.
2. Tecnología humanizada: la implementación de tecnología que no sólo sea avanzada desde el punto de vista médico, sino que también sea intuitiva, amigable y centrada en el paciente, con el fin de facilitar la interacción y el cuidado.
3. Integración de espacios familiares: creación de áreas dedicadas para la familia que les permitan estar presentes, informados y confortables durante la hospitalización del paciente en la UCI.
4. Ambientes calmantes y confortables: fomento de una atmósfera que reduzca el estrés y la ansiedad, a través de iluminación adecuada, colores suaves,

espacios de relajación e integración de la naturaleza siempre que sea posible.

5. Espacios de colaboración y descanso para el personal: consideración de áreas para el descanso y la desconexión, así como espacios para la colaboración y la comunicación efectiva entre el personal de cuidados intensivos.

Las buenas prácticas del manual creado por el equipo de H-UCI funcionan como un excelente punto de partida para el diseño de una UCI con enfoque humano; sin embargo, gran parte de los hospitales aspirantes cuentan con una UCI existente, y su modificación arquitectónica representa un enorme reto logístico y económico. Alentamos la mayor adopción de prácticas posibles, y la realización de las adecuaciones que sean factibles; pero cabe destacar que el elemento más importante de una UCI es su talento humano. No importa si una UCI cuenta con todos los elementos arquitectónicos necesarios para una calificación perfecta, si los valores y prácticas del personal no se encuentran alineados con el espíritu humano, el aprovechamiento de la infraestructura será imposible.^{22,24}

En resumen, la importancia de la infraestructura humanizada en el modelo H-UCI radica en su capacidad para transformar la experiencia del paciente y del equipo de salud, promoviendo un cuidado más integral y efectivo que aborde no sólo las necesidades físicas, sino también las emocionales y psicológicas.²⁵

CUIDADOS AL FINAL DE LA VIDA

La atención al final de la vida en el contexto de H-UCI se fundamenta en un enfoque compasivo y basado en la evidencia para cuidar a los pacientes que se encuentran en una etapa terminal de su enfermedad. Este enfoque reconoce la importancia de garantizar el confort, el respeto a la dignidad del paciente y el apoyo emocional tanto para el paciente como para sus seres queridos durante este momento delicado.^{4,25,26}

Algunos aspectos clave de esta línea estratégica, basados en un elevado nivel de evidencia, pueden incluir:

1. Control de síntomas: la gestión efectiva del dolor, la disnea, la agitación y otros síntomas relacionados con la enfermedad terminal. Esto implica el uso de protocolos de control de síntomas que se basan en la evidencia más actualizada.
2. Comunicación compasiva: establecer una comunicación clara y empática con el paciente y sus familiares, brindando apoyo emocional y espacio para que expresen sus deseos y preocupaciones.
3. Decisiones compartidas: facilitación de conversaciones sobre las preferencias del paciente en cuanto a cuidados al final de la vida, incluyendo el uso de di-

rectivas anticipadas y la participación activa de los pacientes y sus familiares en la toma de decisiones.

4. Cuidados paliativos integrales: la integración de cuidados paliativos que aborda no sólo el aspecto físico del sufrimiento, sino también el aspecto emocional, social y espiritual del paciente y su familia.
5. Apoyo emocional: proporcionar recursos y apoyo psicológico para el paciente y su familia, reconociendo la carga emocional que conlleva el de la vida.

Este enfoque basado en la evidencia asegura que la atención al final de la vida en el contexto de H-UCI sea holística, eficaz y centrada en el confort y la dignidad del paciente, además de respaldar a sus seres queridos durante este periodo tan sensible. Para que estas líneas puedan ser instauradas, algunas consideraciones generales que sirven como facilitadores serán las siguientes: generar líderes locales, desarrollar estrategias de sensibilización y educación, hacer una evaluación inicial donde se puede utilizar el autodiagnóstico propuesto en el Manual de buenas prácticas de humanización de las UCI, para así elaborar un plan de implementación que considere a todos los estamentos que participen en atención directa y que incluya la opinión de los pacientes y familiares con el fin de llegar a un equilibrio entre las necesidades de todos (*Figura 5*).²⁷

La UCI es, combinada, un centro de concentración para las condiciones más letales en el ámbito hospitalario y en ocasiones la muerte es inevitable, pero podemos influir sobre la manera de morir. Los cuidados al final de la vida requieren de sensibilidad y empatía, el reconocer al paciente y su familia como personas con necesidades psicológicas, sociales y espirituales; la oportunidad de acompañar y ser acompañado en un momento tan crítico es de una importancia indiscutible. Sin duda alguna, éste es uno de los rubros más polémicos, ya que implica la conjunción y ejecución efectiva de todas las demás líneas estratégicas; adicionalmente, representa un choque ante las prioridades de ingreso de una UCI y su rentabilidad.

Los profesionales de la salud deben mantener un diálogo abierto con los pacientes y sus familias, explicando las opciones disponibles y permitiendo que participen en la toma de decisiones sobre su tratamiento. Esto ayuda a reducir la ansiedad y a proporcionar un sentido de control en un momento tan difícil.^{28,29}

A pesar de la importancia de estos cuidados, existen desafíos significativos en su implementación. Las limitaciones estructurales, la falta de formación específica del personal y la presión del entorno crítico pueden dificultar la atención adecuada al final de la vida. Es crucial que las UCI adopten políticas que promuevan un enfoque más humanizado y que se capacite al personal en la atención paliativa.^{29,30}

El panorama político-social de México dificulta la implementación de estos cuidados, las limitaciones lega-

les imposibilitan la eutanasia en el país y aún en muchos de los estados de la república no se cuenta con voluntad anticipada; por lo que la implementación de este rubro requiere obligatoriamente de un proceso de tropicalización extenso.

CONCLUSIONES

¿Cuáles son los desafíos y retos para la humanización de todas las unidades de cuidados intensivos?

La humanización de los cuidados intensivos presenta una serie de desafíos y un camino que debe recorrerse para lograr un impacto significativo en la atención brindada. Aquí se detallan los desafíos y posibles caminos hacia la humanización en cuidados intensivos que, tras la implementación del Proyecto H-UCI en nuestro Hospital Moscati, detectamos:^{4,5}

DESAFÍOS

1. Cambio cultural: cambiar la cultura organizacional y profesional para priorizar la humanización, la empatía y la comunicación efectiva es un desafío importante que requiere un cambio de mentalidad generalizado.
2. Capacitación del personal: garantizar que el personal esté adecuadamente capacitado para adoptar prácticas humanizadas puede ser un desafío, especialmente en entornos con alta rotación de personal.
3. Gestión del tiempo: el tiempo limitado y las demandas médicas urgentes en cuidados intensivos pueden dificultar la atención centrada en el paciente.
4. Recursos limitados: la implementación de prácticas humanizadas puede verse obstaculizada por limitaciones de recursos, incluyendo personal, tiempo y tecnología adecuada.
5. Énfasis en la estabilización médica: en un entorno de cuidados intensivos, a menudo hay una fuerte presión para priorizar la estabilización médica, lo que puede dificultar la implementación de prácticas más humanizadas.

CAMINO A RECORDAR

1. Liderazgo institucional: es crucial que la alta dirección y el liderazgo institucional respalden y promuevan la humanización como un objetivo central para el centro de cuidados intensivos.
2. Enfoque multidisciplinario: la humanización de las UCI debe abordarse de manera integral, involucrando a médicos, enfermeras, trabajadores sociales, fisioterapeutas y otros profesionales de la salud.
3. Capacitación y educación: se debe proporcionar capacitación continua orientada a una comunicación

compasiva, la gestión del dolor, el apoyo emocional y el cuidado centrado en el paciente.

4. Implementación de protocolos: introducir protocolos específicos para la atención centrada en el paciente, la participación de la familia y el control de síntomas para una práctica más humanizada.
5. Evaluación y retroalimentación: establecer sistemas de evaluación y retroalimentación continua para monitorear la efectividad de las prácticas de humanización e identificar oportunidades de mejora.
6. Participación de pacientes y familiares: involucrar a los pacientes y sus familias en el diseño de programas y políticas centradas en el paciente puede ayudar a garantizar que las necesidades reales de quienes reciben atención se tengan en cuenta.

La experiencia de centros que han adoptado estos protocolos ha demostrado resultados positivos significativos. Por ejemplo, en diversas UCI que han implementado estrategias de humanización, se ha observado una reducción en la ansiedad y el estrés tanto de los pacientes como de sus familiares, así como una mejora en la comunicación entre el personal de salud y los seres queridos.⁵ Además, estos centros han logrado disminuir la duración de la estancia en UCI y han mejorado la satisfacción general con la atención recibida.² Asimismo, la humanización en la atención crítica fomenta un ambiente de trabajo más positivo para el personal médico, quien se siente más capacitado y motivado para brindar una atención compasiva.

La experiencia de centros que han implementado estos protocolos resalta la necesidad de priorizar la atención humanizada, acercándose a una práctica médica que no sólo cura, sino que también consuele y acompañe en el proceso de atención crítica, motivo por el cual ejemplificamos nuestra experiencia en la ejecución y desarrollo de la herramienta, trabajando a priori y realizar trabajos comparativos con otros centros.

AGRADECIMIENTOS

«Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos los profesionales de la salud que han trabajado incansablemente para brindar atención y cuidado a nuestros pacientes bajo la premisa de humanizar los cuidados críticos. Su dedicación y compromiso son verdaderamente inspiradores y han hecho una diferencia significativa en muchas vidas. Estamos inmensamente agradecidos por su arduo trabajo y sacrificio. ¡Gracias por todo lo que hacen!»

REFERENCIAS

1. Kirkland LL, Murell M. Presencia familiar en la UCI: una revisión de la evidencia sobre la humanización de la atención. *J Intensive Care Med.* 2020;35(11):1046-1053.

2. Pérez MJ, López A. La importancia de la humanización en la UCI: un enfoque integral. *Rev Cuidados Intensivos*. 2022;27(3):145-156.
3. Gálvez HM, Gómez GJM, Martín DMC, Ferrero RM. Humanización de la Sanidad y Salud Laboral: Implicaciones, estado de la cuestión y propuesta del Proyecto HU-CI. *Med Segur Traba*. 2017;63(247):103-119.
4. Bergman J, Weiner J. Humanizar la UCI: estrategias para mejorar la experiencia del paciente y la familia. *Crit Care Med*. 2021;49(5):845-851.
5. Rodríguez R, Martínez C. Estrategias de humanización en la atención intensiva: un enfoque centrado en el paciente. *Med Crit*. 2023;47(2):78-85.
6. Smith TJ, Jones AR. Mejorar la comunicación en la UCI: un enfoque humanista. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;201(12):1520-1527.
7. Schwanda M, Gruber R. Una política de visitas prolongada puede reducir el riesgo de delirio en la unidad de cuidados intensivos. *Evid Based Nurs*. 2018;21:80.
8. Korenstein D, Falk R, Howell EA, et al. El uso excesivo de los servicios de atención sanitaria en los Estados Unidos: un problema poco estudiado. *Arch Intern Med*. 2012;172(2):171-178.
9. Adams S, Herrera A, Miller L. Impacto de las visitas en la unidad de cuidados intensivos en la prevención y el control de infecciones. *Crit Care Nurs Q*. 2011;34(1):3-10.
10. Sánchez-Vallejo A, Fernández D, Pérez-Gutiérrez A, Fernández-Fernández M. Análisis de las necesidades de la familia del paciente crítico y la opinión de los profesionales de la unidad de cuidados intensivos. *Medicina Intensiva*. 2016;40(9):527-540.
11. Espinoza-Suárez NR, Zapata CM, Mejía LA. Conspiración del silencio: una barrera en la comunicación médico, paciente y familia. *Rev Neuropsiquiatr*. 2017;80(2):125-136.
12. Ten Hoor S, Elbers PW, Girbes AR, Tuinman PR. Comunicación con pacientes graves conscientes y con ventilación mecánica: una revisión sistemática. *Crit Care*. 2016;20:333.
13. Ely EW. El paquete ABCDEF: ciencia y filosofía de cómo la liberación de la UCI beneficia a los pacientes y a las familias. *Crit Care Med*. 2017;45:321-330.
14. Arias-Rivera S, Sánchez-Sánchez MM. ¿Es necesario "humanizar" las Unidades de Cuidados Intensivos españolas? *Enferm Intensiva (Engl)*. 2017;28(1):1-3.
15. Asociación Estadounidense de Cuidados Intensivos (AACN, por sus siglas en inglés) N. Estándares para establecer y mantener entornos de trabajo saludables: un viaje hacia la excelencia. *Am J Crit Care*. 2005;14(3):187-197.
16. Needham DM, Davidson J, Cohen H, Hopkins RO, Weinert C, Wunsch H, et al. Mejorar los resultados a largo plazo después del alta de la unidad de cuidados intensivos: informe de una conferencia de partes interesadas. *Crit Care Med*. 2012;40:502-509.
17. Contreras Moreno AM, Palacios-Espinosa X. Contribuciones de la Psicología al manejo interdisciplinario del paciente en Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). *Rev Univ Ind Santander Salud*. 2014;46(1):47-60.
18. Cameron et al. Investigadores del programa RECOVER (fase 1: hacia RECOVER); Grupo Canadiense de Ensayos de Cuidados Críticos. Resultados a un año en cuidadores de pacientes con enfermedades graves. *N Engl J Med*. 2016;374:1831-1841.
19. Dodd JN, Hall TA, Williams K, Guerriero RM, Wagner A, Malone S, et al. Optimizing neurocritical care follow-up through the integration of neuropsychology. *Pediatr Neurol*. 2018;89:58-62.
20. Fuke R, Hifumi T, Kondo Y, Hatakeyama J, Takei T, Yamakawa K, et al. Rehabilitación temprana para prevenir el síndrome postcuidados intensivos en pacientes con enfermedades críticas: una revisión sistemática y metaanálisis. *BMJ Open*. 2018.
21. Inoue S, Hatakeyama J, Kondo Y, Hifumi T, Sakuramoto H, Kawasaki T, et al. Post-intensive care syndrome: its pathophysiology, prevention, and future directions. *Acute Med Surg*. 2019;6(3):233-246.
22. Lane-Fall MB, Kuza CM, Fakhry S, Kaplan LJ. The Lifetime effects of injury: postintensive care syndrome and posttraumatic stress disorder. *Anesthesiol Clin*. 2019;37(1):135-150.
23. Garrouste-Orgeas M, Coquet I, Périé A, Timsit JF, Pochard F, Lancrin F, Philippart F, Vesin A, Bruel C, Blel Y, Angeli S, Cousin N, Carlet J, Misset B. Impact of an intensive care unit diary on psychological distress in patients and relatives*. *Crit Care Med*. 2012;40(7):2033-2040.
24. Raurell-Torreda M, Arias-Rivera S, Martí JD, Frade-Mera MJ, Zaragoza-García I, Gallart E, et al. Grado de implementación de las estrategias preventivas del síndrome post-UCI: estudio observacional multicéntrico en España. *Enfermería Intensiva*. 2018; 30(2):72-77.
25. Heras G. Mi diapositiva favorita: La UCI y el paquete de cuidados humanos. *Catálogo NEJM* 2018.
26. Heras de la Calle G. Los miembros del Proyecto HU-CI. Humanizando los cuidados intensivos. Editorial Distribua. 2017.
27. Khaleghparast S, Joolae S, Maleki M, Peyrovi H, Ghanbari B, Bahrani N. New visiting policy: A step toward nursing ethics. *Nurs Ethics*. 2019;26(1):293-306.
28. Rao SR, Salins N, Joshi U, Patel J, Remawi BN, Simha S, Preston N, Walshe C. Palliative and end-of-life care in intensive care units in low- and middle-income countries: a systematically constructed scoping review. *J Crit Care*. 2022;71:154115.
29. Ferrero M, Gómez-Tello V, Escudero D. Arquitectura e infraestructura humanizada. En: Heras G, y Miembros del Proyecto HU-CI. Humanizando los Cuidados Intensivos. Presente y futuro centrado en las personas. Bogotá, Colombia: Distribua Editorial; 2017.
30. Velasco JM, Segovia C, Gálvez M, Heras G. Human Tools: formación en habilidades no técnicas para profesionales sanitarios. En: Heras G y Miembros del Proyecto HU-CI. Humanizando los Cuidados Intensivos. Presente y futuro centrado en las personas. Bogotá, Colombia: Distribua Editorial; 2017.

Conflicto de intereses: no se cuenta con ningún conflicto de intereses

Financiamiento: no se cuenta con ningún patrocinio.

Correspondencia:

Lizbeth Franco Morales

E-mail: lizxgp@msn.com



Inmunosupresión e hipercoagulabilidad secundaria a deficiencia de proteína S en paciente críticamente enfermo

Immunosuppression and hypercoagulability due to protein S deficiency in critically ill patient

Imunossupressão e hipercoagulabilidade secundária à deficiência proteína S em paciente em estado crítico

Javier Mauricio Giraldo Sánchez,* Valentina Giraldo Jaramillo,† Juliana Giraldo Jaramillo‡

RESUMEN

Las deficiencias de glicoproteínas endógenas anticoagulantes se encuentran en el espectro clínico de enfermedades derivadas de deleciones cromosomales o mutaciones en la secuencia aminoacídica de su conformación, generando impacto negativo no sólo en su actividad, sino también en su funcionalidad, lo que precipita eventos trombóticos y cuadros de inmunosupresión. Sin embargo, existe un grupo de pacientes que, sin tener trastornos autosómicos dominantes, presentan deficiencias de este tipo de glicoproteínas. Con base en dicho análisis, presentamos el caso clínico de un adulto mayor con alta carga de enfermedad y morbilidad relacionada con la deficiencia descrita, con el objeto de permitir al clínico el discernimiento en escenarios clínicos específicos.

Palabras clave: hipercoagulabilidad, inmunosupresión, glicoproteínas, cirrosis, falla cardíaca.

ABSTRACT

Deficiencies of endogenous anticoagulant glycoproteins are found in the clinical spectrum of disease derived from chromosomal deletions or mutations in the amino acid sequence of their conformation, generating a negative impact not only on their activity but also on their functionality, precipitating thrombotic events and immunosuppression symptoms. However, there is a group of patients who without having autosomal dominant disorders, have deficiencies of this type of glycoprotein.

Keywords: hypercoagulability, immunosuppression, glycoproteins, cirrhosis, cardiac failure.

RESUMO

Deficiências de glicoproteínas endógenas anticoagulantes são encontradas no espectro clínico de doenças derivadas de deleções ou mutações cromossômicas na sequência de aminoácidos de sua conformação, gerando impacto negativo não apenas em sua atividade, mas também em sua funcionalidade, precipitando eventos trombóticos e imunossupressão. Porém, existe um grupo de pacientes que, sem apresentar doenças autossômica dominantes, apresentam deficiências desse tipo de glicoproteínas. Com base nesta análise, apresentamos o caso clínico de um idoso com elevada carga da doença e morbidade relacionada à deficiência descrita, a fim de permitir ao clínico discernir em cenários clínicos específicos.

Palavras-chave: hipercoagulabilidade, imunossupressão, glicoproteínas, cirrose, insuficiência cardíaca.

INTRODUCCIÓN

El enfoque terapéutico de las deficiencias de glicoproteínas anticoagulantes por lo general está dirigido hacia los fenómenos protrombóticos en mayor proporción venosos que arteriales. Sin embargo, una importante carga de morbilidad es aportada por fenómenos de su-

presión inmunológica humoral y celular derivados de dichas deficiencias que generalmente no son tenidos en cuenta durante la práctica clínica diaria. Estas manifestaciones pueden constituirse como nuevos focos de fenómenos protrombóticos a partir de coinfecciones generadoras de desbalances hematológicos.

PRESENTACIÓN DE CASO

Paciente de 84 años de edad que presenta incremento de la clase funcional IV/IV y aumento del trabajo respiratorio además de fiebre cuantificada en 38.9 °C, por lo que acude a centro de referencia donde evidencian deterioro de los índices de oxigenación por lo que deciden remitir a Unidad de Cuidados Intensivos. Como antecedentes de importancia se identifica hipertensión arterial, tabaquismo pesado de 10 paquetes año por cinco años, cardiomiopatía hipertensiva con fracción de eyección de 32%, hipertensión pulmonar moderada con presión sistólica en la pulmonar de 65 mmHg y cirrosis hepática. Ingres a Unidad de Cuidados Intensivos con tensión arterial de 80/45 mmHg, frecuencia respiratoria de 25 por minuto, frecuencia cardíaca de 120 latidos por minuto, saturando 82% con fracción inspirada de oxígeno de 50%, Glasgow de 15/15, temperatura de 39 °C. El examen físico detecta ingurgitación yugular III/IV, ruidos cardíacos taquicárdicos, hipoventilación generalizada en pulmón derecho y egofonía ipsilateral. Se plantea la impresión diagnóstica de insuficiencia respiratoria aguda, insuficiencia cardíaca y derrame pleural derecho. Resultados de laboratorios de ingreso resumidos en la *Tabla 1*. Previa inducción de secuencia rápida bajo sedación más relajación, se realiza laringoscopia directa evidenciándose Cormack-Lehane IV, por lo que se avanza tubo orotraqueal No. 7 con guía previa maniobra de BURP.^{1,2} Se accede vía central subclavia derecha; se documentan 480 dinas/superficie corporal/segundo de resistencias vasculares sistémicas con presiones de fin de lleno disminuidas, además de predictores de bajo gasto y de hipoperfusión tisular con gradiente venoarterial de dióxido de carbono (CO₂) de 12 mmHg y cociente metabólico anaeróbico de 2.5.^{3,4} Es llevado a escanografía de tórax, la cual señala cardiomegalia con derrame pleural leve bilateral mayor en

* Tolima UCI Honda. Honda, Tolima, Colombia.

† Universidad de la Sabana. Bogotá, Colombia.

Recibido: 02-04-2024. Aceptado: 23-09-2024.

Citar como: Giraldo SJM, Giraldo JV, Giraldo JJ. Inmunosupresión e hipercoagulabilidad secundaria a deficiencia de proteína S en paciente críticamente enfermo. Med Crit. 2024;38(6):520-523. <https://dx.doi.org/10.35366/119242>

Tabla 1: Reporte de laboratorio.

Hematología	Resultados
Leucocitos (cel/mm ³)	19,500
Neutrófilos (%)	75
Linfocitos (%)	20
Monocitos (%)	5
Glóbulos rojos (cel/mm ³)	4'200,000
Plaquetas (cel/mm ³)	85,000
T. protrombina (s)	15
T. trombolastina (s)	32
Química	
Nitrógeno ureico (mg/dL)	35
Creatinina (mg/dL)	2.1
Alanina aminotransferasa [ALT] (U/L)	45
Aspartato aminotransferasa [AST] (U/L)	50
Fosfatasa alcalina (mg/dL)	75
Bilirrubina total (mg/dL)	3.2
Bilirrubina directa (mg/dL)	1.8
Bilirrubina indirecta (mg/dL)	1.4

el hemitórax derecho con colapso de los segmentos posterobasales del lóbulo inferior derecho. Se realizan cultivos de vigilancia y se despliegan terapias tempranas dirigidas por objetivos.⁵ Monitoria de la ventilación mecánica evidencia serio trastorno de la impedancia pulmonar con distensibilidad estática de 24 cmH₂O, presión meseta de 29 cmH₂O y presión de conducción de 18 cmH₂O con deterioro de la oxigenación, por lo que se ajusta protección pulmonar y presión positiva al final de la espiración direccionado por bucle de presión y de volumen de acuerdo a puntos de inflexión.⁶ Evoluciona inestable eléctricamente con fibrilación auricular de respuesta ventricular rápida, por lo que requiere amiodarización formal. Se documenta enterobacteria con resistencia extendida productora de anhidromuro péptidos con resistencia nuclear por topoisomerasa IV y porción polirribosomal 50S, por lo que se continúa manejo con carbapenémicos. Persiste con injuria pulmonar severa con relación presión parcial de oxígeno/fracción inspirada de oxígeno de 95 con persistencia en la afectación de la impedancia pulmonar, por lo cual se decide llevar nuevamente a escáner de tórax que documenta empeoramiento del derrame pleural derecho. Requiere toracotomía cerrada; se obtienen 2,500 cm³ de material turbio hemorrágico cuyas características físico químicas fueron compatibles con exudado estéril.^{7,8} Ante el grado de injuria pulmonar, la equivalencia arritmogénica y la evolución escanográfica, se solicitan marcadores de actividad fibrinolítica con resultados mayores a 3,500 pg/dL compatibles con *pretest* clínico medio para tromboembolismo pulmonar, por lo que es llevado a medicina nuclear para perfusión pulmonar que reporta tres defectos segmentarios de distribución vascular en el pulmón derecho y dos defectos segmentarios de distribución vascular en el pulmón izquierdo (*Figura 1*). Se

inicia anticoagulación formal. Se documentan presiones transpulmonares de 25 cmH₂O con presiones pleurales de 5 a partir de monitoria de toracotomía. Se descarta disfunción de la fibrinólisis y desregulación de plasmínogénesis con niveles séricos de inhibidor del activador del plasminógeno tisular normales, por lo que se solicitan glicoproteínas endógenas ante los antecedentes médicos referidos; resultados transcritos en *Tabla 2*. Se realiza monitoria en asa cerrada con asistencia proporcional, evidenciándose distensibilidades de 65 cmH₂O, elastancia de 22 cmH₂O, resistencias de 10 cm/L/s con aumento del trabajo respiratorio de 0.7 julios por litro y relación frecuencia volumen con índice de toben de 80 sin predictores de falla de extubación, por lo que se realiza liberación direccionada con inercancia por presión y temperatura con adecuada tolerancia.⁹⁻¹¹

DISCUSIÓN

Los fenómenos de hipercoagulabilidad generados a partir de las deficiencias de glicoproteínas endógenas son conocidos desde hace décadas, pero su relación con estados de inmunosupresión es de reciente conocimiento. Diferentes estados hipercoagulantes y enfermedades trombofílicas causan hipercoagulabilidad como los descritos tempranamente en 1906 por Wasserman y colaboradores, quienes documentaron por primera vez el síndrome antifosfolípidos; en 1965, Egeberg y asociados descubrieron la deficiencia de AT III (antitrombina III); durante los 80 las deficiencias de proteína C por Griffin en 1981 y de proteína S por Comp en 1984 fueron introducidas. Sin embargo, más recientemente, finalizando el siglo XX, Dahlback descubrió la resistencia a la proteína C activada en 1993.^{12,13} La proteína S es una glicoproteína endógena producida en el hígado. Es

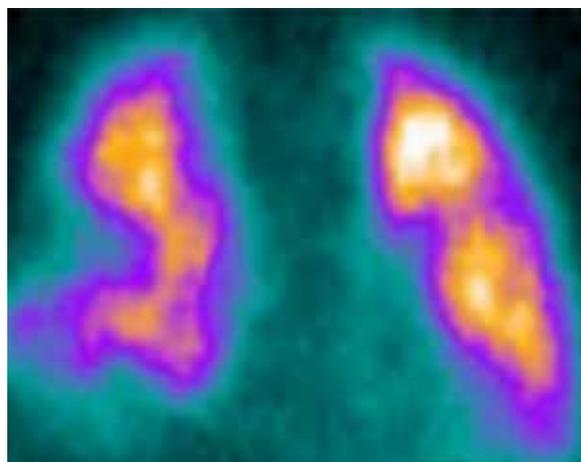


Figura 1: Perfusión pulmonar. Tres defectos segmentarios de distribución vascular en el pulmón derecho y dos defectos segmentarios de distribución vascular en el pulmón izquierdo.

un cofactor no enzimático de la proteína C y su deficiencia está relacionada con disfunciones en su activación. En términos de hipercoagulabilidad, genera adhesión plaquetaria en ciertas condiciones de flujo, pérdida en la contrarregulación del complejo protrombinasa y de las vitronectinas, así como afectación en la regulación del PAI 1 (inhibidor de la activación del plasminógeno tisular). Adicionalmente, están descritos fenómenos profundos de hipercoagulabilidad obtenidos por la hiperfunción del factor inhibidor de la fibrinólisis derivado de la trombina (TAFI) derivado de la disfunción de la proteína S.¹⁴ Esta glicoproteína obtenida por degradación del factor V y del factor VIII interviene directamente en la anticoagulación por medio del TFPI (siglas del inglés: *Tissue Factor Pathway Inhibitor* [inhibidor de la vía del factor tisular]), afectando la liberación del complejo ternario de la coagulación conformado por el factor Xa, factor tisular y el factor VIIa. Desde el punto de vista de inmunidad humoral, las desregulaciones en la proteína C generadas por compromiso en su cofactor no enzimático son proclives a

la inmunosupresión a partir de la pérdida de quelación en el péptido microbiano circulante tipo lipopolisacárido de las enterobacterias, además de afectaciones enzimáticas encargadas del mantenimiento en la barrera de contención endotelial como las presentadas en nuestro paciente (*Figura 2*).^{15,16} La proteína S junto con la vitamina K son los dos únicos ligandos antiinflamatorios del monocito a partir de una proteína GAS6 requeridos en la regulación de la molécula IRAK 4 (*interleukin-1 receptor-associated kinase 4*) de vital importancia para optimizar fenómenos de adhesión, migración, diapédesis y fagocitosis en el mononuclear. Por otro lado, la proteína S está vinculada activamente con células mieloides inflamatorias generadoras de señales intracelulares y transgénicas que estimulan los macrófagos para la fagocitosis de cuerpos apoptóticos y fosfolípidos de membrana. Dichas señales transgénicas condicionan respuestas nucleares en secuencias aminoacídicas para la producción de factor de transcripción nuclear, sistemas del TLR (*Tool like receptor*) y molécula Myd88, definiendo así a la proteína S como un recurso innato dentro de la respuesta celular y humoral del huésped frente al antígeno, lo que explica la resistencia extendida en la enterobacteria aislada de nuestro paciente (*Figura 3*).¹⁷

Tabla 2: Reporte de glicoproteínas.

Glicoproteína	Resultado	Valor referencial
Proteína C (%)	74	Mujer: 65-143 Hombre: 60-153
Proteína S (%)	14	Mujer: 56-123 Hombre: 77-143
Antitrombina III (mg/dL)	23	19-31

CONCLUSIONES

La deficiencia en glicoproteínas endógenas, específicamente de la proteína S, condiciona una serie de

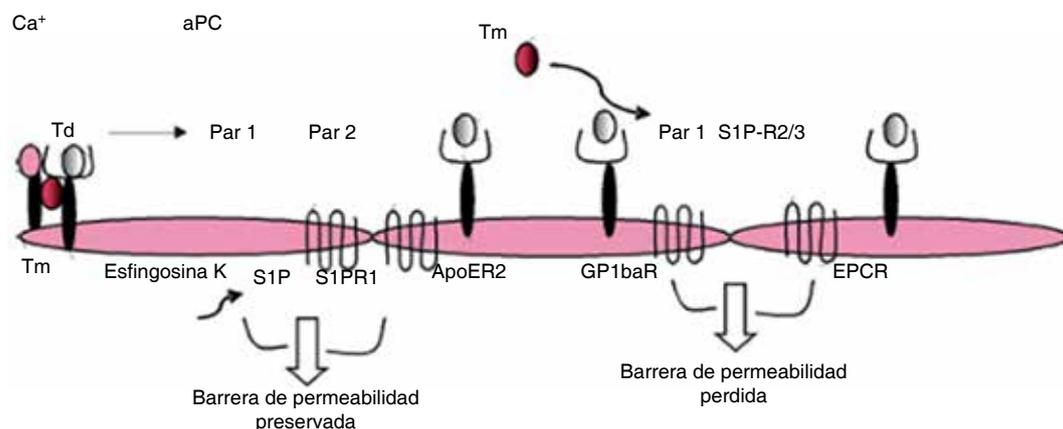


Figura 2: Regulación en la permeabilidad vascular por vía de proteína C (PC). Sale a la circulación en forma de cimógeno, modificada previamente por la vitamina K. Una vez en la circulación es activada (aPC) lentamente por la trombina (Tm) y, en presencia de la trombomodulina (Td), esta reacción se cataliza bajo el influjo del calcio. La aPC en presencia de su cofactor no enzimático se une a su receptor endotelial de proteína C (EPCR). Pequeñas cantidades de trombina son captadas por la trombomodulina para convertir el complejo de PC-EPCR a su forma activada. A partir de este momento, este complejo activado estimula el receptor esfingosina cinasa 1 (S1PR1) mediante la estimulación de una esfingosina de fosfato. El complejo S1PR1 está íntimamente relacionado con la barrera de permeabilidad endotelial durante la inflamación, además de la quelación del lipopolisacárido de las enterobacterias, así como la regulación del interferón generado por los macrófagos. Mediante la interacción con el complejo Par 1 (*Protein Activated Receptor 1*), la trombina y la trombomodulina generan S1PR2,3 el cual condiciona adhesión plaquetaria mediante residuos de aPC, estimulando glicoproteínas ab1 y receptor de la apolipoproteína E2. Adicionalmente, este complejo promueve factor V, factor VIII y vitronectinas. El inhibidor de la activación del plasminógeno tisular también es promovido por este complejo. La pérdida de contención vascular durante la inflamación y los cuadros sépticos están mediados por el complejo S1PR2,3. CCM feb 2010.

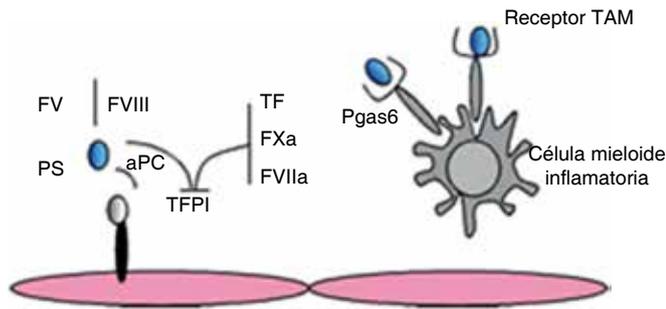


Figura 3: Inmunomodulación y anticoagulación de la proteína S. La proteína S por medio de la vía inhibitoria del factor tisular bloquea el complejo ternario de la coagulación, compuesto por el factor Xa, el factor VIIa y el factor tisular. Desde el punto de vista de inmunomodulación, la proteína S interactúa con células mieloideas inflamatorias mediante señales intracelulares, estimulando receptores tirosina cinasa Mer con lo cual promueve la fagocitosis del macrófago de los cuerpos apoptóticos y de los fosfolípidos de membrana. La proteína S, a partir de señales transgénicas, regula el factor de transcripción nuclear, los sistemas TLR (*Tool Like Receptor*) y la molécula Myd88, modulando la respuesta primaria inmunitaria humoral y celular. CCM feb 2010.

eventualidades clínicas que van mucho más allá de fenómenos de hipercoagulabilidad. Generan además profundos procesos de inmunosupresión humoral y celular que, a la postre, condicionan presencia de inóculos multidrogosresistentes, resistencias extendidas o incluso pandrogosresistencias como las documentadas en nuestro paciente, originando así verdaderas catástrofes vasculares por desregulación en la fibrinogénesis y disfunción de la plasminogénesis. Aislamientos preventivos en manejo extramural y aislamientos protectores durante la estancia intrahospitalaria deben ser tenidos en cuenta en este grupo poblacional desde el punto de vista de seguridad de paciente para optimizar los atributos de calidad. Desafortunadamente, no existen estudios recientes en técnicas recombinantes de ADN para la síntesis de glicoproteínas endógenas y no están bien referenciadas desde los resultados del estudio PROWESS-SHOCK. Por tal razón, la sospecha e identificación de deficiencia de proteína S debe ir acompañada de intervenciones expeditas para fortalecer los resultados en efectividad clínica.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos esta oportunidad como aporte a la academia y gestión del conocimiento.

REFERENCIAS

1. Rosenblatt WH, Abrons RO, Sukhupragarn W. Airway management. En: Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, Cahalan

MK, Stock MC, Ortega R, editores. Clinical anesthesia. 6ta ed. Phi ladelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2009. p. 751-777.

2. Finucane B, Tsui BC, Santora A. The difficult airway. En: Principles of airway management. 4ta ed. Nueva York: Springer; 2011. p. 361-414.
3. Dimopoulos G, Sun QH, Lobo SM, De Backer D, Xiao XZ. Comparison of dobutamine under different fluids resuscitation for shock induced by ischemia/reperfusion. *Zhongguo Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2005;17(2):71-75.
4. Mahajan RK, Peter JV, John G, Graham PL, Rao SV, Pinsky MR, et al. Patterns of central venous oxygen saturation, lactate and veno-arterial CO2 difference in patients with septic shock. *Indian J Crit Care Med*. 2015;19(10):580-586. doi: 10.4103/0972-5229.167035.
5. Dellinger RP, Levy MM, Rhodes A, Annane D, Gerlach H, Opal SM, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2012. *Crit Care Med*. 2013;41(2):580-637.
6. Chiumello D, Marino A, Brioni M, Cigada I, Menga F, Colombo A, et al. Lung recruitment assessed by respiratory mechanics and computed tomography in patients with acute respiratory distress syndrome. What is the relationship? *Am J Respir Crit Care Med*. 2016;193(11):1254-1263.
7. Magioranos AP, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME, Giske CG, et al. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect*. 2012;18(3):268-281.
8. Light RW, Macgregor MI, Luchsinger PC, Ball WC Jr. Pleural effusions: the diagnostic separation of transudates and exudates. *Ann Intern Med*. 1972;77(4): 507-513.
9. Giraldo-Sanchez JM, Badillo E, Pacheco J, Beltrán E, Barranco E. Liberación de la ventilación mecánica direccionada con sistema de asa cerrada en asistencia proporcional en paciente con síndrome de dificultad respiratoria del adulto de origen extrapulmonar. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2015;15(2):138-142.
10. Giraldo-Sanchez JM, Badillo E, Pacheco J, Rodríguez J, Giraldo R, Beltrán E, et al. Liberación de la ventilación mecánica direccionada por sistemas de asa cerrada en asistencia proporcional en paciente con síndrome de dificultad respiratoria del adulto secundario a tuberculosis pulmonar y sida. *Acta Colomb Cuid Intensivo*. 2017;17(2):139-144.
11. Jackson M, Strang T, Rajalingam Y. A practical approach to the difficult to wean patient. *J Intensive Care Soc*. 2012;13(4):327-331.
12. Leal AA, Palmeira AC, Castro GM, Simões MO, Ramos AT, Medeiros CC. Homocysteine: cardiovascular risk factor in children and adolescents? *Rev Assoc Med Bras (1992)*. 2013;59(6):622-628. doi: 10.1016/j.ramb.2013.05.004.
13. Senst B, Tadi P, Basit H, Jan A. Hypercoagulability. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024.
14. Ortiz-Ruiz G. Cap. 1. Sepsis. Ortiz-Ruiz G, Perafan MA, Faist E, Castell CD, editores. Nueva York, NY, Estados Unidos de América: Springer; 2004. p. 1-13.
15. Weiler H. Regulation of inflammation by protein C system. *Crit Care Med*. 2010;38(2 Suppl):S18-S25.
16. Roshal M, Reyes-Gil M. Protein S deficiency evaluation. En: Transfusion Medicine and Hemostasis. Elsevier; 2019. p. 893-897.
17. Jia YT, Ma B, Wei W, Xu Y, Wang Y, Tang HT, et al. Sustained activation of nuclear factor-kappaB by reactive oxygen species is involved in the pathogenesis of stress-induced gastric damage in rats. *Crit Care Med*. 2007;35(6):1582-1591.

Correspondencia:

Javier Mauricio Giraldo Sánchez

E-mail: dircientifico@ucihonda.com.co



Reseña del LI Congreso Nacional de Medicina Crítica y Terapia Intensiva. Acapulco, Guerrero, México, 2024 Palacio Mundo Imperial Del 8 al 13 de noviembre del 2024

Review of the LI National Congress of Critical Care Medicine and Intensive Care Medicine.
Acapulco, Guerrero, Mexico, 2024
Imperial World Palace
November 8 to 13, 2024

*Resenha do LI Congresso Nacional de Medicina Crítica e Terapia Intensiva. Acapulco, Guerrero, México, 2024
Palacio Mundo Imperial
De 8 a 13 de novembro de 2024*

José Antonio Luviano García*

El Colegio Mexicano de Medicina Crítica (COMMEC A.C.) llevó a cabo su LI Congreso Nacional de Medicina Crítica del 08 al 13 de noviembre del 2024 teniendo como sede el Hotel Palacio Mundo Imperial en Acapulco, Guerrero, México.

Hace un año que planeamos la realización del Congreso en el puerto de Acapulco no sabíamos las dificultades que enfrentaríamos. En octubre de 2023 el huracán Otis devastó la zona hotelera y residencial de Acapulco; para septiembre del 2024 el ciclón tropical John provocó inundaciones y daños principalmente a la infraestructura vial, por momentos, las condiciones para realizar el congreso no eran las mejores. La suspensión del evento pasó por nuestras mentes, sin embargo, consideramos que la mejor ayuda que podría recibir Acapulco y sus habitantes sería no suspender el evento y acudir a la cita que la Medicina Crítica tenía apartada. Agradecemos de manera infinita a las autoridades del Hotel Palacio Mundo Imperial y a sus trabajadores por garantizar que las instalaciones estarían disponibles para las fechas de nuestro evento, en palabras de nuestro presidente, el Dr. José Javier Elizalde González, «este evento es testimonio de la fuerza y la unidad que caracterizan nuestra comunidad médica y a nuestra sociedad en general, es un honor poder contribuir al proceso de recuperación de esta hermosa región y demostrar la solidaridad y el compromiso de nuestra comunidad médica».

Iniciamos las actividades el viernes 08 de noviembre con los cursos precongreso, el «Curso-taller de monitoreo hemodinámico», «Donación y trasplante de órganos», así como «Accesos vasculares guiados por ultrasonido», «Lesión cerebral traumática», «Ventilación mecánica» y el de «Terapia nutricional» se han convertido en cursos clásicos y no pueden faltar en nuestros congresos. Cursos de reciente creación que empiezan a tomar auge como el de «Rehabilitación en el paciente crítico», «Preeclampsia-eclampsia», «Soporte de vida en sepsis», «Instructores en simulación», «Terapias extracorpóreas», «Traqueostomía percutánea» y «Monitoreo electroencefalográfico», todos ellos permiten al intensivista desarrollar sus habilidades teórico-prácticas para aplicarlas con sus pacientes.

El sábado 09 de noviembre a las 18:30 horas inició el Congreso con la ceremonia de inauguración, los presentes reunidos en el salón Plenaria tuvieron el agrado de escuchar en vivo a la Orquesta Sinfónica de Acapulco, lo que enalteció el espíritu del intensivismo. Le siguieron tres magníficas conferencias «Historia de la ventilación mecánica» por el Dr. Andrés Esteban, «El futuro de la terapia intensiva» por el Dr. Javier Pérez Fernández y «*Building a better ICU*» por la Dra. Lauren R. Sorce. Posteriormente, una emocionante ceremonia que reconoció la trayectoria a un intensivista destacado: el Dr. Manuel Díaz De León.

En los siguientes días el congreso se llenó de conocimiento con múltiples simposios y conferencias magistrales de ponentes nacionales como extranjeros. Destacan pláticas como la del microbioma por el Dr. Alejandro Matos, las pláticas siempre esperadas en ventilación mecánica del Dr. Andrés Esteban siempre con gran audiencia. De enorme notoriedad fueron las

* Colegio Mexicano de Medicina Crítica (COMMEC) A.C. México.

Citar como: Luviano GJA. Reseña del LI Congreso Nacional de Medicina Crítica y Terapia Intensiva Acapulco, Guerrero, México, 2024 Palacio Mundo Imperial Del 8 al 13 de noviembre del 2024. Med Crit. 2024;38(6):524-525. <https://dx.doi.org/10.35366/119243>

conferencias del Dr. Glenn Hernández Poblete sobre microcirculación, permitiendo tener otra visión diferente en el monitoreo de la resucitación. Otros temas destacados fueron ECMO, hemotransfusión, terapia inhalada para sedación del Dr. Jesús Caballero, además exploramos la medicina crítica de la altitud con intensivistas latinoamericanos como el Dr. Adrián Ávila.

La investigación de los intensivistas mexicanos se expone principalmente en los trabajos libres tipo cartel, la mayor parte de ellos presentados por médicos residentes de cuidados intensivos, es un gusto ver el entusiasmo con que presentan sus trabajos, igualmente en la presentación de casos clínicos, aquí vemos el futuro de la medicina crítica mexicana al continuar promoviendo esta actividad.

La expo-medicina crítica se convirtió en el espacio para que la industria farmacéutica y de tecnología mostrarán los avances que se tienen, nuevos ventiladores, máquinas de hemodiálisis con terapias lentas de reemplazo renal, máquinas de *extracorporeal membrane oxygenation* (ECMO), de terapia inhalada, ultrasonidos con realidad virtual, monitoreo avanzado de signos vitales a distancia, camas para posicionar al paciente, fueron lo relevante presentado por la industria. En este espacio también te encuentras a grandes amigos con quienes conversas sobre cómo es el desarrollo de la medicina crítica en diferentes partes del país, es grato ver a compañeros y charlar con ellos.

Se presentaron 46 trabajos libres, 135 casos clínicos y 46 trabajos de investigación que participaron en el concurso académico «Mario Shapiro». La ceremonia de clausura pone fin al congreso después de 33 simposios, 39 conferencias magistrales, 12 mesas redondas con una participación de 834 asistentes.

Médicos socios (COMMEC)	155
Médicos no socios	168
Médicos residentes socios	16
Médicos residentes no socios	165
Enfermeras, profesionales técnicos (inhaloterapeutas, fisioterapeutas y nutriólogos)	54
Estudiantes de licenciatura ciencias de la salud	69
Inscripción por un solo día	1
Profesor	128
Mesa directiva	8
Expositores	70
Asistencia total	834

Cierra el evento la cine-conferencia «El dolor y la verdad: la representación de la enfermedad y la empatía médico-paciente a través del arte cinematográfico» de Alejandra Gómez y Eric Krohnengold, la cual nos pone a reflexionar sobre nuestra profesión.

Este año es electoral para el colegio, las elecciones se llevan a cabo en un ambiente cordial en donde por unanimidad se vota por la planilla «Luz y progreso» del Dr. José Zaragoza, para la gestión del colegio en los años 2027 y 2028, ¡felicidades!

Llegó el tiempo de decir adiós, la mesa directiva 2023-2024 del COMMEC A.C., a nombre de su Presidente Dr. José Javier Elizalde González les agradece a todos el apoyo recibido durante estos dos años, ha sido un honor servir a la medicina crítica mexicana y a todos sus colegiados. Le deseamos a la nueva mesa directiva 2025-2026 de la Dra. Susana Pérez Cornejo el mejor de los éxitos.

Correspondencia:

José Antonio Luviano

E-mail: luvianomex@gmail.com

Bibliotecas e índices en Internet en los que ha sido
registrada la revista Medicina Crítica

Medigraphic, literatura biomédica

<http://www.medigraphic.org.mx>

Biblioteca de la Universidad de Regensburg, Alemania

<http://www.bibliothek.uni-regensburg.de/ezeit/fl.phtml?notation=WW-YZ&bibid=ZBMED&colors=3&frames=&toc=&ssg=>

Biblioteca de la Universidad Federal de São Paulo, Brasil

<http://www.unifesp.br/dis/bibliotecas/revistas.htm>

Biblioteca del Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM

http://www.revbiomedicas.unam.mx/_biblioteca/revistas.html

Universidad de Laussane, Suiza

<http://www2.unil.ch/perunil/>

Biblioteca de la Universidad Norte de Paraná, Brasil

http://www.unopar.br/bibli01/biologicas_periodicos.htm

Infodoctor sitio de las Sociedades Médicas Españolas

<http://www.infodoctor.org/revis.htm>

LATINDEX. Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

<http://www.latindex.org/>

Biblioteca Virtual en Salud (BVS, Brasil)

<http://portal.revistas.bvs.br>

Biblioteca del Instituto de Biotecnología UNAM.

<http://www.biblioteca.ibt.unam.mx/revistas.php>

Asociación Italiana de Bibliotecas (AIB)

<http://www.aib.it/aib/commiss/cnur/peb/peba.htm3>

Biblioteca Médica Estatal del Ministerio de Patrimonio y Cultura, Italia

<http://bms.beniculturali.it/ejnl/index.php>

Fundación Ginebrina para la Formación y la Investigación Médica, Suiza

http://www.gfmer.ch/Medical_journals/Revistas_medicas_acceso_libre.htm

PERIODICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias) UNAM

<http://biblat.unam.mx>

Google Académico

<http://scholar.google.com.mx/>

Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin WZB

<http://www.wzb.eu/de/bibliothek/bestand-recherche/elektron-zeitschriften>

Virtuelle Bibliothek Universität des Saarlandes, German

<http://www.sulb.uni-saarland.de/de/suchen/zeitschriften/fachspezifische-suche-in-ezb/?libconnect%5Bsubject%5D=23>

Biblioteca electrónica de la Universidad de Heidelberg, Alemania

<http://rzblx1.uni-regensburg.de/ezeit/search.phtml?bibid=UBHE&colors=3&lang=de>

Biblioteca de la Universidad de Bielefeld, Alemania

https://www.digibib.net/jumpto?D_SERVICE=TEMPLATE&D_SUBSERVICE=EZB_BROWSE&DP_COLORS=7&DP_BIBID=UBBIE&DP_PAGE=search&LOCATION=361

Mercyhurst University. Hammermill Library. Erie, Pennsylvania

<http://services.trueserials.com/CJDB/MERCYHURST/browse>

Memorial University of Newfoundland, Canada

http://www.library.mun.ca/copyright/index_new.php?showAll=1&page=1

Yeungnam University College of Medicine Medical Library, Korea

http://medlib.yu.ac.kr/journal/subdb1.asp?table=totdb&Str=%B1%E2%C5%B8&Field=ncbi_sub

Research Institute of Molecular Pathology (IMP)/ Institute of Molecular Biotechnology (IMBA) Electronic Journals Library, Viena, Austria

http://cores.imp.ac.at/max-perutz-library/journals/details/?tx_ezbfe_pi3%5Bjournal_id%5D=15592&cHash=7cf76e3aaf6ef01cfea8b8ed3183cc33

SciELO

<http://www.scielo.org.mx/>

LII



CONGRESO ANUAL
DEL COLEGIO MEXICANO
DE MEDICINA CRÍTICA



INCLUSIÓN Y LIDERAZGO EN LA MEDICINA CRÍTICA

04 al 08
noviembre 2025

León Guanajuato
Poliforum