

# Revista de Educación en Cuidados Críticos

www.reducritic.com

Volumen 5, Número 1 | Enero-Junio 2026 | ISSN: 2938-1304

REduCrític

## Artículos originales

**Incidencia de diabetes gestacional en un hospital materno-infantil de El Salvador** 1  
*Victor D. Franco y Claudia M. de Blanco*

**Epidemiología de accidentes cerebrovasculares isquémicos en hospitales de tercer nivel en El Salvador** 7  
*Victor D. Franco y Claudia M. de Blanco*

## Artículos de revisión

**Dynamic AI and machine learning predictive models in intensive care: transforming patient care in the ICU** 15  
*Naoki Takegami and Shraddha Mainali*

**Actualización en anestesia de las neuralgias craneofaciales: trigémino y occipital** 23  
*Luis E. Arévalo-Gutiérrez*

## Casos clínicos

**Necrólisis epidérmica tóxica. Reporte de caso** 32  
*Martha R. Minera-Alejandro y Carlos R. Salazar-Herrera*

**Anestesia para cingulotomía bilateral en paciente con síndrome de Down con trastorno de agresividad. Reporte de caso** 35  
*Katerine A. Benítez-García y Luis E. Arévalo-Gutiérrez*

**Miller Fisher syndrome mimicking botulism: a case report of Guillain-Barré/Miller Fisher overlap syndrome caused by COVID-19 and EBV coinfection** 43  
*Eileen Guzmán-Rojas, Mark Vergara-Gomez, Gerald Marin-García, and William Rodríguez-Cintrón*

**Hemorragia intracraneal: enfermedad de moyamoya, una causa inusual pero real. Reporte de caso clínico** 48  
*Paula F. Olivios-Massa, María G. de la Cruz-Novoa, Lissette Torres-Vélez, Susy López-Laaz y Oswaldo Bolaños-Ladínez*

## Cartas al editor

**Cirugía bariátrica: un desafío para la enfermería intensiva** 53  
*Samuel E. Leonor-Montano*

**Manejo de enfermería del delirium en la unidad de cuidados intensivos** 55  
*Lisseth E. Arriola de Morán y Marta L. Ordóñez-Rosales*

**From HFNO to NIV: a bayesian reanalysis of postextubation support** 57  
*Aurio Fajardo-Campoverdi, Alberto Medina, and Alejandro González-Castro*

Con la colaboración no condicionada de:

Órgano oficial de  
**ASALMECCI**



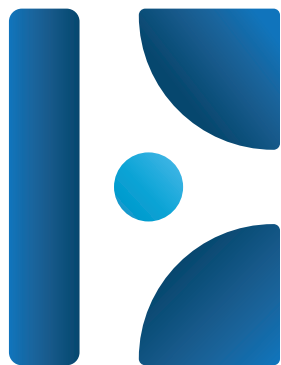
Miembro total de:



Avalado por:



**PERMANER**  
www.permanyer.com



# Revista de Educación en Cuidados Críticos

www.reducritic.com

Volumen 5, Número 1 | Enero-Junio 2026 | ISSN: 2938-1304

REduCritic

## EDITOR EN JEFE / EDITOR IN CHIEF

**Noel de Jesús Díaz Robles**

Hospital Médico-Quirúrgico, Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS)  
Programa de Medicina Crítica del ISSS  
Presidente de la ASALMECCI  
San Salvador, El Salvador

## COEDITOR / COEDITOR

**Mariano A. Chávez Andino**

Unidad de Medicina Crítica,  
Hospital Médico-Quirúrgico, ISSS  
San Salvador El Salvador

## EDITORES ASOCIADOS INTERNACIONALES / INTERNATIONAL ASSOCIATE EDITORS

**Fabio A. Varón Vega**

Fundación Neumológica Colombiana y Fundación Cardiolinfantil  
Bogotá, Colombia

**Felipe A. Machuca Contreras**

Universidad Autónoma de Chile, Santiago, Chile

**Gloria Rodríguez Vega**

MD, FACP, FCCP, FNCS, MCCM, HIMA  
Caguas, Puerto Rico

**José de J. Rincón Salas**

Unidad de Terapia Intensiva Postquirúrgica Cardiovascular.  
Centro Médico La Raza  
Ciudad de México, México

**Miguelina Pichardo Viñas**

Hospital Regional Universitario José María Cabral y Báez/Clinica  
Instituto Materno-Infantil y Especialidades  
San Martín de Porres  
Santiago, República Dominicana

**Carlos A. Lescano Alva**

Sociedad Peruana de Medicina  
Intensiva SOPEMI/Hospital Edgardo Rebagliati EsSalud  
Lima, Perú

**Carlos J. Sánchez Escalante**

Unidad de Cuidados Intensivos,  
Hospital General IESS  
Quevedo, Ecuador

**Luis A. Gorordo Delsol**

Unidad de Cuidados Intensivos Adultos,  
Hospital Juárez de México  
Ciudad de México, México

**Jorge Hidalgo**

General ICU and COVID-19 Unit,  
Belize Healthcare Partners/World Federation  
of Intensive and Critical Care  
Belice, Belice

**Gonzalo Batres Baires**

Medicina Interna, UCI, Gastroenterología y  
Endoscopia, Oberarzt Asklepios Klinik  
Múnich, Alemania

**Alfredo A. Matos Adames**

Cirugía General, Complejo Hospitalario de la  
Caja del Seguro Social FEPIMCTI  
Ciudad de Panamá, Panamá

**José R. Arévalo Cerón**

Hospital Universitario Son Espases  
Palma de Mallorca, España

**Ana M. Uribe Hernández**

Servicio de Epidemiología Clínica,  
Hospital Santa Clara  
Bogotá, Colombia

**Diego A. Insignares Niño**

Promedan, Neumomed, Helpharma IPS  
Medellín, Colombia

**Ricardo Aguilar Padilla**

Instituto Mexicano del Seguro Social,  
Hospital General de Zona No. 71, Chalco,  
Estado de México, México

**Aurio Fajardo Campoverdi**

Chair of International Mechanical Ventilation Group (WeVent),  
Viña del Mar, Chile

**Carmen L. Chica Meza**

Asociación Colombiana de Medicina Crítica y  
Cuidados Intensivos (AMCI), Cartagena, Colombia

## EDITORES ASOCIADOS NACIONALES / NATIONAL ASSOCIATE EDITORS

**Elmer W. Mendoza Rodríguez**

Dirección de Epidemiología,  
MINSAL  
San Salvador

**Claudia B. Delgado Zavaleta**

Dirección de Epidemiología,  
MINSAL  
San Salvador

**Francisco A. Ruiz Zelaya**

Unidad de Terapia Intensiva,  
Hospital de El Salvador  
San Salvador

**Guillermo E. Rascón Ramírez**

Coordinación Nacional de Medicina Crítica, ISSS  
San Salvador

**Carlos E. Orellana Jiménez**

Servicio de Medicina Crítica,  
Hospital General del ISSS  
San Salvador

**Victor E. Segura Lemus**

Medicina de Emergencias,  
Universidad Dr. Alberto Masferrer  
San Salvador

**Nelson E. García Álvarez**

Unidad de Medicina Crítica,  
Hospital Nacional de San Miguel  
San Miguel

**Víctor D. Franco Escobar**

Departamento de Docencia, ISSS  
San Salvador

**Wilfredo E. López Rivas**

Departamento de Medicina Crítica,  
Hospital de El Salvador  
San Salvador

**Flor de M. Castro Rodríguez-Gallo**

Departamento de Medicina Crítica,  
Hospital de El Salvador  
San Salvador

**Andrea M. Pimentel Campos**

Departamento de Medicina Crítica y Cuidados  
Intensivos,  
Hospital Nacional Rosales  
San Salvador

**Miguel A. López Granado**

Departamento de Medicina Intensiva,  
Hospital Médico-Quirúrgico, ISSS  
San Salvador

**Miguel E. Blanco Rodríguez**

Departamento de Medicina Intensiva,  
Hospital General del ISSS  
San Salvador

**Jaime E. Sánchez Rivera**

Departamento de Medicina Intensiva,  
Hospital Médico-Quirúrgico, ISSS  
San Salvador

**Ricardo J. Durán Gallegos**

Departamento de Medicina Intensiva,  
Hospital El Salvador  
San Salvador

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

<https://publisher.reducritic.permanyer.com>



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



**Permanyer**  
Mallorca, 310  
08037 Barcelona (Cataluña), España  
permnyer@permnyer.com

Temístocles, 315  
Col. Polanco, Del. Miguel Hidalgo  
11560 Ciudad de México, México  
mexico@permnyer.com



[www.permanyer.com](http://www.permanyer.com)

ISSN: 2938-1304

Ref.: 11909ASAL261

#### Reproducciones con fines comerciales

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

Revista de Educación en Cuidados Críticos es una publicación *open access* con licencia *Creative Commons* CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

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

© 2026 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer.

# Incidencia de diabetes gestacional en un hospital materno-infantil de El Salvador

## *Incidence of gestational diabetes in a maternal-infant hospital in El Salvador*

Víctor D. Franco\*  y Claudía M. de Blanco 

Sección de Investigación, Departamento de Gestión del Conocimiento, Instituto Salvadoreño del Seguro Social, San Salvador, El Salvador

### Resumen

**Introducción:** La diabetes gestacional (DG) ocurre cuando la función pancreática no supera la resistencia a la insulina propia del embarazo, y es causa de múltiples complicaciones materno-fetales. Se ven afectados entre el 2% y el 30% de los embarazos; su detección y diagnóstico aumentan en paralelo con la obesidad y la diabetes tipo 2. **Objetivo:** Determinar la incidencia de la DG en pacientes del Hospital Materno-Infantil 1.º de Mayo, del Instituto Salvadoreño del Seguro Social. **Métodos:** Estudio observacional descriptivo retrospectivo. **Resultados:** Entre 1999 y 2023 se presentaron 324,225 partos. La incidencia general de DG fue de 7691 casos (2.37%). La incidencia pasó de 20 casos en 1999 a 764 en 2023, la proporción del 0.1% al 10.0%, y la tasa por 1000 partos de 1.1 a 100.4. Anualmente, la probabilidad de DG incrementó un 16.3%; la incidencia se incrementa considerablemente después de los 20 años y decae después de los 32 años. Más del 70% se presentaron en pacientes entre 27 y 38 años; la edad solo explicó un 0.55% de los casos. **Conclusiones:** La DG en la población estudiada presenta una incidencia baja en comparación con otras regiones del mundo. Muestra una tendencia a un incremento importante principalmente después de los 18 años, y comienza a decaer después de los 33 años; la mayoría de los casos tienen de 27 a 38 años. La edad solo explica el 0.55% de los casos. lo que indica que hay otros factores con mayor influencia en su desenlace.

**Palabras clave:** Diabetes gestacional. Tasa por 1000 partos. Incidencia. Mortalidad. Epidemiología.

### Abstract

**Introduction:** Gestational diabetes mellitus (GDM) occurs when pancreatic function fails to overcome the insulin resistance associated with pregnancy. It causes multiple maternal and fetal complications. Between 2% and 30% of pregnancies are affected, with detection and diagnosis increasing alongside rates of obesity and type 2 diabetes. **Objective:** To determine the incidence of gestational diabetes in patients at the Hospital Materno-Infantil 1.º de Mayo of the Salvadoran Social Security Institute. **Methods:** A retrospective, observational, descriptive study. **Results:** Between 1999 and 2023, a total of 324,225 deliveries were recorded. The overall incidence of GDM was 7691 cases (2.37%). The number of cases rose from 20 in 1999 to 764 in 2023, with proportions increasing from 0.1% to 10.0%, and the rate per 1000 deliveries growing from 1.1 to 100.4. Annually, the probability of developing GDM increased by 16.3%. The incidence rose significantly after the age of 20, and decreased after age 32. Over 70% of cases occurred in patients aged 27 to 38 years. However, age accounted for only 0.55% of the cases. **Conclusions:** GDM showed a low incidence compared to other regions worldwide. However, it exhibited a significant increasing trend, especially after the age of 18, with a decline observed after age 33. Most cases occurred in patients between the ages of 27 and 38. Age explained only 0.55% of cases, indicating that other factors have a greater influence on its outcome.

**Keywords:** Gestational diabetes. Rate per 1000 deliveries. Incidence. Mortality. Epidemiology.

#### \*Correspondencia:

Víctor D. Franco  
E-mail: vdfranco@gmail.com

Fecha de recepción: 29-07-2025

Fecha de aceptación: 02-11-2025

DOI: 10.24875/RECC.25000018

Disponible en internet: 08-05-2026

REduCrític. 2026;5(1):1-6

[www.reducritic.com](http://www.reducritic.com)

2938-1304 / © 2025 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

La diabetes gestacional (DG) es la hiperglucemia detectada durante el embarazo con concentraciones de glucosa inferiores a las de la diabetes manifiesta. Sus factores de riesgo son una glucosa en ayunas aumentada, los antecedentes familiares de diabetes, el peso antes del embarazo  $\geq 110\%$  del peso corporal ideal, el aumento de peso significativo en la edad adulta temprana y entre embarazos, y la mayor edad materna ( $> 25-30$  años)<sup>1</sup>.

Su prevalencia global es del 2% al 26%, y ha incrementado en las últimas décadas hasta un 30%<sup>2</sup>. Sus complicaciones más comunes son mayor peso del producto al nacer, enfermedades cardiometabólicas maternas e infantiles, partos prematuros, asfixia perinatal, dificultad respiratoria e hiperbilirrubinemia.

La prevalencia sigue aumentando y se han identificado el aumento de las tasas de obesidad en las mujeres en edad reproductiva y el aumento de la edad materna como los principales factores desencadenantes<sup>2,3</sup>.

## Método

Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo sobre egresos hospitalarios de mujeres que presentaron parto hospitalario y DG entre los años 2000 y 2023, registrados por el Departamento de Actuario y Estadística del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS).

Se determinaron la incidencia anual de DG, la distribución según la edad, la proporción y la tasa por 1000 partos.

## Resultados

Se registraron 324,225 partos y 7691 casos de DG (intervalo de confianza del 95%: 227-388) para una incidencia acumulada del 2.37%, un promedio de 12,969 partos al año y 308 casos de DG, con una incidencia del 2.86% (1.81% a 3.92% por año). Los intervalos de confianza del 95% para las tasas anuales fueron amplios, desde  $-9.1\%$  hasta  $4.2\%$  para los partos, y un crecimiento del  $1.7\%$  al  $47.8\%$  para la DG (Tabla 1).

Según la edad, la mayor distribución fue en mujeres de 27 a 32 años, con 2842 casos (36.95%), y el 88% de los casos se concentraron entre los 21 y los 38 años. El grupo de 21 a 26 años mostró un incremento del 1301% en el número de casos y el grupo de 27 a 32 años un incremento del 97%. En el grupo de  $\geq 45$  años se redujo un 96.3% el número de casos (Tabla 2).

**Tabla 1.** Número de partos hospitalarios, casos y proporción de diabetes gestacional, edades promedio de las pacientes y tasa de incidencia por 1000 partos, en pacientes hospitalizadas en el hospital materno-infantil de referencia en El Salvador, 1999-2023

Parámetro	Partos	Casos DG	% DG	DG/1000 partos
Total	324,225	7691	2.37	23.72
Promedio/año	12,969	308	2.86	28.63
IC 95%	11,746 a 14,192	227 a 388	1.81 a 3.92	18.07 a 39.19
Movimiento/año	-2.4%	24.7%	27.6%	27.6%
IC 95%	-9.1 a 4.2	1.7 a 47.8	5.6 a 49.6	5.6 a 49.6

DG: diabetes gestacional; IC 95%: intervalo de confianza del 95%.

**Tabla 2.** Distribución de los casos de diabetes gestacional según grupo de edad

Edad, años	n	%	Movimiento
15-20	103	1.34	-
21-26	1443	18.76	1301.0%
27-32	2842	36.95	97.0%
33-38	2550	33.16	-10.3%
39-44	726	9.44	-71.5%
$\geq 45$	27	0.35	-96.3%
Total	7691	2.37	244.0%

La figura 1 presenta la tendencia temporal de partos y casos de DG, el número total de partos y los casos con DG. Muestra una tendencia decreciente en el total de partos, pero los casos de DG incrementaron de manera constante a partir de 2010.

La figura 2 presenta la distribución de casos de DG por edad, con una línea de tendencia lineal superpuesta. La forma de la dispersión indica que la mayoría de los casos se concentran en edades intermedias, sobre todo entre los 15 y 20 años.

La pendiente positiva de  $R^2 = 0.005$  sugiere una correlación entre la edad y la DG, y que otros factores podrían estar modulando la aparición de DG más allá de la edad.

La figura 3 ilustra la tasa de DG por 1000 partos/año y muestra una tendencia progresiva y sostenida al alza, pasando de 1.09 en 1999 a 100.4 en 2023.

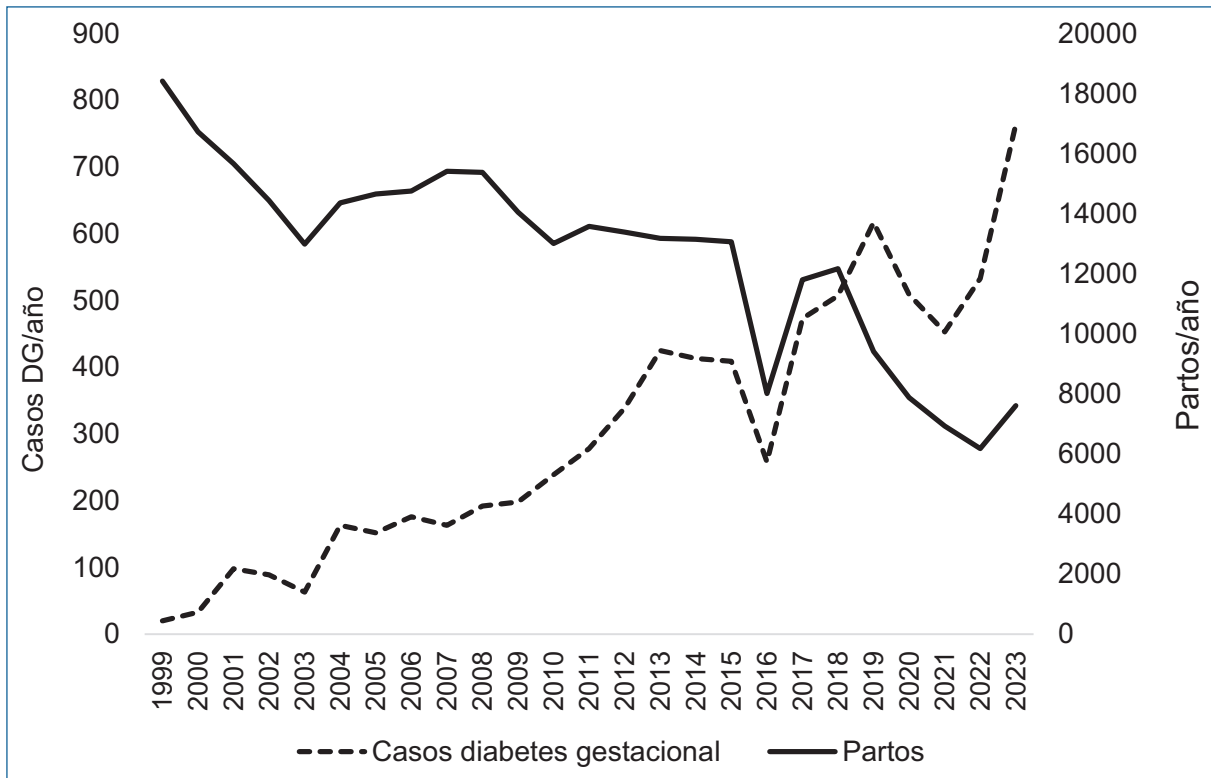


Figura 1. Número de partos hospitalarios y casos de diabetes gestacional en la población del ISSS, 1999-2023.

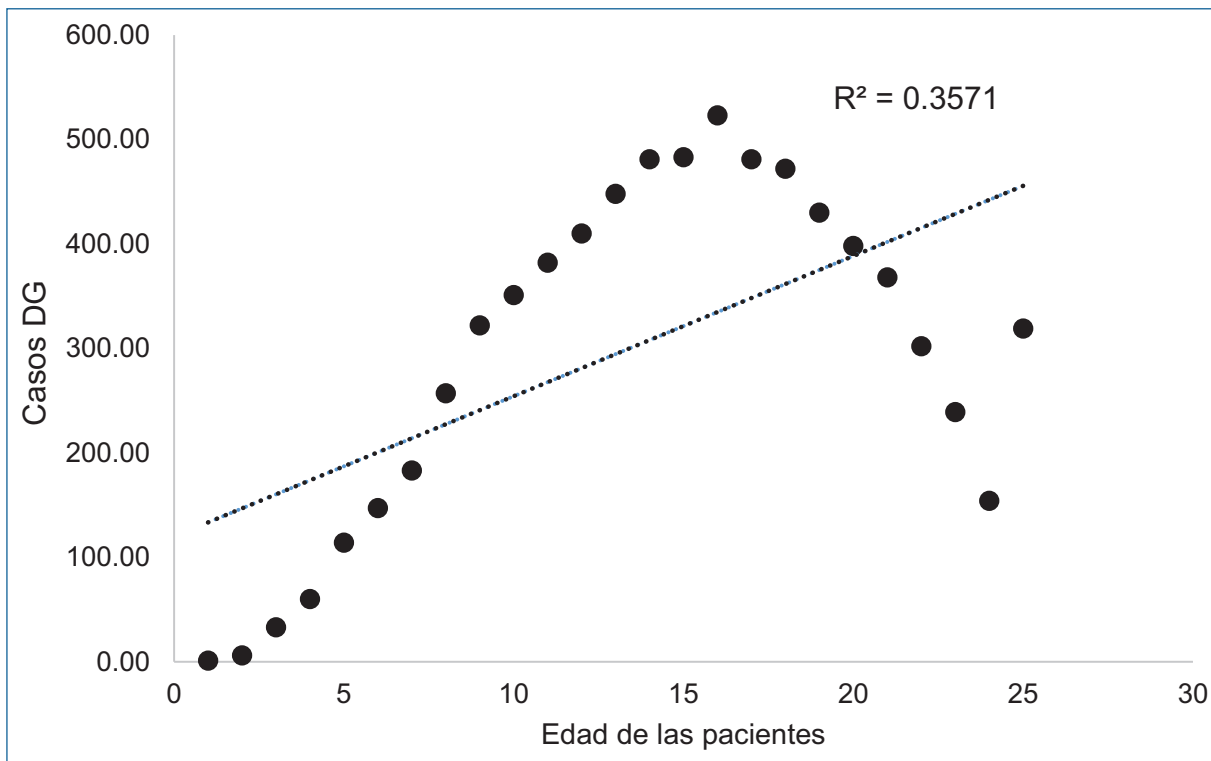
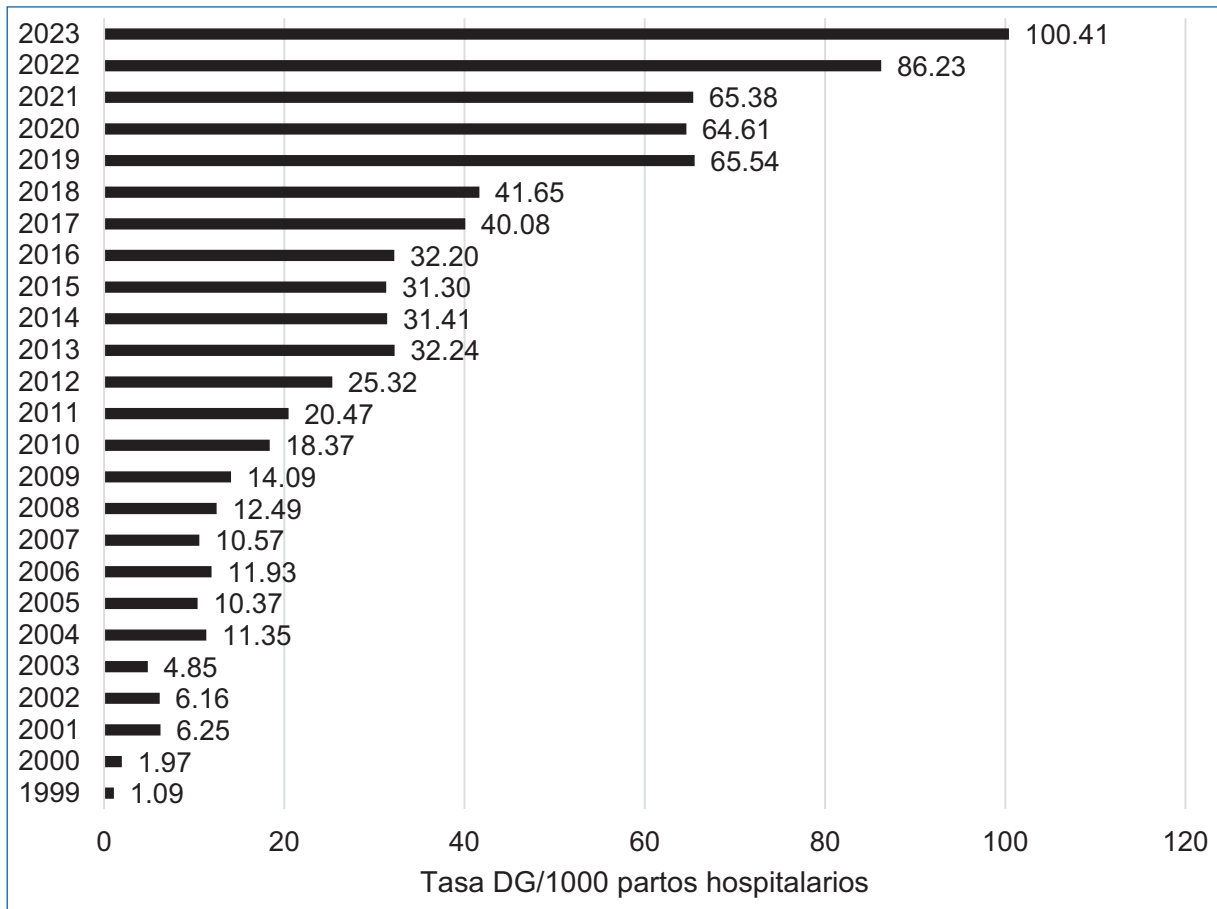


Figura 2. Distribución de casos de diabetes gestacional por edad con ilustración de la tendencia lineal, en pacientes del ISSS, 1999-2023.



**Figura 3.** Tasa de casos de diabetes gestacional por cada 1000 partos hospitalarios, en pacientes del ISSS, 1999-2023.

## Discusión

La edad promedio de las pacientes del estudio fue de 31.4 años, lo que concuerda con investigaciones en Cuba<sup>1</sup>, México<sup>3-5</sup>, Nicaragua<sup>6</sup>, Colombia<sup>7,8</sup> y Francia<sup>9,10</sup>, con una media entre 30 y 31 años; sin embargo, fue mayor que otras regiones de México<sup>2,11</sup>, Chile<sup>12</sup>, Cuba<sup>13</sup> y Perú<sup>14</sup>, que la identificaron alrededor de los 20 años. Otro estudio realizado en Colombia en 2012 reportó una edad promedio entre 40 y 50 años<sup>15</sup>. En Venezuela, el promedio fue de 33 a 34 años<sup>16</sup>. En el año 2020, las mujeres mayores de 35 años tenían una probabilidad 2.26 veces más alta de desarrollar DG<sup>6,7</sup>.

La proporción de casos observada fue inferior a la de otros países. En México, entre 2014 y 2024 fue del 8% y el 31.5%<sup>2,3,5,17</sup>; en Colombia, entre 2012 y 2018, fue del 3.5% y el 6.3%<sup>8,15,18,19</sup>; en España, en 2021, fue del 3.95%<sup>20</sup>; en Argentina, entre 2020 y 2022, fue del 7.7% y el 25%<sup>21,22</sup>; en Brasil fue del 5.4%<sup>23</sup> y en Chile fue del 7.5%<sup>24</sup> para el mismo año. En los Estados Unidos de

América, entre 2020 y 2022, fue del 4.3% y el 8.7%<sup>17,25-28</sup>; en Canadá, en 2017, fue del 4.8% y el 7.2%<sup>29</sup>; y en Cuba, entre 2011 y 2019, fue del 3.27% y el 5.6%<sup>13,30</sup>.

En 2022, en todo el mundo, se estimaron tasas entre el 13.29% y el 25%, comparables con lo hallado en América Latina en 2023 y 2024<sup>17,31</sup>. En Francia, entre 2012 y 2024, fueron del 7.4% y el 12.2%<sup>9,10</sup>, y en 24 países europeos, en 2021, fueron del 10.9% (10.0-11.8%), con variaciones según el Este (31.5%), el Sur (12.3%), el Oeste (10.7%) y el Norte (8.9%)<sup>32</sup>; para 2024, en Suiza fue del 31.5%, en Italia el 6.3% y en Holanda el 0.6%<sup>17</sup>.

En Asia, en 2018, se determinó una proporción general del 11.5% (10.9-12.1%)<sup>33</sup>, y en estudios posteriores en Asia Oriental y Occidental fue del 10.1% (6.5-15.7%)<sup>34</sup>.

En China, un metaanálisis realizado en 2019 encontró un 14.8% (12.8-16.7%)<sup>35</sup>. En Hubei, en 2021, fue del 11%<sup>36</sup>. En Tailandia, en 2023, fue del 10.8%<sup>37</sup>. En África, en 2019, se encontró un 13.61% (10.99-16.23%), con

variaciones entre África Central (20.4%), Subsahariana (14.28%) y del Norte (7.57%)<sup>38</sup>. En la región del Mediterráneo Oriental se reportó un 11.7%<sup>39</sup>; en Arabia Saudita un 17.6%, en Pakistán un 15.3%, en Qatar un 14.7%, en Bahrein un 12.2%, en Irán un 8.6% y en Israel un 4.9%. En Turquía, en 2021, fue del 7.7% (19.0-27.9%), con variaciones regionales de hasta el 17.6% en el Mar Negro y el 5.1% en Anatolia central<sup>40</sup>.

Otras investigaciones realizadas en América Latina y el Caribe reportaron un 1% y un 14%<sup>41</sup>; en Nicaragua, en 2022, un 2.2%<sup>6</sup>; y en residentes en los Estados Unidos de América se estimaron tasas del 4.9% en originarias centroamericanas y del 3.8% para sudamericanas<sup>25</sup>. Se observaron porcentajes comparables en Dinamarca (2.6%)<sup>42</sup>, India (0-41%)<sup>43</sup>, Holanda (0.6%)<sup>17</sup> y Ecuador (1-15%)<sup>44</sup>.

En la población analizada, la tasa de incidencia de DG, aunque baja en comparación con la global, es superior a la mínima en América Latina y el Caribe en 2011<sup>41</sup>. Nicaragua, en 2018<sup>6</sup>, se aproximó a la de España en 2021<sup>20</sup>, superó la tasa en Colombia en 2018<sup>8</sup>, a la de mujeres suramericanas en los Estados Unidos de América<sup>25</sup> y a la de Cuba en 2011<sup>13</sup>, y el promedio fue notablemente más alto que en Holanda en 2024<sup>17</sup>. Nuestras cifras coinciden con los rangos observados en India<sup>43</sup> y Tailandia<sup>37</sup>.

Al integrar los hallazgos se concluye que nuestra incidencia fue menor que la de América Latina y la global, y compartimos una tendencia común: mientras que el número de partos ha disminuido, los casos de DG han aumentado.

## Conclusiones

En nuestra población, la DG afectó a 1 de cada 42 mujeres, con una prevalencia del 2.85% (hasta el 3.46%). La edad promedio de las mujeres fue 31.4 años, y más del 70% tenían entre 27 y 38 años. Se incrementó la incidencia a partir de los 20 años y cayó a partir de los 32 años. La proporción de DG aumentó un 24.7% por año, hasta un 47.8%. Por cada año adicional de edad materna, el riesgo de desarrollar DG se incrementa un 16%, pero la edad solo explicó el 0.5% de los casos, lo que sugiere que otros factores podrían tener una influencia mucho mayor y deben ser abordados en futuras investigaciones.

## Financiamiento

Los autores declaran que este trabajo se realizó con recursos propios.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

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

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

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial (IA).** Los autores declaran que se utilizó una herramienta de inteligencia artificial (ChatGPT) como apoyo en la redacción del manuscrito, específicamente para la mejora del estilo, la redacción y el ajuste a las regulaciones de longitud del texto. Su uso se limitó a las secciones de resultados y conclusiones.

## Referencias

1. Sweeting A, Hannah W, Backman H, Catalano P, Feghali M, Herman WH, et al. Epidemiology and management of gestational diabetes. *Lancet*. 2024 Jul 13;404(10448):175-192. doi: 10.1016/S0140-6736(24)00825-0. Epub 2024 Jun 20. PMID: 38909620.
2. Cañas MG, Díaz SA, Águila R. Diabetes gestacional. [Tesis]. Hospital Materno-Infantil 1.º de Mayo, Instituto Salvadoreño del Seguro Social, 2020. Repositorio Universidad de El Salvador. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14492/19377>.
3. López Stewart G. Diagnostic criteria and classification of hyperglycaemia first detected in pregnancy: a World Health Organization guideline (WHO/NMH/MND/13.2). Geneva: World Health Organization; 2014. Disponible en: <https://www.who.int/publications/item/WHO-NMH-MND-13.2>.
4. Badakhsh M, Daneshi F, Abavisani M, Rafiemanesh H, Bouya S, Sheyback M, et al. Prevalence of gestational diabetes mellitus in Eastern Mediterranean region: a systematic review and meta-analysis. *Endocrine*. 2019;65:505-14. doi:10.1007/s12020-019-02026-4.
5. Yeung RO, Savu A, Kinniburgh B, Lee L, Dzakupasu S, Nelson C, et al. Prevalence of gestational diabetes among Chinese and South Asians: a Canadian population-based analysis. *J Diabetes Complications*. 2017;31:529-36. doi:10.1016/j.jdiacomp.2016.10.016.
6. Valdés Ramos E, Blanco Rojas I. Frecuencia y factores de riesgo asociados con la aparición de diabetes mellitus gestacional. *Rev Cubana Obstet Ginecol*. 2011;37:502-12.
7. Abreu Viamontes C, Santana Oberto T, Mánchola Padrón E, Viamontes Cardoso AA. Caracterización clínica de la diabetes gestacional en el Policlínico Ignacio Agramonte de 2011-2015. *Rev Arch Med Camagüey*. 2017;21:753-63.
8. Ruiz-Hoyos BM, Londoño-Franco AL, Ramírez-Aristizábal RA. Prevalencia de diabetes mellitus gestacional por curva de tolerancia a la glucosa en semanas 24 a 28. Cohorte prospectiva en Armenia, Colombia, 2015-2016. *Rev Colomb Obstet Ginecol*. 2018;69:108-16. doi:10.18597/rcog.3056.
9. Khalifeh A, Eckler R, Felder L, Saccone G, Caisutti C, Berghella V. Pruebas diagnósticas de un paso versus dos pasos para la diabetes gestacional: un ensayo controlado aleatorizado. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2020;33:612-7. doi:10.1080/14767058.2018.1498480.
10. Modzelewski R, Stefanowicz-Rutkowska MM, Matuszewski W, Bandurska-Stankiewicz EM. Gestational diabetes mellitus — recent literature review. *J Clin Med*. 2022;11:5736. doi:10.3390/jcm11195736.
11. Aguirre A, Guerrón J, Iturralde E, Jarrín A, Lupera D, Maldonado B, et al. ¿Qué es la diabetes gestacional? Portal de Noticias UFSC; 2019. Disponible en <https://noticias.usfq.edu.ec/2019/03/que-es-la-diabetes-gestacional.html>.

12. Burbano-López RM, Castaño-Castrillón JJ, González-Castellanos L, González-Henao HS, Quintero-Ospina JD, et al. Frecuencia de diabetes mellitus gestacional y factores de riesgo en gestantes atendidas en clínicas de ASSBASALUD ESE, Manizales (Colombia) 2011-2012: estudio de corte transversal. *Rev Colomb Obstet Ginecol* [Internet]. [citado 2025 ene 8];65(4):338-345. Disponible en: <https://revista.fecolobg.org/index.php/rcog/article/view/3>.
13. Atkinson J, Dongarwar D, Mercado-Evans V, Hernandez AA, Deslandes AV, Gonzalez MA, et al. Pregnancy-associated diabetes mellitus and stillbirths by race and ethnicity among hospitalized pregnant women in the United States. *South Med J*. 2022;115:405-13. doi:10.14423/smj.0000000000001418.
14. Goya M, Codina M. Diabetes mellitus and pregnancy. Updated clinical practice guideline 2021. Executive summary. *Endocrinol Diabetes Nutr*. 2021;70(Suppl 1):1-6. doi:10.1016/j.endien.2021.12.006.
15. Bauzá Tamayo G, Bauzá Tamayo D, Bauzá López JG, Vázquez Gutiérrez GL, de la Rosa Santana JD, García Díaz Y. Incidencia y factores de riesgo de la diabetes gestacional. *Acta Méd Cent* [Internet]. 2022 mar [citado 2026 mar 19];16(1):79-89. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2709-79272022000100079](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2709-79272022000100079).
16. Vergara Camargo JL. Prevalencia de diabetes gestacional en el Hospital Gestionar Bienestar, Zapatocha, Santander 2013-2017. *Medicas UIS*. 2018;31:17-23. doi:10.18273/revmed.v31n2-2018002.
17. Jatavan P, Luewan S, Sirlert S, Tongsong T. Trends in the prevalence of diabetes mellitus in pregnancy during the past two decades in Northern Thailand. *Healthcare* (Basel). 2023;11:1315. doi: 10.3390/healthcare11091315.
18. González-Ruiz MN, Rodríguez-Bandala C, Salcedo-Vargas M, Martínez-Lara E, Enriquez-Espinoza FEG, Polo-Soto SM, et al. Actualidades en diabetes gestacional. *Rev Sanid Milit Mex* [Internet]. 2014 [citado 2020 jun 9];68(5):276-282. Disponible en: <https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=10266215>.
19. Perachimba-Carvajal DN, Morán-Vásquez MM, Alcocer-Díaz S. Diabetes gestacional en mujeres de América Latina: epidemiología y diagnóstico. *MQR Investigar*. 2023;7:852-93. doi:10.56048/MQR20225.7.1.2023.852-893.
20. Zepeda Vindell CR. Describir la prevalencia de la diabetes gestacional y pre gestacional en el HEODRA de abril del 2020. [Tesis de especialidad]. León (NL): Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León; 2022. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/9297/1/249032.pdf>.
21. Bustamante Saavedra C, Valencia Ibieta C, Salazar Vergara E, Canelo Nigoevic C, Camiruaga Jorgensen I. Tasa de egresos hospitalarios de mujeres en edad fértil por diabetes mellitus gestacional y diabetes mellitus pregestacional entre 2018-2021, Chile. *Rev Conflu* [Internet]. 2023 jul 31 [citado 2025 ene 8];6(1):49-53. Disponible en: <https://revistas.udd.cl/index.php/confluencia/article/view/895>.
22. Dos Santos PA, Madi JM, da Silva ER, Vergani DOP, de Araújo BF, García RMR. Gestational diabetes in the population served by Brazilian public health care. Prevalence and risk factors. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2020;42:12-8. doi:10.1055/s-0039-1700797.
23. Ferrer-Martín Y, García-Pérez RP, Rodríguez-Duménigo R. Prevalencia de los factores de riesgo de la diabetes gestacional en la población obstétrica de Ciego de Ávila. *Mediciego*. 2021;27:1-13.
24. Dainelli L, Prieto-Patron A, Silva-Zolezzi I, Sosa-Rubi SG, Espino y Sosa S, Reyes-Muñoz E, et al. Cribado y manejo de la diabetes gestacional en México: resultados de una encuesta a profesionales de instituciones sanitarias multilocalizadas. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2018 abr 5;11:105-116. doi:10.2147/DMSO.S160658. PMID: 29670384; PMCID: PMC5896662.
25. Mucbe AA, Olayemi OO, Gete YK. Prevalence and determinants of gestational diabetes mellitus in Africa based on the updated international diagnostic criteria: a systematic review and meta-analysis. *Arch Public Health*. 2019;77:36. doi:10.1186/s13690-019-0362-0.
26. Ramírez-Rentería C, Rodríguez-Gutiérrez R, González-González JG, González-Velázquez F, González-Morales R, Elizondo-Plazas A, et al. Factores de riesgo asociados a diabetes mellitus gestacional en la región norte de México. *Aten Primaria Pract*. 2023;5:100009.
27. Billionnet C, Mitancher D, Weill A, Nizard J, Alla F, Hartemann A, et al. Gestational diabetes and adverse perinatal outcomes from 716,152 births in France in 2012. *Diabetologia*. 2017;60:636-44. doi:10.1007/s00125-017-4206-6.
28. Regnault N, Lebreton E, Tang L, Fosse-Edorh S, Barry Y, Olié V, et al. Maternal and neonatal outcomes according to the timing of diagnosis of hyperglycaemia in pregnancy: a nationwide cross-sectional study of 695,912 deliveries in France in 2018. *Diabetologia*. 2024;67:516-27. doi: 10.1007/s00125-023-06066-4.
29. Karaçam Z, Çelilk D. The prevalence and risk factors of gestational diabetes mellitus in Turkey: a systematic review and meta-analysis. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2021;34:1331-41. doi:10.1080/14767058.2019.1635109.
30. Zhou T, Du S, Sun D, Li X, Heianza Y, Hu G, et al. Prevalence and trends in gestational diabetes mellitus among women in the United States, 2006-2017: a population-based study. *Front Endocrinol* (Lausanne). 2022; 13:868094. doi:10.3389/fendo.2022.868094.
31. Pavic M, Premuzic V, Zovak Pavic A, Bevanda M, Mihaljevic S, Oreskovic S. Prevalence of gestational diabetes mellitus and perinatal outcomes according to the old WHO Criteria and IADPSG Criteria. *Psiquiatra Danub*. 2021;33(Supl 10):30-6. doi:10.31219/osf.io/2xgqz.
32. Gao C, Sun X, Lu L, Liu F, Yuan J. Prevalence of gestational diabetes mellitus in mainland China: a systematic review and meta-analysis. *J Diabetes Investig*. 2019;10:154-62. doi:10.1111/jdi.12854.
33. Gorban de Lapertosa S, Sucani S, Salzberg S, Alvaríñas J, Faingold C, Jawerbaum A, et al. Prevalence of gestational diabetes mellitus in Argentina according to the Latin American Diabetes Association (ALAD) and International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups (IADPSG) diagnostic criteria and the associated maternal-neonatal complications. *Health Care Women Int*. 2021;42:636-56. doi:10.1080/07399332.2020.1800012.
34. Rincón Torres D, Villamizar Maldonado K. Incidencia de diabetes gestacional en Bucaramanga durante los años 2016 y 2017. [Tesis de pregrado]. Bucaramanga: Universidad de Santander; 2018. Disponible en: <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/40090e8a-3fe8-4696-9b2c-d32dbf2f86c8/content>.
35. Damm P, Houshmand-Oeregaard A, Kelstrup L, Lauenborg J, Mathiesen ER, Clausen TD. Gestational diabetes mellitus and long-term consequences for mother and offspring: a view from Denmark. *Diabetologia*. 2016 jul; 59(7):1396-1399. doi:10.1007/s00125-016-3985-5. PMID: 27174368.
36. González-Ortiz M, Cisterna M, Henning R, Cisterna C, Castro P, Escudero C, et al. Incidencia de diabetes gestacional en Chile durante el periodo 2001-2022. *Rev Chil Obstet Ginecol* [Internet]. 2024 abr [citado 2025 mar 29];89(2):100-108. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75262024000200100](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75262024000200100). doi:10.24875/rechog.23000113.
37. Hao L, Sun G, Han W, Chen X, Xiong G, Yang N. Gestational diabetes mellitus, pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain predicts fetal growth and neonatal outcomes. *Clin Nutr ESPEN*. 2021 abr;42:307-312. doi:10.1016/j.clnesp.2021.01.016. PMID: 33745597.
38. Nguyen CL, Pham NM, Binns CW, Duong DV, Lee AH. Prevalence of gestational diabetes mellitus in Eastern and Southeastern Asia: a systematic review and meta-analysis. *J Diabetes Res*. 2018 feb 20;2018: 6536974. doi:10.1155/2018/6536974. PMID: 29675432; PMCID: PMC5838488.
39. Li KT, Naik S, Alexander M, Mathad JS. Screening and diagnosis of gestational diabetes in India: a systematic review and meta-analysis. *Acta Diabetol*. 2018;55:613-25. doi:10.1007/s00592-018-1131-1.
40. Paulo MS, Abdo NM, Bettencourt-Silva R, Al-Rifai RH. Gestational diabetes mellitus in Europe: a systematic review and meta-analysis of prevalence studies. *Front Endocrinol* (Lausanne). 2021 dic 9;12:691033. doi:10.3389/fendo.2021.691033. PMID: 34956073; PMCID: PMC8698118.
41. Quintero Medrano SM, García Benavente D, Valle Leal JG, López Villegas MN, Jiménez Mapula C. Conocimientos sobre diabetes gestacional en embarazadas de un hospital público del noroeste de México. *Rev Chil Obstet Ginecol* [Internet]. 2018 [citado 2020 jun 9];83(3):250-256. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/rchog/v83n3/0048-766X-rchog-83-03-0250.pdf>.
42. Pagotto V, Posadas Martínez ML, Salzberg S, Pochettino PA. Diabetes mellitus gestacional en un hospital de la Ciudad de Buenos Aires, Argentina: incidencia, tratamiento y frecuencia de tamizaje para reclasificación luego del parto. *Rev Fac Cien Med Univ Nac Córdoba*. 2022 sep 16;79(3): 248-253. doi:10.31053/1853.0605.v79.n3.36734. PMID: 36149070; PMCID: PMC9590823.
43. Lee KW, Ching SM, Ramachandran V, Yee A, Hoo FK, Chia YC, et al. Prevalencia y factores de riesgo de la diabetes mellitus gestacional en Asia: una revisión sistemática y metaanálisis. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2018 dic 14;18(1):494. doi:10.1186/s12884-018-2131-4. PMID: 30547769; PMCID: PMC6295048.
44. Dávila Flores JX, Montenegro Morán EE, Macías Gaytán AM, Tayupanda Martínez JL. La diabetes mellitus y diabetes gestacional en adolescentes, en el mundo y en Ecuador: manejo, prevención, tratamiento y mortalidad. *RECIMUNDO*. 2023;7:33-48. doi:10.26820/recimundo/7(2).jun.2023.33-48.

## Epidemiología de accidentes cerebrovasculares isquémicos en hospitales de tercer nivel en El Salvador

### *Epidemiology of ischemic stroke in tertiary care hospitals in El Salvador*

Víctor D. Franco\* y Claudia M. de Blanco

Sección de Investigación, Departamento de Gestión del Conocimiento, Instituto Salvadoreño del Seguro Social, San Salvador, El Salvador

#### Resumen

**Introducción:** La Organización Mundial de la Salud reportó anualmente 15 millones de accidentes cerebrovasculares, de los cuales en los Estados Unidos de América el 65% son isquémicos. Además, fallecieron 5 millones de personas y otros 5 millones quedaron con discapacidad permanente. **Objetivo:** Registrar la epidemiología del ictus isquémico entre enero de 2013 y diciembre de 2022. **Métodos:** Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo. **Resultados:** Fueron 900 casos, el 53.88 % hombres, con una edad promedio de 68.7 años (68.6 los hombres y 68.8 las mujeres); el grupo más numeroso fue el de 60 a 79 años (45.9 %). La incidencia ajustada por edad fue de 6.46 (IC 95%: 5.50-7.42/100,000 usuarios); 7.18 y 5.79/100,000 en hombres y mujeres, respectivamente. Murieron 118 (13.11%), y el 54.23% fueron mujeres. El grupo con mayor mortalidad fue el de  $\geq 80$  años: 47.45%; edad promedio 73.02 años (72.89 y 73.13 años, respectivamente). La mortalidad ajustada fue de 0.84 (0.65, 1.04/100,000); hombres 0.79 y mujeres 0.89. El grupo de  $\geq 80$  años presentó la mortalidad más elevada: 11.72/100,000. El índice de mortalidad-incidencia fue de 0.13 (0.10, 0.16); 0.11 en hombres y 0.15 en mujeres. El grupo con el índice más alto fue el de  $\geq 80$  años: 0.23; 0.18 en hombres y 0.27 en mujeres. **Conclusiones:** El ictus isquémico afectó principalmente a hombres. La incidencia y la mortalidad son marcadamente superiores en los pacientes  $\geq 60$  años. La mortalidad predominó en las mujeres y el índice de mortalidad-incidencia indica buen pronóstico, lo cual puede deberse a un diagnóstico oportuno y un manejo efectivo.

**Palabras clave:** Ictus isquémico. Epidemiología. Incidencia. Mortalidad. Índice mortalidad-incidencia.

#### Abstract

**Introduction:** The World Health Organization reports that 15 million people have a cerebrovascular event worldwide yearly, up to 65% are ischemic as in the United States. Annually, 5 million die and another 5 million are left with permanent disability. **Objective:** Record the epidemiology of ischemic stroke between January 2013 and December 2022. **Methods:** Retrospective, descriptive and observational study. **Results:** 900 cases were registered, 53.88% were men, mean age were 68.7 years (68.6 males and 68.8 females). The largest group was between 60 and 79 years old (45.88%). The age-adjusted incidence rate was 6.46 (95% CI: 5.5-7.42/100,000 inhabitants); 7.18 and 5.79, respectively. 118 (13.11%) died, 54.23% were women. Group with the highest mortality  $\geq 80$  years: 21.26%, mean age 73.01 years (72.88 and 73.12 years, respectively). The adjusted mortality rate was 0.84 (0.65, 1.04/100,000), males 0.79, females 0.89. The oldest group had the highest mortality: 11.19 (721, 15.16/100,000). The mortality-incidence ratio was 0.13 (0.10, 0.16); 0.07 in men and 0.11 in women. The group with the highest ratio was  $\geq 80$  years: 0.23; 0.18 men and 0.27 women. **Conclusions:** Ischemic stroke mainly affected men. Both incidence and mortality are markedly higher in patients aged  $\geq 60$  years. Mortality predominated in women and the mortality-incidence ratio indicates that they have a good prognosis, which may be due to a timely diagnosis and effective management of these cases.

**Keywords:** Ischemic stroke. Epidemiology. Incidence. Mortality. Mortality-incidence index.

#### \*Correspondencia:

Víctor D. Franco  
E-mail: vdfranco@gmail.com

Fecha de recepción: 25-08-2025

Fecha de aceptación: 02-11-2025

DOI: 10.24875/RECC.25000019

Disponible en internet: 08-05-2026

REduCritic. 2026;5(1):7-14

[www.reducritic.com](http://www.reducritic.com)

2938-1304 / © 2025 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

La oclusión de vasos cerebrales produce infartos cerebrales, muerte del tejido cerebral y daño neuronal focal en corto tiempo de instalado el cuadro<sup>1</sup>.

Un infarto cerebral, o accidente cerebrovascular (ACV) isquémico, es un evento cerebrovascular causado por la interrupción del flujo sanguíneo hacia una parte del cerebro por obstrucción de una arteria, que puede ser causada por un coágulo o por la acumulación de placa en las arterias<sup>2</sup>.

A menudo, los síntomas de un ACV isquémico se producen rápidamente, pero también pueden surgir a lo largo de horas e incluso días. Esto ocurre a veces cuando un ataque isquémico transitorio, en el cual un tapón en una arteria cerebral se disuelve antes de que se produzca daño en el cerebro, se convierte en un ACV.

Los síntomas son estado de confusión repentina o dificultad para hablar o para entender lo que se le dice, adormecimiento, debilidad o pérdida de sensibilidad que ocurre de repente, especialmente en un lado del cuerpo, cefalea repentina e intensa sin causa conocida, problemas repentinos para ver con un ojo o con ambos, y dificultad repentina para caminar, mareo o pérdida del equilibrio o de la coordinación<sup>2,3</sup>.

El diagnóstico clínico se fortalece con estudios de imágenes (tomografía computarizada, resonancia magnética o ecografía carotídea), que ayudarán a determinar el tipo y la región afectada<sup>4</sup>.

El pronóstico depende de la rapidez con que se recibe tratamiento, la gravedad del infarto y la edad. Los pacientes con tratamiento temprano tienen un mejor pronóstico funcional; la edad avanzada y la presencia de comorbilidad, como hipertensión y enfermedades cardíacas, pueden empeorar el pronóstico<sup>5</sup>.

La incidencia varía según la región y la población. En general, incidencia es mayor en los hombres. La incidencia aumenta con la edad, siendo más común en personas mayores de 65 años. Sin embargo, en los últimos tiempos ha habido un aumento en la incidencia de infartos cerebrales en adultos jóvenes, especialmente en los menores de 55 años<sup>6,7</sup>.

En 2021, el estudio sobre la carga mundial del ACV, con más de 12 millones de nuevos casos (intervalo de confianza del 95% [IC 95%]: 11.0-13.6 millones de casos), confirmó que el ACV es la segunda causa de muerte en el mundo (11.6% [10.8-12.2%] de todas las muertes) y la tercera causa de discapacidad combinada (5.7% [5.1-6.2%] de todos los años vividos con discapacidad). En esta misma serie, se detectó que 7.63 millones de

casos fueron eventos isquémicos (IC 95%: 6.57-8.96), equivalente al 62.4% del total de nuevos casos y con una tasa ajustada por edad de 94.51 casos por 100,000. Entre 1990 y 2019, la incidencia de ACV isquémico se incrementó en un 88.0% (83.0-92.0%), y la tasa ajustada se redujo en un 10.0% (-12.0% a -8.0%)<sup>8</sup>.

En lo referente a la mortalidad, la literatura publicada entre 1989 y 2015 reporta un 5.2% de la mundial<sup>3,4</sup>; más recientemente, 3.29 millones (43.0%; IC 95%: 2.97-3.54 millones), y desde 1990 había subido en 2019 un 61.0% y la tasa de mortalidad ajustada por edad era de 43.50/100,000 habitantes (39.08-46.77), que se redujo en un 34.0% en 2019<sup>8</sup>.

La presente investigación tratará sobre la epidemiología de pacientes hospitalizados entre enero de 2013 y diciembre 2022 por un infarto cerebral o ACV de tipo isquémico. Se determinarán la incidencia, la mortalidad hospitalaria (casos y tasas por 100,000 cotizantes al sistema) y el índice de mortalidad-incidencia (IMI), con información del registro de movimientos hospitalarios del departamento de actuariado y estadística institucional, y los denominadores poblacionales de personas afiliadas al sistema para el ajuste por edad, provistos por el mismo departamento.

## Método

Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo sobre información de fuentes secundarias que incluye todos los casos de pacientes hospitalizados en el Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS) entre enero de 2013 y diciembre de 2023 por ACV de tipo isquémico, clasificados con los siguientes códigos CIE-10:

- I63: infarto cerebral.
- I630: infarto cerebral debido a trombosis de arterias precerebrales.
- I631: infarto cerebral debido a embolia de arterias precerebrales.
- I632: infarto cerebral debido a oclusión o estenosis no especificada de arterias precerebrales.
- I633: infarto cerebral debido a trombosis de arterias cerebrales.
- I634: infarto cerebral debido a embolia de arterias cerebrales.
- I635: infarto cerebral debido a oclusión o estenosis no especificada de arterias cerebrales.
- I636: infarto cerebral debido a trombosis de venas cerebrales, no piógeno.
- I638: otros infartos cerebrales.
- I639: infarto cerebral, no especificado.

Se determina la incidencia de ACV isquémico por la cantidad de pacientes hospitalizados por primera vez, para cada año, y se eliminan los registros repetidos con diagnósticos de eventos distintos y hospitalizaciones por secuelas.

La información presentada en tablas corresponde a los resultados, clasificados según grupo de edad y sexo, de incidencia y mortalidad generales, las tasas por 100,000 cotizantes al sistema y el IMI.

## Resultados

### Incidencia

La incidencia general entre 2013 y 2022 fue de 900 casos, en promedio de 90 anuales (IC 95%: 75-105), con una tasa ajustada por edad de 6.46 (5.50 a 7.42 por 100,000 usuarios), equivalente a 1 por 15,480 (IC 95%: 13,477-18,182).

El grupo más grande fue el de 60 a 79 años, con 413 casos (45.88% del total), un promedio de 41 por año (32 a 51 por año) y una tasa ajustada de 22.41 (17.77 a 27.06 por 100,000), equivalente a 1 caso por cada 4462 usuarios, con un rango de incidencia de 1 caso por 3695 a 5627.

La incidencia general en los hombres fue de 485 casos, un 53.88% de todos los casos, con un promedio de 49 por año (IC 95%: 40-57) y una tasa ajustada de 7.18 por 100,000. Los del grupo de 18 a 39 años presentaron 26 casos (3 por año, IC 95%: 1-4 por año), con una tasa de 0.79 por 100,000, equivalente a 1 caso por 126,582 afiliados de ese grupo de edad. En el grupo de 40 a 59 años hubo 102 casos, 10 por año (7 a 13 por año), con una tasa de 4.63 (3.34 a 5.91 por 100,000) y 1 caso por 21,598 habitantes (que osciló entre 1 por 16,920 a 29,920 usuarios). Se registraron 222 casos en pacientes con 60 a 79 años, el 45.77% del total de la incidencia en hombres, con un promedio de 22 por año (17 a 27) y una tasa de 23.18 (17.84 a 28.51 por 100,000), 1 caso por 4314 hombres de esa edad y un promedio de 1 caso por 3507 a 5605. En los de 80 años o más hubo 135 casos, con un promedio de 14 por año (10 a 17), una incidencia ajustada de 45.36 (34.03 a 56.69 por 100,000) equivalente a 1 caso por 2204 de esa edad, y un rango de incidencia de 1 por 1764 a 2938 hombres de 80 años o más de edad.

Las mujeres representaron el 46.11% de todos los casos (n = 415), con un promedio de 42 por año (31-52 por año), una tasa de 5.79 (4.43 a 7.15 por 100,000), 1 caso por 17,271 y un rango de 1 por 13,986 a 22,573

mujeres. Las de 60 a 79 años representaron el 46.02%, con 19 casos por año (13-25 por año) y una tasa ajustada de 21.59 (15.39 a 27.80 por 100,000), o sea, 1 caso por cada 4631.

### Mortalidad general

Entre 2013 y 2022 fallecieron 118 usuarios debido a esta patología, equivalente a una mortalidad general del 13.11%, con un promedio de 11.8 defunciones (IC 95%: 8.71-14.9 por año) y una tasa ajustada de mortalidad de 0.84 (0.65 a 1.04 por 100,000 usuarios).

Según la edad de los pacientes, entre los de 18 a 39 años murieron 8, equivalente a una mortalidad específica del 14.03% (muertos/incidencia de ACV de esa misma edad). La mortalidad global fue del 6.78%, con un promedio de 6 casos (IC 95%: 4-7 muertes por año) y una tasa ajustada de mortalidad de 3.69 (3.24 a 4.14 por 100,000).

En aquellos entre 40 y 59 años murieron 15 usuarios, equivalente al 8.77% de la mortalidad específica y al 12.71% de la mortalidad global, con un promedio de 17 (15 a 20 muertes por año) y una tasa ajustada de mortalidad de 3.69 (3.24 a 4.14 muertes por 100,000).

Entre los usuarios de 60 a 79 años murieron 39, lo que supone una mortalidad específica del 9.44% y general del 33.05%, con un promedio anual de 39 muertes (9 a 44 por año) y una tasa ajustada de mortalidad de 2.10 (1.41 a 2.79 por 100,000).

Entre los de mayor edad fallecieron 56 usuarios, que corresponden al 21.62% de mortalidad específica y al 47.46% de la mortalidad global, con un promedio de 5.60 (3.36 a 7.86 por año) y una tasa ajustada de mortalidad de 11.19 (7.21 a 15.16 por 100,000 usuarios).

De los hombres, fallecieron por esta causa 54 usuarios, equivalente al 11.13% de la incidencia y al 45.76% de la mortalidad global, con un promedio de 0.30 (-0.05 a 0.65 por año) y una tasa ajustada de mortalidad de 0.09 (-0.01 a 0.18 por 100,000 usuarios).

Según los grupos de edad, en los de 19 a 39 años murieron el 11.53% (n = 3), equivalente al 0.62% de la incidencia global en hombres y al 2.54% de la mortalidad global, con un promedio de 0.3 por año (-0.05 a 0.65 por año) y una tasa ajustada de mortalidad de 0.09 (-0.01 a 0.19 por 100,000 usuarios).

En el siguiente grupo de edad murieron 8 usuarios, equivalente a una mortalidad del 7.84% de este grupo de edad, un 1.65% de la incidencia global en hombres y un 6.78% de la mortalidad total, con un promedio de 0.80 (-0.14 a 1.74/año) y una tasa ajustada de mortalidad de 0.36 (-0.05 a 0.77 por 100,000).

En aquellos con edad entre 60 y 79 años murieron 20 usuarios, equivalente al 9.00% de ese grupo, al 4.12% de la incidencia en hombres y al 16.94% de toda la mortalidad, con un promedio de 2 por año (1.05 a 3.01) y una tasa ajustada de mortalidad de 2.06 (1.11 a 3.01 por 100,000 usuarios).

En la población masculina de 80 años o más murieron 23 usuarios, el 17.03% de este grupo de edad, el 4.4% de la incidencia en hombres y el 19.50% de la mortalidad total, con un promedio de 2.30 (1.23 a 3.37 por año) y una tasa ajustada de mortalidad de 7.31 (4.14 a 10.48 por 100,000 usuarios).

En las mujeres murieron por esta causa 64 usuarias, lo que representa el 15.42% de la incidencia total en mujeres y el 54.23% de la mortalidad total por ictus isquémico, con un promedio de 6.4 (4.13 a 8.67 muertes por año) y una tasa ajustada de mortalidad de 0.89 (0.59 a 1.20 por 100,000).

De las mujeres entre 18 y 39 años murieron 5, un 16.1% de las pacientes de esa edad, un 1.20% de la incidencia en las mujeres y un 4.24% de la mortalidad global, con un promedio de 0.50 (-0.01 a 1.01 por año) y una tasa ajustada de mortalidad de 0.13 (0.002 a 0.27 por 100,000 usuarias).

Las mujeres entre 40 y 59 años presentaron 7 muertes, el 10.14% de la incidencia de este grupo, el 1.69% de la incidencia global en las mujeres y el 5.93% de todas las muertes, con un promedio de 0.70 (0.11 a 1.29 por año) y una tasa ajustada de mortalidad de 0.30 (0.05 a 0.56 por 100,000).

En las mujeres con edades entre 60 y 79 años murieron 19 mujeres, lo que representa el 9.94% de ese grupo etario y el 4.58% de la mortalidad global en las mujeres, con un promedio de 1.90 (1.27 a 2.53 por/año) y una tasa ajustada de mortalidad de 2.15 (1.44 a 2.87 por 100,000).

Entre las usuarias de mayor edad se presentaron 33 defunciones, lo que representa el 26.61% de ese grupo, el 7.95% de la incidencia global en las mujeres y el 27.97% de la mortalidad global (Tabla 1).

### IMI de los ACV isquémicos

El IMI es una herramienta útil en epidemiología que estima la letalidad de una enfermedad sobre la base de indicar cuántos de los nuevos casos de una patología (incidencia) mueren, y se ajusta a varias condiciones epidemiológicas de interés de naturaleza no transmisible, ya que se determina dividiendo la tasa (por 100,000 habitantes) de mortalidad entre la de incidencia:

$$\text{IMI} = \text{tasa ajustada de mortalidad} / \text{tasa ajustada de incidencia}$$

En la población en estudio se encontró que, en los más jóvenes, el 13% fallecieron, y esta mortalidad sobre la incidencia osciló entre el 10% y el 16% (IC 95%).

Los usuarios entre 40 y 59 años mostraron un IMI de 0.10 (10.0%), con un intervalo de confianza de entre el 3% y el 16% de su incidencia.

En el grupo de edad entre 60 y 79 años entre los 60 a 79 años presentó el MIR más bajo con 0,09 (0,07 a 0,11), ósea que de la incidencia de casos en este grupo solo falleció un 9,0% y esto osciló entre 7,0% hasta un 11,0%.

Entre los 18 y 39 años, el 10% de los nuevos casos fallecieron, y esto alcanza niveles hasta del 23%; sin embargo, estos datos hay que analizarlos con cautela debido a que con un intervalo de confianza con valores negativos pareciera indicar que el grupo de casos es demasiado pequeño para poder concluir algo de manera robusta.

En los pacientes entre 40 y 59 años, el IMI encontrado fue de 0.07, el cual alcanzó hasta un 14% de la incidencia, pero de nuevo la existencia de un intervalo con valor negativo limita el uso de estos valores para análisis posteriores. En los pacientes con edades mayores (60 a 79 años), el IMI fue del 9.00% y sus intervalos fueron desde el 5.0% hasta el 13.0%, lo que indica que este grupo fue mayor.

En los hombres de más de 80 años se observó que el 7% al 15% de los nuevos casos fallecieron, y en promedio fueron un 18.0% los que murieron a causa de esta patología.

En las mujeres más jóvenes el IMI fue de 0.17 (17.0%) y sus intervalos de confianza indican que se trató de un grupo pequeño, por lo que también hay que tomar estos datos con cautela.

En las usuarias con edades entre 40 y 59 años, el 13% de su incidencia murieron, con intervalos entre el 1.0% y el 25%. Las mujeres entre 60 y 79 años presentaron un IMI más bajo: 10% (8% a 12%). Finalmente, en las mujeres de mayor edad se observó que el IMI fue de 0.27 y los intervalos de confianza indican que este porcentaje de muerte sobre la incidencia de este grupo osciló entre el 11.05% y el 20.0% (Tabla 2).

### Discusión

Este estudio se realizó con el propósito de identificar la condición epidemiológica de incidencia y mortalidad por ACV de tipo isquémico en los pacientes hospitalizados

**Tabla 1.** Incidencia y mortalidad de pacientes hospitalizados por un accidente cerebrovascular de tipo isquémico en el ISSS entre enero de 2013 y diciembre de 2022 (n = 900)

Parámetro	Sexo y edad	Casos (%)	Promedio (IC 95%)	TAI/100.000 (IC 95%)
Incidencia	Hombres			
	18-39 años	26 (5.36)	3 (1-4)	0.79 (0.46-1.11)
	40-59 años	102 (21.0)	10 (7-13)	4.63 (3.34-5.91)
	60-79 años	222 (45.77)	22 (17-27)	23.18 (17.84-28.51)
	≥ 80 años	135 (27.83)	14 (10-17)	45.36 (34.03-56.69)
	Total	485 (53.88)	49 (40-57)	7.18 (5.94-8.42)
	Mujeres			
	18-39 años	31 (7.47)	3 (2-4)	0.85 (0.59-1.11)
	40-59 años	69 (16.629)	7 (5-9)	2.85 (2.01-3.68)
	60-79 años	191 (46.02)	19 (13-25)	21.59 (15.39-27.80)
	≥ 80 años	124 (29.87)	12 (8-17)	67.91 (46.69-89.12)
	Total	415 (46.11)	42 (31-52)	5.79 (4.43-7.15)
	Ambos			
	18-39 años	57 (6.33)	6 (4-7)	0.82 (0.60-1.04)
	40-59 años	171 (19.0)	17 (15-20)	3.69 (3.24-4.14)
60-79 años	413 (45.88)	41 (32-51)	22.41 (17.77-27.06)	
≥ 80 años	259 (28.77)	26 (20-32)	53.75 (42.34-65.13)	
Total	900	90 (75-105)	6.46 (5.50-7.42)	
Mortalidad	Hombres			
	18-39 años	3 (11.5)	0.30 (-0.05-0.65)	0.09 (-0.01-0.19)
	40-59 años	8 (7.84)	0.80 (-0.14-1.74)	0.36 (-0.05-0.77)
	60-79 años	20 (9.09)	2.00 (1.05-2.95)	2.06 (1.11-3.01)
	≥ 80 años	23 (17.04)	2.30 (1.23-3.37)	7.31 (4.14-10.48)
	Total	54 (11.13)	5.40 (3.46-7.34)	0.79 (0.52-1.05)
	Mujeres			
	18-39 años	5 (16.1)	0.50 (-0.01-1.01)	0.13 (0.002-0.27)
	40-59 años	7 (10.14)	0.70 (0.11-1.29)	0.30 (0.05-0.56)
	60-79 años	19 (9.94)	1.90 (1.27-2.53)	2.15 (1.44-2.87)
	≥ 80 años	33 (26.6)	3.30 (1.42-5.18)	17.86 (7.88-27.84)
	Total	64 (15.4)	6.40 (4.13-8.67)	0.89 (0.59-1.20)
	Ambos			
	18-39 años	8 (14.03)	0.80 (0.14-1.46)	0.11 (0.02-0.20)
	40-59 años	15 (8.77)	1.50 (0.47-2.53)	0.33 (0.11-0.55)
60-79 años	39 (9.44)	3.90 (2.53-5.27)	2.10 (1.41-2.79)	
≥ 80 años	56 (21.62)	5.60 (3.36-7.84)	11.19 (7.21-15.16)	
Total	118 (13.11)	11.80 (8.71-14.9)	0.84 (0.65-1.04)	

IC 95%: intervalo de confianza del 95%; TAI: tasa ajustada de incidencia; TAM: tasa ajustada de mortalidad.

entre 2013 y 2023 en los centros asistenciales de tercer nivel del ISSS. Debido a que no es un estudio nacional, ya que solo analiza una población cautiva (la de los usuarios cubiertos por el sistema Instituto Salvadoreño del Seguro Social) los resultados deben ser tomados

con cautela, pero ofrecen una perspectiva clara de lo que se puede esperar en el ámbito nacional.

En la población estudiada, en general, los hombres tuvieron una mayor incidencia de infartos cerebrales en comparación con las mujeres. Otra condición

**Tabla 2.** Resultados de los índices de mortalidad-incidencia encontrados en la población hospitalizada por accidente cerebrovascular de tipo isquémico entre 2013 y 2022

Sexo y edad	IMI	IC 95%
<b>Hombres</b>		
18-39 años	0.10	(-0.03-0.23)
40-59 años	0.07	(-0.01-0.14)
60-79 años	0.09	(0.05-0.13)
≥ 80 años	0.18	(0.08-0.28)
Total	0.11	(0.07-0.15)
<b>Mujeres</b>		
18-39 años	0.17	(-0.06-0.39)
40-59 años	0.13	(0.01-0.25)
60-79 años	0.10	(0.08-0.12)
≥ 80 años	0.27	(0.10-0.44)
Total	0.15	(0.11-0.20)
<b>Ambos</b>		
18-39 años	0.13	(0.03-0.24)
40-59 años	0.10	(0.03-0.16)
60-79 años	0.09	(0.07-0.11)
≥ 80 años	0.23	(0.13-0.33)
Total	0.13	(0.10-0.16)

Tasa de mortalidad por 100,000 habitantes y tasa de incidencia por 00,000 habitantes.  
IC 95%: intervalo de confianza del 95%; IMI: índice de mortalidad-incidencia.

relevante es que la incidencia del ACV isquémico incrementó proporcionalmente con la edad, siendo más común después de los 60 años, en concordancia con lo que han detectado otros investigadores<sup>6-8</sup>.

Distinto a lo encontrado en algunas series en Europa, sobre un incremento en los últimos años de casos en pacientes menores de 45 años<sup>9</sup>, con tasas hasta de 7 por 100,000 habitantes y otras alarmantemente elevadas como 100 por 100,000 jóvenes en África<sup>10</sup>, este no fue el caso en nuestra población, en la cual la incidencia de casos en la población más joven se encontró siempre baja. La tasa ajustada de incidencia de nuestra población de usuarios hasta los 39 años es bastante baja en comparación con otras del año 2019, que alcanzaron entre 6 y 43.5 por 100 000<sup>9</sup>, y con los reportes para Centroamérica en 2020, donde Belice registró tasas entre 66.3 y 69.9 casos por 100 000<sup>10</sup>; tampoco se asemeja a la más baja encontrada en Guatemala, donde osciló entre 55.3 y 50.4 en 2017<sup>10</sup>.

La última información disponible para El Salvador sobre este tema data de 2017, describiendo que la tasa ajustada de incidencia nacional ha tendido a reducirse de 56.4 en 1990 a 50.7 en 2017<sup>10</sup>. Sin embargo, los movimientos en las tasas en esta población específica no han seguido la misma tendencia reportada para el

país entre 1990 y 2017, con una reducción del 10% anual<sup>10</sup>; en la población analizada tendió a subir un 4.08% por año, con un incremento más marcado en mujeres (12.4%) que en hombres (7.8%).

La tasa de incidencia de ictus isquémico descrita en los usuarios también estuvo por debajo de las investigaciones mundiales entre 2019 y 2020, que promediaron aproximadamente 66.6 por 100,000. El valor fue inferior al descrito en Mongolia en 2020, donde fue del 60.8%<sup>11</sup>, y más baja que la tasa ajustada en poblaciones de bajos recursos reportada en Chile entre 2015 y 2016, de 101.5 por 100,000<sup>12</sup>. Un valor más cercano al reportado en esta serie es el de Perú en 2017, con una tasa de 18.36<sup>13</sup>. El predominio masculino del 53.9% resultó concordante con varias investigaciones<sup>7,8</sup> y difiere de lo encontrado en cinco provincias de China en 2020, donde el 54% de los casos fueron en mujeres<sup>14</sup>. En los Estados Unidos, la proporción se decantó también por los hombres con un 52.3% de los casos<sup>15</sup>, así como en la población peruana en 2018 (53.4% a 55.1%)<sup>13</sup> y en jóvenes de Argentina en 2024 (52.2%)<sup>16</sup>. Este mismo predominio fue detectado en investigaciones tras la pandemia de COVID-19, con frecuencias en hombres del 53.3% al 59.1%<sup>17,18</sup>, aunque en el estudio de hospitales terciarios de la red NORDICTUS no hubo diferencia entre ambos sexos<sup>19</sup>.

El predominio en los hombres se fortalece con hallazgos mundiales que registran una incidencia hasta un 33% superior que en las mujeres<sup>20</sup>. No obstante, en otras series la incidencia no supera el 55%, como en Francia en 2019 (51.9%)<sup>21</sup>, o en Canadá en 2020 (52.1%)<sup>22</sup>. En algunas series en Inglaterra el predominio fue femenino durante 2019 (53.6%)<sup>23</sup>. Otros estudios encuentran en Jordania un 53.56%<sup>24</sup>, en África un 57%<sup>25</sup>, en Líbano un 55.1%<sup>26</sup>, en Cuba un 52.7%<sup>27</sup> y en Malasia incidencias masculinas entre el 53.9% y 54.3%<sup>28,29</sup>. El predominio femenino solo se reportó con claridad en un estudio en México en 2014 (53%)<sup>4</sup> y en el mencionado de Inglaterra<sup>23</sup>. En cuanto a la edad, el promedio de 68.7 años concuerda con lo reportado globalmente (68.6 años en hombres)<sup>20</sup>. En Jordania<sup>24</sup> y Líbano<sup>25</sup> se reportaron promedios de 66.5 a 68.4 años, mientras que en Cuba fue de 63.1 años<sup>26</sup>. Por el contrario, los usuarios del ISSS fueron más jóvenes que los de México (71-73 años)<sup>4</sup>, Argentina (84 años)<sup>5</sup>, Canadá (72.9 años)<sup>22</sup>, Francia (74.2 años)<sup>20</sup> e Inglaterra (73 años)<sup>23</sup>.

La mortalidad general de los usuarios fue de 13.11%, lo que concuerda con el estudio PREMIER<sup>4</sup> (17.34%) y con estudios en Chile que citan un 14.8%<sup>12</sup>. Resultó menor que la mayoría de la literatura, que oscila entre

el 20.2% y 61%. Al evaluar la tasa ajustada, los pacientes de 80 años o más presentaron valores de 11.19, pero aun así están por debajo de series en Indonesia y Singapur<sup>30,31</sup>. Se observó una mayor mortalidad en las mujeres (54.23%), lo que concuerda con investigaciones que citan una preponderancia femenina en la mortalidad de hasta el 66.29%<sup>11,24,29,31</sup>. Finalmente, la edad promedio de muerte (73.02 años) fue ligeramente mayor en mujeres, patrón constante en la literatura disponible donde las mujeres fallecen a mayor edad que los hombres<sup>12,24,29</sup>.

El análisis del comportamiento epidemiológico del accidente cerebrovascular isquémico en la población del ISSS durante el periodo 2013-2023 confirma que esta patología presenta una estrecha relación con el envejecimiento, concentrando su mayor impacto en adultos mayores de 60 años. Aunque las tasas de incidencia y mortalidad general se sitúan por debajo de los reportes internacionales y regionales de alta complejidad, se evidencia una tendencia al incremento anual de casos, especialmente en el sexo femenino. La mayor mortalidad observada en mujeres, particularmente en edades avanzadas, sugiere que la longevidad y la posible disparidad en el manejo de factores de riesgo influyen directamente en el desenlace fatal. Se concluye que es imperativo fortalecer las estrategias de prevención primaria y el acceso oportuno a terapias de reperfusión para reducir la carga de enfermedad y mortalidad en esta población.

## Limitantes

Los autores reconocen que, por tratarse de un análisis realizado en una población cautiva (solo los cotizantes del ISSS) y únicamente con registros de hospitalizaciones, los resultados deben ser analizados con la debida reserva, pues solo reflejan la situación de un sector de la población nacional. Por otro lado, la falta de información acerca de los desenlaces de casos que no lograron llegar a un centro hospitalario, o que fallecieron en otros centros distintos de los del ISSS o en sus residencias, es una limitante importante para el análisis de la mortalidad debida a esta patología. Así mismo, se deben diseñar investigaciones que incorporen los factores de riesgo, principalmente aquellos prevenibles.

## Financiamiento

Los autores declaran que este trabajo se realizó con recursos propios.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

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

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

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

## Referencias

- Kim JY, Park J, Chang JY, Kim SH, Lee JE. Beyond the brain: the systemic pathophysiological response to acute ischemic stroke. *J Stroke*. 2020;22:159-72. doi:10.5853/jos.2019.02978.
- National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI). Stroke: diagnosis [Internet]. Bethesda (MD): National Institutes of Health; [cited 2025 May 5]. Available from: <https://www.nhlbi.nih.gov/es/salud/accidente-cerebrovascular/diagnostico>.
- Zhao Y, Zhang X, Chen X, Wei Y. Neuronal injuries in cerebral infarction and ischemic stroke: from mechanisms to treatment. *Int J Mol Med*. 2022; 49:15. doi:10.3892/ijmm.2021.5070.
- León-Jiménez C, Ruiz-Sandoval JL, Chiquete E, Vega-Arroyo M, Arauz A, Murillo-Bonilla LM, et al. Tiempo de llegada hospitalaria y pronóstico funcional después de un infarto cerebral: resultados del estudio PREMIER. *Neurología*. 2014;29:200-9. doi:10.1016/j.nrl.2013.05.003.
- Clément ME, Romano LM, Furnari A, Abrahín JM, Márquez F, Coffey P, et al. Incidence of cerebrovascular disease in adults: prospective epidemiological study based on a captive population in Argentina. *Neurol Argent*. 2018;10:8-15. doi:10.1016/j.neuarg.2017.09.002.
- Alonso de Leciana M, Egido JA, Casado I, Gil-Núñez A, Díez-Tejedor E, Fuentes B, et al. Guía para el tratamiento del infarto cerebral agudo. *Neurología*. 2014;29:102-22. doi:10.1016/j.nrl.2011.09.012.
- López W, Quintanilla F, Martínez M, Rodríguez JM, Díaz E, González A, et al. Ischemic cerebral infarction: five-year study. *Rev Cub Med Mil*. 2007;36:38-46. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572007000400007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572007000400007).
- Global Burden of Disease 2015 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016;388:1459-544. doi:10.1016/S0140-6736(16)31012-1.
- Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE, Cushman M, Das SR, Deo R, et al. Heart disease and stroke statistics—2017 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2017;135:e146-603. doi:10.1161/CIR.0000000000000485.
- Banzrai C, Bosookhuu O, Yadamsuren E, Dambasuren B, Turbat S, Erdenedalai T, et al. Incidence and outcomes of stroke in Ulaanbaatar, Mongolia, during 2019-2021: a population-based prospective study. *Lancet Glob Health*. 2023;11:e942-52. doi:10.1016/S2214-109X(23)00130-4.
- Lavados PM, Hoffmeister L, Moraga AM, Vejar A, Vidal C, Gajardo C, et al. Incidence, risk factors, prognosis, and health-related quality of life after stroke in a low-resource community in Chile (NANDU): a prospective population-based study. *Lancet Glob Health*. 2021;9:e340-51. doi:10.1016/S2214-109X(20)30470-8.
- Bernabé-Ortiz A, Carrillo-Larco RM. Incidence rate of stroke in Peru. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2021;38:399-405. doi:10.17843/rpmesp.2021.383.7804.

13. Chen Y, Wright N, Guo Y, Turnbull I, Kartsonaki C, Yang L, et al. Mortality and recurrent vascular events after first incident stroke: a 9-year community-based study of 0.5 million Chinese adults. *Lancet Glob Health*. 2020;8:e580-90. doi:10.1016/S2214-109X(20)30069-3.
14. Mu F, Sheng X, Chen Y, Li J, Wang H, Zhang L, et al. Real-world costs of ischemic stroke by discharge status. *Curr Med Res Opin*. 2017;33:371-8. doi:10.1080/03007995.2016.1257979.
15. Tejada Meza H; Grupo de Estudio de Trastornos Neuromusculares (GEENV-SARAN). Three-month functional prognosis of patients hospitalized for acute ischemic stroke in Aragón: regional analysis of the impact of COVID-19. *Neurología*. 2021;36:531-6. doi:10.1016/j.nrleng.2021.02.001.
16. Tejada Meza H, Lambea Gil A, Sancho Saldaña A, Martínez-Zabaleta M, Riva Juez P, López-Cancio E, et al. Impact of the COVID-19 outbreak on reperfusion therapies for acute ischemic stroke in Northwestern Spain. *Eur J Neurol*. 2020;27:2491-8. doi:10.1111/ene.14467.
17. Tsao CW, Aday AW, Almarzoq ZI, et al. Heart disease and stroke statistics—2022 update. *Circulation*. 2022;145:e153-639. doi:10.1161/cir.0000000000001209.
18. Indraswari F, Yaghi S, Khan F. Sex-specific outcomes after ischemic stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2024;33:107754. doi:10.1016/j.jstroke-cerebrovasdis.2024.107754.
19. Béjot Y, Duloquin G, Thomas Q, Mohr S, Garnier L, Graber M, et al. Temporal trends in the incidence of ischemic stroke in young adults: Dijon stroke registry. *Neuroepidemiology*. 2021;55:239-44. doi:10.1159/000516054.
20. Olié V, Grave C, Tuppin P, Duloquin G, Béjot Y, Gabet A. Hospitalized patients with ischemic stroke in France: temporal trends (2008-2019). *J Clin Med*. 2022;11:1669. doi:10.3390/jcm11061669.
21. Joundi RA, Smith EE, Yu AYX, Rashid M, Fang J, Kapral MK. Temporal and age-specific trends in acute stroke incidence: Ontario, Canada. *Can J Neurol Sci*. 2021;48:685-9. doi:10.1017/cjn.2020.257.
22. Seminog OO, Scarborough P, Wright FL, Rayner M, Goldacre MJ. Determinants of the decline in mortality from acute stroke in England. *BMJ*. 2019;365:l1778. doi:10.1136/bmj.l1778.
23. Qawasmeh MA, Aldabbour B, Momani A, Obiedat D, Alhayek K, Kofahi R, et al. Epidemiology, risk factors, and predictors of disability in a cohort of Jordanian patients. *Stroke Res Treat*. 2020;2020:1920583. doi:10.1155/2020/1920583.
24. Rukn SA, Mazyza MV, Hentati F, Gebeily S, Akhtar N, Inshasi J, et al. Stroke in the Middle East and North Africa: a 2-year prospective observational study—SITS-MENA. *Int J Stroke*. 2019;14:715-22. doi:10.1177/1747493019874729.
25. Lahoud N, Abbas MH, Salameh P, Saleh N, Abes S, Hosseini H, et al. Retrospective analysis of 254 acute stroke cases admitted to two university hospitals in Beirut. *Funct Neurol*. 2017;32:41-8. doi:10.11138/fneur/2017.32.1.041.
26. Martínez Martínez BM, Blanco Aspiazu MA. Mortalidad temprana en pacientes con ictus isquémico. *Rev Cub Med Mil [Internet]*. 2024 [cited 2025 May 5];53(2):e2525. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572024000200025](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572024000200025).
27. Hwong WY, Ang SH, Bots ML, Sivasampu S, Selvarajah S, Law WC, et al. Trends of stroke incidence and 28-day all-cause mortality after a stroke in Malaysia. *Glob Heart*. 2021;16:39. doi:10.5334/gh.791.
28. Amer Taufek AW, Najib Majdi Y, Suhaily MH, Zariah AA. Survival of ischaemic and haemorrhagic stroke: analysis of the Malaysian National Stroke Registry. *Malays J Med Sci*. 2024;31:205-14. doi:10.21315/mjms2024.31.5.14.
29. Venketasubramanian N. Epidemiology of stroke in Asia. *Cerebrovasc Dis Extra*. 2025;15:81-92. doi:10.1159/000543399.
30. Renedo D, Acosta JN, Leasure AC, Sharma R, Krumholz HM, Havenon A, et al. Burden of ischemic and hemorrhagic stroke in the United States, 1990-2019. *JAMA Neurol*. 2024;81:394-404. doi:10.1001/jamaneurol.2024.0190.
31. Hou S, Zhang Y, Xia Y, Liu Y, Deng X, Wang W, et al. Global, regional, and national epidemiology of ischemic stroke, 1990-2021. *Eur J Neurol*. 2024;31:e16481. doi:10.1111/ene.16481.

## Dynamic AI and machine learning predictive models in intensive care: transforming patient care in the ICU

### IA dinámica y modelos predictivos de aprendizaje automático en cuidados intensivos: transformación de la atención al paciente en la UCI

Naoki Takegami<sup>1\*</sup>  and Shraddha Mainali<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Neurological Surgery, University of California San Francisco, San Francisco; <sup>2</sup>Department of Neurology, Virginia Commonwealth University, Richmond. United States of America

#### Abstract

This article reviews the integration of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) in Intensive Care Units (ICU), with a particular focus on dynamic models. The ICU environment, rich in real-time data from monitors and electronic health records, is ideal for applying these models, which leverage the continuously evolving data in critical care to improve patient monitoring and decision-making. Since 2020, advancements in AI, data science, and computational power have enabled the development of dynamic models aimed at early detection, prediction, and monitoring of medical conditions, facilitating timely clinical interventions. The article also discusses the broader application of ML in healthcare, including diagnosis, prognosis, and treatment planning, acknowledging challenges related to data governance, ethics, and the need for interpretable and reliable models. It emphasizes the importance of a multidisciplinary approach that combines systems engineering, AI, and clinical expertise, with the goal of developing dynamic systems that enhance the quality and effectiveness of care in ICUs.

**Keywords:** Artificial Intelligence (AI). Machine Learning (ML). Intensive Care Units (ICU). Dynamic models. Early detection. Healthcare.

#### Resumen

Este artículo revisa la integración de la Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (ML) en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), con un enfoque particular en los modelos dinámicos. El entorno de la UCI, con datos en tiempo real de monitores y registros de salud electrónicos, es ideal para aplicar estos modelos, que aprovechan la evolución continua de los datos en cuidados críticos para mejorar el monitoreo y la toma de decisiones. Desde 2020, los avances en IA, ciencia de datos y potencia computacional han permitido el desarrollo de modelos dinámicos enfocados en la detección temprana, predicción y monitoreo de condiciones médicas, lo que facilita intervenciones clínicas oportunas. El artículo también aborda la aplicación de ML en diagnóstico, pronóstico y planificación del tratamiento en la salud en general, reconociendo desafíos éticos y de gobernanza de datos, y la necesidad de modelos interpretables y confiables. Se destaca la importancia de un enfoque multidisciplinario que combine la ingeniería de sistemas, la IA y la experiencia clínica, con el objetivo de desarrollar sistemas dinámicos que mejoren la calidad y eficacia del cuidado en las UCIs.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial (IA). Aprendizaje Automático (ML). Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). Modelos dinámicos. Detección temprana. Salud.

#### \*Correspondence:

Naoki Takegami  
E-mail: n.takegami1229@gmail.com

Date of reception: 14-10-2024  
Date of acceptance: 19-11-2024  
DOI: 10.24875/RECC.M24000005

Available online: 15-07-2025  
REduCritic. 2026;5(1):15-22  
[www.reducritic.com](http://www.reducritic.com)

2938-1304 / © 2024 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introduction

The integration of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) into Intensive Care Units (ICU) signifies a major advancement in critical care medicine. A static model is trained once and used without further changes, while a dynamic model continuously updates and learns from new incoming data. This review focuses on dynamic AI/ML models, exploring their development, capabilities, and implementation challenges in the ICU context.

ICUs are environments rich in dynamic patient data, generating vast quantities of physiological information continuously monitored at high frequencies, significantly surpassing other hospital services.<sup>1</sup> This abundance of dynamic data presents an ideal setting for the application of AI/ML models, particularly dynamic models that are well-suited to leverage this continuously evolving data landscape. However, traditional risk prediction models in ICUs have not fully exploited this potential, often being static and not updated in real-time with patient data.<sup>2</sup> This review extends its scope to these dynamic models, addressing a range of critical care challenges.

The limitations of human capacity to process the vast information generated in ICUs highlight the need for AI tools, especially in early detection and assessment of conditions.<sup>3,4</sup> However, integrating these technologies into clinical workflows without burdening clinicians remains a challenge.<sup>5,6</sup>

Recent advancements in AI and data science have allowed for more comprehensive data analyses in ICUs. There has been a significant increase in the development of dynamic models since 2020, crucial for informed decision-making in critical care.<sup>7</sup> Despite challenges in data integration and quality, these models often match or even surpass human performance in ICU tasks.<sup>8</sup>

This review aims to provide a comprehensive overview of AI/ML's role in critical care, with an emphasis on dynamic models. It will categorize and summarize developments across various critical care topics, highlighting both the potential and challenges of these technologies.

## Methods

### Data sources and search strategy

The literature search was conducted using PubMed and Google Scholar, from 2000 to the end of 2023,

publications in English (excluding theses, dissertations, and conference presentations) were included. This time frame was chosen to encompass the significant developments in AI/ML in critical care over the past two decades. The search strategy was designed to focus on primary research studies.

The search terms used were a combination of keywords related to decision support systems, critical care, and ML. These included “decision support systems,” “critical care,” “ICU,” “ML,” “prediction model,” along with specific terms related to ICU outcomes such as “mortality,” “worsening,” “deterioration,” “dynamic,” “continuous,” “delirium,” “SIRS,” “sepsis,” “recovery,” “ventilation,” “extubation,” “admission,” “discharge,” “antibiotics,” and “length of stay”.

Studies were selected for their relevance to the predefined search terms, primarily focusing on adult ICU patients. We adopted a more inclusive approach, only excluding studies that were highly specialized or narrowly focused, such as those exclusively pertaining to cancer, or trauma patients. This was done to avoid confounding variables that might not be applicable to the broader context of general ICU settings.

### Evaluation methodology

In our review, N.T. and S.M. meticulously evaluated data, focusing on comparing outcomes and methodologies of ML models. This collaborative process included reviewing study authors, publication years, patient demographics, and importantly, the predicted outcomes and development methods of the models. Key aspects such as data preprocessing techniques, model features, and performance metrics were also scrutinized. This approach was crucial for effectively synthesizing our review's findings.

## Results

We found the majority of literature in critical care focused on predictive AI models. Our search strategy was primarily aimed at predictive models, yet we also explored the presence of generative or prescriptive AI models in the field for thoroughness. As a result, we identified two instances of generative AI models, whereas no articles were found regarding prescriptive AI models. In our search for generative models within neurocritical care, we encountered only two studies demonstrating the application of these AI technologies. *Zheng et al.* developed UNAGI, a neural network enhancing disease progression understanding and

drug discovery, notably identifying Nifedipine as a potential treatment for Idiopathic Pulmonary Fibrosis.<sup>9</sup> Edingburgh et al.'s DeepClean, a convolutional autoencoder, efficiently detects ICU data artefacts, outperforming traditional methods and potentially improving data imputation.<sup>10</sup>

### **Predictive models for ICU mortality**

Traditional ICU mortality prediction models, such as Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) and Simplified Acute Physiologic Score (SAPS), have relied on statistical learning to link outcomes with risk factors.<sup>11,12</sup> However, these models are limited by linear assumptions and reliance on expert experience. Studies, including one by Ribas et al., indicate that ML methods like Support Vector Machines (SVMs), an ML algorithm that uses supervised learning models for regression and classification can outperform these traditional models.<sup>13</sup>

Advanced ML techniques have led to dynamic models that offer improved predictions in mortality and ICU length of stay. Deep learning models, processing large volumes of time-series data, have been particularly effective. A study by Sanjay et al. demonstrated that deep learning models, including recurrent neural networks (RNN) and gated recurrent units (GRU), which are artificial neural networks which use sequential data or time series data to create a memory surpass traditional scoring systems, although they sometimes lack interpretability.<sup>14</sup>

Recent advancements have seen novel approaches in dynamic modeling for ICU mortality prediction. Muhlestein et al. developed a method combining various algorithms, showing the effectiveness of ensemble models like gradient boosted tree (GBT) and SVM, a process that allows building prediction models sequentially where each model tries to predict the error left over by the previous model.<sup>15</sup> Li et al.'s study emphasized the role of data preprocessing for model accuracy, using techniques like the least absolute shrinkage and selection operator (LASSO), a regression analysis method used for feature selection.<sup>16</sup>

Despite progress, challenges remain in creating dynamic models for ICU mortality that are both accurate and interpretable. The complexity of ICU data, such as its volume, diversity, and temporal aspects, complicates model development. Crucially, interpretable ('white-box') ML models, which provide clear explanations of their processes on how the model arrived at the conclusion, are needed for clinical justification,

contrasting with the less transparent 'black-box' models that model extremely complex scenarios with deep and non-linear interactions between the data typically incomprehensible to humans.<sup>17-19</sup>

In their CCM guidelines, Leisman and colleagues advocate for a balanced approach when constructing predictive models. They emphasize the need to focus on precision and simplicity while maintaining transparency throughout the process. The intention behind the prediction must be clear, with feature selection prioritized to align with the task's specific goals. Handling and reporting missing data is critical, along with understanding the nature of the relationship between predictors and outcomes, such as whether they are linear or exponential. To ensure the model's applicability to new data, external validation is crucial. Additionally, the model's performance should be assessed against reasonable comparators, not just a no-model scenario. Lastly, they advise adhering to established reporting standards, such as those outlined in the TRIPOD and RECORD guidelines, to maintain methodological rigor and enhance reproducibility.<sup>20</sup>

In summary, while traditional models lay the groundwork for ICU mortality prediction, the shift towards dynamic, ML-based models holds promise for improved accuracy and timeliness. The key challenge is to balance their complexity with interpretability to ensure seamless clinical integration. Future research should aim to enhance the interpretability of these models while retaining their accuracy, requiring both ML advancements and a deeper understanding of the complexities in ICU patient data.<sup>20,21</sup>

### **Predictive models for delirium in ICU**

Predictive models for delirium in ICU, a condition marked by altered attention and consciousness, have evolved beyond traditional assessment tools like Confusion Assessment Method for the ICU (CAM-ICU) and Intensive Care Delirium Screening Checklist (ICDSC).<sup>22-24</sup> Despite the effectiveness of these tools, their inconsistent application has spurred the development of dynamic ML models for delirium prediction leverage real-time data and adapt to ICU conditions. For example, a study developed a dynamic nomogram using factors like age and C-reactive protein levels to predict subsyndromal delirium (SSD), showing high predictive accuracy.<sup>25</sup> The Acute Brain Dysfunction-prediction model (ABD-pm) is another significant development, predicting changes in brain function, ICU discharge, and mortality with high negative predictive values.<sup>21</sup>

However, integrating these models into clinical workflows remains challenging.<sup>24</sup> Methodological evaluation revealed biases in outcome assessment and predictor selection.<sup>24</sup> Despite this, some models, like ABD-pm, showed good calibration (agreement between observed outcomes and predictions) and could predict patient outcomes across ICU populations.<sup>21</sup> These models' performance varied, with area under the receiver operating characteristic curve (AUROC) values ranging from 0.62 to 0.94, indicating some inconsistency in validation versus development.<sup>26,27</sup>

In summary, while traditional models have established a foundation for delirium prediction in ICU, dynamic models offer a more detailed and timely approach. By incorporating specific patient data and adapting to daily changes, they have the potential to significantly improve delirium management. However, to enhance their clinical applicability, challenges in development and validation, particularly concerning bias and calibration, must be addressed.

### **Predictive models regarding infection in ICU**

In the context of managing infections within ICUs, especially sepsis, the integration of machine learning (ML) represents a significant evolution from traditional methods. While tools like the Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS) and Sequential Organ Failure Assessment (SOFA) scoring systems have been instrumental in screening for sepsis, it's important to clarify their functions. SIRS serves primarily as a screening tool, whereas SOFA is utilized not only for screening but also for predicting mortality and organ dysfunction in the context of infections.<sup>28</sup>

Dynamic ML models, like the InSight model utilizing MIMIC-II database metrics, predict sepsis with high accuracy, exemplified by an AUROC of 0.92.<sup>29</sup> Other models employ ML classifiers with ECG and ABP data to predict septic shock, achieving an AUC of 0.93, while dynamic nomograms use patient-specific data for early management of conditions like SSD.<sup>30</sup>

The TREWScore provides real-time sepsis risk assessment with an AUC of 0.83.<sup>31</sup> RNNs and ensemble methods like RF have also been effective for sepsis prediction, processing sequential patient data for a more refined infection management strategy.<sup>28</sup>

### **Predictive models for COVID-19 in ICU**

Predictive models for COVID-19 in ICUs have advanced to address the unique challenges presented by the

disease. Traditional Early Warning Scores (EWSs) were not sufficient for the rapid and unpredictable deterioration seen in COVID-19 patients.<sup>32-36</sup>

Dynamic ML models have since been created to predict outcomes like mortality and the need for ICU admission, utilizing the extensive clinical data available for more accurate predictions. Qing-Lei Gao developed a notable early death risk prediction tool, though its requirement for 14 variables complicated its immediate use.<sup>37,38</sup>

Ensemble learning algorithms that merge predictions from multiple models have gained traction in COVID-19 model development, used in numerous studies for mortality prediction, signaling a move towards real-time, data-driven decision-making.<sup>39-46</sup> Alternative studies used non-ensemble methods such as SVMs and neural networks, exploring a variety of ML techniques for prediction of mortality outcomes for COVID-19.<sup>47-51</sup> Artificial intelligence (AI) has played a significant role in clinical care during the COVID-19 pandemic, particularly in improving early screening, diagnosis, and prognosis of the disease.

Despite high pooled sensitivity and AUC values, often over 0.90, challenges remain due to methodological flaws, lack of validation, and data handling issues, impacting the reliability of these models.<sup>52</sup>

The shift to dynamic, ML-based models for COVID-19 in ICUs is a significant response to pandemic-related challenges, offering potential for improved patient outcomes. Yet, the importance of methodological rigor and validation remains paramount for effective clinical application.

### **Predictive models for ventilation in ICU**

Predictive models for ventilation in ICUs have evolved to address the limitations of traditional weaning assessments like the Rapid Shallow Breathing Index (RSBI) and spontaneous breathing trials (SBT).<sup>53</sup> Predictive models for ventilation in the ICU, leveraging dynamic machine learning approaches, aim to enhance the prediction of weaning outcomes, optimize ventilation liberation timing, and accurately estimate ventilation duration.

Dynamic ML models now aim to more accurately predict mechanical ventilation outcomes, such as weaning success and ventilator-associated pneumonia (VAP) risks. A key development is the use of Mechanical Power (MP) to evaluate respiratory muscle workload, guiding the weaning process.<sup>54,55</sup>

For noninvasive ventilation (NIV), models like those by Garcia et al. have used data mining to determine

factors for NIV success, with methods like random forests showing higher accuracy.<sup>56</sup> Advanced statistical models have also been developed for predicting extubation outcomes, utilizing vital sign analyses to detect signs of sub-acute illnesses such as sepsis.<sup>57,58</sup>

### **Predictive models for deterioration in ICU**

The early recognition of patient deterioration in ICU (or hospital wards) settings is crucial for timely intervention and improving patient outcomes. Traditional models for detecting deterioration have primarily relied on Early Warning Systems (EWS) based on vital signs and clinical parameters. These systems, such as the Modified Early Warning Score (MEWS) and the National Early Warning Score (NEWS), have been widely used to predict severe adverse events (SAEs).<sup>59,60</sup>

The shift toward dynamic ML and AI models, such as Bayesian Networks (BNs) and Dynamic Bayesian Networks (DBNs), that model causal relationships among random variables by using conditional probabilities offer a sophisticated analysis of complex physiological variables and their changes over time, enhancing accuracy in predicting patient deterioration.<sup>61,62</sup> These models have improved upon traditional scoring systems in specific ICU scenarios, including trauma and organ failure, where DBNs have provided a more accurate depiction of organ interdependencies and the progression of failure.<sup>61-63</sup>

While traditional ICU admission and discharge models like APACHE and SAPS offer broad assessments, they lack customization for individual treatments. Emerging dynamic ML and AI models leverage real-time data and EHRs, enhancing care efficiency and quality in emergency departments. These models excel in ICU readmissions, outperforming traditional systems by adapting to patient changes and integrating unstructured data for improved risk assessment. Despite these advancements, the challenges of data complexity and the opaque nature of ML algorithms call for careful consideration in their clinical integration.<sup>64-70</sup>

### **Predictive models for ICU length of stay**

Traditional models for predicting ICU Length of Stay (LOS), mainly using multivariate linear regression, are limited by linear assumptions and lack the dynamism needed for real-time data analysis in ICU settings.<sup>71-76</sup> Specific models utilized for survival and prolonged stay predictions, including classification techniques like artificial neural networks (ANNs), k-nearest neighbors

(k-NN), support vector machine (SVMs), regression trees (CART), random forests (RF), and AdaBoost. For regression, the methods encompass ANNs, k-NN, RF, Support Vector Regression (SVR), and CART, with feature selection performed through backward elimination and RF. These approaches are concisely detailed, reflecting their application in predictive modeling. Although linear mixed models (LMM) and SVR have shown improvements, they still fall short in adaptability.<sup>72,77</sup>

Dynamic models, which could use the continuous data flow within ICUs, are believed to have potential advantages for predicting LOS by adapting to changing patient conditions. However, research on dynamic predictive models for ICU LOS is scarce, indicating a need for future studies to fill this gap and potentially enhance prediction accuracy.<sup>78</sup>

## **Discussion**

The evolving role of AI and ML in critical care has significantly impacted the way healthcare professionals approach patient care in life-threatening situations. These advanced technologies have become valuable tools in critical care settings, aiding in data analysis, predictive analytics, and decision support. AI algorithms help process patient data efficiently, such as vital signs, lab results, and medical imaging, allowing for early detection of changes and potential complications. ML models continually improve their ability to predict patient outcomes and personalize treatment plans. As AI and ML continue to advance, they contribute to improved accuracy and efficiency in critical care, supporting healthcare teams in making more informed decisions, ultimately enhancing patient care in high-pressure medical environments. As the potential of AI and ML to enhance the care of critically ill patients.

Our review illuminates the rapidly evolving landscape of ML and AI in Intensive Care, particularly highlighting the significant strides made by dynamic models. These models, equipped with the capability to handle the complex and voluminous data typical in ICU environments, are emerging as pivotal tools in enhancing patient care. Their potential to surpass traditional models in performance is notable, as evidenced by the advancements in predictive models for ICU mortality, delirium, infection, COVID-19, ventilation, deterioration, and patient admission and discharge.

One of the critical challenges in the adoption of these complex ML models in ICU settings is their interpretability in complex models. The ability to understand and justify the outcomes of ML models is crucial, especially

when these decisions impact patient care significantly. This need brings to the fore the importance of Explainable AI (XAI), which aims to demystify the outcomes of ML models, making them more transparent and justifiable in a clinical context.<sup>17-19,79</sup> The development of interpretable or 'white-box' models is particularly essential in healthcare, where the justification of outcomes can directly influence patient treatment plans. Conversely, the complexity of 'black-box' models, while offering robust analytical power, can sometimes lead to unreliable outcomes not suitable for clinical decision-making.

A crucial aspect often overlooked in the eagerness to develop and report new models is external validation. This process is fundamental in assessing the generalizability and reliability of models across various clinical settings. Models must be tested in diverse real-world environments to ensure they are robust and applicable in different healthcare contexts.<sup>80</sup> Building upon this, the development of meta-models that integrate insights from various individual models can provide a more comprehensive tool for clinical decision-making. These meta-models require a collaborative effort across disciplines to ensure their functionality and applicability in real-world settings.

To ensure that the development of ML models in ICU settings is not only innovative but also clinically viable, it is essential to establish comprehensive frameworks. These frameworks should guide the entire model development process, from conception and development to validation and implementation. They need to address critical issues such as research bias and the necessity for external validation.<sup>71</sup> Clear guidelines and standards within these frameworks can help streamline the development of new models, ensuring they are effective and align with clinical needs.

## Conclusion

The potential of ML to revolutionize ICU care is clear. However, realizing this potential requires a structured approach encompassing streamlined model selection, development of meta-models, and comprehensive frameworks guiding model development. Incorporating XAI principles to enhance interpretability will be crucial in overcoming barriers to the clinical application of these advanced models. By addressing these challenges, we can ensure that ML models not only advance in sophistication but also in their practical applicability and effectiveness in improving patient outcomes in ICU settings.

## Limitation

While traditional Early Warning Systems (EWS) have laid the groundwork for detecting patient deterioration in ICU settings, the emergence of dynamic, machine learning (ML)-based models, particularly Bayesian Networks (BNs) and Dynamic Bayesian Networks (DBNs), presents a significant advancement in improving predictions related to ICU ventilation management. These innovative models offer the promise of enhancing patient outcomes through better-timed weaning processes and reduced complications by providing a more detailed and dynamic analysis of patient data. However, the integration of these models into clinical practice faces several challenges. Methodological hurdles, the necessity for robust validation, and the prevention of overreliance on artificial intelligence (AI) are critical concerns. Additionally, ensuring these models' adaptability to the ever-changing conditions of the ICU and across diverse patient populations is essential to avoid missing adverse events. The successful adoption of dynamic AI-based models in clinical settings, therefore, requires overcoming these challenges to leverage their full potential in improving patient care. This underscores the importance of careful consideration in AI integration within healthcare, emphasizing the need for models that are not only thoroughly validated but also flexible and responsive to the specific demands of clinical environments.

## Funding

The authors declare that this work was carried out with the authors' own resources.

## Conflicts of Interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

## Ethical considerations

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

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

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

## References

- Shillan D, Sterne JAC, Champneys A, Gibbson B. Use of machine learning to analyse routinely collected intensive care unit data: a systematic review. *Crit Care*. Aug 22 2019;23(1):284.
- Schoe A, Bakhshi-Raiez F, de Keizer N, van Dissel JT, de Jonge E. Mortality prediction by SOFA score in ICU-patients after cardiac surgery; comparison with traditional prognostic-models. *BMC Anesthesiol*. Mar 13 2020;20(1):65.
- Burke JR, Downey C, Almoudaris AM. Failure to Rescue Deteriorating Patients: A Systematic Review of Root Causes and Improvement Strategies. *J Patient Saf*. Jan 01 2022;18(1):e140-e155.
- Hall KK, Lim A, Gale B. The Use of Rapid Response Teams to Reduce Failure to Rescue Events: A Systematic Review. *J Patient Saf*. Sep 2020;16(3S Suppl 1):S3-S7.
- Ginestra JC, Giannini HM, Schweickert WD, Meadows L, Lynch MJ, Pavan K, et al. Clinician perception of a machine learning-based early warning system designed to predict severe sepsis and septic shock. *Crit Care Med*. 2019 Nov;47(11):1477-84.
- Wong A, Otles E, Donnelly JP, Krumm A, McCullough J, DeTroyer-Cooley O, et al. External validation of a widely implemented proprietary sepsis prediction model in hospitalized patients. *JAMA Intern Med*. 2021 Aug 1;181(8):1065-70.
- Lapp L, Roper M, Kavanagh K, Bouamrane MM, Schraag S. Dynamic Prediction of Patient Outcomes in the Intensive Care Unit: A Scoping Review of the State-of-the-Art. *J Intensive Care Med*. Jul 2023;38(7):575-591.
- Rush B, Celi LA, Stone DJ. Applying machine learning to continuously monitored physiological data. *J Clin Monit Comput*. Oct 2019;33(5):887-893.
- Zheng Y, Schupp J, Adams T, Clair G, Justet A, Ahangari F, et al. Unagi: deep generative model for deciphering cellular dynamics and in-silico drug discovery in complex diseases. *Res Sq*. 2023 Dec 18.
- Edinburgh T, Smielewski P, Czosnyka M, Cabeleira M, Eglen SJ, Ercole A. DeepClean: Self-Supervised Artefact Rejection for Intensive Care Waveform Data Using Deep Generative Learning. *Acta Neurochir Suppl*. 2021;131:235-241.
- Knaus WA, Zimmerman JE, Wagner DP, Draper EA, Lawrence DE. APACHE-acute physiology and chronic health evaluation: a physiologically based classification system. *Crit Care Med*. Aug 1981;9(8):591-7.
- Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA*. 1993 Dec 22-29 1993;270(24):2957-63.
- Ribas VJ, Lopez JC, Ruiz-Sanmartin A, Ruiz-Rodriguez JC, Rello J, Wajdel A, et al. Severe sepsis mortality prediction with relevance vector machines. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2011;2011:100-3.
- Purushotham S, Meng C, Che Z, Liu Y. Benchmarking deep learning models on large healthcare datasets. *J Biomed Inform*. Jul 2018;83:112-134.
- Muhlestein WE, Akagi DS, Davies JM, Chambless LB. Predicting Inpatient Length of Stay After Brain Tumor Surgery: Developing Machine Learning Ensembles to Improve Predictive Performance. *Neurosurgery*. Sep 01 2019;85(3):384-393.
- Li C, Chen L, Feng J, Wu D, Wang Z, Liu J, et al. Prediction of length of stay on the intensive care unit based on least absolute shrinkage and selection operator. *IEEE Access*. 2019;7:110710-21.
- Rudin C. Stop Explaining Black Box Machine Learning Models for High Stakes Decisions and Use Interpretable Models Instead. *Nat Mach Intell*. May 2019;1(5):206-215.
- Gunning D, Stefik M, Choi J, Miller T, Stumpf S, Yang GZ. XAI-Explainable artificial intelligence. *Sci Robot*. Dec 18 2019;4(37).
- Heuillet A, Couthouis F, Diaz-Rodríguez N. Explainability in deep reinforcement learning. *Knowledge-Based Systems*. 2021/02/28/ 2021;214:106685.
- Leisman DE, Harhay MO, Lederer DJ, Abramson M, Adjei AA, Bakker J, et al. Development and reporting of prediction models: guidance for authors from editors of respiratory, sleep, and critical care journals. *Crit Care Med*. 2020 May;48(5):623-33.
- Marra A, Pandharipande PP, Shotwell MS, Chandrasekhar R, Girard TD, Shintani AK, et al. Acute brain dysfunction: development and validation of a daily prediction model. *Chest*. 2018 Aug;154(2):293-301.
- Ely EW, Margolin R, Francis J, May L, Truman B, Dittus R, et al. Evaluation of delirium in critically ill patients: validation of the Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU). *Crit Care Med*. 2001 Jul;29(7):1370-9.
- Gusmao-Flores D, Salluh JI, Chalhoub R, Quarantini LC. The confusion assessment method for the intensive care unit (CAM-ICU) and intensive care delirium screening checklist (ICDSC) for the diagnosis of delirium: a systematic review and meta-analysis of clinical studies. *Crit Care*. Jul 03 2012;16(4):R115.
- Ruppert MM, Lipori J, Patel S, Ingersent E, Cupka J, Ozrazgat-Baslanti T, et al. ICU delirium-prediction models: a systematic review. *Crit Care Explor*. 2020 Dec;2(12):e0296.
- Cheng J, Lao Y, Chen X, Qiao X, Sui W, Gong X, et al. Dynamic nomogram for subsyndromal delirium in adult intensive care unit: a prospective cohort study. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2023;19:2535-48.
- Lee A, Mu JL, Joynt GM, Chiu CH, Lai VKW, Gin T, et al. Risk prediction models for delirium in the intensive care unit after cardiac surgery: a systematic review and independent external validation. *Br J Anaesth*. 2017 Mar 1;118(3):391-9.
- Kim MY, Park UJ, Kim HT, Cho WH. DELirium Prediction Based on Hospital Information (Delphi) in General Surgery Patients. *Medicine (Baltimore)*. Mar 2016;95(12):e3072.
- Liu S, Fu B, Wang W, Liu M, Sun X. Dynamic Sepsis Prediction for Intensive Care Unit Patients Using XGBoost-Based Model With Novel Time-Dependent Features. *IEEE J Biomed Health Inform*. Aug 2022;26(8):4258-4269.
- Calvert JS, Price DA, Chettipally UK, Barton CW, Feldman MD, Hoffman JL, et al. A computational approach to early sepsis detection. *Comput Biol Med*. 2016 Jul 1;74:69-73.
- Mollura M, Romano S, Mantoan G, Lehman LW, Barbieri R. Prediction of Septic Shock Onset in ICU by Instantaneous Monitoring of Vital Signs. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. Jul 2020;2020:2768-2771.
- Henry KE, Hager DN, Pronovost PJ, Saria S. A targeted real-time early warning score (TREWScore) for septic shock. *Sci Transl Med*. Aug 05 2015;7(299):299ra122.
- Pimentel MAF, Redfern OC, Hatch R, Young JD, Tarassenko L, Watkinson PJ. Trajectories of vital signs in patients with COVID-19. *Resuscitation*. Nov 2020;156:99-106.
- Coughlan C, Rahman S, Honeyford K, Costelloe CE. Developing useful early warning and prognostic scores for COVID-19. *Postgrad Med J*. Aug 01 2021;97(1150):477-480.
- Sze S, Pan D, Williams CML, Wong N, Sahota A, Bell D, et al. Letter to the editor: variability but not admission or trends in NEWS2 score predicts clinical outcome in elderly hospitalised patients with COVID-19. *J Infect*. 2021 Jan;82(1):159-98.
- Bradley P, Frost F, Tharmaratnam K, Wootton DG, Research NCOiR. Utility of established prognostic scores in COVID-19 hospital admissions: multicentre prospective evaluation of CURB-65, NEWS2 and qSOFA. *BMJ Open Respir Res*. Dec 2020;7(1).
- Carr E, Bendayan R, Bean D, Stammers M, Wang W, Zhang H, et al. Evaluation and improvement of the National Early Warning Score (NEWS2) for COVID-19: a multi-hospital study. *BMC Med*. 2021 Jan 21;19(1):23.
- Gao Y, Cai GY, Fang W, Li HY, Wang SY, Chen L, et al. Machine learning based early warning system enables accurate mortality risk prediction for COVID-19. *Nat Commun*. 2020 Oct 6;11(1):5033.
- Bai Z, Gong Y, Tian X, Cao Y, Liu W, Li J. The Rapid Assessment and Early Warning Models for COVID-19. *Virol Sin*. Jun 2020;35(3):272-279.
- Ikemura K, Bellin E, Yagi Y, Billett H, Saada M, Simone K, et al. Using automated machine learning to predict the mortality of patients with COVID-19: prediction model development study. *J Med Internet Res*. 2021 Feb 26;23(2):e23458.
- Tezza F, Lorenzoni G, Azzolina D, Barbar S, Leone LAC, Gregori D. Predicting in-Hospital Mortality of Patients with COVID-19 Using Machine Learning Techniques. *J Pers Med*. Apr 24 2021;11(5).
- Vaid A, Somani S, Russak AJ, De Freitas JK, Chaudhry FF, Paranjpe I, et al. Machine learning to predict mortality and critical events in a cohort of patients with COVID-19 in New York City: model development and validation. *J Med Internet Res*. 2020 Nov 6;22(11):e24018.
- Li S, Lin Y, Zhu T, Fan M, Xu S, Qiu W, et al. Development and external evaluation of prediction models for mortality of COVID-19 patients using machine learning methods. *Neural Comput Appl*. 2023;35(18):13037-46.
- Garrafa E, Vezzoli M, Ravanelli M, Farina D, Borghesi A, Calza S, et al. Early prediction of in-hospital death of COVID-19 patients: a machine-learning model based on age, blood analyses, and chest x-ray score. *Elife*. 2021 Oct 18;10.
- Churpek MM, Gupta S, Spicer AB, Hayek SS, Srivastava A, Chan L, et al. Machine learning prediction of death in critically ill patients with coronavirus disease 2019. *Crit Care Explor*. 2021 Aug;3(8):e0515.
- Stachel A, Daniel K, Ding D, Francois F, Phillips M, Lighter J. Development and validation of a machine learning model to predict mortality risk in patients with COVID-19. *BMJ Health Care Inform*. May 2021;28(1).
- Tabatabaie M, Sarrami AH, Didehdar M, Tasorian B, Shafaat O, Sotoudeh H. Accuracy of Machine Learning Models to Predict Mortality in COVID-19 Infection Using the Clinical and Laboratory Data at the Time of Admission. *Cureus*. Oct 2021;13(10):e18768.
- Booth AL, Abels E, McCaffrey P. Development of a prognostic model for mortality in COVID-19 infection using machine learning. *Mod Pathol*. Mar 2021;34(3):522-531.
- Hu C, Liu Z, Jiang Y, Shi O, Zhang X, Xu K, et al. Early prediction of mortality risk among patients with severe COVID-19, using machine learning. *Int J Epidemiol*. 2021 Jan 23;49(6):1918-29.
- Meng L, Dong D, Li L, Niu M, Bai Y, Wang M, et al. A deep learning prognosis model help alert for COVID-19 patients at high risk of death: a multi-center study. *IEEE J Biomed Health Inform*. 2020 Dec;24(12):3576-84.

50. Murri R, Lenkovic J, Masciocchi C, Iacomini C, Fantoni M, Damiani A, et al. A machine-learning parsimonious multivariable predictive model of mortality risk in patients with Covid-19. *Sci Rep*. 2021 Oct 27;11(1):21136. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-99905-6>.
51. Naseem M, Arshad H, Hashmi SA, Irfan F, Ahmed FS. Predicting mortality in SARS-COV-2 (COVID-19) positive patients in the inpatient setting using a novel deep neural network. *Int J Med Inform*. Oct 2021;154:104556.
52. Wynants L, Van Calster B, Collins GS, Riley RD, Heinze G, Schuit E, et al. Prediction models for diagnosis and prognosis of COVID-19: systematic review and critical appraisal. *BMJ*. 2020 Apr 7;369:m1328.
53. Keim-Malpass J, Enfield KB, Calland JF, Lake DE, Clark MT. Dynamic data monitoring improves predictive analytics for failed extubation in the ICU. *Physiol Meas*. Jul 16 2018;39(7):075005.
54. Ghiani A, Paderewska J, Walcher S, Neurohr C. Mechanical power normalized to lung-thorax compliance predicts prolonged ventilation weaning failure: a prospective study. *BMC Pulm Med*. Jun 17 2021;21(1):202.
55. Ghiani A, Paderewska J, Walcher S, Tsitouras K, Neurohr C, Kneidinger N. Mechanical power normalized to lung-thorax compliance indicates weaning readiness in prolonged ventilated patients. *Sci Rep*. Jan 07 2022;12(1):6.
56. Martín-González F, González-Robledo J, Sánchez-Hernández F, Moreno-García MN. Success/Failure Prediction of Noninvasive Mechanical Ventilation in Intensive Care Units. Using Multiclassifiers and Feature Selection Methods. *Methods Inf Med*. May 17 2016;55(3):234-41.
57. Fairchild KD, Schelonka RL, Kaufman DA, Carlo WA, Kattwinkel J, Porcelli PJ, et al. Septicemia mortality reduction in neonates in a heart rate characteristics monitoring trial. *Pediatr Res*. 2013 Nov;74(5):570-5.
58. Moss TJ, Lake DE, Calland JF, Enfield KB, Delos JB, Fairchild KD, et al. Signatures of subacute potentially catastrophic illness in the ICU: model development and validation. *Crit Care Med*. 2016 Sep;44(9):1639-48.
59. Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, Gemmel L. Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions. *QJM*. Oct 2001;94(10):521-6.
60. Cei M, Bartolomei C, Mumoli N. In-hospital mortality and morbidity of elderly medical patients can be predicted at admission by the Modified Early Warning Score: a prospective study. *Int J Clin Pract*. Apr 2009;63(4):591-5.
61. Petousis P, Han SX, Aberle D, Bui AA. Prediction of lung cancer incidence on the low-dose computed tomography arm of the National Lung Screening Trial: A dynamic Bayesian network. *Artif Intell Med*. Sep 2016;72:42-55.
62. Sandri M, Berchiolla P, Baldi I, Gregori D, De Blasi RA. Dynamic Bayesian Networks to predict sequences of organ failures in patients admitted to ICU. *J Biomed Inform*. Apr 2014;48:106-13.
63. VanderWeele TJ. Outcome-wide Epidemiology. *Epidemiology*. May 2017;28(3):399-402.
64. Long J, Wang M, Li W, et al. The risk assessment tool for intensive care unit readmission: A systematic review and meta-analysis. *Intensive Crit Care Nurs*. Jun 2023;76:103378.
65. Linder JA, Ma J, Bates DW, Middleton B, Stafford RS. Electronic health record use and the quality of ambulatory care in the United States. *Arch Intern Med*. Jul 09 2007;167(13):1400-5.
66. Nebeker JR, Hoffman JM, Weir CR, Bennett CL, Hurdle JF. High rates of adverse drug events in a highly computerized hospital. *Arch Intern Med*. May 23 2005;165(10):1111-6.
67. The NRCUCoE, Informatics CSRCiHC. Computational Technology for Effective Health Care: Immediate Steps and Strategic Directions. 2009.
68. Johnston D, Pan E, Walker J, Bates DW, Middleton B. The value of computerized provider order entry in ambulatory settings. Boston, MA: Center for Information Technology Leadership. 2003.
69. Lin YW, Zhou Y, Faghri F, Shaw MJ, Campbell RH. Analysis and prediction of unplanned intensive care unit readmission using recurrent neural networks with long short-term memory. *PLoS One*. 2019;14(7):e0218942.
70. Zhu Y, Chiu YD, Villar SS, Brand JW, Patteril MV, Morrice DJ, et al. Dynamic individual vital sign trajectory early warning score (DyniEWS) versus snapshot national early warning score (NEWS) for predicting postoperative deterioration. *Resuscitation*. 2020 Dec;157:176-84.
71. Veldhuis LI, Woittiez NJC, Nanayakkara PWB, Ludikhuizen J. Artificial Intelligence for the Prediction of In-Hospital Clinical Deterioration: A Systematic Review. *Crit Care Explor*. Sep 2022;4(9):e0744.
72. Moran JL, Solomon PJ, (ANZICS) ACfOaRECoTaaNZICS. A review of statistical estimators for risk-adjusted length of stay: analysis of the Australian and new Zealand Intensive Care Adult Patient Data-Base, 2008-2009. *BMC Med Res Methodol*. May 16 2012;12:68.
73. Kramer AA, Zimmerman JE. A predictive model for the early identification of patients at risk for a prolonged intensive care unit length of stay. *BMC Med Inform Decis Mak*. May 13 2010;10:27.
74. Niskanen M, Reinikainen M, Pettilä V. Case-mix-adjusted length of stay and mortality in 23 Finnish ICUs. *Intensive Care Med*. Jun 2009;35(6):1060-7.
75. Vasilevskis EE, Kuzniewicz MW, Cason BA, Lane RK, Dean ML, Clay T, et al. Mortality probability model III and simplified acute physiology score II: assessing their value in predicting length of stay and comparison to APACHE IV. *Chest*. 2009 Jul;136(1):89-101.
76. Zimmerman JE, Kramer AA, McNair DS, Malila FM, Shaffer VL. Intensive care unit length of stay: Benchmarking based on Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) IV. *Crit Care Med*. Oct 2006;34(10):2517-29.
77. Houthoofd R, Ruysinck J, van der Hertten J, Stijnen S, Couckuyt I, Gadeyne B, et al. Predictive modelling of survival and length of stay in critically ill patients using sequential organ failure scores. *Artif Intell Med*. 2015 Mar;63(3):191-207.
78. Peres IT, Hamacher S, Oliveira FLC, Bozza FA, Salluh JIF. Prediction of intensive care units length of stay: a concise review. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2021;33(2):183-187.
79. Tjoa E, Guan C. A Survey on Explainable Artificial Intelligence (XAI): Toward Medical XAI. *IEEE Trans Neural Netw Learn Syst*. Nov 2021;32(11):4793-4813.
80. Ebadollahi S, Sun J, Gotz D, Hu J, Sow D, Neti C. Predicting Patient's Trajectory of Physiological Data using Temporal Trends in Similar Patients: A System for Near-Term Prognostics. *AMIA Annu Symp Proc*. Nov 13 2010;2010:192-6.

## Actualización en anestesia de las neuralgias craneofaciales: trigémino y occipital

### Update on anesthesia for craniofacial neuralgias: trigeminal and occipital

Luis E. Arévalo-Gutiérrez 

Anestesiología, Hospital General, Instituto Salvadoreño del Seguro Social, San Salvador, El Salvador

#### Resumen

Las neuralgias craneofaciales se componen de múltiples afecciones caracterizadas por un dolor intenso y paroxístico en el territorio de un nervio de la cara, la cabeza o el cuello. El dolor se describe como agudo, punzante o lancinante, y generalmente se desencadena por estímulos sensoriales como el cepillado de los dientes, afeitarse o masticar; este dolor puede ser refractario a la terapia conservadora y requerir intervención quirúrgica. La neuralgia del trigémino es el dolor neuropático más común que afecta la región craneofacial; el nervio occipital mayor, el nervio occipital menor y el tercer nervio occipital transmiten las neuralgias occipitales. Comprender la anatomía de los ramos nerviosos periféricos, su presentación clínica y las estrategias de manejo ayudan al diagnóstico y el tratamiento de las neuralgias craneofaciales. La técnica anestésica apoya el diagnóstico y proporciona alivio del dolor en pacientes afectados por neuralgias del trigémino y occipitales, a través de sedación, anestesia general o bloqueos nerviosos craneales o cervicales. Dichos procedimientos son infrecuentes y poco conocidos por los anestesiólogos, por lo que se realizó una revisión narrativa de la literatura de artículos originales, reportes de casos, revisiones sistemáticas y metaanálisis en las bases de datos PubMed, ScienceDirect y EBSCO para describir la evaluación, el diagnóstico y el manejo anestésico de las neuralgias del trigémino y occipitales.

**Palabras clave:** Neuralgias craneofaciales. Neuralgia del trigémino. Neuralgia occipital o de Arnold. Bloqueos nerviosos periféricos. Anestesia en neuralgias craneofaciales.

#### Abstract

Craniofacial neuralgias are made up of multiple pathological entities characterized by intense and paroxysmal pain in the territory of a nerve of the face, head or neck. The pain is described as sharp, stabbing, or lancinating and is usually triggered by sensory stimuli such as brushing teeth, shaving, or chewing; this pain may be refractory to conservative therapy and require surgical intervention. Trigeminal neuralgia is the most common neuropathic pain affecting the craniofacial region; the greater occipital nerve, the lesser occipital nerve, and the third occipital nerve transmit occipital neuralgia. Understanding the anatomy of the peripheral nerve branches, their clinical presentation and management strategies help in the diagnosis and treatment of craniofacial neuralgias. The anesthetic technique supports the diagnosis and provides pain relief in patients affected by trigeminal and occipital neuralgia, through sedation, general anesthesia or cranial or cervical nerve blocks. These procedures are infrequent and little known by anesthesiologists, so a narrative review of the literature of original articles, case reports, systematic reviews and meta-analysis was carried out in the databases of PubMed, ScienceDirect, EBSCO to describe the evaluation, diagnosis and anesthetic management of trigeminal neuralgia and occipital neuralgia.

**Keywords:** Craniofacial neuralgia. Trigeminal neuralgia. Occipital or Arnold neuralgia. Peripheral nerve blocks. Anesthesia in craniofacial neuralgia.

#### Correspondencia:

Luis E. Arévalo-Gutiérrez  
E-mail: dr\_arevalo82@hotmail.com

Fecha de recepción: 26-12-2024  
Fecha de aceptación: 23-02-2025  
DOI: 10.24875/RECC.25000001

Disponible en internet: 17-07-2025  
REduCritic. 2026;5(1):23-31  
[www.reducritic.com](http://www.reducritic.com)

2938-1304 / © 2025 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

Las neuralgias craneofaciales son el resultado de una anomalía en los componentes neurales que inervan la zona cutánea de la cabeza. Comprender la anatomía de los ramos nerviosos periféricos, su presentación clínica y las estrategias de manejo ayuda a un mejor diagnóstico y adecuado tratamiento<sup>1</sup>. La neuralgia del trigémino (NT), también conocida como tic doloroso, es el dolor neuropático más común que afecta la región craneofacial y se caracteriza por episodios recurrentes intensos, breves, repentinos, paroxísticos, con dolor similar a una descarga eléctrica y generalmente unilaterales en la distribución de uno o más ramos del nervio trigémino<sup>2</sup>. El nervio trigémino es el más grande de los nervios craneales, encargado de la información sensorial primaria de la cabeza y el cuello, proporciona inervación motora a los músculos de la masticación e inerva estructuras vasculares como el tronco del encéfalo, el seno cavernoso y las divisiones periféricas, con una distribución tan amplia que varias lesiones pueden contribuir a la neuralgia o disfunción del trigémino<sup>3</sup>. El bloqueo nervioso se puede utilizar como tratamiento adicional después de la carbamazepina, al igual que la acupuntura y la estimulación de los nervios periféricos. Para pacientes con dolor refractario se encuentran disponibles varios procedimientos quirúrgicos, incluyendo la microdescompresión vascular (MDV) y la radiocirugía estereotáxica; la MDV ha sido ampliamente aceptada como el procedimiento quirúrgico de referencia para el tratamiento de esta enfermedad<sup>2,3</sup>.

La neuralgia occipital (NO) es una afección dolorosa que afecta la cabeza posterior en las distribuciones del nervio occipital mayor, el nervio occipital menor, el tercer nervio occipital o una combinación de los tres<sup>4</sup>. Consiste en un dolor unilateral o bilateral, paroxístico, lancinante o punzante, localizado en la parte posterior del cuero cabelludo y distribuido en el territorio del nervio occipital mayor o, con menos frecuencia, del nervio occipital menor o del tercer nervio occipital. El dolor puede alcanzar la región fronto-orbitaria debido a la existencia de conexiones neuronales con los núcleos trigémino-cervicales en el tronco del encéfalo, pudiendo incluso acompañarse de hiperemia conjuntival<sup>5</sup>. El manejo incluye antiinflamatorios no esteroideos (AINE), así como relajantes musculares y en ocasiones opiáceos; a pesar de la efectividad para su alivio, la infiltración anestésica de dicho nervio es poco utilizada y contribuye, además, a su diagnóstico<sup>6</sup>.

Hace varias décadas comenzaron a realizarse bloqueos anestésicos de distintos nervios craneales o

cervicales en pacientes afectados por diversas cefaleas y neuralgias craneofaciales. Los anestésicos locales actúan inhibiendo de manera reversible la producción y la conducción del estímulo de cualquier tipo de membrana excitable, especialmente en el tejido nervioso<sup>7</sup>. Cuando contactan con una fibra nerviosa, atraviesan la barrera mielínica y la membrana neuronal en forma no ionizada, se ionizan parcialmente dentro de la célula y se unen a una zona interna del canal de sodio dependiente de voltaje, bloqueando su apertura e impidiendo la iniciación y la propagación del potencial de acción; de esta forma, los anestésicos locales pueden inhibir la conducción del impulso nervioso<sup>7</sup>.

La realización de este tipo de procedimientos no es tan frecuente y es poco conocida por los anestesiólogos, por lo que se realizó esta revisión actualizada de la literatura con el objetivo de describir la evaluación, el diagnóstico y el manejo anestésico de las neuralgias del trigémino y occipitales.

## Método

La revisión se basó en la búsqueda de artículos relacionados con el manejo anestésico de las neuralgias craneofaciales más comunes en las bases de datos PubMed, ScienceDirect y EBSCO, utilizando como palabras clave "Neuralgias craneofaciales", "Neuralgia del trigémino", "Neuralgia occipital o de Arnold", "Bloqueos nerviosos periféricos" y "Anestesia en Neuralgias pericraneales". Se incluyeron estudios publicados en inglés y español desde 2010 hasta la fecha de búsqueda. Se excluyeron los estudios que no estaban relacionados con el tema de interés.

## Resultados

De los 255 artículos elegibles, se excluyeron los que no se relacionaban con neuralgias del trigémino u occipitales, analizando al final un total de 26 artículos, los cuales se utilizaron para la presente revisión. A continuación, se resumen el diagnóstico, la evolución y el manejo médico y anestésico más comunes para las neuralgias pericraneales.

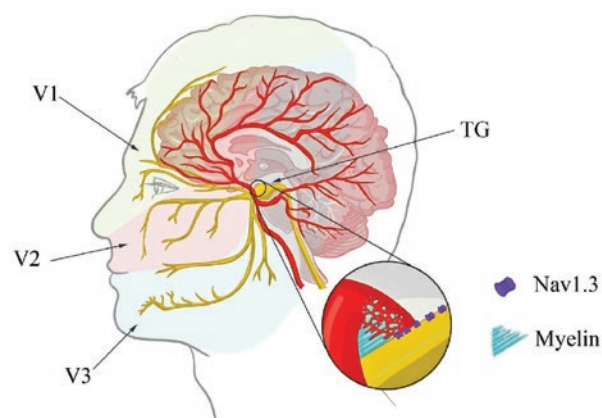
## Neuralgia del trigémino

El nervio craneal más grande, el trigémino, cubre casi toda la cara con sus tres ramos: oftálmico (V1), maxilar (V2) y mandibular (V3)<sup>8</sup>. Los cuerpos celulares de la porción sensorial del nervio trigémino se encuentran en el ganglio de Gasser (semilunar). Los nervios establecen

conexiones con neuronas de segundo orden en la porción del subnúcleo caudal del núcleo del trigémino; luego, los impulsos viajan al tálamo, desde donde emergen las proyecciones talamocorticales<sup>8</sup>. La NT tiene una prevalencia de 0.1 a 0.2 por 1000 habitantes y una incidencia que oscila entre 4 y 20 casos por 100,000 personas al año<sup>3,8</sup>. La proporción entre mujeres y hombres es de alrededor de 3 a 2, es común después de los 50 años de edad, poco habitual en adultos jóvenes y rara en niños, y el lado derecho de la cara se ve afectado con mayor frecuencia<sup>8</sup>.

La información sensorial de la región craneofacial es transmitida por el sistema sensorial del trigémino. En la región superior de la cabeza, es decir, las meninges y la córnea, están inervadas principalmente por el ramo V1; el labio superior, los dientes superiores y la mucosa están inervados por el ramo V2, mientras que el ramo V3 inerva principalmente la mandíbula, el labio inferior, la mucosa y los dientes mandibulares<sup>2,8</sup>. Los ramos V1 y V2 son puramente sensoriales, mientras que V3 tiene fibras motoras encargadas de la inervación del músculo de la mandíbula. Las fibras que forman el nervio trigémino se clasifican en fibras nociceptivas (A delta y fibras C) y mecanorreceptores de bajo umbral (fibras A alfa y A beta)<sup>8</sup>. Las fibras del nervio trigémino surgen del núcleo del nervio trigémino, que se extiende desde el mesencéfalo hasta la médula espinal cervical superior. Este núcleo es el más grande de todos los núcleos de los nervios craneales y se divide en tres porciones principales: 1) el núcleo trigémino mesencefálico, que recibe fibras mecanorreceptoras e información propioceptiva de las mandíbulas y los dientes, 2) el núcleo trigémino principal, que recibe la mayoría de las fibras táctiles y de posición, y 3) el núcleo espinal del trigémino, que recibe principalmente estímulos de temperatura y dolor<sup>3,8</sup>. La función principal del núcleo trigémino es transportar la temperatura, el tacto y el dolor desde el lado homolateral de la cara hasta el tálamo contralateral a través del tracto trigeminotalámico ventral<sup>8</sup>.

La mayoría de los casos de NT son idiopáticos, aunque muchos están asociados con una compresión vascular del nervio trigémino cerca de su salida del tronco encefálico por un bucle aberrante de una arteria o vena<sup>9</sup>. Una minoría de los casos se deben a enfermedades como la esclerosis múltiple o a compresión nerviosa por un tumor. Algunas causas raras de NT incluyen engrosamiento aracnoideo focal, adherencias, tracción, anclaje o torsión, anillo fibroso alrededor de la raíz, tumores del ángulo pontocerebeloso, infarto del tronco encefálico, aneurismas cerebrales y malformación



**Figura 1.** Representación del sistema trigeminal y etiología de la neuralgia del trigémino clásica (*adaptado de Gambeta et al.*<sup>8</sup>). Se muestran las áreas de inervación de las ramas oftálmica (V1), maxilar (V2) y mandibular (V3) del nervio trigémino. La imagen destaca la compresión neurovascular ejercida por la arteria cerebelosa superior en la zona de entrada de la raíz del nervio trigémino, lo cual conduce a la desmielinización y a una regulación positiva de los canales de sodio dependientes de voltaje Nav1.3, como se observa en la ampliación.

arteriovenosa<sup>8,9</sup>. En general, el contacto vascular en la zona de entrada de la raíz causa NT; sin embargo, también puede ser causada por el contacto en una zona de transición entre la mielina central y periférica. La arteria más común involucrada en esta afección es la arteria cerebelosa superior, en un 75-80% de los casos<sup>8,9</sup> (Fig. 1).

Las cisternas del ángulo pontinotrigemino y las cisternas del ángulo pontocerebeloso pueden facilitar la compresión neurovascular. La causa extracraneal más común de NT es la diseminación perineural de tumores malignos de cabeza y cuello, comúnmente carcinoma de células escamosas, carcinoma adenoide quístico, linfoma, melanoma y sarcoma<sup>9</sup>.

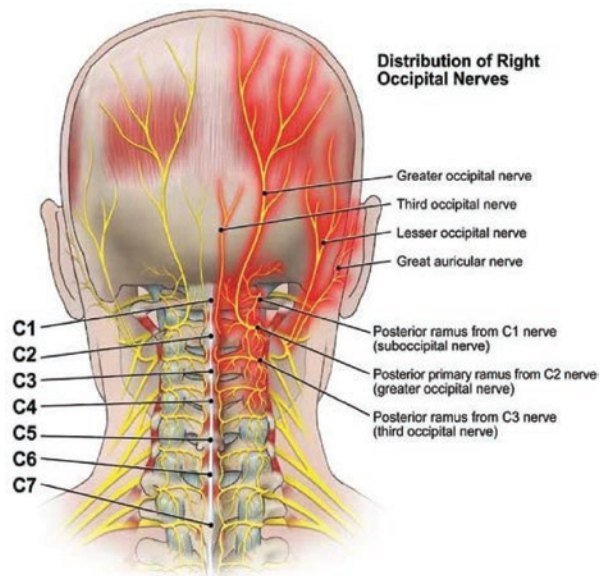
El diagnóstico de la NT es principalmente clínico; determinar la presencia de déficits sensoriales del trigémino o la afectación bilateral de los nervios trigéminos debe considerarse útil para distinguir la NT sintomática de la clásica<sup>2,8,9</sup>. En pacientes con NT refractaria, la resonancia magnética tridimensional preoperatoria puede mostrar la relación entre el segmento intracisternal del nervio trigémino y los vasos adyacentes, por lo que es una herramienta confiable para diagnosticar la compresión neurovascular<sup>2,8</sup>. Los diagnósticos diferenciales incluyen dolor dental (por ejemplo, caries, diente fisurado, periodontitis crónica), trastorno temporomandibular, neuralgia glossofaríngea y neuralgia posherpética<sup>2,8,9</sup>.

## Neuralgia occipital

Las porciones ventral y dorsal de C2-C4 inervan la piel de la parte posterior de la cabeza y el cuello. El ramo dorsal de C2 origina el nervio occipital mayor, que proporciona sensación a la cabeza posterior; el ramo dorsal de C3 origina el tercer nervio occipital, que proporciona sensación a una porción de la cabeza posterior; y el tercer nervio occipital está implicado en el síndrome de latigazo cervical<sup>7,10</sup>. Los ramos ventrales de C2 a C4 se unen profundamente al esternocleidomastoideo para formar el plexo cervical, que emite cuatro nervios sensoriales cutáneos: el nervio auricular mayor, el nervio occipital menor, el nervio cervical transverso y el nervio supraclavicular<sup>7,10</sup>. Estos nervios inervan la piel sobre el ángulo de la mandíbula, la parte posterior de la cabeza y el cuello, la parte inferior de la cara lateral de la aurícula y las caras lateral y anterior del cuello<sup>11</sup>. Se forma así un nervio voluminoso que se dirige hacia atrás y arriba, discuriendo a través del músculo trapecio y haciéndose superficial al atravesarlo en su totalidad, llegando al plano subcutáneo en el punto de Arnold, situado 2 centímetros por fuera y por debajo de la protuberancia occipital externa, donde se encuentra por dentro de la arteria occipital, la cual es su principal relación anatómica<sup>11</sup>. La NO se origina por irritación del nervio en cualquier parte de su extensión, siendo la región con más frecuencia afectada la que abarca su paso a través del trapecio, donde es especialmente susceptible a la contractura muscular aguda o crónica, siendo esta última su causa más habitual<sup>12</sup> (Fig. 2).

El dolor neurogénico en la parte posterior de la cabeza se denomina colectivamente NO y fue descrito por Beruto y Lentijo y Ramos en 1821, siendo definido como una alteración incapacitante caracterizada por cefaleas recurrentes localizadas en la región occipital<sup>13</sup>. La NO afecta a 3 de cada 100,000 personas, con una edad media de diagnóstico de 54.1 años<sup>4,10</sup>. La NO deriva del nervio occipital mayor en el 90% de los casos, en el 10% de los casos se debe al nervio occipital menor y rara vez se cree que el tercer nervio occipital esté involucrado<sup>10</sup>.

La NO se caracteriza por dolores agudos o punzantes de naturaleza paroxística, que se originan en el occipucio y se irradian hacia el vértice; los episodios de dolor duran de segundos a minutos<sup>10,11</sup>. Los pacientes suelen tener alodinia de la porción afectada del cuero cabelludo y el dolor puede provocarse por estimulación como cepillarse el cabello o tocarse el cuero cabelludo<sup>10,14</sup>. Los síntomas asociados incluyen náuseas, mareos, tinnitus, alteraciones visuales y congestión nasal, por la estrecha relación con los nervios



**Figura 2.** Distribución de los nervios occipitales derechos (adaptado de Manolitsis et al.<sup>20</sup>).

craneales vestibulococlear, glossofaríngeo y vago. En la exploración física hay sensibilidad a la presión en la distribución del nervio occipital mayor y puede presentarse el signo de Tinel positivo<sup>10,14</sup>.

Otras etiologías descritas son traumatismos locales en la zona subcutánea del paso del nervio, compresión por espondiloartrosis cervical, neurinomas, tumores de la región de la nuca (como lipomas y otros que comprometen al nervio), hiperextensión cervical en procedimientos médicos, neuralgia posherpética, vasculitis, traumatismos craneanos e incluso esclerosis múltiple<sup>12,14</sup>. En cirugía de la columna cervical puede presentarse NO posoperatoria, principalmente después de la fijación con tornillos de C1 (93%) y después de la fusión occipitocervical sin fijación de C1 (7%)<sup>10,14</sup>. En pacientes con derivaciones ventriculoperitoneales, el catéter de derivación puede comprimir el nervio occipital mayor<sup>14</sup>. La hipertrofia muscular, la tensión o el espasmo de la musculatura en el área contribuyen a la compresión del nervio occipital. También está asociada con el estrés y la ansiedad en muchos pacientes. La sección quirúrgica de los músculos en estrecha aproximación con el nervio occipital mayor ha permitido aliviar el dolor. En ciertos casos, un traumatismo, la formación de callos de fibrocartilago, la malformación de Arnold-Chiari o malformaciones arteriovenosas pueden contribuir a la compresión del nervio<sup>14</sup>.

Actualmente existen diversas alternativas en el tratamiento médico, como la terapia conservadora utilizando medidas posturales y medios físicos, o la terapia

farmacológica con antidepresivos tricíclicos, inhibidores de la recaptura de serotonina, anticonvulsivantes, AINE, opiáceos o relajantes musculares<sup>9,14</sup>. El uso de bloqueos de los nervios occipitales mayor y menor, más que valor terapéutico sobre la enfermedad, tiene valor diagnóstico y pronóstico<sup>9,14</sup>.

## Manejo anestésico

Antes de iniciar cualquier tratamiento es fundamental establecer los parámetros que se esperan mejorar. La medición subjetiva del dolor mediante la escala visual analógica u otras medidas puede verse afectada por la depresión y el insomnio<sup>14</sup>. Existe evidencia sólida a favor de la terapia cognitivo-conductual en el tratamiento del dolor crónico; se asocia con una mejor función social y física, y con una capacidad un 25% mayor para afrontar el dolor, que otras terapias conductuales, medicamentos y fisioterapia<sup>14</sup>. Algunas etiologías de las neuralgias son más resistentes al tratamiento que otras; por ejemplo, ningún tratamiento médico es eficaz en la NT debida a la esclerosis múltiple, y el 50% de las personas presentan una recurrencia 2 años después de un procedimiento quirúrgico<sup>14,15</sup>. En los últimos años se han desarrollado varios dispositivos de neuromodulación que actúan a nivel central o periférico en el tratamiento de cefaleas y neuralgias craneofaciales refractarias a los tratamientos farmacológicos. El principio subyacente del tratamiento neuromodulador es el bloqueo o la modificación controlada y reversible del sistema nociceptivo a través de la estimulación de los nervios periféricos, del nervio vago, de la médula espinal cervical o del cerebro a nivel cortical o profundo<sup>15</sup> (Tabla 1).

Algunos dispositivos de neuromodulación son de aplicación externa (no invasivos) y otros requieren implantación quirúrgica (invasivos). Es posible que sea necesario implementar varias estrategias de tratamiento simultáneamente para obtener un beneficio aditivo<sup>15</sup> (Tabla 2).

Se han desarrollado diversas intervenciones para las neuralgias craneofaciales, incluidas la rizotomía, la ablación por radiofrecuencia, la compresión con balón, la crioablación y las inyecciones de toxina botulínica, pero ninguna tiene efectos con alto nivel de evidencia<sup>14</sup>.

Las intervenciones conllevan riesgos, como infección local, hemorragia y daño de las estructuras subyacentes, incluido el propio nervio. Los dispositivos implantables presentan riesgos adicionales a largo plazo, como mal funcionamiento del *hardware*, riesgo continuo de reinfección y la posibilidad de que sea necesario realizar cirugías de revisión<sup>10,15</sup> (Tabla 3).

## Manejo anestésico de la neuralgia del trigémino

La terapia médica es la de primera línea, ofreciendo primero carbamazepina u oxcarbazepina para controlar el dolor; se pueden administrar dosis de carbamazepina de 200 a 1200 mg/día, y dosis de oxcarbazepina de 600 a 1800 mg/día<sup>16</sup>. Se pueden ofrecer inyecciones de toxina botulínica tipo A antes de la cirugía o a aquellos pacientes que no estén dispuestos a someterse a ella, y también en los casos en que los tratamientos fracasaron. El bloqueo nervioso con tetracaína se puede utilizar como tratamiento adicional después de la carbamazepina, al igual que la acupuntura y la estimulación de los nervios periféricos<sup>16</sup>. Los procedimientos quirúrgicos están indicados para pacientes con síntomas de NT incapacitantes o refractarios, con NT recurrente o en caso de efectos adversos intolerables relacionados con la medicación; estos procedimientos incluyen MDV, radiocirugía y técnicas percutáneas, como la rizotomía con glicerol, la termocoagulación por radiofrecuencia y la compresión percutánea con balón. Entre estos, la MDV es la técnica más invasiva, requiere una craneotomía retrosigmoidea y una exploración microquirúrgica en la fosa posterior, pero ofrece la mayor tasa de éxito en el alivio del dolor<sup>8,16</sup>; es un procedimiento microquirúrgico abierto, no ablativo, cuyo objetivo es aliviar el nervio trigémino de cualquier compresión a lo largo de su vía intracisternal<sup>16</sup>. Esta compresión suele deberse a la presión arterial o venosa, y tiene lugar dentro de la cisterna pontocerebelosa generalmente en el sitio de la zona de entrada de la raíz del trigémino. Después de la apertura dural, la disección microquirúrgica de la aracnoides de la cisterna pontocerebelosa permite la exposición del nervio trigémino y su zona de entrada en el tronco del encéfalo, que es el sitio más común de compresión vascular, ya que es el lugar de transición de la mielina central a la periférica y la parte más vulnerable del nervio<sup>16</sup>. Los objetivos del manejo anestésico se engloban en mantener al paciente inmóvil, colaborar en el manejo de la presión intracraneal, brindar al cirujano un cerebro relajado para optimizar el abordaje, facilitar las técnicas de monitoreo neurofisiológico intraoperatorio, asegurar la emersión rápida y segura para una valoración neurológica temprana, y minimizar las complicaciones posoperatorias<sup>17</sup>. La manipulación de la porción inferior del puente, de la porción superior de la médula y de la porción extraaxial del trigémino puede resultar en diversas respuestas cardiovasculares, incluyendo bradicardia e hipotensión, taquicardia e hipertensión,

**Tabla 1.** Principales características de las diferentes técnicas de bloqueo anestésico

Nervio	Jeringa/aguja/anestésico	Aspectos técnicos	Recomendaciones
Supraorbitario	1 ml/25-30 G/0,5-1 ml	Paciente en decúbito supino con la cabeza en posición neutra	Palpación de referencias anatómicas Estabilizar el eje de la aguja para evitar desplazamiento
SupratrocLEAR lagrimal	1 ml/30 G/0,5-1 ml		
InfratrocLEAR	1 ml/30 G/0,5 ml		
Nasal externo	1 ml/30 G/0,5 ml 1 mL/GOG/0,5 mL		
Infraorbitario	1-2 ml/25-30 G/0,5-1 ml		
Auriculotemporal	1-2 ml/25-30 G/0,5-1 ml	Paciente en decúbito supino con la cabeza girada en sentido contrario	Aspirar antes de inyectar la solución activa para asegurar la situación extraarterial de la aguja
Occipital mayor y menor	5 ml/25-30 G/2-2,5 ml	Paciente en sedestación	No utilizar corticoides en ramas terminales del trigémino

Adaptada de Santo et al.<sup>25</sup>.

**Tabla 2.** Técnicas de neuromodulación

Neuromodulación no invasiva
Estimulación trigeminal transcutánea Estimulación magnética transcraneal de pulso simple Estimulación del nervio vago
Neuromodulación invasiva
Periférica Ramos terminales y del tracto del nervio trigémino Ganglio esfenopalatino Nervios occipitales
Central Medular cervical Cerebral Transcortical Profunda Hipotalámica Talámica

Adaptada de Belvis et al.<sup>15</sup>.

bradicardia e hipertensión y arritmias ventriculares. El reflejo trigémino cardiaco, o respuesta trigeminal depresora, es un reflejo del tallo cerebral que manifiesta perturbaciones cardiacas súbitas, incluyendo bradicardia, hipotensión arterial, asistolia, apnea e hipermotilidad gástrica<sup>17</sup>.

En relación con las técnicas percutáneas, se han utilizado tres procedimientos principalmente: la compresión con balón del ganglio de Gasser, la rizólisis con glicerol y la rizotomía o termocoagulación por radiofrecuencia. Producen un alivio sintomático elevado en el 80-90% de casos, con unas tasas de recurrencia del dolor mayores que con la MDV, del 20-30% después de 2 años. Entre las complicaciones se describen episodios de bradicardia o asistolia intraoperatoria, hipoestesia

facial y paresia del músculo masetero<sup>18</sup>. Actualmente, la radiofrecuencia es uno de los procedimientos más utilizados, dada su buena tolerancia, en especial en pacientes ancianos, y por el menor riesgo de complicaciones frente a la MDV u otras técnicas percutáneas. No obstante, el principal problema de las técnicas percutáneas, y en particular de la termocoagulación por radiofrecuencia, es la tendencia a la recidiva, que en algunas series llega a ser superior al 60% a los 2 años<sup>9,18</sup>.

### Manejo anestésico de la neuralgia occipital

El tratamiento médico de la NO incluye el uso de AINE, antidepresivos tricíclicos, gabapentinoides y derivados del cornezuelo del centeno; sin embargo, los efectos son generalmente de corta duración y algunos pacientes no responden al fármaco<sup>19</sup>. Los enfoques no invasivos, como la fisioterapia, los masajes y la acupuntura, tienen como objetivo reducir cualquier espasmo muscular, reduciendo así la compresión nerviosa, pero los beneficios son a menudo insatisfactorios<sup>19</sup>. También se ha demostrado que la inyección de botox es eficaz durante un tiempo limitado, en virtud de sus efectos paralizantes sobre los grupos de músculos pericraneales y suboccipitales.

Los procedimientos invasivos, como la radiofrecuencia pulsada, la estimulación del nervio occipital y la descompresión del nervio occipital, generalmente se consideran para casos médicamente refractarios. Otros tratamientos, como la gangliotomía C2, la rizotomía C2-C3, la descompresión de la raíz C3 y la neurectomía, ahora rara vez se realizan debido a la formación

**Tabla 3.** Potenciales reacciones adversas de los bloqueos anestésicos y actitud recomendada

Efectos adversos potenciales	Actitud
Dolor local	Infiltración con aguja de calibre fino, de forma lenta Evitar movimientos laterales Limitar el uso de esteroides Frío local
Lesión nervio periférico	Si dolor lancinante irradiado, retirar la aguja y redireccionar
Hematoma	Atención si tratamiento anticoagulante o antiagregante Palpación para evitar arterias temporal y occipital Compresión local unos minutos
Infección local	Evitar infiltración si infección Medidas de asepsia (esterilidad, antiséptico local)
Síncope vasovagal	Evitar en lo posible practicar bloqueos en ayunas En situaciones favorecedoras, considerar practicar bloqueo en decúbito y enlentecer el regreso a la bipedestación Limitar el número de nervios a bloquear en una sesión Si el paciente es de edad avanzada o con antecedente de síncope, evitar lidocaína a dosis altas (5%) Si cuadro vasovagal, adoptar Trendelenburg, y si no responde, considerar atropina y fluidoterapia
Alergia a anestésico local	Contraindicación de bloqueo anestésico si antecedentes de alergia En tal caso usar solo corticoide Si anafilaxia, epinefrina 0.3-0.5 mg y medidas de soporte, y traslado
Infiltración intradural	Bloqueo nervioso contraindicado en craniectomías y defectos craneales abiertos
Teratogenicidad	En embarazo Lidocaína mejor que mepivacaína Evitar betametasona y dexametasona (aceleran el desarrollo del pulmón fetal) Cautela con cualquier corticoide
Toxicidad sistémica	Empleo de dosis y volúmenes pequeños de anestésicos locales Evitar infiltración intravascular
Alopecia	Evitar infiltrar con corticoides los ramos trigeminales
Atrofia cutánea	Advertir al paciente con preocupaciones estéticas
Hipocromía	No superar la dosis de 80 mg de metilprednisolona en nervios occipitales

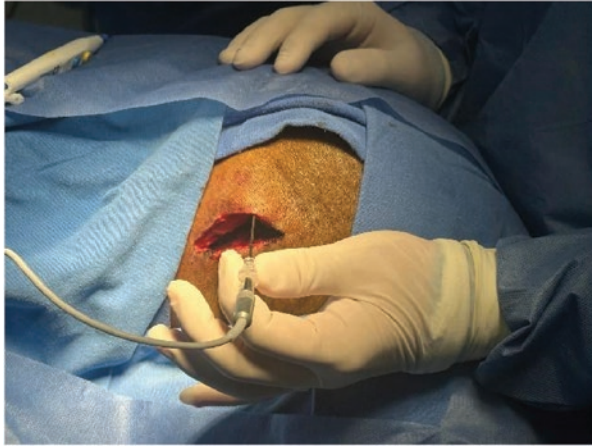
Adaptada de Santo et al.<sup>25</sup>.

de neuromas. La descompresión quirúrgica del nervio ha demostrado ser una opción de tratamiento relativamente segura, con resultados alentadores<sup>20,21</sup>.

La estimulación eléctrica de las fibras de mayor diámetro (A beta) inhibe la transmisión nociceptiva de las fibras de menor diámetro (A delta y C), lo que produce alteraciones en la transmisión axonal de las neuronas de amplio rango dinámico, una facilitación de las vías inhibitorias descendentes y cambios potenciales en neurotransmisores, especialmente en el ácido gamma-aminobutírico (GABA), pero también en el glutamato, la adenosina, la acetilcolina, la sustancia P, el factor neurotrófico derivado del cerebro y la

bradicinina<sup>22</sup>. Los electrodos de estimulación se colocan por vía percutánea a nivel subcutáneo y posicionados de forma parasagital al curso de los nervios occipitales, a la altura de C1. Del mismo modo, la estimulación eléctrica permite la activación ortodrómica de vías descendentes serotoninérgicas, además de tener efectos sobre el procesamiento de la nocicepción en los centros cerebrales. Esta parece ser una terapia prometedora, con alivio del dolor a largo plazo entre un 80% y un 100%, mediante abordaje mínimamente invasivo y sin complicaciones reportadas<sup>22</sup>.

La radiofrecuencia pulsada utiliza un campo eléctrico que cambia los potenciales de membrana de las



**Figura 3.** Aplicación de pulso de radiofrecuencia a nivel occipital.

terminaciones nerviosas y conduce a una depresión prolongada en la excitación del nervio<sup>21,23</sup>. El pulso de radiofrecuencia aplica una breve estimulación eléctrica, seguida de una larga fase de reposo; por lo tanto, no produce suficiente calor para causar daños estructurales. La punta de la aguja del catéter se coloca cerca del nervio específico y luego se avanza hacia el nervio hasta que el paciente reporta una sensación de hormigueo o disestesia, a un voltaje inferior a 0.2-0.5 V. La temperatura del tejido se mantiene en promedio a 42 °C o menos<sup>23</sup> (Fig. 3).

El bloqueo anestésico de los nervios occipitales mayor y menor se utiliza a menudo con fines tanto diagnósticos como terapéuticos. Este bloqueo, con o sin esteroides, produce un beneficio transitorio en la mayoría de los pacientes, y entre el 15% y el 36% mantienen un beneficio prolongado con alivio durante varios meses; el beneficio puede estar relacionado con interacciones inhibitoras entre las entradas aferentes en el asta dorsal cervical y núcleo caudal del trigémino desde el nervio occipital<sup>24,25</sup>. No hay estudios que sugieran que la adición de esteroides aumenta la eficacia o la duración de respuesta en la NO, y el uso de esteroides confiere un riesgo adicional de reacciones adversas, alopecia, atrofia cutánea y síndrome de Cushing si se absorben sistémicamente<sup>24,25</sup>. La aplicación de analgesia regional ecoguiada podría implementarse desde que el paciente ingresa a un área de urgencias para poder tener un diagnóstico de certeza. En los últimos años, el uso de la ecografía ha tomado un auge importante en los servicios de urgencias; la capacitación de los médicos en el manejo del dolor mediante analgesia regional ecoguiada es una

necesidad actual en las áreas críticas como lo son las salas de urgencias y las salas de operaciones<sup>26</sup>.

## Conclusión

Las neuralgias craneofaciales se reconocen por sus características clínicas, que incluyen dolor lancinante u otros síntomas atribuibles a un nervio específico. Los fármacos, principalmente anticonvulsivos y antidepresivos tricíclicos, siguen siendo el tratamiento de primera línea para muchas de las neuralgias. La NT y la NO se consideran afecciones raras que reducen drásticamente la calidad de vida de los individuos afectados, no solo debido a los ataques de dolor, sino también a otra comorbilidad asociada a la enfermedad, incluyendo la ansiedad y la depresión. Pueden ser necesarios bloqueos nerviosos, procedimientos en casos refractarios o cirugía invasiva. Los bloqueos nerviosos anestésicos pueden tener una doble función en ambas neuralgias, apoyando el diagnóstico y proporcionando alivio del dolor. No se debe considerar la respuesta a los bloqueos nerviosos anestésicos patognomónica o diferenciadora de NT y NO, ya que la especificidad es pobre, y otras cefaleas primarias y secundarias pueden estar incluidas. Es necesaria una mejor comprensión de la fisiopatología para mejorar las terapias actuales o el desarrollo de tratamientos innovadores, tanto quirúrgicos como anestésicos.

## Financiamiento

El autor declara que este trabajo se realizó con recursos propios.

## Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

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

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

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

## Referencias

1. Katta-Charles SD. Craniofacial neuralgias. *NeuroRehabilitation*. 2020; 47:299-314.
2. Veerapaneni KD, Kapoor N, Veerapaneni P, Nalleballe K. Trigeminal neuropathy. En: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
3. Ogino MH, Tadi P. Neuroanatomy, trigeminal reflexes. En: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
4. Djavaherian DM, Guthmiller KB. Occipital neuralgia. En: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
5. Belvis R, Guerrero AL. Benito's neuralgia: the first description of the occipital neuralgia was made for Spanish doctors at the beginning of the nineteenth century. *Neurol Sci*. 2019;40:2425-9.
6. Gaye Saavedra GA. Neuralgia occipital. Tratamiento con infiltración anestésica. *Neurología Argentina*. 2013;5:34-6.
7. Ashkenazi A, Blumenfeld A, Napchan U, Narouze S, Grosberg B, Nett R, et al. Peripheral nerve blocks and trigger point injections in headache management — a systematic review and suggestions for future research. *Headache*. 2010;50:943-52.
8. Gambeta E, Chichorro JG, Zamponi GW. Trigeminal neuralgia: an overview from pathophysiology to pharmacological treatments. *Mol Pain*. 2020;16:1744806920901890.
9. Alcántara Montero A, Sánchez Carnerero CI. Actualización en el manejo de la neuralgia del trigémino. *SEMERGEN Medicina de Familia*. 2016; 42:244-53.
10. Pan W, Peng J, Elmofty D. Occipital neuralgia. *Curr Pain Headache Rep*. 2021;25:61.
11. Choi I, Jeon SR. Neuralgias of the head: occipital neuralgia. *J Korean Med Sci*. 2016;31:479-88.
12. Cesmebasi A, Muhleman MA, Hulsberg P, Gielecki J, Matusz P, Tubbs RS, et al. Occipital neuralgia: anatomic considerations. *Clin Anat*. 2015;28:101-8.
13. Herrejón Galaviz GI, Romo Gutiérrez DR, Valadez Báez XL, Sandoval Mendoza RA, Torres Huerta JC. Descompresión suboccipital percutánea como alternativa en el tratamiento del dolor secundario a la neuralgia del nervio occipital: serie de casos. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*. 2020;27:221-6.
14. Wilhour D, Nahas SJ. The neuralgias. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2018; 18:69.
15. Belvis R, Irimia P, Seijo-Fernández F, Paz J, García-March G, Santos-Lasasosa S, et al. Neuromodulación en cefaleas y neuralgias craneofaciales: guía de la Sociedad Española de Neurología y de la Sociedad Española de Neurocirugía. *Neurología*. 2021;36:61-79.
16. Franzini A, Moosa S, D'Ammando A, Bono B, Scheitler-Ring K, Ferrolì P, et al. The neurosurgical treatment of craniofacial pain syndromes: current surgical indications and techniques. *Neurol Sci*. 2019;40(Suppl 1): 159-68.
17. López-Castruita VM. Manejo perioperatorio de la cirugía de descompresión microvascular. *Rev Mex Anest*. 2016;39:137-41.
18. Bescós A, Pascual V, Escosa-Bagé M, Málaga X. Tratamiento de la neuralgia del trigémino: actualización y perspectivas futuras de las técnicas percutáneas. *Rev Neurol*. 2015;61:114-24.
19. Jose A, Nagori SA, Chattopadhyay PK, Roychoudhury A. Greater occipital nerve decompression for occipital neuralgia. *J Craniofac Surg*. 2018;29:e518-21.
20. Barmherzig R, Kingston W. Occipital neuralgia and cervicogenic headache: diagnosis and management. *Curr Neurol Neurosci Rep*. 2019;19:20.
21. Manolitsis N, Elahi F. Pulsed radiofrequency for occipital neuralgia. *Pain Physician*. 2014;17:E709-17.
22. Hernán Criollo Muñoz F, Hernández Santos JR, Román Echavarría LF. Neuroestimulación subcutánea periférica implantable de nervios occipitales para tratamiento de la neuralgia de Arnold refractaria: reporte de casos. *Rev Colomb Anestesiol*. 2017;45:143-6.
23. Chang MC. Efficacy of pulsed radiofrequency stimulation in patients with peripheral neuropathic pain: a narrative review. *Pain Physician*. 2018;21:E225-34.
24. López-Soto PJ, Bretones-García JM, Arroyo-García V, García-Ruiz M, Sánchez-Ossorio E, Rodríguez-Borrego MA. Occipital neuralgia: a noninvasive therapeutic approach. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2018;26: e3067.
25. Santos Lasasosa S, Cuadrado Pérez ML, Guerrero Peral AL, Huerta Villanueva M, Porta-Etessam J, Pozo-Rosich P, et al. Guía de consenso sobre técnicas de infiltración anestésica de nervios pericraneales. *Neurología*. 2017;32:316-30.
26. Morales García I. Manejo de cefalea cervicogénica mediante bloqueo great occipital nerve (GON) ecoguiado en el área de urgencias. Reporte de un caso. *Revista Chilena de Anestesia*. 2022;52:228-30.

## Necrólisis epidérmica tóxica. Reporte de caso

### Toxic epidermal necrolysis. Case report

Martha R. Minera-Alejandro\*<sup>id</sup> y Carlos R. Salazar-Herrera<sup>id</sup>

Departamento de Medicina Interna, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Guatemala, Guatemala

#### Resumen

La necrólisis epidérmica tóxica es una reacción adversa grave que consiste en necrosis generalizada de queratinocitos con una activación inmunitaria inapropiada derivada de fármacos o sus metabolitos. Se presenta el caso de un paciente sin antecedentes que 1 mes previo a consultar es ingresado a un hospital privado por dengue sin signos de alarma, pero durante la evaluación clínica inicial se evidencia neumonía y se administran ampicilina-sulbactam y analgesia con carbamazepina. Posteriormente inicia con reacción alérgica produciendo shock anafiláctico, el cual resuelve en las primeras 24 horas y le dan egreso. A las 48 horas del egreso el paciente inicia con exantema generalizado cefalocaudal con pápulas > 1 cm, deteriora su patrón respiratorio y se le coloca bajo ventilación mecánica invasiva. Los cultivos de piel revelan *Pseudomonas* en el escroto y *Staphylococcus epidermidis*, y se implementa cobertura antibiótica con cefalosporina, carbapenémicos y vancomicina. El paciente fallece 2 meses posterior a su ingreso. La necrólisis epidérmica tóxica es una emergencia dermatológica que causa morbilidad y mortalidad significativas, por lo que el diagnóstico rápido es fundamental para lograr resultados óptimos. Un mejor conocimiento de su diagnóstico y tratamiento llevará a un mejor manejo de la enfermedad.

**Palabras clave:** Necrólisis epidérmica tóxica. Emergencia dermatológica. Reacción adversa. Respuesta inmunitaria adversa. Fármacos.

#### Abstract

Toxic epidermal necrolysis is a serious adverse reaction, which consists of generalized necrolysis of keratinocytes with inappropriate immune activation derived from medications or metabolites. We present the case of a male patient with no medical history, who 1 month prior to consultation was admitted to a private hospital for dengue without warning signs; however, during the initial clinical evaluation pneumonia was evident and ampicillin-sulbactam and analgesia with carbamazepine were administered, later on he began with an allergic reaction causing anaphylactic shock, which resolved in the first 24 hours and was discharged. 48 hours after discharge the patient began with a generalized cephalocaudal rash with papules > 1 cm, respiratory pattern deteriorated and he was placed under invasive mechanical ventilation. Skin cultures with *Pseudomonas* at the scrotal level and *Staphylococcus epidermidis*, on antibiotic coverage with cephalosporins, carbapenems and vancomycin. The patient died 2 months after admission. Toxic epidermal necrolysis is a dermatological emergency that causes significant morbidity and mortality, rapid diagnosis is essential to achieve optimal results. A better understanding of the diagnosis and treatment will lead to better management of the disease.

**Keywords:** Toxic epidermal necrolysis. Dermatological emergency. Adverse reaction. Adverse immune response. Drugs.

#### \*Correspondencia:

Martha R. Minera-Alejandro  
E-mail: regisminera@gmail.com

Fecha de recepción: 02-07-2024

Fecha de aceptación: 24-10-2024

DOI: 10.24875/RECC.24000012

Disponible en internet: 09-01-2025

REduCritic. 2026;5(1):32-34

[www.reducritic.com](http://www.reducritic.com)

2938-1304 / © 2024 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

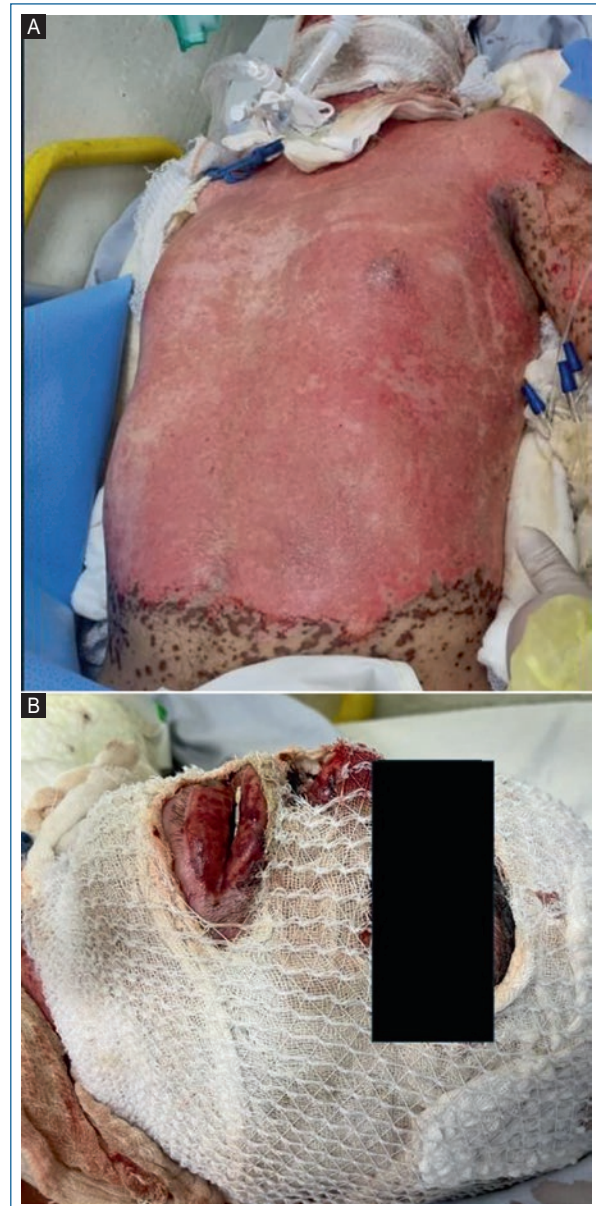
## Introducción

La necrólisis epidérmica tóxica es una reacción cutánea adversa grave consistente en necrosis generalizada de queratinocitos con una activación inmunitaria inapropiada por ciertos fármacos o sus metabolitos. La separación entre la epidermis y la dermis origina la formación de ampollas y descamación epidérmica, la cual afecta más del 30% de la superficie corporal. La tasa de mortalidad es elevada y suele ser causada por compromiso respiratorio e infeccioso<sup>1-3</sup>.

La gravedad y el riesgo de disfunción multiorgánica de la necrólisis epidérmica tóxica exigen un manejo por especialistas en el enfermo crítico. La incidencia es de 1 a 6 casos por millón de personas al año en Europa y los Estados Unidos de América. Sin embargo, se ha documentado mayoritariamente en población negra y asiática. En América Latina y México no se cuenta con registros institucionales<sup>1-4</sup>.

## Caso clínico

Varón de 39 años sin antecedentes médicos, con pruebas infecciosas y de virus de la inmunodeficiencia humana negativas, quien un mes previo a consultar es ingresado a un hospital privado por dengue sin signos de alarma. Sin embargo, durante la evaluación clínica inicial evidencian que el paciente cursa con una neumonía, por lo que deciden administrar cobertura antibiótica con ampicilina-sulbactam y analgesia con carbamacepina. Cuatro horas posteriores al ingreso, paciente inicia con reacción alérgica produciendo *shock* anafiláctico, se pautan antihistamínicos y corticosteroides, con lo que se resuelve en las primeras 24 horas, y dan egreso al paciente. A las 48 horas del egreso, el paciente nuevamente inicia con exantema generalizado de manera cefalocaudal, con pápulas > 1 cm, descamación eruptiva, despigmentación y presencia de lesiones uretrales (Fig. 1). El paciente presenta deterioro del patrón respiratorio, por lo que se decide colocarlo bajo ventilación mecánica invasiva. El paciente es ingresado a la unidad de cuidados intensivos, donde se documentan cultivos de piel con *Pseudomonas* en el escroto y *Staphylococcus epidermidis*, y se implementa cobertura antibiótica con cefalosporina, carbapenémicos y vancomicina. Se realiza interconsulta con la unidad de cirugía plástica y dermatología, pero no pueden realizar biopsia de piel por lesiones extensas y proceso infeccioso, el cual deteriora hasta falla multiorgánica con un índice de SCORTEN > 5 puntos (mortalidad del 90%). El paciente



**Figura 1. A:** presencia de esfacelación de epidermis principalmente en regiones a nivel de tórax-posterior, extremidades superiores, inferiores. **B:** presencia de esfacelación de epidermis principalmente con edema facial.

fallece 2 meses posterior a su ingreso en la unidad de cuidados intensivos por deterioro infeccioso y respiratorio.

## Discusión

La necrólisis epidérmica tóxica es una emergencia dermatológica con una alta morbimortalidad. La morfología clínica y la histopatología, cuando se pueden realizar, permiten distinguirla de otras emergencias

dermatológicas. Existen diversos fármacos que pueden generar una respuesta inmunitaria elevada, como se pudo documentar en este caso. Al realizar pruebas posteriores, el paciente era alérgico a las penicilinas, y adicional recibió una dosis de carbamacepina como analgésico, que en nuestro medio aún continúa siendo utilizada en muchos hospitales de segundo nivel. Inició con una fase prodrómica, la cual duró aproximadamente 72 horas, continuando con un período de necrosis produciendo afectación de mucosas (90-95%). El tratamiento debe ser llevado por un equipo multidisciplinario en unidades de cuidados intensivos con diversas especialidades<sup>5-8</sup>.

## Conclusión

La necrólisis epidérmica tóxica es una enfermedad grave, siendo una emergencia dermatológica potencialmente letal y con diversas complicaciones locales y sistémicas. La evaluación clínica inicial es importante, así como sus diferenciales. Es necesaria la omisión a la brevedad de los fármacos desencadenantes de la respuesta inmunitaria e iniciar de manera precoz medidas de soporte en la unidad de cuidados intensivos por un grupo multidisciplinario<sup>9,10</sup>.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al grupo de cuidado críticos.

## Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiación; se utilizaron recursos propios.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

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

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

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

## Referencias

1. Singh N, Phillips M. Toxic epidermal necrolysis: a review of past and present therapeutic approaches. *Skin Therapy Lett.* 2022;27:7-13.
2. Frantz R, Huang S, Are A, Motaparathi K. Stevens–Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis: a review of diagnosis and management. *Medicina (Kaunas).* 2021;57:895.
3. Hasegawa A, Abe R. Recent advances in managing and understanding Stevens–Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis. *F1000Res.* 2020;9:612.
4. Creamer D, Walsh SA, Dziewulski P, Exton LS, Lee HY, Dart JKG, et al. UK guidelines for the management of Stevens–Johnson syndrome/toxic epidermal necrolysis in adults 2016. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2016;69:e119-53.
5. Grünwald P, Mockenhaupt M, Panzer R, Emmert S. Erythema multiforme, Stevens–Johnson syndrome/toxic epidermal necrolysis – diagnosis and treatment. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2020;18:547-53.
6. Surowiecka A, Barańska-Rybak W, Strużyna J. Multidisciplinary treatment in toxic epidermal necrolysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20:2217.
7. Estrella-Alonso A, Aramburu JA, González-Ruiz MY, Cachafeiro L, Sánchez Sánchez M, Lorente JA. Toxic epidermal necrolysis: a paradigm of critical illness. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2017;29:499-508.
8. Hinc-Kasprzyk J, Polak-Krzemińska A, Ożóg-Zabolska I. Toxic epidermal necrolysis. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2015;47:257-62.
9. Meledathu S, Gordon M, Thornton M, Ashinoff R. Management of Stevens–Johnson syndrome/toxic epidermal necrolysis: a case report and literature review. *J Drugs Dermatol.* 2023;22:e24-8.
10. Weightman W. Toxic epidermal necrolysis. *Australas J Dermatol.* 1996;37:167-77.

## Anestesia para cingulotomía bilateral en paciente con síndrome de Down con trastorno de agresividad. Reporte de caso

### *Anesthesia for bilateral cingulotomy in a patient with Down syndrome with aggressiveness disorder. Case report*

Katerine A. Benítez-García\*<sup>id</sup> y Luis E. Arévalo-Gutiérrez<sup>id</sup>

Anestesiología, Hospital General del Instituto Salvadoreño del Seguro Social, San Salvador, El Salvador

#### Resumen

El síndrome de Down (SD) es el trastorno genómico más común de discapacidad intelectual y es causado por una trisomía del cromosoma 21 del Homo sapiens. El fenotipo del SD implica manifestaciones que afectan en particular los sistemas musculoesquelético, neurológico y cardiovascular. Los pacientes con SD comúnmente tienen baja estatura, hipotonía muscular, hipoplasia cerebelosa, discapacidad intelectual y defectos cardíacos congénitos, particularmente defectos del tabique auriculoventricular. La Organización Mundial de la Salud estima una prevalencia mundial de 1 en cada 1,000 recién nacidos vivos. El diagnóstico es clínico y se confirma por citogenética. Los pacientes con SD están en mayor riesgo anestésico perioperatorio por causa de la inestabilidad de la columna cervical, la estenosis subglótica, la macroglosia, la traqueomalacia, la inmovilidad articular y difícil acceso intravenoso. Se presenta el siguiente caso de un paciente con SD con trastorno de agresividad refractaria, a quien se le realizó una cingulotomía bilateral; la inducción anestésica se realizó con propofol, fentanil, con intubación orotraqueal satisfactoria. El mantenimiento se realizó con técnica anestesia total intravenosa por infusión controlada por objetivo con propofol, fentanil y dexmedetomidina. Estable hemodinámicamente en transquirúrgico, sin convulsiones intraoperatorias ni uso de vasopresores. Con evolución neurológica satisfactoria, fue dado de alta al tercer día posquirúrgico, con Glasgow de 15 puntos.

**Palabras clave:** Síndrome de Down. Cingulotomía. Neurocirugía. Manejo anestésico. Anestesia total intravenosa.

#### Abstract

Down syndrome (DS) is the most common genomic disorder of intellectual disability and is caused by a trisomy of chromosome 21 in Homo sapiens. The DS phenotype involves manifestations that particularly affect the musculoskeletal, neurological, and cardiovascular systems. Patients with DS commonly have short stature, muscular hypotonia, cerebellar hypoplasia, intellectual disability, and congenital heart defects, particularly atrioventricular septal defects. The World Health Organization estimates a worldwide prevalence of 1 in every 1,000 live births; the diagnosis is clinical and confirmed by cytogenetics. Patients with DS are at increased perioperative anesthetic risk due to cervical spine instability, subglottic stenosis, macroglossia, tracheomalacia, joint immobility, and difficult intravenous access. The following case is presented of a patient with DS and refractory aggression disorder who underwent bilateral cingulotomy. Anesthetic induction was performed with propofol, fentanyl, with successful orotracheal intubation. Maintenance was performed using a target-controlled total intravenous infusion technique with propofol, fentanyl, and dexmedetomidine. The patient was hemodynamically stable intraoperatively, with no intraoperative seizures or vasopressor use. With satisfactory neurological progress, the patient was discharged on the third postoperative day, with a Glasgow score of 15.

**Keywords:** Down syndrome. Cingulotomy. Neurosurgery. Anesthetic management. Total intravenous anesthesia.

#### \*Correspondencia:

Katerine A. Benítez-García  
E-mail: katerinegarcia9496@gmail.com

Fecha de recepción: 26-12-2024  
Fecha de aceptación: 23-02-2025  
DOI: 10.24875/RECC.24000028

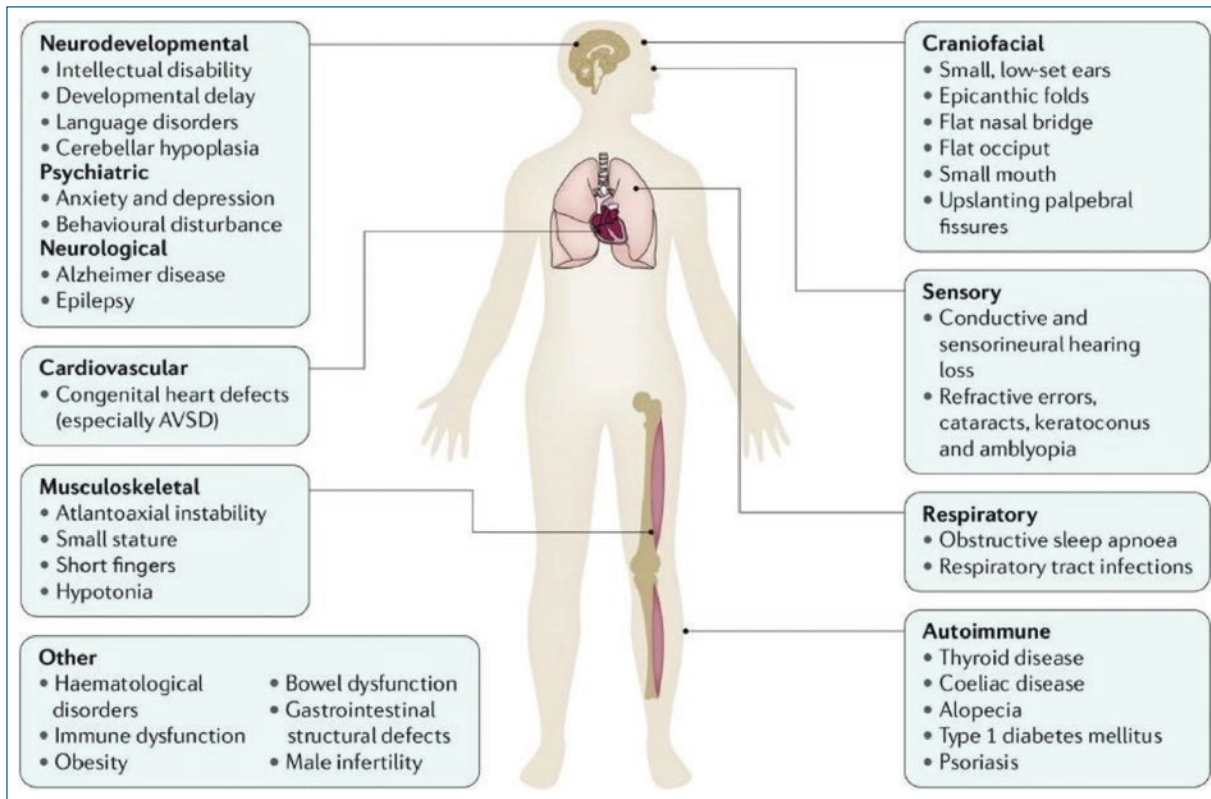
Disponible en internet: 26-08-2025  
REduCritic. 2026;5(1):35-42  
[www.reducritic.com](http://www.reducritic.com)

2938-1304 / © 2025 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

El síndrome de Down (SD) es el trastorno genómico más común de discapacidad intelectual y es causado por una trisomía del cromosoma 21 del *Homo sapiens*. Es la anomalía cromosómica más frecuente y se da principalmente por tres mecanismos: trisomía 21 (95%), translocación robertsoniana (3-4%) y mosaicismo de trisomía 21 (1-2%); en casi el 90% de los casos de trisomía 21, el cromosoma 21 extra se origina en la madre, por tal motivo el riesgo aumenta con la edad materna avanzada. El fenotipo del SD implica manifestaciones que afectan múltiples sistemas corporales, en particular los sistemas musculoesquelético, neurológico y cardiovascular<sup>1,2</sup>. Los pacientes con SD comúnmente tienen baja estatura, hipotonía muscular, inestabilidad atlantoaxial, reducción densidad, hipoplasia cerebelosa, discapacidad intelectual y defectos cardíacos congénitos, particularmente defectos del tabique auriculoventricular. También son más propensas a desarrollar ciertas comorbilidades, incluyendo hipotiroidismo, enfermedades autoinmunes, apnea obstructiva del sueño, epilepsia, problemas de audición y visión, trastornos hematológicos (incluida la leucemia), infecciones recurrentes, trastornos de ansiedad y enfermedad de Alzheimer de aparición temprana<sup>1</sup> (Fig. 1). A pesar de la alta incidencia de múltiples condiciones adversas de salud, la esperanza de vida de las personas con SD ha aumentado hasta aproximadamente los 60 años de edad<sup>3,4</sup>. El síndrome fue descrito por John Langdon Down en 1866, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima que la prevalencia global es de 10 por cada 10,000 recién nacidos vivos, las cifras dependen de variaciones socioculturales como la legalización del aborto y el diagnóstico prenatal precoz confirmado por citogenética<sup>5</sup>. Las malformaciones más prevalentes asociadas a esta condición son las del sistema cardiovascular, con una incidencia que varía entre el 42 y el 48% para las malformaciones cardíacas, siendo el hallazgo más frecuente el defecto auriculoventricular, luego el defecto del tabique inter-ventricular<sup>6,7</sup>. La depresión, ansiedad, el trastorno obsesivo-compulsivo y otros trastornos psiquiátricos también se observan con frecuencia en adultos con SD; las convulsiones ocurren en una distribución bimodal: un 40% ocurre antes del año de edad y otro 40% entre los 20 y 30 años<sup>8</sup>. El objetivo principal del tratamiento de los trastornos psiquiátricos es mejorar la funcionalidad de los pacientes en la sociedad, la utilización de la cirugía neuromoduladora para tratar los trastornos psiquiátricos hoy en día está respaldada no

solo por una comprensión más profunda de la estructura y función cerebral, sino también el desarrollo de nuevas técnicas microquirúrgicas estereotácticas y sobre el manejo exitoso de otros trastornos neurológicos mediante la neuromodulación<sup>9</sup>. Los procedimientos psicoquirúrgicos implican la estimulación cerebral profunda del sistema límbico, así como procedimientos ablativos, como la cingulotomía y la talamotomía<sup>10,11</sup>. La cingulotomía implica la inducción estereotáctica de lesiones por radiofrecuencia de longitud media de 2 cm, diseñadas para interrumpir el cíngulo, compuesto de fibras de asociación entre las áreas corticales y límbicas más profundas, comúnmente de forma bilateral; las áreas de termocoagulación incluyen el cuerpo calloso anterior y el lóbulo frontal<sup>10,12</sup>. El objetivo de la cirugía es interrumpir el circuito anormal que sería responsable de la producción de los síntomas, incluyendo los componentes emocionales y conductuales<sup>12</sup>. Los hallazgos relacionados con paro cardíaco en niños con cardiopatía congénita son desencadenados por la disfunción en la regulación cardíaca del sistema autónomo y activación simpática<sup>13</sup>. En el periodo preoperatorio es imperativo conocer la inestabilidad atlantoaxial y realizar una evaluación neurológica exhaustiva de los hallazgos clínicos que incluyen un signo de Babinski positivo, reflejos hiperactivos del tendón profundo, *clonus* del tobillo, debilidad muscular, aumento del tono muscular, malestar en el cuello, anomalías en la marcha y dificultad para caminar<sup>14</sup>. Además, debe estar disponible una selección de modalidades de vía aérea de emergencia, como equipo de fibra óptica, vía aérea con mascarilla laríngea para intubación, bujía flexible y vía aérea quirúrgica de emergencia. Durante el postoperatorio se debe tener especial cuidado al evaluar al paciente con una ventilación adecuada debido a la mayor posibilidad de crup postextubación y edema de las vías respiratorias<sup>14</sup>. La asociación de cardiopatía congénita que requiera un procedimiento anestésico representa un riesgo elevado para el anestesiólogo; la vigilancia y monitorización estricta de los parámetros cardiovasculares de estos pacientes es la piedra angular para lograr resultados satisfactorios en la cirugía no cardíaca de urgencia. El objetivo de este artículo es exponer la conducta anestésica en un paciente con SD con cardiopatía no reparada para un procedimiento neuroquirúrgico; además de socializar la experiencia para crear las bases teóricas y conocimientos esenciales en el manejo anestésico estos pacientes. Se presenta el caso de un paciente con SD a quien se le realizó una cingulotomía bilateral por trastorno de agresividad refractaria a manejo médico,



**Figura 1.** Síntomas y manifestaciones en el síndrome de Down. Las personas con trisomía 21 (presencia de un cromosoma 21 supernumerario; también conocido como síndrome de Down (SD)) presentan un conjunto distintivo de síntomas y manifestaciones que afectan a múltiples sistemas corporales, aunque existen variaciones entre individuos. Las personas con SD generalmente presentan baja estatura, dedos cortos, hipotonía e inestabilidad atlantoaxial. Las características faciales incluyen la presencia de pliegues epicánticos, puente nasal y occipucio planos, boca y orejas pequeñas, y fisuras palpebrales inclinadas hacia arriba. Las cardiopatías congénitas son comunes, en particular la comunicación interauricular (CIAV). Las personas con SD también son más propensas a desarrollar ciertas afecciones de salud en comparación con la población general, como hipotiroidismo, apnea obstructiva del sueño, epilepsia, problemas de audición y visión, trastornos hematológicos (incluida la leucemia), infecciones recurrentes, trastornos de ansiedad y enfermedad de Alzheimer de inicio temprano. *Reimpreso con autorización de Antonarakis SE et al.<sup>1</sup>, Down syndrome. Nat Rev Dis Primers. 2020 Feb 6;6(1):9.*

describiendo su manejo anestésico bajo anestesia total intravenosa (TIVA), su evolución clínica y neurológica.

### Presentación del caso

Paciente de sexo masculino de 22 años, con un peso de 69 kg, talla 1.69 cm y un índice de masa corporal (IMC) 24. Acudió con historia de 4 años de presentar alteraciones en su comportamiento secundario al SD, con episodios de agresividad e impulsividad que aumentaron desde hace 3 años. Sin embargo, a pesar de altas dosis de medicación no hubo mejoría, con episodios de agresividad que ocasionaron lesiones importantes en el paciente, la familia y terceras personas. Fue evaluado

por la subespecialidad de neurocirugía, siendo ingresado para evaluaciones y preparación preoperatoria, programándose una cingulotomía bilateral en forma electiva.

Antecedentes personales: SD en seguimiento en hospital periférico. Comunicación interventricular (CIV) desde nacimiento en seguimiento por el servicio de cardiología. Hipotiroidismo secundario en tratamiento con levotiroxina 150 mcg 2 tabletas de lunes a viernes y 2.5 tabletas sábado y domingo en seguimiento por el servicio de endocrinología. Trastorno de agresividad refractaria manejado con valproato sódico 200 mg cada 8 horas, risperidona 2 mg/noche, paroxetina 20 mg cada 12 horas, quetiapina 100 mg/noche, en seguimiento por el servicio de psiquiatría.



Figura 2. Medicamentos para anestesia total intravenosa empleados en TCI (infusión controlada por objetivo).

Alergias: interrogadas y negadas. Transfusionales: interrogadas y negadas.

Valores analíticos preoperatorios:

- Biometría hemática: leucocitos  $4.18 \times 10^3$  células/mm<sup>3</sup>, hemoglobina 13.9 m/dl, hematocrito 40.2%, plaquetas  $204 \times 10^3$  células/mm<sup>3</sup>.
- Química sanguínea: glucosa 87 mg/dl, urea: 24.2 m/dl, creatinina 0.87 m/dl, sodio 140.1 mEq/l, potasio 4.3 mEq/l.
- Tiempos de coagulación: tiempo de protrombina 11.1, tiempo parcial de tromboplastina 29.6, ratio internacional normalizada 1.

En el electrocardiograma del 12/02/2024 se evidenció ritmo sinusal, frecuencia cardiaca (FC) 115 lpm, onda P 80 ms, PR 140 ms, QRS 80 ms, eje de QRS 60 grados, bloqueo incompleto de rama derecha del haz de His, sin datos de isquemia, lesión o necrosis, sin aumento de automatismo supraventricular o ventricular.

Radiografía de tórax del 12/02/2024: silueta cardiaca de morfología y tamaño normal, parénquima pulmonar sin evidencia de consolidaciones.

La evaluación integral del servicio de medicina interna reportó a 12/02/2024: ASA (American Society of Anesthesiologists) II, Goldman II, Destky I, Lee II, Caprini riesgo moderado 4 puntos, sin recomendaciones prequirúrgicas.

Evaluación preoperatoria por el servicio de cardiología a 12/02/2024: cardiopatía congénita acianógena tipo CIV subaórtica, cortocircuito izquierda a derecha,

velocidad máxima 5.32 m/s, gradiente máximo inter-ventricular 113 mmHg sin compromiso hemodinámico, cociente entre el flujo pulmonar y el sistémico (QP/QS) 1.08. Ventrículo izquierdo con geometría conservada, fracción de eyección del ventrículo izquierdo 68%. Sin incremento de presiones de llenado ni valvulopatías significativas. Ventrículo derecho no dilatado con función sistólica conservada. Sin contraindicación para el procedimiento quirúrgico.

Un día previo a la intervención se le realizó la evaluación preanestésica. El paciente estaba agitado, ansioso, poco cooperativo y con dificultad en el habla. Estuvo acompañado por su madre en todo momento. Fue catalogado como ASA III, con 1.8 a 4.5% de mortalidad perioperatoria, riesgo quirúrgico alto, trauma quirúrgico III, clasificación de la New York Heart Association (NYHA) II, Goldman II 0.2% de complicaciones cardiacas mayores y riesgo cardiaco Lee II. Con plan de anestesia general total endovenosa con monitoreo invasivo en sala de operaciones.

### Intervención terapéutica

A su llegada a quirófano se realizó monitorización de acuerdo con los estándares de la ASA, presentó una presión arterial (PA) inicial 140/70 mmHg, FC 70 lpm, frecuencia respiratoria (FR) 14 rpm y saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) 96% aire ambiente, y se mantuvieron listos un desfibrilador y un carrito de vía aérea difícil. Previa a la inducción se canalizó una vía periférica en miembro



Figura 3. Monitoreo intraoperatorio.

superior izquierdo con catéter 18 G. La inducción anestésica se realizó con propofol a 2 mg/kg y fentanilo 300 mcg, vecuronio 8 mg; se realizó intubación orotraqueal bajo videolaringoscopia con dispositivo Glidescope hoja curva #3 con tubo endotraqueal N.º 7.0 tras cuatro minutos de relajante neuromuscular no despolarizante, se corrobora columna de aire y capnografía con dióxido de carbono espirado (EtCO<sub>2</sub>) 30, sin complicaciones.

Parámetros ventilatorios que se fijaron: fracción inspirada de oxígeno (FiO<sub>2</sub>) 0.5 (mezcla de aire 2% y oxígeno 1%), volumen corriente 5 ml/kg mediante ventilación regulado por volumen, FR de 12 rpm y presión positiva al final de la espiración de 5. El mantenimiento se estableció mediante técnica TIVA de propofol 10 mg/ml (Eleved 2,1) a una concentración efecto de 3, fentanilo 10 mcg/ml (Shafer/Weight adjusted) a una concentración efecto de 2, dexmedetomidina 4 mcg/ml (Dick) a una concentración efecto de 0,3. El BIS (índice biespectral) se mantuvo entre 40 y 50 durante toda la intervención (Fig. 2). Se colocó bloqueo de escalpe con ropivacaína al 2.0% en siete puntos sin anomalías y electroencefalograma frontal para monitoreo de la profundidad anestésica (Fig. 3). Se colocó la cabeza en posición neutral, manteniendo una distancia de 6 cm de la barbilla al esternón y se chequeó el correcto cierre de todas las partes del cabezal de estereotaxia (Fig. 4). Los globos oculares se cubrieron con gasa estéril y se verificó que estuviesen libres de presión después de los movimientos del cuello y la cabeza. Además, se insertó un catéter arterial de calibre 20 G en la arteria radial izquierda para la monitorización invasiva de PA para la obtención transquirúrgica de muestras de sangre arterial, el sensor se colocó a cero

a nivel del foramen de Monro para la medición de la presión arterial media (PAM).

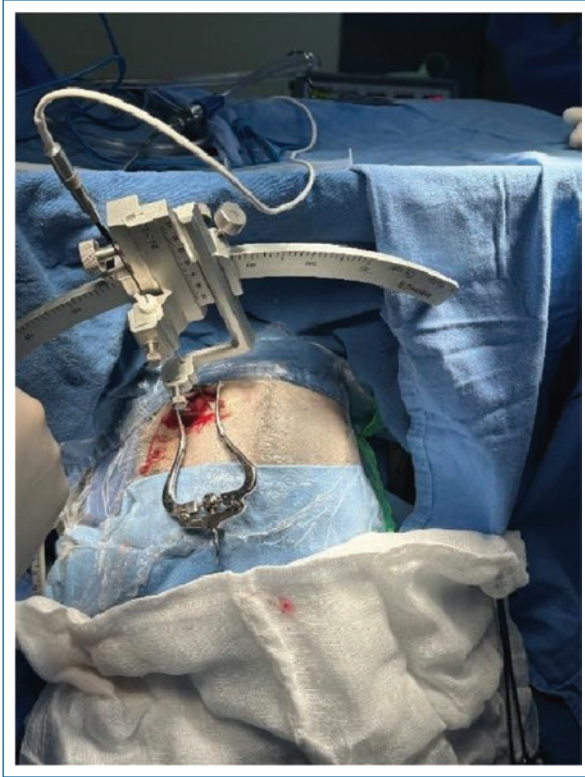
La hemodinamia intraoperatoria fue estable y la FC del paciente durante todo el procedimiento fue de 75 a 80 latidos/min, con PAM entre 70-80 mmHg, las SpO<sub>2</sub> se mantuvo en 94-98%, EtCO<sub>2</sub> entre 32 y 35 mmHg. No fue necesario el uso de vasopresor. Gasometría arterial: pH 7.31, presión parcial de dióxido de carbono 36 mmHg, presión parcial de oxígeno 127 mmHg, bicarbonato 24.1 mmol/l, lactato 1.2 mmol/l, SO<sub>2</sub> 94%, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> 311 mmHg, hematocrito 32%.

Medicación complementaria paracetamol 1 g IV y ondansetrón 8 mg IV.

Al final de la cirugía se realiza extubación para valoración neurológica temprana, la emersión anestésica se realizó por lisis metabólica, se aspiraron secreciones de forma gentil y se extubó sin complicaciones al presentar reflejos protectores de vía aérea, pupilas reactivas bajo estímulo luminoso y ventilación espontánea. Se presenta agitado, por lo que madre lo acompañó durante todo el proceso.

### Evolución clínica

Se trasladó al servicio de neurocirugía, sus primeros signos vitales fueron una PA 112/66 mmHg, FC 88 lpm y SpO<sub>2</sub> 95%, sin uso de vasopresor. En su primer día posquirúrgico se evidenció adecuada estabilidad hemodinámica. A la exploración física pupilas isométricas, reflejo fotomotor presente, sin evidencia de focalización. Sin signos meníngeos. Valores analíticos postoperatorios dentro de límites normales.



**Figura 4.** Posición adecuada del marco de estereotaxia para cingulotomía.

En su segundo día posquirúrgico se tramitó tomografía computarizada cerebral de control, que reportó: cambios quirúrgicos por cirugía, sin hematoma residual. A la exploración física pupilas isométricas, reflejo fotomotor presente, sin evidencia de focalización, moviliza extremidades tono y trofismo conservado, sin signos meníngeos.

Al tercer día posquirúrgico se muestra consciente, orientado, Glasgow 14 puntos, sin evidencia de focalización, moviliza extremidades, tono y trofismo conservado, sin signos meníngeos, los valores analíticos postoperatorios al tercer día dentro de límites normales.

## Diagnóstico clínico

En los países desarrollados, la detección prenatal de laboratorio para el SD se ofrece como parte de la atención prenatal de rutina; el cribado es una forma de identificar embarazos de alto riesgo<sup>1</sup>. Recientemente se han medido exámenes adicionales en suero materno, incluidos la gonadotropina coriónica  $\beta$ -humanos, estriol no conjugado, inhibina A y proteína A en plasma asociado al embarazo. Los niveles de todos estos marcadores

cambian con la edad gestacional, y algunos son mejores para distinguir entre trisomía 21 y fetos euploides en el primer trimestre y otros en el segundo trimestre<sup>1</sup>. En 2011, la secuenciación de ADN libre de células en suero materno estuvo clínicamente disponible; usando masivamente la secuenciación en paralelo se cuentan los fragmentos de ADN, se asignan a áreas específicas del genoma, y comparado con un valor de referencia, un número excesivo de fragmentos que se asignan a HSA21 es sugestivo (pero no diagnóstico) de SD<sup>1,2</sup>. En muy poco tiempo, las pruebas no invasivas se han convertido en el ejemplo de medicina genómica más implementado clínicamente. Actualmente, a una mujer embarazada con alto riesgo de tener un feto con SD (edad materna > 35 años, antecedentes familiares positivos, analito sérico positivo, anomalías ecográficas sugestivas) se le ofrece el estudio genómico como método primario de estudio<sup>1,2</sup>.

Las personas con SD tienen una mayor prevalencia de problemas de salud mental y conductual en comparación con la población general, en particular, depresión y trastornos de ansiedad. El diagnóstico de problemas de salud mental en personas con SD puede complicarse por la presencia de discapacidad intelectual, dificultades de comunicación y síntomas atípicos. El tratamiento para las enfermedades mentales debe basarse en directrices clínicas estándar, las personas con SD muestran respuestas positivas a intervenciones conductuales, medicación psicotrópica y terapia psicológica<sup>1</sup>.

## Discusión

Informes previos sobre el manejo anestésico de los pacientes con SD se ha centrado principalmente en los pacientes pediátricos, y se han abordado varios temas como vía aérea difícil por la presencia de estenosis subglótica, macroglosia, traqueomalacia, inmovilidad articular y también exigencia de colocación de acceso intravenoso<sup>15</sup>. En pacientes mayores con SD, una mayor prevalencia de comorbilidades puede generar problemas perioperatorios adicionales; una de las principales preocupaciones de los pacientes con discapacidad mental es la poca cooperatividad y el comportamiento agresivo, que puede dificultar la implementación de un manejo anestésico adecuado<sup>15</sup>.

Müller et al.<sup>16</sup>, publicaron que los pacientes con SD representan un reto para el anestesiólogo por las alteraciones anatómicas encontradas en la evaluación de la vía aérea. La intubación endotraqueal puede ocasionar inflamación crónica y cicatrización de la vía

respiratoria subglótica, por lo que expertos en el tema recomiendan para este proceder la utilización de un fibrobroncoscopio y tubos oro-traqueales de 0.5 a 1.0 mm más pequeños del que les correspondería por su edad y sexo; cabe destacar la utilidad de estudios de imagen, tales como la radiografía de cuello por la inestabilidad craneocervical y/o atlantoaxial cuantificada en la valoración preoperatoria. La cingulotomía anterior (lesión de la corteza del cíngulo supragenua) fue descrita inicialmente por Fulton y difundida después por Ballantine et al.<sup>17</sup>; consiste en una lesión bilateral del cíngulo anterior con el objetivo de interrumpir la conexión de la corteza cingulada, la corteza orbitofrontal y el sistema límbico, bloqueando así el sistema de recompensa<sup>18</sup>. El área subgenual se encuentra en la corteza cingulada como una estrecha banda en la porción caudal del área subcallosa; es importante en la regulación de las respuestas emocionales y, en consecuencia, su ablación ayuda especialmente a controlar el estado emocional de intenso deseo por los efectos de las drogas<sup>18</sup>.

La capsulotomía consiste en lesión de las fibras anteriores de la cápsula interna, Talairach fue el pionero de esta técnica en 1949 y después fue promovida por Leksell<sup>17</sup>. Tanto la cingulotomía como la capsulotomía son procedimientos indicados para el tratamiento del dolor, del desorden obsesivo-compulsivo, adicciones y depresión mayor; el cíngulo y la cápsula interna forman parte del sistema límbico, la cingulotomía y la capsulotomía están basadas en la interrupción del anillo límbico en dos estructuras anatómicamente diferentes sin efectos adversos graves<sup>17</sup>.

El anestesiólogo debe ser creativo y flexible a la hora de determinar un plan anestésico para el paciente que permita seguridad y comodidad, estos pacientes pueden estar preparados con una premedicación, inducciones inhalatorias e intravenosas. Los objetivos anestésicos deben incluir relajación cerebral para reducir la isquemia, control hemodinámico sistémico y cerebral, evitar la hipotonicidad, hiperglucemia e hipertermia, y proporcionar un despertar oportuno de la anestesia sin hipertensión significativa, taquicardia o tos. La evaluación neurológica postoperatoria es de crucial importancia y el anestesiólogo debe facilitar un despertar suave de la anestesia para que el paciente pueda evaluarse minuciosamente. Esto puede lograrse con una TIVA, anestésicos volátiles o una combinación de agentes. La tasa de complicaciones perioperatorias, médicas y complicaciones quirúrgicas, incluyendo paro cardíaco y síncope, son más común en adultos con SD que en la población general; se han observado

resultados adversos en adultos con SD asociado a síndrome de Eisenmenger, edad avanzada, apnea obstructiva del sueño e hipertensión pulmonar<sup>7</sup>. Se ha demostrado que la incidencia de complicaciones relacionadas con la anestesia general es significativamente mayor en estos pacientes para procedimientos no cardíacos, destacando la presencia de bradicardia grave, obstrucción de la vía aérea y estridor postinstrumentalización<sup>19,20</sup>. La ketamina como inductor resulta favorable en el manejo de la vía aérea anatómicamente difícil por su efecto broncodilatador, evitando complicaciones inherentes a la anestesia general y a la presencia de síntomas respiratorios<sup>21</sup>. La combinación de oxígeno, aire, midazolam, fentanilo y vecuronio brinda la relajación necesaria durante la exploración quirúrgica; la analgesia multimodal y la premedicación con midazolam junto a la presencia de un familiar en la unidad de cuidados postanestésicos disminuyó el dolor y el estrés quirúrgico, lo cual favoreció la recuperación y evitó el aumento del consumo de oxígeno<sup>21,22</sup>.

## Conclusión

Las diferencias en el desarrollo del sistema nervioso autónomo en pacientes con SD vs. pacientes con desarrollo normal pueden explicar las diferentes tasas de bradicardia en la inducción, el efecto sedante del midazolam, la dexmedetomidina y las conductas de dolor. Las características únicas de su anatomía y patofisiología plantean una serie de consideraciones y posibles problemas que deben ser anticipados durante procedimientos quirúrgicos. Estos pacientes presentan importantes diferencias en la susceptibilidad al estrés oxidativo, reconociendo una condición prooxidante sistémica. Se necesita una mejor comprensión de la historia natural del síndrome, en donde las consideraciones anestésicas incluyen: control estricto de parámetros hemodinámicos, de la PA sistémica, de la presión de perfusión cerebral, control de la presión intracraneal, mejora de la exposición quirúrgica para minimizar la pérdida sanguínea y lesión cerebral, selección de agentes anestésicos que ayudarán a la neuroprotección, la neuromonitorización, la evaluación neurológica al despertar y control del dolor postoperatorio.

## Financiamiento

Los autores declaran que este trabajo se realizó con recursos propios.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

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

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

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

## Bibliografía

- Antonarakis SE, Skotko BG, Rafii MS, Strydom A, Pape SE, Bianchi DW, Sherman SL, Reeves RH. Down syndrome. *Nat Rev Dis Primers*. 2020 Feb 6;6(1):9. DOI: 10.1038/s41572-019-0143-7.
- Castillo Lam JE, Elías Aduato OE, Huamán Benancio GP. Cardiopatías congénitas asociadas a los síndromes cromosómicos más prevalentes: revisión de la literatura [Congenital heart disease associated with the most prevalent chromosomal syndromes: a literature review]. *Arch Peru Cardiol Cir Cardiovasc*. 2021 Sep 30;2(3):187-195. Spanish. DOI: 10.47487/apcyccv.v2i3.155.
- Hefti E, Blanco JG. Pharmacotherapeutic Considerations for Individuals with Down Syndrome. *Pharmacotherapy*. 2017 Feb;37(2):214-220. DOI: 10.1002/phar.1880.
- Malt EA, Dahl RC, Haugsand TM, Ulvestad IH, Emilsen NM, Hansen B, Cardenas YE, Skold RO, Thorsen AT, Davidsen EM. Health and disease in adults with Down syndrome. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2013 Feb 5;133(3):290-4. English, Norwegian. DOI: 10.4045/tidsskr.12.0390.
- Díaz-Cuellar, S, Yokoyama-Rebollar, E, & Del Castillo-Ruiz, V. Genómica del síndrome de Down. *Acta pediátrica de México*, (2016) 37(5), 289-296. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-23912016000500289&lng=es&tng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-23912016000500289&lng=es&tng=es).
- Irving CA, Chaudhari MP. Cardiovascular abnormalities in Down's syndrome: spectrum, management and survival over 22 years. *Arch Dis Child*. 2012 Apr;97(4):326-30. DOI: 10.1136/adc.2010.210534.
- Lewanda AF, Matisoff A, Revenis M, Harahsheh A, Futterman C, Nino G, Greenberg J, Myseros JS, Rosenbaum KN, Summar M. Preoperative evaluation and comprehensive risk assessment for children with Down syndrome. *Paediatr Anaesth*. 2016 Apr;26(4):356-62. DOI: 10.1111/pan.12841.
- Malinzak EB. Perioperative care of adults with Down syndrome: a narrative review. *Can J Anaesth*. 2021 Oct;68(10):1549-1561. English. DOI: 10.1007/s12630-021-02052-9.
- Faria MA Jr. Violence, mental illness, and the brain - A brief history of psychosurgery: Part 2 - From the limbic system and cingulotomy to deep brain stimulation. *Surg Neurol Int*. 2013 Jun 1;4:75. DOI: 10.4103/2152-7806.112825.
- Marc Lévêque, Alexander G. Weil, Jean Régis; Surgery for Aggressive Behavior Disorder. *Stereotact Funct Neurosurg* 1 May 2013; 91 (3): 198-200. <https://doi.org/10.1159/000342782>.
- Yampolsky C, Bendersky D. Cirugía de los trastornos del comportamiento: el estado del arte [Surgery for behavioral disorders: the state of the art]. *Surg Neurol Int*. 2014 Aug 4;5(Suppl 5):S211-31. Spanish. DOI: 10.4103/2152-7806.137936.
- Nogami K, Taniguchi S, Togami K. Transient cardiac arrest in a child with Down syndrome during anesthesia induction with sevoflurane: a case report. *JA Clin Rep*. 2016;2(1):18. DOI: 10.1186/s40981-016-0043-8.
- Meitzner MC, Skurnowicz JA. Anesthetic considerations for patients with Down syndrome. *AANA J*. 2005 Apr;73(2):103-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15835829/>.
- Jiménez-Ponce F, Soto-Abraham JE, Ramírez-Tapia Y, Velasco-Campos F, Carrillo-Ruiz JD, Gómez-Zenteno P. Evaluation of bilateral cingulotomy and anterior capsulotomy for the treatment of aggressive behavior. *Cir Cir*. 2011 Mar-Apr;79(2):107-13. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=29331>.
- Pelli M, Loffredo C, Menna C, Fiorelli S, Massullo D. Anesthetic Management of an Adult Patient With Down Syndrome for Thoracic Surgery. *Cureus*. 2021 Aug 12;13(8):e17130. DOI: 10.7759/cureus.17130.
- Muller MD, Capp AM, Hill J, Hoffer A, Otworth JR, McQuillan PM, Bonavia AS. Anesthetic Management of Elderly Patients With Down Syndrome: A Case Report. *J Perianesth Nurs*. 2020 Jun;35(3):243-249. DOI: 10.1016/j.jopan.2019.10.003.
- Donoso F Alejandro, Montes F Soledad, Neumann B Megan, Ulloa V Daniela, Contreras E Dina, Arriagada S Daniela. El niño con Síndrome de Down en la Unidad de Cuidados Intensivos. *Rev. chil. Pediatr*. 2017; 88( 5 ): 668-676. DOI:10.4067/s0370-41062017000500016.
- Assis, Laryssa & Carvalho, Laura & Silva, Ledismar.. Thermocoagulation in Multiple Targets to Treat Obsessive-Compulsive Disorder Associated with Drug Addiction: Case Report. *Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia: Brazilian Neurosurgery* 2024; 43(02): e112-e116. DOI: 10.1055/s-0043-1774747.
- Sinton JW, Cooper DS, Wiley S. Down syndrome and the autonomic nervous system, an educational review for the anesthesiologist. *Paediatr Anaesth*. 2022 May;32(5):609-616. DOI: 10.1111/pan.14416.
- De Jesus O, Fogwe DT, Mesfin FB, et al. Neuromodulation Surgery for Psychiatric Disorders. [Updated 2023 Aug 28]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482366/>.
- Piñón García Karell, Cabrera Almarales Claudio, Pozo Romero José Antonio, Correa Borrell Mayda. Anestesia para cirugía abdominal urgente en síndrome de Down y tetralogía Fallot no reparada. *Multimed*. 2021 Jun [citado 2024 Jun 05]; 25( 3 ): . Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-48182021000300015&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-48182021000300015&lng=es).
- Flórez, Jesús. Anestesia y cuidados en las intervenciones quirúrgicas de las personas con síndrome de Down. *Fundación Síndrome de Down de Cantabria. Revista Síndrome de Down*. 2012, 29 (114) 122-127. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11181/3941>.

## Miller Fisher syndrome mimicking botulism: a case report of Guillain-Barré/Miller Fisher overlap syndrome caused by COVID-19 and EBV coinfection

### Síndrome de Miller Fisher que simula botulismo: informe de un caso de síndrome de superposición de Guillain-Barré/Miller Fisher causado por coinfección por COVID-19 y VEB

Eileen Guzmán-Rojas<sup>1\*</sup>, Mark Vergara-Gomez<sup>2</sup>, Gerald Marin-García<sup>1</sup>, and William Rodríguez-Cintrón<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pulmonary & Critical Care Medicine Fellowship; <sup>2</sup>Pulmonary & Critical Care Medicine Fellowship Attending Physician; <sup>3</sup>Pulmonary & Critical Care Medicine Fellowship Chief. VA Caribbean Healthcare System, San Juan, Puerto Rico, United States

#### Abstract

Miller-Fisher syndrome (MFS) is a rare variant of Guillain Barre Syndrome (GBS), most commonly associated with the involvement of the lower cranial and facial nerves without weakness of the respiratory system and limbs. Nevertheless, bulbar involvement is uncommon but can lead to extensive workup to rule out stroke, botulism, myasthenia gravis (MG), and other neuromuscular disorders. Despite unknown incidence in literature, there are some cases in which MFS coexists with other features of GBS have been reported, such as limb weakness, paresthesia, and facial palsy, are considered MFS-GBS overlap syndromes. Therefore, we present a rare case of GBS/MFS overlap syndrome describing the importance of prompt evaluation, diagnosis, and management by team-based interprofessional care to improve outcomes in these patients.

**Keywords:** Miller-Fisher syndrome. Guillain-Barré syndrome. MFS-GBS overlap syndromes. Weakness in the extremities. Facial palsy.

#### Resumen

El síndrome de Miller-Fisher (SMF) es una variante poco frecuente del síndrome de Guillain Barre (SGB), asociada con mayor frecuencia a la afectación de los nervios craneales inferiores y faciales sin debilidad del sistema respiratorio y las extremidades. No obstante, la afectación bulbar es infrecuente, pero puede llevar a un trabajo de diagnóstico extenso para descartar un accidente cerebrovascular, botulismo, miastenia gravis (MG) y otros desordenes neuromusculares. Aunque no hay una incidencia reportada en la literatura, se han descrito algunos casos en los que el SMF coexiste con otras características del SGB, como debilidad de las extremidades, parestesias y parálisis facial, que se consideran síndromes de solape SMF-SGB. Por lo tanto, presentamos un caso poco frecuente de síndrome de solape de SGB/SMF que describe la importancia de la evaluación, el diagnóstico y el tratamiento rápidos mediante una atención interprofesional en equipo para mejorar los resultados en estos pacientes.

**Palabras claves:** Síndrome de Miller-Fisher. Síndrome de Guillain-Barré. Solapamiento síndromes MFS-GBS. Debilidad de las extremidades. Parálisis facial.

#### \*Correspondence:

Eileen Guzman-Rojas  
E-mail: eileenguzman0@gmail.com

Date of reception: 10-12-2023  
Date of acceptance: 18-04-2024  
DOI: 10.24875/RECC.23000021

Disponible en internet: 20-06-2024  
REduCritic. 2026;5(1):43-47  
[www.reducritic.com](http://www.reducritic.com)

2938-1304 / © 2024 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introduction

Miller-Fisher syndrome (MFS) is a rare Guillain-Barré syndrome (GBS) variant with the classic triad of areflexia, ophthalmoplegia, and ataxia. It was first described in 1932 by James Collier. It was subsequently classified as a variant of Guillain-Barré syndrome (GBS), which encompasses several types of acute immune-mediated polyneuropathies. It is considered a postinfectious disorder presenting with neurological deterioration, often preceding viral or bacterial infection. Its prevalence varies between one and five percent of all GBS cases reported in Western countries, with an incidence reaching up to one-fourth of cases in other countries such as Japan. About twenty-five percent of patients with MFS develop some extremity weakness, linking this disorder to Guillain-Barré syndrome.<sup>1,2</sup> In contrast to the ascending weakness observed in GBS, neurological deficits in MFS follow a descending pattern, most commonly starting with diplopia, which can be present in addition to other abnormalities, including motor weakness, limb dysesthesias, and face or bulbar palsies. As a consequence of its low prevalence, MFS is frequently underrecognized despite being a clinical diagnosis.

## Case description

A 57-year-old male with a past medical history of thyroid cancer s/p chemotherapy and radiotherapy, bronchial asthma, discogenic disease, and hypothyroidism presents to the Emergency Department (ED) with complaints of sore throat associated with dysphagia, facial numbness, and lower extremity weakness since the night before admission. The patient reports that he started developing a subjective fever, bilateral cheek numbness, and difficulty swallowing. The patient reports eating a spoiled can of green beans three days before the presentation. However, the patient denied gastrointestinal symptoms.

The patient had a heart rate at 79 bpm, blood pressure 123/87 mmHg, respiratory rate at 22 breaths/min, and no fever. The heart and lung exams were unremarkable, with regular rate and rhythm, and clear to auscultation bilaterally. Head, eyes, ears, nose, and throat exam was remarkable for diffuse lymphadenopathy of the neck and bilateral tonsils swelling with erythema and white exudates, drooling without trismus, and no visual field defects. The abdominal exam was unremarkable, with no tenderness or distention with positive bowel sounds. Neurological exam was remarkable for

lower extremities areflexia, bilateral lower extremities (LE) weakness as per Oxford scale with motor strength LE proximal grade 1/5, LE mid-strength grade 2/5 and LE distal strength grade 5/5, left upper extremity (UE) motor strength grade 1/5, right UE proximal strength grade 3/5 with mid and distal strength grade 5/5, extraocular eye movements intact, pupils are equal, round and reactive to light and accommodation, no facial asymmetry, no ptosis, no sensory deficits.

Laboratories showed mild leukopenia with increased monocytes on the differential in addition to positive COVID-19 and Monospot tests. Renal function was within normal limits without significant electrolyte disturbances. Cardiac enzymes were negative for acute coronary artery disease (Table 1). A head computerized tomography (CT) scan revealed no abnormal or pathological findings. However, a Neck CT scan revealed findings suggesting acute tonsillitis and pharyngitis causing moderate oropharyngeal airway narrowing without peritonsillar abscess noted. While waiting in ED, the patient developed acute weakness of lower extremities, flaccid left upper extremity, drooling, and intermittent diplopia. During the first 24 hours of admission, the hospital course was further complicated with excessive drooling and poor oral secretion management in the setting of acute neuromuscular paralysis. Therefore, patient requiring airway protection was intubated and placed in mechanical ventilation with assist control ventilation mode, a tidal volume 510 ml (8ml/kg of ideal body weight), a fraction of inspired oxygen of 35% a positive end expiratory pressure (PEEP) of 5 cmH<sub>2</sub>O and a respiratory rate of 14 breaths per minute. He was then admitted to the Medical Intensive Care Unit (MICU) for continuous monitoring and management.

A lumbar puncture was performed upon initial evaluation on first day, which revealed a protein albuminocytologic dissociation suggestive of an acute polyradiculoneuropathy process causing neurologic deterioration syndrome caused by a COVID-19 and EBV coinfection (Table 2). A suspicion of GBS/MFS overlap syndrome was entertained, for which he was started on intravenous immunoglobulin (IVIG) 20gm daily for five days starting at 30 cc/hr as per Neurology service recommendations. The patient was treated with broad-spectrum intravenous antibiotics including Rocephin 1gm IV Daily, Remdesivir 100mg IV daily, and dexamethasone 6mg IV daily to complete a total of ten days as per Infectious Disease service recommendations. On day 3 of IVIG, the patient had a marked improvement in muscle weakness, now being able to move all extremities. During the following days, no complications arose

**Table 1.** Complete blood count test results

CBC with differential	Value	Flag	Range	Units
WBC	3.9	Low	4.50-13.50	x10
RBC	4.06		4.00-5.40	x10
Hemoglobin	13.6	Low	14.0-16.4	g/L
Hematocrit	38.8		32.0-49.0	%
MCV	95.7	High	80.0-107.0	fL
MCH	33.5	High	27.0-31.0	pg
MCHC	35.0		33.0-37.0	
RDW	14.6	High	11.5-14.5	%
Platelets	187		130-400	x10
MPV	7.9		7.2-11.1	fL
%Neutrophils	69.0		40.0-74.0	%
%Lymphocytes	9.0	Low	19.0-48.0	%
%Monocytes	14.0	High	3.4-9.0	%
%Eosinophils	5.0		0.0-7.0	%
%Basophils	0		0.0-1.5	%
#Neutrophils	2.70		1.90-8.00	x10
#Lymphocytes	0.40	Low	0.90-5.20	x10
#Monocyte	0.50		0.16-1.00	x10
#Eosinophil	0.20		0.0-0.8	x10
#Basophil	0.00		0.00-0.20	x10
Complete metabolic panel results				
CMP	Value	Flag	Range	Units
Glucose	84		70-99	mg/dL
BUN	12		7.0-27.0	mg/dL
Creatinine	0.73		0.52-1.04	mg/dL
BUN/Creat	16.4		7.0-25.0	
GFR	111		70-	mL/min/1.73m
Sodium	134		137-145	mmol/L
Potassium	4.0		3.5-5.1	mmol/L
Chloride	106		98-107	mmol/L
CO <sub>2</sub>	22		22.0-30.0	mmol/L
Anion gap with K	10.0		10.0-20.0	mmol/L
Osmolality serum	258		261-280	mOsm/L

(Continues)

**Table 1.** Complete blood count test results (continued)

Complete metabolic panel results				
CMP	Value	Flag	Range	Units
Calcium	9.1		8.40-10.20	mg/dL
Total Protein	6.6		6.3-8.2	g/dL
Albumin	4.1		3.50-5.00	g/dL
ALB/GLOB	1.6		1.1-2.2	g/dL
Globulin	2.5		2.4-3.5	g/dL
AST	28		14.0-36.0	U/L
ALT	20		4-50	U/L
Alkaline phosphatase	56		38-126	U/L
Bilirubin	0.71		0.20-1.30	mg/dL
Cardiac enzyme results				
Troponin	Value	Flag	Range	Units
	< 0.012		< 0.012	ng/mL
Thyroid stimulating hormone result				
TSH	Value	Flag	Range	Units
	5.000		0.5-5.0	mIU/L
Miscellaneous test result				
Laboratory tests	Value	Flag	Range	Units
Monospot test	Reactive		Non-reactive	
COVID-19	Positive		Negative	
Arterial blood gases result				
Blood gasses	Value	Flag	Range	Units
pH	7.435		7.35-7.45	
PCO <sub>2</sub>	38.6		35.0-45.0	mmHg
PO <sub>2</sub>	130.5		24.0-108.0	mmHg
CHCO <sub>3</sub>	25.3		21-29	mmol/L
BE	1.2		-2-2	mmol/L
SO <sub>2</sub>	99.0		92-95	%
Coagulation parameters result				
Coagulation	Value	Flag	Range	Units
INR	1.0		0.9-1.1	secs
PT	11.5		12.3-15.1	secs
PTT	34.1		29.0-43.0	secs

**Table 2.** Cerebrospinal fluid analysis result

CSF tests	Value	Flag	Range	Units
Opening pressure	9		5-20	cmH2O
Appearance	Clear			
Protein	99	High	15-45	mg/dL
Glucose	54		50-80	mmol/L
Gram Stain	Negative		Negative	
RBC	20	High	0-5	cell/ $\mu$ L
WBC	0		< 8	cell/ $\mu$ L

from therapy and the patient continued with gradual improvement of symptoms until he was able to be extubated and discharged to physical therapy to complete rehabilitation.

## Discussion

Over the last three decades, there has been almost a forty percent rise in the death number and a fifteen percent decrease in disability-adjusted life-years owing to impairment from neurological disorders. Furthermore, neurological disorders account for over one-third of patients worldwide at some point in their lives, making them the primary cause of disability and the second most common cause of mortality. Therefore, evidence suggests that advances in treating neurological disorders are not keeping pace with the increasing prevalence of these conditions.<sup>3</sup>

MFS is a rare, acquired nerve disease considered a Guillain-syndrome variant. They are both caused by an autoimmune response to infection. The immune system can attack either the myelin or the peripheral nerve axon. GBS has a worldwide incidence of 1 to 2 in 100,000, of which MFS is a small subset (1 to 2 in 1,000,000). It affects more men than women and has a higher incidence in Asians.<sup>4</sup> A viral infection precedes the neurological symptoms in almost seventy percent of cases.<sup>5</sup>

In this case, we describe a male patient who developed dysphagia, facial numbness, areflexia, and progressive ascending paralysis following a coinfection with COVID-19 and Epstein Barr Virus (EBV). Several variants of GBS with involvement of cranial nerves were described in this case. The impairment of several cranial nerves associated with areflexia, ataxia, and demyelinating peripheral neuropathy suggests overlapping MFS and GBS.

GBS/MFS overlap syndrome causes clinical manifestations that are difficult to identify in non-neurological

contexts or in patients requiring mechanical ventilation assistance. Although uncommon, these clinical features with bulbar involvement can result in an extensive work-up to eliminate the possibility of stroke, botulism, myasthenia gravis (MG), and other neuromuscular disorders. Therefore, physicians should closely monitor for neurological complications as it is critical to recognize its symptoms early, avoiding unnecessary work-up. Even though the prognosis of GBS/MFS overlap syndrome is generally favorable, delay in treatment can lead to fatal consequences and cause severe motor disabilities, significantly affecting the patient's quality of life if not treated early<sup>6</sup>.

## Conclusion

Collecting a history of present illness is essential for precise diagnosis and treatment of patients with acute neurological disease caused by viral infections.<sup>5</sup> This particular case highlights various medical and neurological complications that arise from a coinfection with COVID-19 and EBV-induced Guillain-Barré Syndrome. Our case should be viewed as a variant of GBS with overlapping MFS, showing a favorable response to immunoglobulin treatment, indicating the immune-mediated nature of neuropathy. MFS is a rare and not well-understood condition, and its presence should be suspected when the presentation includes ataxia, areflexia, and ophthalmoplegia. Early treatment with intravenous immunoglobulin can speed up recovery and improve clinical outcomes. The prompt recognition of GBS symptoms is crucial, given the severe motor disabilities associated with it that may reduce a patient's quality of life and require an accurate evaluation by neurologists.

## Funding

The authors declare that this work was carried out with the authors' own resources.

## Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

## Ethical considerations

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

**Confidentiality, informed consent, and ethical approval.** The authors have obtained approval from the Ethics Committee for the analysis of routinely collected and anonymized clinical data; therefore,

individual informed consent was not required. Relevant ethical recommendations have been followed.

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

## References

1. Liang H, Cao Y, Zhong W, Ma Z, Liu J, Chen H. Miller-Fisher syndrome and Guillain-Barré syndrome overlap syndrome following inactivated COVID-19 vaccine: Case report and scope review. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*. 2022 Oct 31.
2. Raphaël JC, Chevret S, Hughes RA, Annane D. Plasma exchange for Guillain-Barré syndrome. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* [Internet]. 2002;(2):CD001798. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12076424/>.
3. Feigin VL, Vos T, Nichols E, Owolabi MO, Carroll WM, Dichgans M, et al. The global burden of neurological disorders: translating evidence into policy. *The Lancet Neurology*. 2020 Mar;19(3):255-65.
4. Tham SL, Prasad K, Umapathi T. Guillain-Barré syndrome mimics. *Brain and Behavior*. 2018 Apr 10;8(5):e00960.
5. Krett JD, Beckham JD, Tyler KL, Piquet AL, Chauhan L, Wallace CJ, et al. Neurology of Acute Viral Infections. *The Neurohospitalist*. 2022 May 27;194187442211047.
6. Leonhard SE, Mandarakas MR, Gondim FAA, Bateman K, Ferreira MLB, Cornblath DR, et al. Diagnosis and management of Guillain-Barré syndrome in ten steps. *Nature Reviews Neurology* [Internet]. 2019 Sep 20;15(11). Available from: <https://www.nature.com/articles/s41582-019-0250-9>.

## Hemorragia intracraneal: enfermedad de moyamoya, una causa inusual pero real. Reporte de caso clínico

### *Intracranial hemorrhage: moyamoya disease, an unusual but real cause. Clinical case report*

Paula F. Olivos-Massa<sup>1\*</sup>, María G. de la Cruz-Novoa<sup>1</sup>, Lissette Torres-Vélez<sup>1</sup>, Susy López-Laaz<sup>1</sup> y Oswaldo Bolaños-Ladínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Terapia Intensiva; <sup>2</sup>Departamento de Medicina Crítica. Clínica San Francisco, Guayaquil, Ecuador

#### Resumen

La enfermedad de moyamoya representa una causa inusual pero real de hemorragia intracraneal idiopática, reportada principalmente en países asiáticos, con una incidencia global de 0.086 casos/100,000 habitantes. Está ocasionada por la estenosis u oclusión de las arterias carótidas internas y sus ramos proximales, y puede tener diferentes presentaciones clínicas: asintomática, isquémica, más prevalente en niños y hemorrágica en adultos, asociadas con peor pronóstico. El tratamiento hasta la actualidad es controvertido, las estrategias incluyen terapia conservadora, farmacológica e intervencionista con cirugía de revascularización. La trombólisis intraventricular con activador tisular del plasminógeno recombinante (rTPA) representa una terapéutica novedosa en pacientes con hemorragia intraventricular y drenaje ventricular externo, pero su aplicación en la presentación hemorrágica de esta enfermedad es poco mencionada. Presentamos el caso clínico de una paciente de 53 años con cuadro clínico de cefalea intensa y deterioro del estado de consciencia. Tras la aplicación de métodos diagnósticos se afilia enfermedad de moyamoya, Suzuki III que inicia con hemorragia intraventricular (Graeb 12 puntos).

**Palabras clave:** Hemorragia intracraneal. Estenosis. Arteria carótida interna. Activador tisular del plasminógeno - alteplasa.

#### Abstract

Moyamoya disease is an unusual but real cause of idiopathic intracranial hemorrhage, reported mainly in Asian countries, with a global incidence of 0.086 cases/100,000 inhabitants, caused by stenosis or occlusion of the internal carotid arteries and their proximal branches, that can have different clinical presentations: asymptomatic, ischemic, more prevalent in children, and hemorrhagic in adults, associated with a worse prognosis. Treatment to date is controversial, strategies include conservative, pharmacological, and interventional therapy with revascularization surgery. Intraventricular thrombolysis with recombinant tissue-plasminogen activator (rTPA) represents a novel therapy in patients with intraventricular hemorrhage and external ventricular drainage, but its application in the hemorrhagic onset of this disease is rarely mentioned. We present the clinical case of a 53-year-old female patient with a clinical picture of intense headache and deterioration of the state of consciousness, after the application of diagnostic methods, she was diagnosed with moyamoya disease, Suzuki III, which debuted with intraventricular hemorrhage (Graeb 12 points).

**Keywords:** Intracranial hemorrhage. Stenosis. Internal carotid artery. Tissue plasminogen activator - alteplase.

#### \*Correspondencia:

Paula F. Olivos-Massa  
E-mail: paufrancis02@gmail.com

Fecha de recepción: 14-11-2024

Fecha de aceptación: 10-03-2025

DOI: 10.24875/RECC.24000023

Disponible en internet: 22-07-2025

REduCritic. 2026;5(1):48-52

[www.reducritic.com](http://www.reducritic.com)

2938-1304 / © 2025 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introducción

La enfermedad de moyamoya (MMD) fue descrita por primera vez en la literatura japonesa en 1957. Suzuki y Takaku la denominaron por primera vez «enfermedad de moyamoya» en 1969. La MMD es una vasculopatía crónica aislada, generalmente bilateral, de etiología indeterminada que se caracteriza por la estenosis progresiva de la porción intracraneal terminal de la arteria carótida interna y el polígono de Willis que implica la vascularización arterial cerebral colateral y provoca accidentes isquémicos transitorios y síncope entre otros signos y síntomas. No existe cura para la enfermedad de moyamoya. El tratamiento suele consistir en controlar los síntomas. También es posible que necesite una derivación quirúrgica para suministrar más arterias al cerebro para que haya un flujo sanguíneo adecuado.

## Presentación del caso clínico

Mujer de 53 años de edad, sin antecedentes de importancia, ingresa por cuadro clínico de 24 horas con cefalea de moderada intensidad, hemiparesia braquial derecha y alteración de consciencia, Glasgow 7/15 (Tabla 1). Se orointuba, mantiene analogosedación y recibe antihipertensivos titulables. Se evidencia en tomografía axial computarizada (TAC) craneal sangrado intraventricular, Graeb score 12 puntos (Fig. 1), decidiéndose colocación de ventriculostomía.

En aras de dilucidar etiología se solicita angiotomografía (angio-TC), descartándose lesión aneurismática y malformación arteriovenosa (Fig. 2). Doppler transcraneal sin alteraciones, 16 horas más tarde se programa angiografía diagnóstica en la cual se evidencia circulación anómala con estenosis y circulación colateral aumentada con vasos estenóticos en circulación carotídea, compensación por carotídeas externas y circulación posterior, vasos perforantes sin datos de ruptura en circulación izquierda, datos concluyentes con enfermedad de moyamoya (Fig. 3).

Setenta y dos horas después de intervenciones con sedación suspendida, estado neurológico sin mejoría. Se comprueba ventriculostomía funcionante con líquido cefalorraquídeo (LCR) hemático, más de 300 ml diarios. En TAC simple de control, hemorragia ventricular persistente (Fig. 3), se decide en consenso inicio de activador tisular del plasminógeno recombinante (rTPA) intraventricular 48 horas (6 dosis), con evidencia de reducción de hemorragia (Fig. 4). A los siete días se retira el drenaje ventricular externo.

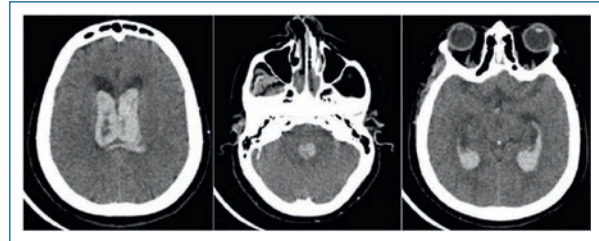


Figura 1. Tomografía axial computarizada de ingreso.

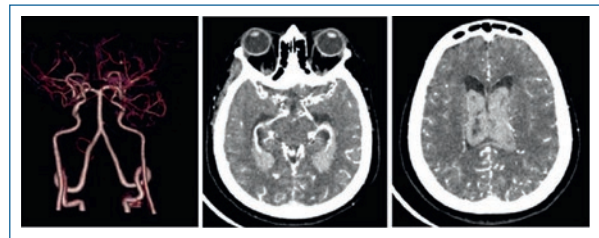


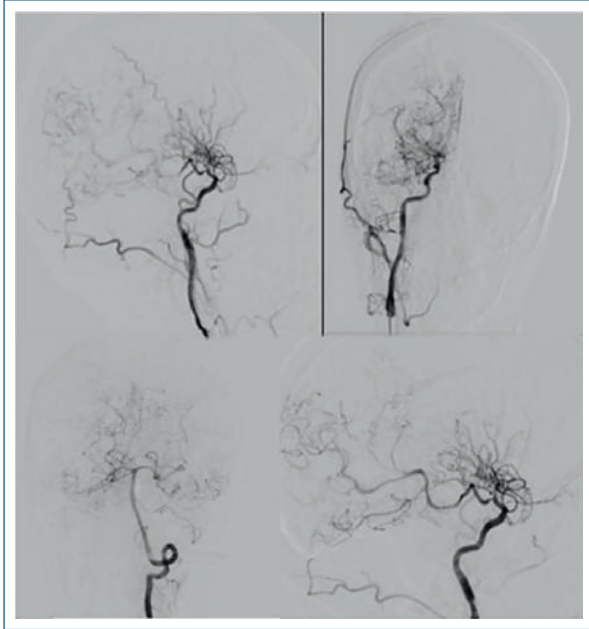
Figura 2. Angiotomografía de ingreso.

Diez días más tarde realizamos un estudio de control, en el que se observa sangrado ventricular mínimo (Fig. 5), estado neurológico estacionario (Four 8 puntos), intercorre con meningitis posquirúrgica, para lo cual recibe terapia antibiótica e hiperactividad paroxística simpática. Fue traqueostomizada, Rankin 5.

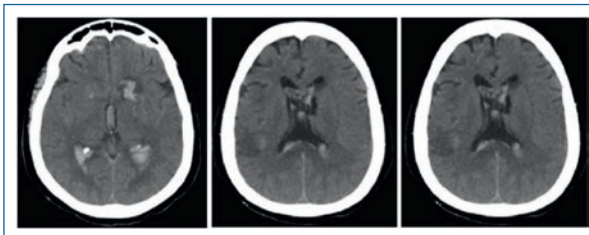
## Discusión

La enfermedad de moyamoya fue descrita en 1957 por Takeuchi y Shimizu como estenosis progresiva de las arterias carótidas internas y sus ramas proximales. En 1969 Suzuki y Takaku acuñaron el término japonés por su apariencia angiográfica de nube de humo asociado a colaterales finas que compensan la falta de flujo<sup>1</sup>. Se considera un evento cerebral vascular (ECV) crónico, oclusivo no arterioesclerótico, reportado principalmente en Asia con incidencia global de 0.086 casos/100,000 habitantes<sup>2,3</sup>. Se presenta clínicamente como isquemia secundaria a hipoflujo cerebral crónico y tromboembolia, característico en la infancia (74–97%) y hemorragias más prevalentes 19–42% en adultos, mujeres de 25 a 49 años, asociados al estrés hemodinámico incrementado<sup>2,4</sup>.

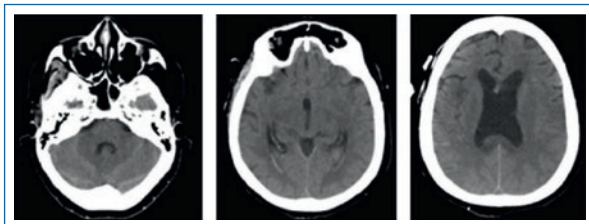
La etiología principal es idiopática, el diagnóstico definitivo se establece con angiografía por SD que permite estadificar la enfermedad (clasificación Suzuki). Factores de mal pronóstico comprenden: Suzuki alto,



**Figura 3.** Angiografía diagnóstica.



**Figura 4.** Tomografía axial computarizada de cerebro antes del inicio de rTPA intraventricular. rTPA: activador tisular del plasminógeno recombinante.



**Figura 5.** Tomografía axial computarizada de cerebro de control 10 días después de rTPA intraventricular. rTPA: activador tisular del plasminógeno recombinante.

oclusión de arteria carótida anterior (principal vaso coligado a hemorragias intraventriculares [HIV] o intraparenquimatosas), Glasgow bajo, Graeb elevado<sup>2,5,6</sup>. El 50% de pacientes presentan hemorragia cerebral (HIC), más frecuente HIV, principal causa de muerte 6.8-28.6%<sup>7</sup>.

El tratamiento continúa siendo un desafío, la clave se basa en reducir el riesgo de HIC; existen modalidades conservadoras e intervencionistas como cirugía de revascularización directa (*bypass* STA-MCA) e indirecta (consolidación por sinangiosis pial)<sup>8</sup>. Los antiagregantes/antiplaquetarios resultan promisorios en la prevención de nuevos eventos, aunque no se recomienda su combinación<sup>2,6</sup>. La cirugía ha tenido mejores resultados en presentación isquémica y resulta prometedora pero controvertida en presentación hemorrágica, con efectos protectores principalmente en hemorragia posterior y resultados subóptimos en otros casos<sup>9</sup>. El riesgo de resangrado varía desde el 7.8% a los 5 años e incrementa a largo plazo, 22.6% a los 10 años y 35.9% a los 15 años<sup>6</sup>.

Otra interrogante es el tiempo ideal de revascularización, la tardía (> 90 días) tuvo menor mortalidad y mayor supervivencia libre de ECV, a diferencia de la temprana (< 90 días), que se asoció con mayores eventos adversos<sup>10</sup>. Un estudio en pacientes norteamericanos encontró que la cirugía se asoció con menores tasas de ictus posterior, mortalidad y mejoría funcional en relación con el tratamiento conservador, pero que la cirugía temprana ( $\leq$  6 meses de la hemorragia) se asoció con mayor tasa de eventos adversos como convulsiones postoperatorias y complicaciones de herida quirúrgica vs. la cirugía tardía (> 6 meses después del sangrado)<sup>11</sup>. Con respecto al tipo de revascularización, la directa (*bypass*: anastomosis quirúrgica) parece prometedora en ambas presentaciones clínicas, reflejando menor mortalidad y hemorragias posteriores. No así en la presentación asintomática, que si bien reduce la mortalidad, existe mayor riesgo de hemorragia. Hay que destacar que solo el *bypass* directo se asoció con menores tasas de isquemia posterior en la presentación isquémica<sup>12</sup>.

En hemorragia intraventricular, el DVE no ha demostrado afectar la velocidad de resolución del coágulo, con base en ello la trombólisis intraventricular parece ser una estrategia competente. En el CLEAR III, la administración de alteplasa se asoció con menor volumen de HIV y letalidad, sin mejoría en la funcionalidad. Resultados sostenidos en un *post hoc* del CLOT LYSIS, también demostraron beneficios en hemorragia intraparenquimatosas de gran tamaño, en territorio profundo, pero sin mejora en mortalidad ni resultados funcionales<sup>13,14</sup>. La trombólisis intraventricular no ha sido aprobada en presentación hemorrágica por enfermedad de moyamoya, sin embargo existen reportes de casos en los que resultó ser beneficiosa y, sobre todo, segura,

**Tabla 1.** Laboratorios de ingreso

Hemoglobina	11.3	Creatinina	0.61
Hematocrito	33%	TGO	27
Plaquetas	218,000	TGP	25
Leucocitos	8,120	BT	0.42
Neutrófilos	75%	BD	0.16
Péptido natriurético	357	BI	0.26
TP	9.7	GGT	26
TPT	23.2	Fosfatasa alcalina	17
Sodio	145	Lactato	1.10
Potasio	3.82	Interleucina 6	17
Cloro	116	Procalcitonina	0.06
Urea	24	PCR cuantitativa	45
Gasometría		Monitoreo hemodinámico	
pH	7.41	DeltaCO <sub>2</sub>	5
pO <sub>2</sub>	161	SVO <sub>2</sub>	90%
pCO <sub>2</sub>	34.5	Gasto urinario	1.5 ml/kg mn
HCO <sub>3</sub>	21.5	Llenado capilar	2 SG
BE	-2.5	Volumen sistólico	72
SatO <sub>2</sub>	99.4%	Gasto cardiaco	5.6
		PVC	5
Estudio de líquido cefalorraquídeo			
Globulos blancos	223		
Polimorfonucleares	30%		
Mononucleares	69%		
Globulos rojos	Incontables		
Proteínas	260		
Glucosa	45		
Cultivo	Sin crecimiento bacteriano		

BD: bilirrubina directa; BI: bilirrubina indirecta; BT: bilirrubina total; DeltaCO<sub>2</sub>: diferencial CO<sub>2</sub>-CO<sub>2</sub>; GGT: gamma-glutamilttransferasa; HCO<sub>3</sub>: bicarbonato; pCO<sub>2</sub>: presión parcial de dióxido de carbono; PCR: proteína C reactiva; pO<sub>2</sub>: presión parcial de oxígeno; PVC: presión venosa central; SatO<sub>2</sub>: saturación de oxígeno; TGO: transaminasa glutámico oxalacética; TGP: transaminasa glutámico pirúvica; TP: tiempo de protrombina; TPT: tiempo parcial de tromboplastina.

aunque necesita más ensayos clínicos para su uso respaldado<sup>15</sup>.

Según la evidencia, cada caso debe evaluarse minuciosamente, con objetivo de ser lo menos lesivos. El tratamiento intervencionista ha resultado ser mejor que el conservador, excepto en el paciente asintomático; sin embargo el tiempo ideal depende del tipo de paciente, faltan estudios que demuestren que la cirugía temprana es una opción segura en pacientes con inicio

hemorrágico, pero probablemente representa la mejor opción en el isquémico, y referente al tipo de intervención faltan estudios para recomendar la cirugía indirecta en pacientes asintomáticos, pero lo que sí se ha podido definir es que cualquier tipo de intervención quirúrgica en la presentación hemorrágica se asocia con mejores resultados que la terapia conservadora y que en pacientes con presentación isquémica solo el *bypass* ha demostrado ser la opción más adecuada. La evidencia refleja que la terapia con rTPA intraventricular es novedosa y podría ser prometedora. Sin embargo, no hay suficientes estudios en pacientes con enfermedad de moyamoya, pero sí en hemorragia intracerebral.

## Conclusión

La enfermedad de moyamoya es una patología poco frecuente y que conlleva múltiples complicaciones, los tratamientos hasta ahora estudiados no han tenido buenos resultados a largo plazo en la discapacidad funcional ni en la morbimortalidad de los pacientes.

## Financiamiento

Los autores declaran que este trabajo se realizó con recursos propios.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

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

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

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

## Referencias

- Zipfel GJ, Fox DJ Jr, Rivet DJ. Moyamoya disease in adults: the role of cerebral revascularization. *Skull Base*. 2005;15(1):27-41.
- Demartini Z Jr, Teixeira BC, Koppe GL, Gatto LAM, Roman A, Munhoz RP. Moyamoya disease and syndrome: a review. *Radiol Bras*. 2022;55(1):31-7.

3. Nathal E, Serrano-Rubio A, Maciel E, Arauz A. Moyamoya disease in Mexico: our experience. *Neurologia (Engl Ed)*. 2018;31:S0213-4853(18)30179-8.
4. Duan L, Bao XY, Yang WZ, Shi WC, Li DS, Zhang ZS, et al. Moyamoya disease in China: its clinical features and outcomes. *Stroke*. 2012;43(1):56-60.
5. Jang DK, Lee KS, Rha HK, Huh PW, Yang JH, Park IS, et al. Clinical and angiographic features and stroke types in adult moyamoya disease. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2014;35:1124-31.
6. Kang S, Liu X, Zhang D, Wang R, Zhang Y, Zhang Q, et al. Natural course of Moyamoya disease in patients with prior hemorrhagic stroke. *Stroke*. 2019;50(5):1060-6.
7. Nguyen VN, Parikh KA, Motiwala M, Erin Miller L, Barats M, Milton C, et al. Surgical techniques and indications for treatment of adult moyamoya disease. *Front Surg*. 2022;9:966430.
8. Tong P, Shan T, An J, Liu S, Jing G, Bi J, et al. Analysis of clinical characteristics and risk factors for short-term prognosis of Moyamoya disease with intraventricular hemorrhage in adults. *World Neurosurg*. 2023;171:e738-44.
9. Takahashi JC, Funaki T, Houkin K, Inoue T, Ogasawara K, Nakagawara J, et al. Significance of the hemorrhagic site for recurrent bleeding: prespecified analysis in the Japan Adult Moyamoya Trial. *Stroke*. 2016;47(1):37-43.
10. Xu R, Xie M, Khalifeh J, Feghali J, Yang W, Kim J, et al. Timing of revascularization in ischemic Moyamoya disease: association of early versus delayed surgery with perioperative and long-term outcomes. *World Neurosurg*. 2022;166:e721-30.
11. Xu R, Xie M, Feghali J, Yang W, Kim J, Lee R, et al. Revascularization of hemorrhagic Moyamoya disease in a North American cohort: the role of timing in perioperative and long-term outcomes. *Neurosurgery*. 2022;90(4):434-40.
12. Lim YC, Lee E, Song J. Outcomes of bypass surgery in adult Moyamoya disease by onset type. *JAMA Netw Open*. 2024;7(6):e2415102.
13. Hanley D, Lane K, McBee N, Ziai W, Tuhim S, Lees K, et al. Thrombolytic removal of intraventricular haemorrhage in treatment of severe stroke: results of the randomised, multicentre, multiregion, placebo-controlled CLEAR III trial. *Lancet*. 2017;389(10069):603-611.
14. Witsch J, Roh DJ, Avadhani R, Merkle AE, Kamel H, Awad I, et al. Association between intraventricular alteplase use and parenchymal hematoma volume in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage and intraventricular hemorrhage. *JAMA Netw Open*. 2021; 4(12):e2135773.
15. Rahmani R, Roberts D, Bhalla T. Use of intraventricular alteplase in a patient with Moyamoya and acute intraventricular hemorrhage: a case report. *Am J Interv Radiol*. 2017;1(5).

## Cirugía bariátrica: un desafío para la enfermería intensiva

### *Bariatric surgery: a challenge for intensive care nursing*

Samuel E. Leonor-Montano 

*Departamento de Enfermería, Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social; Instituto Especializado Hospital El Salvador, Escuela de Formación en Enfermería. San Salvador, El Salvador*

En la actualidad, la cirugía bariátrica se ha consolidado como un tratamiento eficaz para la obesidad mórbida, y por ende con un impacto significativo en la mejora de la comorbilidad y la calidad de vida de los pacientes<sup>1</sup>. Sin embargo, los procedimientos bariátricos y sus potenciales complicaciones requieren la intervención de profesionales de enfermería idóneos, lo que acentúa la necesidad de especialización en esta área<sup>2</sup>.

Un estudio realizado el Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social evidenció modificaciones positivas en las alteraciones metabólicas de los pacientes sometidos a cirugía bariátrica, procedimientos de gran complejidad realizados por un equipo de salud capacitado<sup>3</sup>. En el análisis no se identificó evidencia de la participación activa de enfermería con un rol especializado.

La enfermería especializada podría contribuir a una mejor recuperación posoperatoria, y también en el rol educativo, el seguimiento del paciente bariátrico y el adecuado manejo de las complicaciones posquirúrgicas (como desnutrición, sangrado u obstrucción intestinal), por lo que considero importante la formación en posgrados en cuidados críticos y cirugía bariátrica<sup>4</sup>.

Una revisión sistemática sugiere que los programas educativos dirigidos por enfermeros especializados contribuyen a mejorar la adherencia del paciente a las recomendaciones posoperatorias, garantizando una recuperación óptima y reduciendo el riesgo de complicaciones a largo plazo<sup>2</sup>. La educación continua da

como resultado la adaptación de habilidades y destrezas para enfermería en todas las unidades de atención.

Existen estudios en Latinoamérica que develan deficiencias en la formación de posgrado en las disciplinas de la salud, y las áreas de cuidados críticos no quedan exentas. El progreso académico profesional ayuda al recurso operativo a un desarrollo disciplinario actualizado y en la toma de decisiones asertivas adaptables a las necesidades sanitarias emergentes<sup>5</sup>.

Las especialidades de enfermería deben proporcionar al profesional conocimientos y habilidades para una práctica más cualificada y humana, siendo un reto en la formación de especialistas con autonomía y responsabilidad social en los servicios de cuidados críticos, promoviendo pensamientos reflexivos<sup>6</sup>. El paciente bariátrico requiere la atención de profesionales de enfermería comprometidos en la formación continua.

La formación de enfermería especializada o de práctica avanzada generará nuevos conocimientos según las exigencias locales e internacionales; resulta necesaria la oferta académica de posgrados que impulsen un liderazgo transformacional<sup>7</sup>. Así se reducirían las tasas de complicaciones y mejoraría la calidad de vida de los pacientes bariátricos.

Insto a las instituciones de educación superior y al Sistema Nacional de Salud a fomentar programas de especialización en enfermería bariátrica para consolidar el éxito en el cuidado integral y humanizado de estos pacientes.

#### Correspondencia:

Samuel E. Leonor-Montano

E-mail: samuel.elias.montano@gmail.com

2938-1304 / © 2025 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 19-02-2025

Fecha de aceptación: 13-05-2025

DOI: 10.24875/RECC.25000006

Disponible en internet: 26-08-2025

REduCritic. 2026;5(1):53-54

[www.reducritic.com](http://www.reducritic.com)

## Agradecimientos

El autor agradece a S.J. Cedeño-Tapia, quien le ha guiado en la enfermería basada en evidencia.

## Financiamiento

El autor declara que este trabajo se realizó con recursos propios.

## Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

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

**Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética.** El estudio no involucra datos personales, historias clínicas ni muestras biológicas

humanas, por lo que no requiere aprobación ética. No se aplican las guías SAGER.

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial (IA).** El autor declara que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

## Referencias

1. Hidalgo Acosta JA, Zamora Gagñay LE, Montufar Benítez OI, Coloma Hernández PA, Briones Franco AD, Camacho Sig-Tu EE. Manejo de la obesidad y diabetes mellitus tipo 2 con cirugía bariátrica. Una revisión sistemática. *MedicienciasUTA*. 2023;7:81-90.
2. Cuenca-Rivera GE, Saldarriaga-Basurto BS, Rodas-Andrade JR, Pérez-Ramírez JE. Complicaciones de la cirugía bariátrica. *Revisión sistemática*. *Tesla Rev Cient*. 2024;4:e355.
3. Magaña-Molina DE. Modificación de las alteraciones metabólicas en pacientes obesos sometidos a cirugía bariátrica en el Hospital Médico Quirúrgico y Oncológico del Instituto Salvadoreño del Seguro Social. *REduCrit*. 2024;3:12-22.
4. Cruz-Castillo JD, Peña-Cordero PC. Cirugía bariátrica, determinantes que conllevan al fracaso. *Revisión bibliográfica*. *Salud ConCienc*. 2023;2:e56.
5. Cedeño-Tapia SJ. Postgrados en salud: una necesidad latente. *Rev Epistemia*. 2021;5(1).
6. Gallegos-Alvarado M, Ochoa-Estrada MC, Hernández-Herrera J, Monter-García O, Almaraz-Morales JD, Fernández-Sánchez H. Revisión sistemática exploratoria sobre percepción del cuidado que brinda el profesional de enfermería especializado en México. *Horiz Enferm*. 2023;33:313-34.
7. Cedeño-Tapia SJ, Fernández-Nieto MI, Wolhein LE, Galarza VA. Posgrados en enfermería de Argentina y Ecuador desde una visión comparada. *Enfermería Investiga*. 2022;7:43-51.

## Manejo de enfermería del delirium en la unidad de cuidados intensivos

### *Nursing management of delirium in the intensive care unit*

Lisbeth E. Arriola de Morán<sup>1,2\*</sup>  y Marta L. Ordóñez-Rosales<sup>1,2</sup> 

<sup>1</sup>Servicio Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Nacional Zacamil Juan José Fernández, MINSAL, Mejicanos; <sup>2</sup>Escuela de Formación de Enfermería, Instituto Especializado Hospital El Salvador, Maestría de Enfermería de Cuidados Críticos. San Salvador, El Salvador

Señor editor:

El reconocimiento temprano del riesgo o de la presencia de delirium es parte del quehacer de enfermería. En investigaciones internacionales destacan este accionar en la implementación de estrategias preventivas y el desarrollo de protocolos en la atención hospitalaria. Por lo tanto, se debe abordar el tema del delirium en la atención que se brinda en las unidades de cuidados intensivos (UCI). ¿Qué estrategias utiliza enfermería para la monitorización o el manejo del delirium en las UCI de El Salvador?

El delirium se refiere a un episodio agudo y fluctuante de la atención y la cognición, un nivel de consciencia alterado, pensamientos desorganizados y posibles alucinaciones. Suele presentarse en pacientes que ingresan a la UCI y puede ser secundario a una enfermedad o a fármacos, manifestándose de forma hiperactiva, hipoactiva o mixta<sup>1</sup>.

La American Psychiatric Association, en su *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales 5.ª edición*<sup>2</sup>, define cuatro características principales del delirium: alteraciones de la consciencia, alteraciones cognitivas y de la percepción, cambios en el estado de ánimo, irritabilidad, agitación, y otras alteraciones que se valoran mediante la anamnesis, la exploración física y exámenes de laboratorio<sup>3</sup>.

La evaluación del delirium requiere precisión por parte de enfermería; la práctica recomendada es la observación diaria, para detectar cambios en el

comportamiento<sup>4</sup>. No obstante, la observación por sí sola puede ser insuficiente sin una herramienta estandarizada<sup>5</sup>; es decir, se requieren educación y actualización constante para fortalecer la competencia en su diagnóstico y manejo<sup>6</sup>. La capacitación continua en el uso de escalas validas no solo optimiza la detección temprana, sino que también refuerza la autoconfianza del personal de enfermería<sup>7,8</sup>. En este contexto, estrategias como la simulación clínica y el uso de recursos educativos digitales pueden ser eficaces en la formación y la actualización del personal<sup>9,10</sup>. La ausencia de herramientas o el desconocimiento de las escalas diagnósticas para la identificación temprana del delirium sigue representando una barrera en el tratamiento no farmacológico<sup>4-8</sup>.

De acuerdo con lo señalado, es importante motivar y respaldar el desarrollo de nuevas líneas de investigaciones en enfermería en el manejo del delirium en el paciente crítico, ya que este trastorno afecta gravemente el estado de salud del paciente y tiene repercusiones significativas en la experiencia de los familiares y en la carga de trabajo de los profesionales de salud, en especial de enfermería<sup>7,8</sup>.

### Agradecimientos

Las autoras agradecen a la Dra. S.J. Cedeño-Tapia por su enseñanza, dedicación e inspiración para redactar el texto.

#### \*Correspondencia:

Lisbeth E. Arriola de Morán  
E-mail: leal1621@gmail.com

Fecha de recepción: 22-02-2025

Fecha de aceptación: 18-05-2025

DOI: 10.24875/RECC.25000009

Disponible en internet: 26-08-2025

REduCritic. 2026;5(1):55-56

[www.reducritic.com](http://www.reducritic.com)

2938-1304 / © 2025 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Financiamiento

Las autoras declaran que este trabajo se realizó con recursos propios.

## Conflicto de intereses

Las autoras declaran no tener conflicto de intereses.

## Consideraciones éticas

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

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

**Declaración sobre el uso de inteligencia artificial (IA).** Las autoras declaran que no se utilizó ningún tipo

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

## Referencias

1. Tobar E, Álvarez E. Delirium del adulto mayor hospitalizado. *Rev Med Clin Condes.* 2020;31:29.
2. Asociación Americana de Psiquiatría. Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-5). 5.ª ed. Arlington (VA): Asociación Americana de Psiquiatría; 2014. p. 596.
3. Henao-Castaño AM, Baquero-Lizarazo AC, González-Pabón N, Burgos-Tulcán GN, Lozano L. Enfermería en la monitorización del delirium en cuidado intensivo adulto: una revisión de alcance. *Investig Enferm Imagen Desarr.* 2020;22.
4. Flores-Oñate G, Ceballos-Vásquez P, Mejías-Parada R. Cuidados para el manejo de delirio en unidades de paciente crítico: una revisión integrativa. *Cultura de los Cuidados.* 2021;25(59).
5. Cedeño-Tapia SJ. Posgrado en salud: una necesidad latente. *Epistemia Revista Científica.* 2021;5(1).
6. Gómez-Tovar LO, Henao-Castaño AM, Troche-Gutiérrez IY. Prevenir y tratar el delirio en cuidados intensivos: hermenéutica de las vivencias del equipo de enfermería. *Enferm Intensiva.* 2021;33:113-25.
7. Vicente-Flores GE. Delirio en pacientes en la unidad de cuidados intensivos. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas.* 2023; 3:9-13.
8. Perdomo-Martínez AM, Díaz-Jurado LC, Cedeño-Tapia SJ, Escalona-Márquez LN, Calderón-Padillacon MC, Villanueva-Rodríguez JA. Satisfacción estudiantil sobre la simulación clínica como estrategia didáctica en enfermería. *Enferm Investig.* 2022;7:36-42.
9. Galarza VA, Wolhein LE, Cedeño-Tapia SJ. Uso de recursos educativos digitales abiertos en la formación de enfermería durante la pandemia por COVID-19. *Rev Cient Enferm.* 2021;10:132-44.

## From HFNO to NIV: a bayesian reanalysis of postextubation support

### De HFNO a NIV: un reanálisis bayesiano del soporte postextubación

Aurio Fajardo-Campoverdi<sup>1,2\*</sup>, Alberto Medina<sup>1,3</sup>, and Alejandro González-Castro<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>International Mechanical Ventilation Group (WeVent); <sup>2</sup>Critical Care Service, Viña del Mar, Chile; <sup>3</sup>Asturias University Central Hospital, Oviedo, Asturias, Spain; <sup>4</sup>Intensive Care Service, Marqués de Valdecilla University Hospital, Santander, Spain

Dear Editor,

We read with great interest the work of Grieco et al.,<sup>1</sup> who present robust evidence regarding the use of non-invasive ventilation (NIV) after extubation in selected high-risk patients. The original RINO trial<sup>2</sup> enrolled 494 adult patients who had been invasively ventilated for  $\geq 48$  hours, passed a spontaneous breathing trial and developed hypoxaemia within 120 minutes of extubation ( $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$  mmHg or  $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300\%$ ). Grieco et al.<sup>2</sup> conducted a post-hoc analysis that compared high-flow nasal oxygen (HFNO) with a Venturi mask (conventional oxygen therapy, COT) in 147 hypoxemic patients after extubation, all of whom subsequently received NIV as a rescue therapy. The authors should be congratulated for presenting compelling results. However, we believe that some caution is warranted in the interpretation of these findings. Beyond the methodological considerations related to combining frequentist and Bayesian approaches,<sup>3</sup> and the inherent biases of weighting techniques and residual confounding, the debate remains open: was the rescue strategy in the original trial appropriate in terms of timing and expected benefit? Indeed, the likelihood of failure with either initial oxygenation strategy<sup>4-6</sup> is a key determinant of whether NIV, when used as a rescue strategy, can provide meaningful benefits.<sup>7,8</sup>

Given our hypothesis that both the timing of clinical deterioration and the failure of the initial oxygenation strategy influence the effect of NIV, we performed a secondary, hypothesis-generating weighted Bayesian

re-analysis using IPTW (Inverse Probability of Treatment Weighting) on a partially reconstructed dataset and fitted a weighted Bayesian Weibull survival model to estimate time-ratios based on datasets from publicly available aggregated results from the works of Maggiore et al.,<sup>2</sup> and Grieco et al.,<sup>1</sup>. Data extraction was carried out by compiling information from the main tables, figures, and supplementary files of the original studies. Absolute numbers and summary statistics were identified. Cohort reconstruction was performed using the counts of total patients, hypoxemic cases, HFNO and COT groups, from which a frequency matrix was built to approximate the original population. Reported proportions were used to allocate patients into categories. Synthetic datasets were then generated to reproduce the reported distributional characteristics. The sample therefore comprised the full trial population and the respiratory-failure subset.

In our analysis, which included logistic models for intensive care unit (ICU) mortality and in-hospital mortality, percentile sensitivity analyses, and an interaction adjustment between noninvasive ventilation and treatment arm, a consistent and clinically relevant signal emerged. The effect associated with NIV was markedly greater in patients initially supported with HFNO than in the subgroup that started on COT. Specifically, after including the interaction, the posterior difference in probabilities (NIV – No NIV use) in the ICU was 0.27 (median; 95% CrI 0.06 to 0.48;  $p(>0) = 0.99$ ) for patients who began on HFNO, versus 0.09 (median; 95% CrI

**\*Correspondence:**

Aurio Fajardo-Campoverdi  
E-mail: drauriopiotr@gmail.com

Date of reception: 26-03-2026

Date of acceptance: 31-03-2026

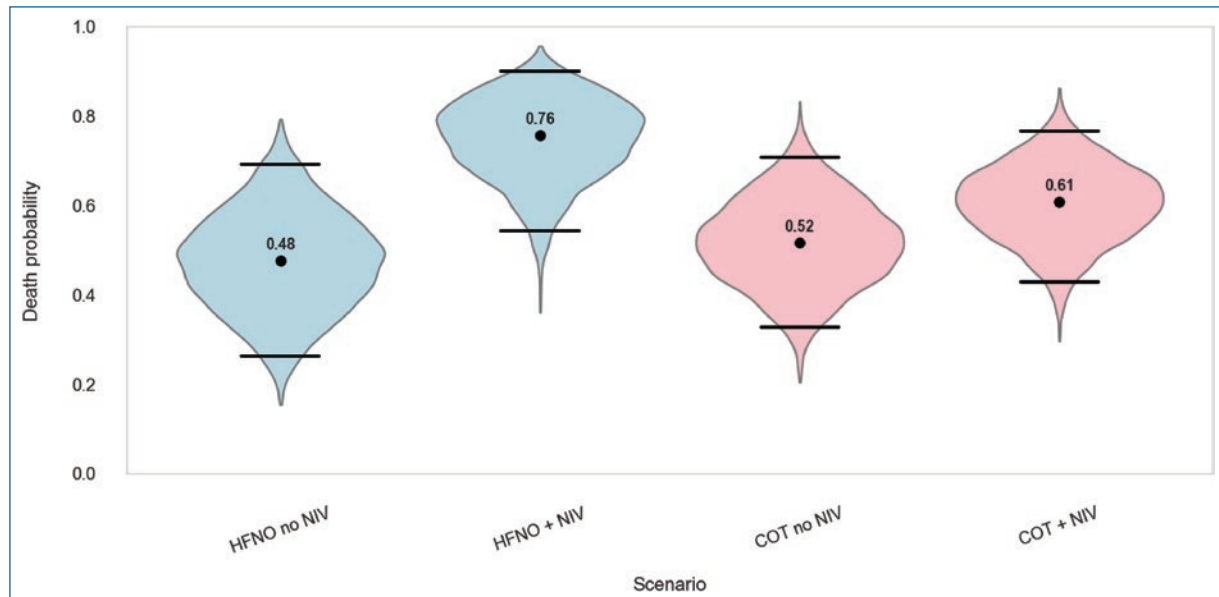
DOI: 10.24875/RECC.M26000006

Disponible en internet: 08-05-2026

REduCritic. 2026;5(1):57-59

[www.reducritic.com](http://www.reducritic.com)

2938-1304 / © 2026 Asociación Salvadoreña de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos (ASALMECCI). Publicado por Permanyer. Éste es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



**Figure 1.** Effect of noninvasive ventilation on ICU mortality by initial respiratory support.

–0.12 to 0.29;  $p(>0) = 0.81$ ) for those who began on Venturi mask. The difference-in-differences ( $\Delta$ HFNO –  $\Delta$ COT) in the ICU had a median of 0.18 (95% CrI –0.08 to 0.45;  $p(>0) = 0.91$ ). The interaction coefficient on the logit scale was negative (median –0.88; 95% CrI –2.09 to 0.27;  $p(>0) = 0.07$ ), which together indicates that the posterior distribution favors a larger absolute increase in mortality associated with NIV among patients who started with HFNO (Fig. 1).

For in-hospital mortality the results were more heterogeneous: HFNO showed a median NIV – no NIV use difference of 0.10 (95% CrI –0.12 to 0.32;  $p(>0) = 0.82$ ), whereas COT showed a median of –0.03 (95% CrI –0.23 to 0.16;  $p(>0) = 0.38$ ); the hospital difference-in-differences was less conclusive (median 0.14; 95% CrI –0.14 to 0.40;  $p(>0) = 0.84$ ). In the interaction analysis, the posterior probability differences (NIV – no NIV use) were larger in patients who began with HFNO (median 0.27; 95% CrI 0.06 to 0.48;  $p(>0) = 0.99$ ) than in those who began on Venti mask (median 0.09; 95% CrI –0.12 to 0.29;  $p(>0) = 0.81$ ). The ICU difference-in-differences had median 0.18 (95% CrI –0.08 to 0.45;  $p(>0) = 0.91$ ). The negative interaction coefficient on the logit scale (median –0.88; 95% CrI –2.09 to 0.27;  $p(>0) = 0.07$ ), given the factor coding (reference = HFNO/COT), is consistent with a smaller NIV effect in COT and therefore a larger absolute increase in mortality associated with NIV among patients coming from HFNO.

These signals persisted in sensitivity analyses fixing covariates at clinically relevant percentiles (25-50-75), suggesting robustness to plausible variations in patient profiles. Nevertheless, critical limitations must be emphasized: part of the database was reconstructed from aggregated data and IPTW weights were used, so residual confounding by unmeasured severity may remain, and the interaction estimate depends on model specification and priors. Moreover, although high values of  $p(>0)$  indicate that most of the posterior supports a positive effect, this does not establish causality.

Including a survival analysis revealed that receipt of NIV was associated with a substantially longer time to the modeled event: the Weibull time-ratio median was 5.16 (95% CrI 1.87 to 13.80). This indicates that, conditional on the model and covariates, patients who received NIV experienced the event of interest (re-intubation, or mortality) at a rate roughly five times slower than those who did not – consistent with a delay in progression to the next intervention (time to re-intubation or time to clinical deterioration). The credible interval excludes 1, so the association is statistically supported in the survival model.

However, this temporal association alone does not establish mediation. A larger time ratio shows that NIV is linked to longer intervals before the event, but it does not prove that that delay is the mechanism causing higher ICU mortality. However, the survival result should be read as evidence of temporal association

only, not causal mediation. Finally, sample size and subgroup imbalance (HFNO vs COT) affect precision and the generalizability of the time-ratio estimate.

Clinically, the findings counsel caution: the evidence suggests the use of NIV was associated with a markedly delay in progression to the next intervention; however, this temporal association alone does not demonstrate that such delay mediates the increased ICU mortality, which would require time-varying or mediation analyses and more complete timestamped data. Moreover, among patients who start with HFNO, escalation to NIV may be associated with a substantial increase in the probability of ICU death. This finding reinforces the need for objective criteria and well-defined time windows of early intubation when initial support fails, together with close clinical monitoring. It also underscores the importance of collecting granular individual-level data (severity scores, exact timing of NIV initiation and intubation, blood gas measurements) to validate or refute this signal before considering to standard-of-care protocols.

## References

1. Grieco DL, Jaber S, Zakyntinos S, Demoule A, Ricard JD, Navalesi P, et al. Use of rescue noninvasive ventilation for post-extubation respiratory failure. *Crit Care*. 2025 Nov 4;29(1):470.
2. Maggiore SM, Jaber S, Grieco DL, Mancebo J, Zakyntinos S, Demoule A, et al. High-flow versus Venturi mask oxygen therapy to prevent reintubation in hypoxemic patients after extubation: a multicenter randomized clinical trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2022 Dec 15;206(12):1452-62.
3. Sjölander A, Vansteelandt S. Frequentist versus Bayesian approaches to multiple testing. *Eur J Epidemiol*. 2019 Sep;34(9):809-21.
4. Pisciotto W, Passannante A, Arina P, Alotaibi K, Ambler G, Arulkumaran N. High-flow nasal oxygen versus conventional oxygen therapy and noninvasive ventilation in COVID-19 respiratory failure: a systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Anaesth*. 2024;132(5):936-44.
5. Lewis SR, Baker PE, Parker R, Smith A. High-flow nasal cannulae for respiratory support in adult intensive care patients. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2021;(3). Available from: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010172.pub3>.
6. Seow D, Khor YH, Khung SW, Smallwood DM, Ng Y, Pascoe A, et al. High-flow nasal oxygen therapy compared with conventional oxygen therapy in hospitalised patients with respiratory illness: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Respir Res*. 2024 Jul 15;11(1):e002342.
7. Boscolo A, Pettenuzzo T, Sella N, Zatta M, Salvagno M, Tassone M, et al. Noninvasive respiratory support after extubation: a systematic review and network meta-analysis. *Eur Respir Rev* [Internet]. 2023; 32(168). Available from: <https://publications.ersnet.org/content/errev/32/168/220196>.
8. Goury A, Houlla Z, Jozwiak M, Urbina T, Turpin M, Lavalard A, et al. Effect of noninvasive ventilation on mortality and clinical outcomes among patients with severe hypoxemic COVID-19 pneumonia after high-flow nasal oxygen failure: a multicenter retrospective French cohort with propensity score analysis. *Respir Res*. 2024 Jul 15;25(1):279.