



Prevalencia y causa de las infecciones asociadas con dispositivos invasivos en pacientes neurocríticos

Prevalence and etiology of catheter-related infections in neurocritical patients.

Francisco Javier Meraz Mar,¹ Guillermo Castillo Martínez,² Marco Antonio Robles Mejía,⁴ José Martín Torres Benítez,⁵ Edgar Noé Morelos García,² Teresa Aspera Campos³

Resumen

OBJETIVO: Identificar la prevalencia de infecciones asociadas con dispositivos invasivos y los patógenos aislados en pacientes neurocríticos atendidos en cuidados intensivos.

MATERIALES Y MÉTODOS: Estudio observacional, descriptivo transversal y retrospectivo efectuado de 2017 a 2022 en pacientes neurocríticos mayores de 18 años, atendidos en el área de cuidados intensivos.

RESULTADOS: Se incluyeron 30 pacientes, de ellos 28 masculinos con media de edad de 40 ± 16.99 años, con promedio de estancia intrahospitalaria de 18.77 ± 9.09 días. Los diagnósticos de ingreso fueron: traumatismo craneoencefálico (n = 15), hematoma subdural (n = 7) y evento vascular cerebral hemorrágico (n = 15). De los 30 pacientes, 16 requirieron una intervención quirúrgica (craneotomía, n = 11). En 28 pacientes se instaló una sonda vesical e intubación orotraqueal y en 4 pacientes catéteres venosos centrales. En 27 cultivos se identificaron agentes patógenos gramnegativos, particularmente en el caso de la sonda vesical, las enterobacterias fueron el principal patógeno, *P. aeruginosa* en la intubación orotraqueal y *K. pneumoniae* en el catéter venoso central.

CONCLUSIONES: Los pacientes neurocríticos tienen mayor susceptibilidad de infectarse debido al estado de inmunodepresión secundario a su enfermedad de base, lo que da lugar a la aparición de microorganismos oportunistas que pueden aumentar la morbilidad y mortalidad.

PALABRAS CLAVE: Infecciones relacionadas con catéteres; unidad de cuidados intensivos; lesiones cerebrales; accidente cerebrovascular; hematoma subdural.

Abstract

OBJECTIVE: To identify the prevalence of catheter-related infections and the microorganisms obtained in neurocritical patients in the intensive care unit.

MATERIALS AND METHODS: Descriptive, observational transversal and retrospective study of neurocritical patients older than 18 years, assisted at the intensive care unit from 2017 to 2022.

RESULTS: Thirty patients were included, 28 were men. The mean age was 40 ± 16.99 years, with a mean in-hospital stay of 18.77 ± 9.09 days. The admission diagnoses were traumatic brain injury (15 out of 30), subdural hematoma (7 of 30) and hemorrhagic stroke (15 of 30). Surgical intervention (craniotomy, n = 11) was required in 16 patients. Bladder catheter and orotracheal intubation were installed in 28 patients, and 4 with central venous catheters. Gram-negative pathogens were identified in 27 cultures, particularly in the case of the urinary catheter, enterobacteria were the main pathogen, *P. aeruginosa* in the orotracheal intubation and *K. pneumoniae* in the central venous catheter.

CONCLUSIONS: Neurocritical patients have more susceptibility to infections due to the immunosuppression state caused by their neurological disease, permitting opportunistic bacterium to appear, augmenting the morbidity and mortality.

KEYWORDS: Catheter-related infections; Intensive care units; Brain injuries; Stroke; Subdural hematoma.

¹ Médico pasante, Facultad de Medicina Dr. José Sierra Flores, Universidad del Noreste, Tamaulipas, México.

² Enfermero, maestría en ciencias de enfermería.

³ Enfermera doctorada en Ciencias de la Salud.

Facultad de Enfermería, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

⁴ Médico, maestría en administración de hospitales.

⁵ Médico, maestría en salud pública. Hospital de Especialidades IMSS Bienestar Dr. Carlos Canseco, Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0009-0007-6314-7738>

<https://orcid.org/0000-0002-6855-5622>

<https://orcid.org/0009-0003-8954-3000>

<https://orcid.org/0000-0002-4716-5086>

<https://orcid.org/0000-0002-3344-8413>

<https://orcid.org/0000-0003-4005-4276>

Recibido: abril 2025

Aceptado: mayo 2025

Correspondencia

Francisco Javier Meraz Mar
frankmrz08@gmail.com

Este artículo debe citarse como:

Meraz-Mar FJ, Castillo-Martínez G, Robles-Mejía MA, Torres-Benítez JM, Morelos-García EN, Aspera-Campos T. Prevalencia y causa de las infecciones asociadas con dispositivos invasivos en pacientes neurocríticos. Med Int Méx 2025; 41 (6): 323-331.

ANTECEDENTES

El término paciente neurocrítico se refiere a los sujetos que manifiestan una lesión cerebral secundaria a afecciones, principalmente, traumáticas y vasculares que pueden desencadenar una disfunción multiorgánica y, por tanto, repercutir en la morbilidad y mortalidad.^{1,2} Debido a la complejidad de la patogenia resulta necesario vigilar a los pacientes en el área de cuidados intensivos mediante dispositivos invasivos: sondas vesicales, ventilación mecánica mediante la intubación orotraqueal y catéteres venosos centrales. No obstante, estos procedimientos implican mayor susceptibilidad para adquirir infecciones intrahospitalarias, que se manifiestan en forma de infecciones de vías urinarias relacionadas con catéter, neumonías asociadas con el ventilador y bacteriemias.^{3,4} Otros factores de riesgo son la inmunodepresión secundaria a la interacción entre la lesión cerebral y el sistema inmunitario, que se debilita más en pacientes con edad avanzada y con el aumento en la estancia intrahospitalaria.^{5,6}

En México, la enfermedad cerebrovascular fue la sexta causa de muerte en 2021 en uno y otro sexo. La afección más prevalente fue el evento vascular cerebral junto con el traumatismo craneoencefálico,^{7,8} lo que indica una gran población neurocrítica en la república. La prevalencia de las infecciones intrahospitalarias en el área de cuidados intensivos muestra datos discrepantes según el país y el dispositivo invasivo usado en los pacientes. De manera general, se estima que puede ser desde el 5.2% hasta más del 50%.⁹ En México se reporta una prevalencia del 12%. En la red hospitalaria de vigilancia epidemiológica, en su reporte de 2022, se encontraron 56,859 casos de infecciones vinculadas con cuidados de la salud. Las infecciones más frecuentes fueron la neumonía relacionada con ventilador con 8675 casos, infecciones de vías urinarias asociadas con catéter urinario con 7442 episodios y 4267 infecciones del torrente sanguíneo relacionadas con catéter.¹⁰

Esto demuestra la variabilidad de las infecciones; se reportan con más prevalencia la neumonía, las infecciones de las vías urinarias y del sitio quirúrgico; estos datos epidemiológicos son específicos de la población neurocrítica.^{4,11} Las infecciones *per se* aumentan la morbilidad y mortalidad de los pacientes, además de que éstas se han correlacionado con mayor riesgo de epilepsia postraumática en pacientes que fueron diagnosticados con traumatismo craneoencefálico.¹² Sin embargo, hay escasa información publicada en relación con las infecciones asociadas con dispositivos invasivos en estos pacientes. Por ello el objetivo de esta investigación fue identificar la prevalencia de las infecciones intrahospitalarias en los pacientes neurocríticos, así como determinar los agentes causales por dispositivos invasivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo, efectuado de 2017 a 2022, que incluyó a pacientes mayores de 18 años que ingresaron al área de cuidados intensivos adultos de un hospital de segundo nivel de atención del estado de Tamaulipas, México, con traumatismo craneoencefálico agudo, evento vascular cerebral de tipo hemorrágico, hematoma epidural o subdural.

Criterios de inclusión: pacientes posoperados neuroquirúrgicos o neurocríticos a quienes se les instalaron dispositivos invasivos (sonda vesical, intubación orotraqueal o catéter venoso central). Reportes de los cultivos de sonda vesical, secreción orotraqueal o hemocultivos-punta de catéter venoso central.

Se computaron las variables con el paquete estadístico SPSS versión 2023. Se utilizó estadística descriptiva de la que se obtuvieron frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central. Esta investigación se apegó a lo establecido en los artículos y fracciones que corresponden al Re-

glamento de la Ley General de Salud en materia de investigación para la salud.¹³

RESULTADOS

Se reunieron 150 expedientes. De acuerdo con los reportes sociodemográficos de los pacientes neurocríticos ($n = 30$) se identificó que 28 eran hombres, con promedio de edad de 40 ± 16.99 años y 18.77 ± 9.09 días de estancia hospitalaria en el área de cuidados intensivos. El diagnóstico de ingreso con mayor proporción fue el traumatismo craneoencefálico ($n = 15$), seguido de hematoma subdural ($n = 7$), evento vascular cerebral hemorrágico ($n = 4$), hematoma epidural ($n = 1$) y otros ($n = 3$): traumatismo raquímedular y tumores del sistema nervioso central.

De los 30 pacientes, 16 ameritaron procedimiento quirúrgico: en 11 se practicó craneotomía, en 4 craneotomía y drenaje de hematoma y en uno solo drenaje del hematoma. Seis pacientes fallecieron; el traumatismo craneoencefálico y el hematoma subdural fueron las principales causas con 6 pacientes cada uno. De los 14 pacientes que no requirieron tratamiento neuroquirúrgico, 2 murieron.

Respecto de los procedimientos invasivos, en 28 se colocó una sonda vesical y se practicó la intubación orotraqueal y en 4 se colocó un catéter venoso central. Los dispositivos invasivos con mayor porcentaje de cultivo positivo al crecimiento de algún patógeno fue la intubación orotraqueal ($n = 17$), seguida de catéter venoso central ($n = 6$) y sonda vesical ($n = 4$). En 27 cultivos se identificaron agentes patógenos gramnegativos, particularmente, en el caso de la sonda vesical, las enterobacterias fueron el principal patógeno, *P. aeruginosa* en la intubación orotraqueal y *K. pneumoniae* en el catéter venoso central. **Cuadro 1**

DISCUSIÓN

La mayoría de los pacientes eran hombres con media de edad de 40 años, lo que coincide con lo encontrado por Caceres,¹¹ Abulhasan,¹⁴ Podkovik,¹⁵ Shi¹⁶ y Weijan¹⁷ y difiere de lo hallado por Abulhasan, cuya muestra estuvo constituida, en su mayoría, por mujeres.¹⁴ Esto puede atribuirse a las características de la población actuales porque las estadísticas reportan cuatro mil millones de hombres y 3.5 mil millones de mujeres. Además, la mayoría de la población mundial pertenece al grupo de 15 a 64 años.^{18,19} Respecto de la población neurocrítica, los hombres tuvieron mayor tasa de mortalidad en relación con los accidentes automovilísticos, que las mujeres.⁸

En un estudio mundial se identificaron 11.9 millones de eventos vasculares cerebrales en 2021. Los hombres tuvieron mayor cantidad de eventos con 6.3 millones (52.6%), mientras que los casos reportados en mujeres fueron 5.7 millones (49%). En México la prevalencia de este padecimiento es del 21.7%.²⁰

En la República Mexicana los hombres tienen mayor prevalencia de hipertensión; sin embargo, son minoría en relación con los adultos que reciben tratamiento farmacológico y los hipertensos descontrolados pese al tratamiento farmacológico, lo que contrasta con las mujeres, que tienen mejor control de la hipertensión y que sí reciben tratamiento farmacológico.²¹ Las personas con edad de 40 a 49 años tuvieron una presión arterial mayor de 130-80 mmHg, lo que se traduce en un probable desconocimiento en su estado de salud,²² ello predispone a mayor susceptibilidad de hemorragia intracerebral.²³

Respecto de los diagnósticos de ingreso para la clasificación de pacientes neurocríticos, se

Cuadro 1. Distribución de los patógenos en los dispositivos invasivos (n = 30)

Agentes patógenos	Sonda vesical	Intubación orotraqueal	Catéter venoso central
<i>Achromobacter xylosoxidans</i>		1	
<i>Acinetobacter baumanii</i>	3		1
<i>Acinetobacter wolffii</i>			
<i>Burkholderia cepacia</i>		1	
<i>Empedobacter brevis</i>		1	
<i>Enterobacter aerogenes</i>		2	
Enterobacterias	3	1	
<i>K. pneumoniae</i>	1		2
Levaduras	1		
<i>P. aeruginosa</i>	1	6	
<i>S. aureus</i>		2	1
<i>S. haemolyticus</i>			1
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>			1
Sin crecimiento	24	13	24

obtuvo que el traumatismo craneoencefálico constituyó el mayor porcentaje, contrario a lo reportado por Abulhasan,¹⁴ Podkovic¹⁵ y Perrin,²⁴ en cuyas investigaciones el diagnóstico principal fue la hemorragia subaracnoidea y la intraparenquimatosa, pero se mostró similitud con lo encontrado por Caceres,¹¹ Shi¹⁶ y Weijan.¹⁷

Lo anterior puede deberse a la selección de sus participantes porque el criterio de inclusión fue padecer un traumatismo craneoencefálico agudo. Asimismo, existe el contexto epidemiológico de que en todo el mundo ocurren 69 millones de episodios de traumatismo craneoencefálico y, de éstos, 5.48 millones corresponden a un traumatismo craneoencefálico agudo.²⁵ La principal causa son los accidentes de tráfico (44.4%) y el grupo de edad afectado con mayor frecuencia es de 15 a 44 años (41.5%). El 30.8% sufrió un episodio agudo.²⁶

Todo lo anterior concuerda con el contexto epidemiológico mexicano, en donde los episodios de lesiones cerebrales traumáticas son más prevalentes en los 35 años y son la principal

causa de muerte en personas menores. Además, se asocia con accidentes en motocicletas en un 37%.²⁷

Pese a las legislaciones vigentes de vialidad, éstas no son respetadas o llevadas a cabo, lo que podría explicar la gran prevalencia en México; por lo tanto, la conducta a seguir es fomentar campañas de educación vial, además de distribuir información de los diferentes equipos de seguridad que se disponen para protección y legislarlos con carácter obligatorio para poder conducir motocicletas y vehículos relacionados con éstas.

Concerniente a las infecciones asociadas en pacientes neurocríticos con apoyo de ventilación mecánica por intubación orotraqueal, se obtuvo que el 56.6% de los cultivos fueron positivos al crecimiento de un patógeno, específicamente, gramnegativo. Los microorganismos más representativos fueron: *P. aeruginosa* (35.2%), *Acinetobacter baumanii* (17.6%) y *S. aureus* junto con *E. aerogenes* (11.6%), lo que discrepa de investigaciones realizadas en Kuwait,¹⁴ Polonia¹⁵

y China,¹⁷ en donde se obtuvo una prevalencia tres veces menor a la de esta investigación, excepto por Caceres y su grupo,¹¹ quienes encontraron un porcentaje similar (60%). Los principales patógenos aislados en sus investigaciones fueron *Klebsiella* y enterobacterias.

Desde el punto de vista microbiológico, haber obtenido resultados diferentes podría explicarse debido a que las enterobacterias, como *K. pneumoniae* son patógenos que forman parte del microbioma del organismo, mientras que *P. aeruginosa* es un microorganismo disperso en el ambiente, en materiales de equipos médicos, especialmente en dispositivos usados para la intubación. Del mismo modo, puede encontrarse en agua y drenajes hospitalarios, así como en distintas superficies,^{28,29,30} por lo que se propone que las instituciones hospitalarias mantengan protocolos de supervisión de calidad para los equipos biomédicos (esterilización) que tengan contacto directo con el paciente, además de continuar con las medidas sanitarias pertinentes para el control de drenajes y del agua potable. Por consiguiente, se requiere mantener capacitación continua en todo el personal de salud que está en contacto directo con pacientes respecto de las acciones decisivas para su seguridad³¹ a fin de prevenir el riesgo de infecciones asociadas con la atención de la salud.

En relación con los pacientes neurocríticos con instalación de sondas vesicales, se observó que se aislaron patógenos en un 13.3%, las enterobacterias fueron los patógenos predominantes, datos concordantes con lo encontrado por Walaszek,⁴ Podkovic¹⁵ y Perrin.²⁴ No obstante, no hubo similitud en relación con la prevalencia porque esos estudios mostraron una prevalencia menor a la de esta investigación. En la actualidad estos microorganismos son la principal causa de infecciones por gramnegativos, probablemente por el hecho de formar parte del microbioma intestinal.^{28,30} Pese a la similitud

descrita, se encontraron diferencias en cuanto a la prevalencia debido a la implementación de protocolos que, por ejemplo, evalúan la necesidad de retirar la sonda vesical de manera continua si los pacientes carecen de hematuria, obstrucción, procedimiento urológico o úlcera en decúbito e incluyen la medición de ingresos y egresos, cuidados de enfermería al final de la vida e inmovilidad (HOUDINI por sus siglas en inglés).^{15,32}

Destacó la aparición de levaduras que podrían ser producto de colonización, específicamente de *Candida* sp, que es el más frecuente en pacientes en terapia intensiva, debido a que este hongo es autóctono de la vía urogenital, así como de la piel.³³ Sin embargo, solo se aisló en un dispositivo invasivo, lo que podría explicarse como candiduria, que no representa una infección sistémica. De manera similar, obtener *P. aeruginosa* podría deberse a la diseminación hematogena secundaria a la neumonía asociada con el ventilador.

K. pneumoniae fue el patógeno predominante causante de las infecciones relacionadas con el uso de catéter venoso central en pacientes neurocríticos, lo que coincide con Abulhasan y su grupo¹⁴ y difiere de Walaszek y colaboradores,⁴ quienes reportaron una prevalencia menor, y encontraron que los cocos grampositivos fueron el patógeno principal. La diferencia podría ser consecuencia de un menor periodo de hospitalización. En un metanálisis se encontró asociación significativa entre esta variable y la susceptibilidad de adquirir una infección.³⁴ Ambos patógenos son colonizadores; no obstante, los cocos grampositivos son saprófitos en la piel, principalmente,³ mientras que las especies de *Klebsiella* yacen en el tubo gastrointestinal.^{28,30} Por lo tanto, es factible que los cocos grampositivos hayan colonizado el catéter por contigüidad para después causar bacteriemias y así ser detectados.

Por último, el periodo de estancia intrahospitalaria fue de 20 días, que es similar a lo reportado por Weijan¹⁷ y Perrin²⁴ y diferente a lo encontrado por Caceres,¹¹ Abulhasan,¹⁴ Podkovik¹⁵ y Shi,¹⁶ que reportaron un periodo de estancia intrahospitalaria menor. Lo anterior puede deberse a la prevalencia que se obtuvo de cultivos positivos que, a su vez, pudo condicionar mayor estancia intrahospitalaria. Aunado a ello, la principal característica de los autores con los que se tuvo discrepancia fue el nivel de atención; éstos llevaron a cabo su investigación en un tercer nivel, lo que significa que tienen mayor capacidad de personal y de recursos diagnóstico-terapéuticos. Asimismo, la estancia prolongada en la unidad de cuidados intensivos origina que los pacientes se infecten.^{16,34,36}

Otro factor a considerar son las comorbilidades de los pacientes; un estudio relacionó las enfermedades crónico-degenerativas y las infecciones como las causantes de mortalidad.³⁷

Por último, la disparidad en relación con estas dos variables puede explicarse porque los trabajos citados se llevaron a cabo en un tercer nivel de atención en hospitales europeos de segundo nivel, lo que implica la disponibilidad de recursos y de personal especializado (enfermería con conocimiento en epidemiología, médicos neurointensivistas) capaz de prevenir e identificar de manera oportuna las infecciones, y revela la inequidad en salud que hay entre diferentes países. Particularmente en México un gran porcentaje de pacientes fallece debido a la falta de recursos hospitalarios, principalmente, los hospitales públicos tienen estas problemáticas.^{38,39} Por consiguiente, se sugiere que las instituciones tengan una vigilancia epidemiológica estrecha de las infecciones intrahospitalarias para poder establecer los patrones de resistencia antimicrobiana, al mismo tiempo que se apliquen y continúen los paquetes de prevención de las infecciones asociadas con los dispositivos invasivos.^{31,40}

Las infecciones asociadas con los dispositivos invasivos en este trabajo fueron secundarias a patógenos facultativos y oportunistas, lo que denota el estado de inmunodeficiencia que tienen los pacientes neurocríticos. Esto sucede debido a que el sistema nervioso tiene una interacción directa con el sistema inmunológico porque en el sistema nervioso central se liberan citocinas proinflamatorias junto con quimiocinas que, en conjunto, promueven la migración de leucocitos y la diferenciación de linfocitos. De manera simultánea, el organismo, como respuesta contrarreguladora, libera citocinas antiinflamatorias para mantener la homeostasis. Esta función está determinada por los linfocitos T reguladores, la interacción del sistema nervioso autónomo y del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, lo que favorece la inmunodepresión por varios ejes. Aquí ocurre una disfunción entre la inmunidad innata y la adaptativa, específicamente, en sus líneas celulares (neutrófilos, células dendríticas, macrófagos y linfocitos) que disminuyen su capacidad para fagocitar, expresar citocinas que coadyuven a combatir la infección y, sobre todo, a reconocer los marcadores moleculares expresados por las bacterias para poder ser reconocidas y montar una respuesta.^{41,42,43}

Los patógenos más prevalentes en esta investigación fueron los gramnegativos, que comparten diferentes factores de virulencia que les permiten adherirse al epitelio de los pacientes, colonizarlos y poder evadir el sistema inmunológico, desarrollar resistencia a los antibióticos a los que se han expuesto (gran parte de estos organismos tienen resistencia intrínseca a diversos grupos de antibióticos), lo que implica la aparición de infecciones.

A pesar de que todos estos factores son importantes para la aparición de eventos infecciosos, el factor diferencial que condiciona mayor importancia clínica es la formación de biopelículas por los microorganismos. Éstas son compuestas, principalmente, por polisacáridos secretados



por las bacterias que, al unirse a las distintas superficies, les permite sobrevivir en ambientes en donde son sometidas a estrés.^{44,45} Esto cobra relevancia en pacientes con dispositivos invasivos usados en el área de cuidados intensivos porque la formación de biopelículas les confiere a los microorganismos mayor resistencia no solo física, sino también antibiótica; debido a ello los microorganismos pueden proliferar y preservarse para contaminar pacientes y superficies. La medida ideal para combatir esto es mediante la esterilización de los diferentes materiales médicos, así como el uso de agentes bactericidas que se liberan de manera constante en estas superficies.⁴⁴

Limitaciones

Al ser un estudio retrospectivo, no pudieron supervisarse las intervenciones realizadas. Otro factor fue el periodo en que se hizo esta investigación, lo que limita la cantidad y el análisis de variables, aunado al tiempo usado para la búsqueda de expedientes físicos. Por último, debido a la alta especificidad de la muestra, tuvieron que descartarse varios pacientes que no cumplían con los criterios de inclusión.

CONCLUSIONES

La población neurocrítica la constituyen los pacientes con traumatismo craneoencefálico agudo, evento vascular cerebral (isquémico o hemorrágico) hematoma subdural o epidural, lo que condiciona un estado de inmunodepresión debido a la interacción entre el sistema nervioso y el inmunológico, lo que los pone en mayor riesgo de adquirir infecciones por patógenos oportunistas, aunado al uso de dispositivos invasivos, necesarios para el tratamiento de este grupo de pacientes. Deberán hacerse más estudios de los patógenos implicados en este contexto para establecer protocolos específicos contra ellos. Se sugiere que esta población sea vigilada por un grupo

especializado de manera más estrecha, además de seguir promoviendo el manejo adecuado de los dispositivos invasivos y la antisepsia antes y después de manipularlos.

REFERENCIAS

- Chen Y, Wang S, Xu S, Xu N, et al. Current advances in neurocritical care. *J Intens Med* 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jointm.2024.04.005>
- Peixoto Brito ML, Reis Macedo LF, de Siqueira W, et al. Neurocritical patients: Review of the scope of nursing diagnoses and care in the intensive care unit. *SAGE Open Nursing* 2023; 9: 23779608231158978. <https://doi.org/10.1177/23779608231158978>
- Mert D, Çalışkan Demirkiran B, İskender G, Avşar Z, et al. Six-year evaluation of device-associated nosocomial infections in intensive care units. *J Infect Develop Countries* 2024; 18 (06): 937-42. <https://doi.org/10.3855/jidc.19426>
- Rafa E, Kołpa M, Wałaszek MZ, Domański A, et al. Healthcare-acquired infection surveillance in neurosurgery patients, incidence and microbiology, five years of experience in two polish units. *International J Environ Res Public Health* 2022; 19 (12): 7544. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127544>
- Busl KM. Healthcare-associated infections in the neurocritical care unit. *Current Neurol Neurosci Rep* 2019; 19 (10). <https://doi.org/10.1007/s11910-019-0987-y>
- Thompson HJ, Rivara F, Becker KJ, Maier R, Temkin N. Impact of aging on the immune response to traumatic brain injury (Alm:TBI) study protocol. *Inj Prev* 2020; 26 (5): 471-7. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2019-043325>
- Reyes J, Velasco V, Caballero M, Contreras M, Aguirre M. Guía de Práctica Clínica GPC Intervenciones de enfermería para la atención inicial de pacientes con traumatismo craneoencefálico grave en urgencias. Evidencias y recomendaciones. Catálogo Maestro de Guías de Práctica Clínica: GPC-IMSS-604-18 2018.
- INEGI. Estadísticas de defunciones registradas 2023. In: Comunicado De Prensa. 2024.
- Blot S, Ruppé E, Harbarth S, Asehnoune K, et al. Healthcare-associated infections in adult intensive care unit patients: Changes in epidemiology, diagnosis, prevention and contributions of new technologies. *Intens Crit Care Nursing* 2022; 70 (103227). <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2022.103227>
- Secretaría de Salud. Boletín Infecciones Asociadas a la Atención de la Salud (IAAS) Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica (RHOVE). 2022 https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/808320/BOLETINRHOVECIERRE2022_FINAL.pdf
- Caceres E, Olivella JC, Yanez M, Viñan E, et al. Risk factors and outcomes of lower respiratory tract infections after traumatic brain injury: a retrospective observational study. *Frontiers Med* 2023; 10.

12. Chen Z, Laing J, Li J, O'Brien TJ, et al. Hospital-acquired infections as a risk factor for post-traumatic epilepsy: A registry-based cohort study. *Epilepsia Open* 2024; 9 (4): 1333-44. <https://doi.org/10.1002/epi4.12957>
13. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. 2014. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS_MIS.pdf
14. Abulhasan YB, Abdullah AA, Shetty SA, Ramadan MA, et al. Health care-associated infections in a neurocritical care unit of a developing country. *Neurocritical Care* 2019. <https://doi.org/10.1007/s12028-019-00856-8>
15. Podkovic S, Toor H, Gattupalli M, Kashyap S, et al. Prevalence of catheter-associated urinary tract infections in neurosurgical intensive care patients – the overdiagnosis of urinary tract infections. *Cureus* 2019; 11 (8). <https://doi.org/10.7759/cureus.5494>
16. Shi Y, Hu Y, Xu GM, Ke Y. Development and validation of a predictive model for pulmonary infection risk in patients with traumatic brain injury in the ICU: a retrospective cohort study based on MIMIC-IV. *BMJ Open Respir Res* 2024; 11 (1): e002263-3. <https://doi.org/10.1136/bmjjresp-2023-002263>
17. Yang W, Yao H, Xi C, Ye X, et al. Prevalence and clinical characteristics of bacterial pneumonia in neurosurgical emergency center patients: a retrospective study spanning 13 years at a tertiary center. *Microorganisms* 2023; 11 (8): 1992-2. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11081992>
18. Dyvik EH. Global population from 2000 to 2022, by gender. Statista. Statista; 2024. <https://www.statista.com/statistics/1328107/global-population-gender/>
19. O'Neill A. Global age distribution by region in 2023. Statista. Statista; 2024. <https://www.statista.com/statistics/932555/global-population-by-age-by-continent/>
20. Feigin VL, Abate MD, Abate YH, Abd ElHafeez S, et al. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Neurol* 2024; 23 (10): 973-1003. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(24\)00369-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(24)00369-7)
21. Campos-Nonato I, Oviedo-Solís C, Hernández-Barrera L, Márquez-Murillo M, et al. Detección, atención y control de hipertensión arterial. *Salud Pública Méx* 2024; 66: 537-46.
22. Campos-Nonato I, Hernández-Barrera L, Oviedo-Solís C, Ramírez-Villalobos D, et al. Epidemiología de la hipertensión arterial en adultos mexicanos: diagnóstico, control y tendencias. *Ensanut* 2020. *Salud Pública Méx* 2021; 63: 692-704.
23. Vyas MV, Silver FL, Austin PC, Yu AYX, et al. Stroke incidence by sex across the lifespan. *Stroke* 2021; 52 (2): 447-51. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.120.032898>
24. Perrin K, Vats A, Qureshi A, Hester J, et al. Catheter-associated urinary tract infection (CAUTI) in the NeuroICU: Identification of risk factors and time-to-CAUTI using a case-control design. *Neurocritical Care* 2020; 34: 271-278. <https://doi.org/10.1007/s12028-020-01020-3>
25. Dewan MC, Rattani A, Gupta S, Baticulon RE, et al. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. *J Neurosurg* 2018; 130 (4): 1-18. <https://doi.org/10.3171/2017.10.JNS17352>
26. Guo S, Han R, Chen F, Ji P, et al. Epidemiological characteristics for patients with traumatic brain injury and the nomogram model for poor prognosis: an 18-year hospital-based study. *Front Neurol* 2023 May 23;14. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1138217>
27. Cariello AN, Perrin PB, Rodríguez-Agudelo Y, Olivera Plaza SL, et al. A multi-site study of traumatic brain injury in Mexico and Colombia: Longitudinal mediational and cross-lagged models of family dynamics, coping, and health-related quality of life. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17 (17): 6045. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176045>
28. Holmes CL, Anderson MT, Mobley HLT, Bachman MA. Pathogenesis of gram-negative bacteremia. *Clin Microbiol Rev* 2021; 34 (2). <https://doi.org/10.1128/CMR.00234-20>
29. Jean SS, Chang YC, Lin WC, Lee WS, et al. Epidemiology, treatment, and prevention of nosocomial bacterial pneumonia. *J Clin Med* 2020; 9 (1): 275. <https://doi.org/10.3390/jcm9010275>
30. Calvo M, Stefani S, Migliorisi G. Bacterial infections in intensive care units: Epidemiological and microbiological aspects. *Antibiotics* 2024; 13 (3): 238. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13030238>
31. Secretaría de Salud. Acciones Esenciales para la Seguridad del Paciente. 2023. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/920141/AESP_CSG-DGCES_16_junio_2023.pdf
32. Adams D, Bucior H, Day G, Rimmer JA. HOUDINI: Make that urinary catheter disappear – nurse-led protocol. *J Infect Prev* 2012; 13 (2): 44–6. <https://doi.org/10.1177/1757177412436818>
33. Odabasi Z, Mert A. Candida urinary tract infections in adults. *World J Urol* 2019. <https://doi.org/10.1007/s00345-019-02991-5>
34. Huang H, Chang Q, Zhou Y, Liao L. Risk factors of central catheter bloodstream infections in intensive care units: A systematic review and meta-analysis. *PloS One* 2024; 19 (4): e0296723-3. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296723>
35. Cheung GYC, Bae JS, Otto M. Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. *Virulence* 2021; 12 (1): 547-69. <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688>
36. Folic MM, Djordjevic Z, Folic N, Radojevic MZ, Jankovic SM. Epidemiology and risk factors for healthcare-associated infections caused by *Pseudomonas aeruginosa*. *J Chemother* 2020; 33 (5): 294-301. <https://doi.org/10.1080/1120009X.2020.1823679>
37. Thomas-Rüddel D, Holger Fröhlich, Schwarzkopf D, Bloos F, Riessen R. Sepsis and underlying comorbidities in intensive



- care unit patients. *Medizinische Klinik* 2023. <https://doi.org/10.1007/s00063-023-01037-4>
38. Gómez-Ugarte AC, García-Guerrero VM. Inequality cross-roads of mortality: Socioeconomic disparities in life expectancy and life span in Mexico between 1990 and 2015. *Popul Res Policy Rev* 2023; 42 (4). <https://doi.org/10.1007/s11113-023-09806-x>
39. Martínez-Martínez OA, Rodríguez-Brito A. Vulnerability in health and social capital: A qualitative analysis by levels of marginalization in Mexico. *Int J Equity Health* 2020; 19 (24). <https://doi.org/10.1186/s12939-020-1138-4>
40. Secretaría de Salud. Manual de la Implementación de los Paquetes de Acciones para Prevenir y Vigilar las Infecciones Asociadas a la Atención de la Salud (IAAS). 2019.
41. Bouras M, Asehnoune K, Roquilly A. Immune modulation after traumatic brain injury. *Front Med* 2022; 9.
42. Iadecola C, Buckwalter MS, Anrather J. Immune responses to stroke: mechanisms, modulation, and therapeutic potential. *J Clin Invest* 2020; 130 (6): 2777-88. <https://doi.org/10.1172/JCI135530>
43. Sharma R, Shultz SR, Robinson MJ, Belli A, et al. Infections after a traumatic brain injury: The complex interplay between the immune and neurological systems. *Brain Behav Immun* 2019; 79: 63-74. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2019.04.034>
44. Ruhal R, Kataria R. Biofilm patterns in gram-positive and gram-negative bacteria. *Microbiol Res* 2021; 251: 126829. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2021.126829>
45. Mishra A, Aggarwal A, Khan F. Medical device-associated infections caused by biofilm-forming microbial pathogens and controlling strategies. *Antibiotics* 2024; 13 (7): 623. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13070623>

AVISO PARA LOS AUTORES

Medicina Interna de México tiene una nueva plataforma de gestión para envío de artículos. En: www.revisionporpares.com/index.php/MIM/login podrá inscribirse en nuestra base de datos administrada por el sistema *Open Journal Systems* (OJS) que ofrece las siguientes ventajas para los autores:

- Subir sus artículos directamente al sistema.
- Conocer, en cualquier momento, el estado de los artículos enviados, es decir, si ya fueron asignados a un revisor, aceptados con o sin cambios, o rechazados.
- Participar en el proceso editorial corrigiendo y modificando sus artículos hasta su aceptación final.