

Artículo de revisión

Traqueobronquitis purulenta asociada a ventilación mecánica

Purulent tracheobronchitis associated with mechanical ventilation

Cristian Paul Rodríguez Cayamcela¹ <https://orcid.org/0009-0004-5839-6279>

Segundo Javier López Pérez¹ <https://orcid.org/0009-0008-2963-0512>

Flavio Orlando Murillo Valenzuela¹ <https://orcid.org/0009-0002-5713-6868>

Lilian Margoth Paspuezán Pérez¹ <https://orcid.org/0009-0000-9190-220X>

¹ Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador.

Autor para la correspondencia: ui.cristianrc18@uniandes.edu.ec

RESUMEN

La traqueobronquitis purulenta asociada a la ventilación mecánica (TBP-AVM) es una infección del tracto respiratorio inferior que afecta a pacientes críticos sometidos a ventilación mecánica prolongada en unidades de cuidados intensivos. Aunque no se acompaña de infiltrados parenquimatosos pulmonares, puede progresar a neumonía asociada al ventilador, lo que incrementa la morbilidad y la estancia hospitalaria. El objetivo del estudio fue realizar una revisión bibliográfica sistemática sobre la TBP-AVM asociada a la ventilación mecánica, abordando su epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. Se utilizó la metodología PRISMA 2020 para guiar la búsqueda, selección y análisis de literatura científica publicada en los últimos diez años, empleando bases de datos electrónicas y

descriptores MESH y DeCS. Se analizaron un total de 29 artículos seleccionados tras aplicar criterios rigurosos de inclusión y exclusión. Los resultados mostraron que la incidencia de TBP-AVM varía entre el 10 % y el 25 %, con marcada heterogeneidad en los criterios diagnósticos, lo que limita la comparabilidad entre estudios; además, se identificó que esta condición puede evolucionar hacia neumonía en un porcentaje significativo de casos. En cuanto al tratamiento, persiste la controversia sobre el uso sistemático de antibióticos, destacando la necesidad de estrategias basadas en biomarcadores y factores de riesgo individuales. Las medidas preventivas, como el control de infecciones y el manejo adecuado de secreciones, resultaron fundamentales. Como conclusión, la TBP-AVM es una entidad clínicamente relevante que requiere mayor estandarización diagnóstica y evidencia sólida para guías de manejo más efectivas que reduzcan su impacto en la morbilidad y mortalidad de pacientes críticos.

Palabras clave: Traqueobronquitis; traqueítis; bronquitis; purulento; traqueobronquitis asociada al ventilador.

ABSTRACT

Purulent tracheobronchitis associated with mechanical ventilation (PTB-MV) is a lower respiratory tract infection that affects critically ill patients undergoing prolonged mechanical ventilation in intensive care units. Although it is not accompanied by pulmonary parenchymal infiltrates, it can progress to ventilator-associated pneumonia, increasing morbidity and hospital stay duration. The objective of this study was to conduct a systematic literature review on PTB-MV associated with mechanical ventilation, addressing its epidemiology, diagnosis, treatment, and prevention. The PRISMA 2020 methodology was used to guide the search, selection, and analysis of scientific literature published over the last ten years, utilizing electronic databases and MESH and DeCS descriptors. A total of 29

articles were analyzed after applying strict inclusion and exclusion criteria. The results showed that PTB-MV incidence ranges from 10 % to 25 %, with significant heterogeneity in diagnostic criteria, limiting comparability between studies. Additionally, it was identified that this condition can evolve into pneumonia in a considerable percentage of cases. Regarding treatment, controversy remains over the systematic use of antibiotics, emphasizing the need for strategies based on biomarkers and individual risk factors. Preventive measures, such as infection control and proper secretion management, were found to be fundamental. In conclusion, PTB-MV is a clinically relevant condition that requires greater diagnostic standardization and robust evidence to develop more effective management guidelines that reduce its impact on morbidity and mortality in critically ill patients.

Keywords: Tracheobronchitis; tracheitis; bronchitis; purulent; ventilator-associated tracheobronchitis.

Recibido: 16/04/2025

Aceptado: 02/06/2025

Introducción

La traqueobronquitis purulenta asociada a la ventilación mecánica (TBP-AVM) es una entidad clínica frecuente en pacientes críticos sometidos a ventilación mecánica prolongada en unidades de cuidados intensivos (UCI). Se define como una inflamación e infección del tracto traqueobronquial, caracterizada por la

presencia de secreciones purulentas, sin evidencias radiológicas de consolidación pulmonar, lo que la distingue de la neumonía asociada al ventilador (NAV).⁽¹⁾

Aunque la TBP-AVM puede parecer menos grave que la NAV desde el punto de vista clínico, su importancia radica en su potencial para evolucionar hacia esta última, lo que incrementa significativamente el riesgo de complicaciones graves, como una mayor duración de la ventilación mecánica, estancias hospitalarias prolongadas y un aumento en la mortalidad.^(2,3)

El manejo de la TBP-AVM sigue siendo un tema controvertido en la práctica clínica. Existe debate sobre la necesidad de tratamiento antibiótico, la duración óptima del mismo y las estrategias preventivas más efectivas.⁽⁴⁾ Además, los criterios diagnósticos y terapéuticos no están completamente establecidos, lo que dificulta la implementación de protocolos homogéneos en diferentes centros asistenciales.⁽⁵⁾ Este escenario ha generado una necesidad urgente de investigaciones adicionales que clarifiquen el impacto de la TBP-AVM en la evolución de los pacientes críticos y proporcionen evidencia sólida para guiar decisiones clínicas.

Diversos estudios han explorado el papel de la TBP-AVM como precursor de la NAV, sugiriendo que su manejo inadecuado podría aumentar el riesgo de progresión a formas más graves de infección respiratoria.⁽⁶⁾ Por otro lado, algunos autores cuestionan la utilidad del tratamiento antibiótico rutinario, argumentando que podría contribuir al desarrollo de resistencia antimicrobiana y generar costos adicionales sin beneficios comprobados.⁽⁷⁾ En este contexto, es crucial revisar la literatura actual para identificar patrones emergentes, evidencias sólidas y áreas de investigación pendientes.

Este estudio tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica sistemática sobre la TBP-AVM asociada a la ventilación mecánica, abordando aspectos

relacionados con su epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. La metodología empleada se ajusta a las directrices PRISMA 2020, garantizando rigor y transparencia en el proceso de búsqueda, selección y análisis de la información científica disponible.

Métodos

Se realizó una revisión sistemática descriptiva de tipo documental, siguiendo las pautas de la declaración PRISMA 2020. Los autores se enfocaron en identificar, evaluar y sintetizar la evidencia científica publicada sobre la traqueobronquitis purulenta asociada a la ventilación mecánica (TBP-AVM).

La búsqueda de artículos se llevó a cabo en varias bases de datos electrónicas, incluyendo PubMed, BVS, LILACS, ScienceDirect, Scielo, Cochrane Library y Google Académico. Los términos de búsqueda utilizados fueron tanto en español como en inglés, combinando descriptores MESH y DeCS relevantes, tales como: "Tracheobronchitis", "Tracheitis", "Bronchitis", "Purulent", "Ventilator-Associated Tracheobronchitis", "Ventilator-Associated Pneumonia", "Respiratory Tract Infections", "Mechanical Ventilation", "Critical Care" y "Intensive Care Units". Estos términos se combinaron utilizando operadores booleanos (AND, OR) para ampliar los criterios de búsqueda y maximizar la recuperación de artículos pertinentes.

Para ser incluidos en la revisión, los artículos debían cumplir los criterios siguientes:

- Ser publicados en los últimos 10 años (desde 2014 hasta 2024).
- Estar escritos en español o inglés.
- Tratar temas relacionados con la TBP-AVM, incluyendo diagnóstico, tratamiento, prevención y resultados clínicos.

- Incluir estudios originales, revisiones bibliográficas, guías de práctica clínica y series de casos.

Los artículos fueron excluidos si:

- Eran reportes de caso únicos, opiniones de expertos, cartas al editor o comentarios editoriales.
- Presentaban duplicaciones o eran irrelevantes para el propósito de la revisión.

El proceso de selección de artículos se llevó a cabo en las etapas siguientes:

1. **Identificación:** se realizaron búsquedas en las bases de datos mencionadas, obteniendo un total inicial de 114 artículos.
2. **Elegibilidad:** se revisaron los títulos y resúmenes de los artículos identificados para excluir aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión. En esta etapa, se eliminaron 47 artículos debido a que estaban fuera del rango de fecha establecido, no estaban relacionados con el tema, eran duplicados, reportes de caso, opiniones de expertos o cartas al editor.
3. **Evaluación:** se leyeron en su totalidad los 67 artículos restantes para determinar su pertinencia. Se excluyeron otros 26 artículos que no cumplieron con los criterios de inclusión detallados.
4. **Inclusión:** finalmente, se seleccionaron 29 artículos para la síntesis narrativa.

Los artículos seleccionados fueron analizados de manera crítica, extrayendo información relevante sobre la epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención de la TBP-AVM. La información fue organizada en tablas y gráficos para facilitar la interpretación y comparación de los resultados.

En la Figura 1 se expone el flujo de selección de artículos según PRISMA 2020.

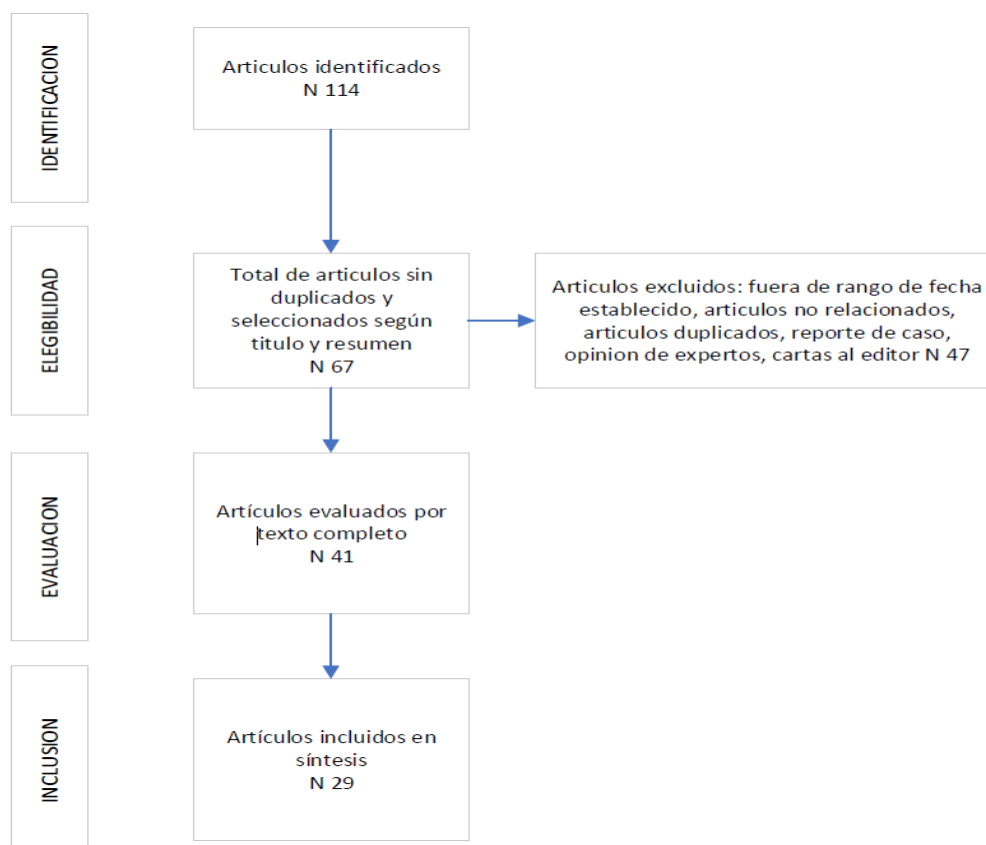


Fig. 1- Flujo de selección de artículos según PRISMA 2020.

Limitaciones

Es importante destacar algunas limitaciones inherentes a este estudio:

- La heterogeneidad metodológica entre los estudios incluidos puede afectar la comparabilidad de los resultados.
- La dependencia de los criterios diagnósticos subjetivos en algunos estudios puede introducir sesgos.
- La falta de estudios controlados aleatorizados (RCT) específicamente diseñados para evaluar la TBP-AVM limita la fuerza de las recomendaciones basadas en la evidencia.

Resultados

La revisión bibliográfica identificó 29 artículos relevantes que abordan diversos aspectos de la traqueobronquitis purulenta asociada a ventilación mecánica (TBP-AVM), incluyendo epidemiología, diagnóstico, tratamiento y prevención. Los resultados se sintetizan en los temas clave siguientes:

Epidemiología

La incidencia de TBP-AVM en pacientes sometidos a ventilación mecánica en unidades de cuidados intensivos (UCI) varía entre el 10 % y el 25 %, dependiendo de los criterios diagnósticos utilizados y las características de la población estudiada.⁽⁸⁾ La falta de una definición universalmente aceptada para esta condición ha contribuido significativamente a la variabilidad observada en los estudios. Además, la confusión con la neumonía asociada al ventilador (NAV) dificulta aún más la estimación precisa de su prevalencia.^(3,4)

Diagnóstico

El diagnóstico de TBP-AVM sigue siendo un desafío debido a la superposición de síntomas con otras infecciones respiratorias. Los criterios clínicos actuales incluyen secreciones traqueales purulentas nuevas o aumentadas, fiebre ($>38^{\circ}\text{C}$), leucocitosis ($>12,000$ células/ μL) y ausencia de infiltrados pulmonares en la tomografía computarizada (TC) (9). Sin embargo, estos criterios no son específicos ni sensibles, lo que genera inconsistencias en la identificación de la condición.

Los métodos microbiológicos, como el cultivo de aspirado endotraqueal y la cuantificación bacteriana ($>1 \times 10^5$ UFC/mL), han sido propuestos como herramientas complementarias para diferenciar colonización de infección activa.⁽¹⁰⁾ La broncoscopia también puede ser útil para evaluar directamente la inflamación traqueobronquial y recolectar muestras adicionales (11). Por otro lado,

biomarcadores como la procalcitonina (PCT) y la proteína C reactiva (PCR) pueden ayudar a discriminar entre infecciones localizadas (TBP-AVM) e infecciones sistémicas (NAV). Estudios recientes sugieren que niveles bajos de PCT podrían indicar TBP-AVM, mientras que niveles elevados podrían sugerir una mayor probabilidad de progresión a NAV.^(12,13)

Tratamiento

El manejo de la TBP-AVM es controvertido. Algunos autores defienden el uso de antibióticos para prevenir la progresión a NAV, argumentando que reduce la inflamación traqueal y disminuye el riesgo de complicaciones graves.⁽¹⁴⁾ Sin embargo, otros expertos recomiendan una estrategia más conservadora, basada en la vigilancia estrecha y el manejo de las secreciones, reservando los antibióticos solo para casos con signos claros de infección sistémica o deterioro clínico progresivo.⁽¹⁵⁾ Esta controversia se debe en gran medida a la falta de evidencia sólida sobre los beneficios del tratamiento antibiótico específico.

En pacientes con factores de riesgo para neumonía grave, como fibrosis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), inmunosupresión o exposición previa a microorganismos multirresistentes, el tratamiento antibiótico empírico suele estar justificado para prevenir complicaciones severas.⁽¹⁶⁾ La elección de los antibióticos debe considerar la epidemiología local, la susceptibilidad bacteriana específica y las condiciones clínicas del paciente. En general, se recomienda cubrir tanto patógenos Gram-positivos (como *Staphylococcus aureus*, incluyendo cepas resistentes a meticilina [MRSA]) como Gram-negativos (como *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* y *Acinetobacter baumannii*).⁽¹⁶⁾

Prevención

Las estrategias preventivas se centran en medidas de control de infecciones, como la higiene de manos, el uso adecuado de antibióticos, la elevación de la cabecera

del paciente y técnicas de aspiración subglótica para reducir la carga bacteriana en el tubo endotraqueal.⁽¹⁷⁾ La gestión eficaz de la colonización bacteriana traqueal es crucial para minimizar complicaciones y mejorar los resultados en pacientes críticos.

Estudios en desarrollo

Varios ensayos clínicos están actualmente en desarrollo para optimizar el manejo de la TBP-AVM. El estudio VATICAN investiga la eficacia de intervenciones como antibióticos inhalados o sistémicos para prevenir la progresión a NAV.⁽¹⁸⁾ Otro estudio, TAVeM2, compara diferentes duraciones de tratamiento con antibióticos (3 o 7 días) frente a ningún tratamiento antibiótico para evaluar su impacto en la progresión a NAV, la duración de la ventilación mecánica, la estancia en UCI y la mortalidad.⁽¹⁹⁾ Estos estudios tienen el potencial de proporcionar evidencia sólida para guiar decisiones clínicas en el futuro.

Discusión

Importancia clínica de la TBP-AVM

Aunque la TBP-AVM tiene una mortalidad directa baja, su importancia radica en su potencial para evolucionar hacia NAV, lo que incrementa significativamente el riesgo de complicaciones graves, como prolongación de la ventilación mecánica, estancias hospitalarias más largas y aumento en la mortalidad.⁽²⁰⁾ La dificultad para distinguir entre TBP-AVM y NAV complica el manejo clínico, ya que errores en el diagnóstico pueden llevar a tratamientos inadecuados y peor pronóstico. La precisión diagnóstica es fundamental para evitar el uso innecesario de antibióticos, que podría contribuir al desarrollo de resistencia antimicrobiana.⁽¹⁵⁾

Desafíos en el diagnóstico

El diagnóstico de TBP-AVM sigue siendo subjetivo y dependiente de criterios clínicos poco específicos. Aunque los métodos microbiológicos y la evaluación radiológica mejoran la certeza diagnóstica, la interpretación de los resultados sigue siendo compleja. La broncoscopia puede ser útil en casos donde el diagnóstico clínico no es claro, pero su uso está limitado por factores logísticos y de seguridad en pacientes críticos.⁽¹¹⁾ Los biomarcadores como la PCT ofrecen una alternativa prometedora para diferenciar entre infecciones localizadas e infecciones sistémicas, aunque su utilidad en la práctica diaria aún requiere validación adicional.^(12,13)

Controversia en el tratamiento

La decisión de tratar o no con antibióticos en pacientes con TBP-AVM sigue siendo un tema de debate. Mientras algunos estudios sugieren que el tratamiento antibiótico puede reducir la progresión a NAV y mejorar los resultados clínicos,⁽¹⁴⁾ otros destacan los riesgos asociados al uso innecesario de antibióticos, como la selección de patógenos multirresistentes y efectos secundarios adversos.⁽¹⁵⁾ La falta de consenso en los criterios diagnósticos claros agrava esta controversia, ya que dificulta la identificación precisa de pacientes que realmente necesitan tratamiento antibiótico.

En pacientes con factores de riesgo para neumonía grave, como inmunosupresión o exposición previa a microorganismos multirresistentes, el tratamiento antibiótico empírico parece justificado para prevenir complicaciones severas.⁽¹⁵⁾ Sin embargo, en pacientes sin factores de riesgo, una estrategia más conservadora, centrada en la vigilancia estrecha y el manejo de las secreciones, podría ser suficiente para prevenir la progresión a NAV.

Necesidad de evidencia adicional

La falta de estudios controlados aleatorizados (RCT) específicamente diseñados para evaluar la TBP-AVM limita la fuerza de las recomendaciones basadas en la evidencia. Los ensayos clínicos en curso, como VATICAN y TAVeM2, tienen el potencial de proporcionar datos valiosos sobre la eficacia del tratamiento antibiótico y las estrategias preventivas. Sin embargo, hasta que estos estudios concluyan, los médicos deben seguir guiándose por las mejores prácticas disponibles y adaptar sus decisiones clínicas a las características individuales de cada paciente.

Impacto económico y de salud pública

La TBP-AVM genera un impacto económico importante debido a la necesidad de cuidados intensivos prolongados, ajustes de antibióticos y procedimientos adicionales como broncoscopías. Además, afecta la calidad de vida de los pacientes tras el alta, incrementando el riesgo de secuelas a largo plazo como debilidad muscular y otras complicaciones nosocomiales.⁽⁹⁾ La implementación de estrategias preventivas eficaces, como la mejora de las prácticas de control de infecciones y la optimización del manejo de las secreciones, podría reducir significativamente estos costos y mejorar los resultados clínicos.

Es importante destacar que, además de las referencias ya discutidas a lo largo del texto, las fuentes bibliográficas numeradas del 22 al 29 también resultan valiosas para el desarrollo y sustento científico de esta revisión. Estas contribuyeron indirectamente al marco teórico, fundamentación metodológica y comprensión contextual de la traqueobronquitis purulenta asociada a la ventilación mecánica (TBP-AVM), especialmente en aspectos relacionados con la colonización bacteriana, prevención de infecciones nosocomiales, mecanismos de resistencia antimicrobiana, inflamación pulmonar y soporte ventilatorio. Su inclusión refleja el rigor metodológico y la amplitud temática de esta revisión, asegurando así una

visión integral y actualizada sobre la TBP-AVM y su relevancia clínica en el entorno de cuidados intensivos.

Conclusión

La TBP-AVM representa un desafío importante en la atención de pacientes críticos, ya que su manejo adecuado puede influir significativamente en la evolución clínica y los resultados de estos pacientes. A pesar de los avances en la comprensión de su fisiopatología y los métodos diagnósticos, persisten importantes vacíos en la evidencia científica, especialmente en relación con el tratamiento y la prevención.

Los estudios en desarrollo, como VATICAN y TAVeM2, ofrecen esperanza para clarificar estas incertidumbres y establecer protocolos de manejo más efectivos. Hasta entonces, es crucial adoptar una aproximación individualizada, basada en los factores de riesgo del paciente y las mejores prácticas disponibles, para optimizar los resultados clínicos y reducir las complicaciones asociadas.

Bibliográficas

1. IMPACTO-MR, VATICAN Trial Investigators and BRICNet; Tomazini BM, Besen BAMP, Dietrich C, Gandara APR, Silva DP, Pinheiro CCG, Luz MN, Mattos RR, Reis LFL, Roepke RML, Duarte CSLG, Nassar Júnior AP, Veiga VC, Arns B, Nascimento GM, Pereira AJ, Cavalcanti AB, Machado FR, Azevedo LCP. VATICAN (Ventilator-Associated Tracheobronchitis Initiative to Conduct Antibiotic Evaluation): protocol for a multicenter randomized open-label trial of watchful waiting versus antimicrobial therapy for ventilator-associated tracheobronchitis. *Crit Care Sci*. 2024 Aug 26;36:e20240029en. <https://doi:10.62675/2965-2774.20240029-en>

2. Koulenti D, Arvaniti K, Judd M, Lalos N, Tjoeng I, Xu E, Armaganidis A, Lipman J. Ventilator-Associated Tracheobronchitis: To Treat or Not to Treat? *Antibiotics* (Basel). 2020 Jan 31;9(2):51. <https://doi:10.3390/antibiotics9020051>.
3. Craven DE, Hjalmarson KI. Ventilator-associated tracheobronchitis and pneumonia: thinking outside the box. *Clin Infect Dis*. 2010 Aug 1;51 Suppl 1:S59-66. <https://doi:10.1086/653051>. Erratum in: *Clin Infect Dis*. 2010 Nov 1;51(9):1114. PMID: 20597674.
4. Martin-Loeches I, Póvoa P, Nseir S. Ventilator associated tracheobronchitis and pneumonia: one infection with two faces. *Intensive Care Med*. 2023 Aug;49(8):996-999. <https://doi:10.1007/s00134-023-07086-9>.
5. Martin-Loeches I, Rosich S, Papiol E, Castell P, Pobo A, Rodríguez A, et al. Ventilator Associated Tracheobronchitis. *Bronchitis* [Internet]. 2011 Aug 23 [cited 2024 Sep 28]; Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/17356>.
6. Koulenti D, Arvaniti K, Judd M, Lalos N, Tjoeng I, Xu E, Armaganidis A, Lipman J. Ventilator-Associated Tracheobronchitis: To Treat or Not to Treat? *Antibiotics* (Basel). 2020 Jan 31;9(2):51. <https://doi:10.3390/antibiotics9020051>.
7. Zhang J, Yang P, Zeng L, Li S, Zhou J. Ventilator-Associated Pneumonia Prediction Models Based on AI: Scoping Review. *JMIR Med Inform*. 2024 May 14;12:e57026. <https://doi:10.2196/57026>.
8. Salluh JIF, Souza-Dantas VC, Martin-Loeches I, Lisboa TC, Rabello LSCF, Nseir S, Póvoa P. Ventilator-associated tracheobronchitis: an update. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2019 Oct-Dec;31(4):541-547. <https://doi:10.5935/0103-507X.20190079>. Erratum in: *Rev Bras Ter Intensiva*. 2020 Mar;32(1):165. <https://doi:10.5935/0103-507X.20200027>.

9. Chakraborty RK, Burns B. *Systemic Inflammatory Response Syndrome*. 2023 May 29. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. PMID: 31613449.
10. Asensio Martín MJ, Hernández Bernal M, Yus Teruel S, Minvielle A. Infecciones en el paciente crítico [Infections in critically ill patients]. *Medicine (Madr)*. 2018 Apr;12(52):3085-3096. Spanish.
<https://doi:10.1016/j.med.2018.03.014>.
11. Díez-Ferrer M, Martín-Cabeza C, Cubero N, Sabater-Riera J, Santos S, López-Lisbona RM. Papel de la broncoscopia en los pacientes críticos con neumonía por COVID-19 [Role of bronchoscopy in critically ill patients with COVID-19 pneumonia]. *Rev Clin Esp*. 2021 Aug-Sep;221(7):430-431. Spanish.
<https://doi:10.1016/j.rce.2020.12.003>.
12. Huang DT, Yealy DM, Filbin MR, Brown AM, Chang CH, Doi Y, Donnino MW, Fine J, Fine MJ, Fischer MA, Holst JM, Hou PC, Kellum JA, Khan F, Kurz MC, Lotfipour S, LoVecchio F, Peck-Palmer OM, Pike F, Prunty H, Sherwin RL, Southerland L, Terndrup T, Weissfeld LA, Yabes J, Angus DC; ProACT Investigators. Procalcitonin-Guided Use of Antibiotics for Lower Respiratory Tract Infection. *N Engl J Med*. 2018 Jul 19;379(3):236-249.
<https://doi:10.1056/NEJMoa1802670>.
13. Coelho L, Rabello L, Salluh J, Martín-Loeches I, Rodríguez A, Nseir S, Gomes JA, Póvoa P; TAVeM study Group. C-reactive protein and procalcitonin profile in ventilator-associated lower respiratory infections. *J Crit Care*. 2018 Dec;48:385-389. <https://doi:10.1016/j.jcrc.2018.09.03>
14. American Thoracic Society; Infectious Diseases Society of America. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 Feb 15;171(4):388-416. <https://doi:10.1164/rccm.200405-644ST>

15. Kalil AC, Metersky ML, Klompas M, Muscedere J, Sweeney DA, Palmer LB, Napolitano LM, O'Grady NP, Bartlett JG, Carratalà J, El Solh AA, Ewig S, Fey PD, File TM Jr, Restrepo MI, Roberts JA, Waterer GW, Cruse P, Knight SL, Brozek JL. Executive Summary: Management of Adults With Hospital-acquired and Ventilator-associated Pneumonia: 2016 Clinical Practice Guidelines by the Infectious Diseases Society of America and the American Thoracic Society. *Clin Infect Dis*. 2016 Sep 1;63(5):575-82. <https://doi:10.1093/cid/ciw504>. Erratum in: *Clin Infect Dis*. 2017 May 1;64(9):1298. <https://doi:10.1093/cid/ciw798>. Erratum in: *Clin Infect Dis*. 2017 Oct 1;65(7):1251. <https://doi:10.1093/cid/cix586>.
16. Metersky ML, Kalil AC. Management of Ventilator-Associated Pneumonia: Guidelines. *Clin Chest Med*. 2018 Dec;39(4):797-808. <https://doi:10.1016/j.ccm.2018.08.002>
17. Ventilator-associated Pneumonia Basics | VAP | CDC [Internet]. [cited 2024 Sep 28]. Available from: <https://www.cdc.gov/ventilator-associated-pneumonia/about/index.html>
18. IMPACTO-MR, VATICAN Trial Investigators and BRICNet; Tomazini BM, Besen BAMP, Dietrich C, Gandara APR, Silva DP, Pinheiro CCG, Luz MN, Mattos RR, Reis LFL, Roepke RML, Duarte CSLG, Nassar Júnior AP, Veiga VC, Arns B, Nascimento GM, Pereira AJ, Cavalcanti AB, Machado FR, Azevedo LCP. VATICAN (Ventilator-Associated Tracheobronchitis Initiative to Conduct Antibiotic Evaluation): protocol for a multicenter randomized open-label trial of watchful waiting versus antimicrobial therapy for ventilator-associated tracheobronchitis. *Crit Care Sci*. 2024 Aug 26;36:e20240029en. <https://doi:10.62675/2965-2774.20240029-en>.
19. Nseir S, Favory R, Jozefowicz E, Decamps F, Dewavrin F, Brunin G, Di Pompeo C, Mathieu D, Durocher A; VAT Study Group. Antimicrobial treatment for ventilator-associated tracheobronchitis: a randomized, controlled, multicenter study. *Crit Care*. 2008;12(3):R62. <https://doi:10.1186/cc6890>.

20. Papazian L, Klompas M, Luyt CE. Ventilator-associated pneumonia in adults: a narrative review. *Intensive Care Med.* 2020 May;46(5):888-906.
<https://doi:10.1007/s00134-020-05980-0>.
21. Cabrera-Tejada GG, Chico-Sánchez P, Gras-Valentí P, Jaime-Sánchez FA, Galiana-Ivars M, Balboa-Esteve S, *et al.* Estimation of Additional Costs in Patients with Ventilator-Associated Pneumonia. *Antibiotics* [Internet]. 2024 Jan 1 [cited 2024 Sep 28];13(1). <https://doi.org/10.3390/antibiotics13010002>
22. Modi AR, Kovacs CS. Hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia: Diagnosis, management, and prevention. *Cleve Clin J Med.* 2020 Oct 1;87(10):633-639. <https://doi:10.3949/ccjm.87a.19117>
23. Nseir S, Martin-Loeches I, Makris D, Jaillette E, Karvouniaris M, Valles J, Zakynthinos E, Artigas A. Impact of appropriate antimicrobial treatment on transition from ventilator-associated tracheobronchitis to ventilator-associated pneumonia. *Crit Care.* 2014 Jun 23;18(3):R129. <https://doi:10.1186/cc13940>.
24. Gaudet A, Kreitmann L, Nseir S. ICU-Acquired Colonization and Infection Related to Multidrug-Resistant Bacteria in COVID-19 Patients: A Narrative Review. *Antibiotics (Basel).* 2023 Sep 20;12(9):1464.
<https://doi:10.3390/antibiotics12091464>.
25. Grasselli G, Scaravilli V, Alagna L, Bombino M, De Falco S, Bandera A, Abbruzzese C, Patroniti N, Gori A, Pesenti A. Gastrointestinal colonization with multidrug-resistant Gram-negative bacteria during extracorporeal membrane oxygenation: effect on the risk of subsequent infections and impact on patient outcome. *Ann Intensive Care.* 2019 Dec 18;9(1):141. <https://doi:10.1186/s13613-019-0615-7>.
26. Huertas MG, Rodríguez M, Castro P, Cruz SD, Cifuentes EA, Yepes AF, Zambrano MM, Baldión AM. Description of the colonizing mycobiota of endotracheal tubes from patients admitted to two intensive care units in Bogotá,

Colombia. *Biomedica*. 2023 Aug 31;43(Sp. 1):181-193. English, Spanish.

<https://doi:10.7705/biomedica.6884>.

27. Ferrer M, Bassi GL, Torres A. Medidas prácticas para la prevención de la neumonía nosocomial. *Medicina Respiratoria*. 2013;6(1):33-44. Disponible en: [Neumología y Salud] (<http://www.neumologiaysalud.es/descargas/R6/R6-5.pdf>)

28. Mizgerd JP. Inflammation and Pneumonia: Why Are Some More Susceptible than Others? *Clin Chest Med*. 2018 Dec;39(4):669-676.

<https://doi:10.1016/j.ccm.2018.07.002>.

20. Hickey SM, Sankari A, Giwa AO. *Mechanical Ventilation*. 2024 Mar 30. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan–. PMID: 30969564.