

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE MEDICINA
SECCIÓN DE ANESTESIOLOGÍA E INHALOTERAPIA**



**INFORME FINAL DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN:
VENTILACIÓN MECÁNICA EN CUIDADOS CRÍTICOS**

TÍTULO DEL ENSAYO:

MANEJO VENTILATORIO EN PACIENTE CON NEUMONÍA ASOCIADA A
VENTILACIÓN MECÁNICA EN UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE:

LICENCIATURA EN ANESTESIOLOGIA E INHALOTERAPIA

PRESENTADO POR:

CARLOS FERNANDO ESCOBAR FLORES N° CARNET EF20005
JEFFREY ARMANDO GARCÍA PIMENTEL N° CARNET GP19036
FRANCISCO EDUARDO VELÁSQUEZ CORTÉZ N° CARNET VC 20023

DOCENTE ASESOR:

LIC. JAVIER ULISES HERNANDEZ FUENTES
MTRA. ROXANA MARGARITA CANALES ROBLES

OCTUBRE DEL 2025

CIUDAD UNIVERSITARIA ORIENTAL, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
AUTORIDADES**



**MSC. JUAN ROSA QUINTANILLA
RECTOR**

**DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN
VICERRECTORA ACADÉMICA**

**MSC. ROGER ARIAS
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

**LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA
SECRETARIO GENERAL**

**LICDA. ANA RUTH AVELAR
DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS**

**LIC. CARLOS AMILCAR SERRANO RIVERA
FISCAL GENERAL**

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
AUTORIDADES



MSC. CARLOS IVÁN HERNÁNDEZ FRANCO
DECANO

DRA. NORMA AZUCENA FLORES RETANA
VICEDECANA

LIC. CARLOS DE JESÚS SÁNCHEZ
SECRETARIO

MTRO. EVER ANTONIO PADILLA LAZO
DIRECTOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

DR. AMADEO ARTURO CABRERA GUILLÉN
JEFE DE DEPARTAMENTO

LIC. JORGE PASTOR FUENTES CABRERA
COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| DESARROLLO | 8 |
| Neumonía | 8 |
| Neumonía Asociada a Ventilación Mecánica | 9 |
| Epidemiología y Carga en la UCI | 9 |
| Factores de Riesgo de la Neumonía | 11 |
| Condiciones Médicas Que Pueden Incrementar El Riesgo De Padecer | |
| Enfermedades | 11 |
| Conductas que Puedan Incrementar el Peligro | 12 |
| Impacto Clínico y Económico de la NAVM | 12 |
| Los Factores que Inciden en el Costo | 13 |
| Clasificación: Precoz vs. Tardía de la Neumonía Asociada a la Ventilación | |
| Mecánica | 15 |
| Microbiología y Agentes Etiológicos Comunes | 16 |
| Fisiopatología de la NAVM | 16 |
| Resistencia Antimicrobiana en NAVM | 16 |
| Diagnóstico de NAVM | 18 |
| Presentación Clínica y Criterios Diagnósticos | 20 |
| Diagnóstico Clínico | 20 |
| Diagnóstico Radiológico | 22 |
| Diagnóstico Microbiológico | 23 |
| Métodos Para Obtención De Muestras Respiratorias | 24 |
| Importancia del Manejo Ventilatorio en NAVM | 24 |
| Efectos de la Ventilación Mecánica en la Fisiopatología Pulmonar | 25 |
| Lesión Pleural Inducida por la Ventilación Mecánica | 25 |
| Lesión Diafragmática Inducida por la Ventilación Mecánica (LDIVM) | 26 |
| Impacto de la Ventilación Mecánica Invasiva en NAVM a Través de los Años | |
| | 27 |
| Bases y Principios de la Ventilación Mecánica | 28 |
| Fundamentos de la Ventilación Mecánica | 28 |
| Fisiología Pulmonar Relevante en Pacientes con NAVM | 29 |

| | |
|--|-----------|
| Objetivos del Soporte Ventilatorio en NAVM | 30 |
| Tipos y Modos de Ventilación Mecánica | 30 |
| Selección de Modalidad Ventilatoria Según Condición Clínica | 31 |
| Estrategias de Ventilación en el Paciente con NAVM | 32 |
| Complicaciones Ventilatorias en NAVM..... | 35 |
| Monitoreo y Seguimiento del Paciente con NAVM en Ventilación Mecánica . | 41 |
| Evaluación Hemodinámica y Gasométrica..... | 41 |
| Identificación Temprana de Complicaciones y Fallos | 42 |
| Medidas Complementarias en el Manejo de NAVM | 42 |
| Prevención de la NAVM en Pacientes Ventilados..... | 49 |
| Pronóstico y Resultados en NAVM con Ventilación Mecánica | 56 |
| Duración de Estancia en UCI y Hospital | 57 |
| CONCLUSIÓN | 58 |
| BIBLIOGRAFÍA | 61 |

RESUMEN

Introducción la neumonía asociada a ventilación mecánica es una de las infecciones nosocomiales más frecuentes en pacientes ventilados, se define como aquella neumonía que aparece luego de 48 horas del inicio de la ventilación mecánica invasiva. Esta puede clasificarse como de inicio temprano o tardío, dependiendo del momento de su aparición. **El Objetivo** de este estudio no se limita únicamente a describir el manejo ventilatorio de la neumonía asociada a ventilación mecánica, sino que también busca ofrecer un enfoque integral sobre los distintos tipos de neumonía, sus diagnósticos y las diversas causas que pueden originarse, tanto en la unidad de cuidados intensivos como en la comunidad. **Conclusión**, asimismo, se analizarán los beneficios de los diferentes métodos terapéuticos aplicados a pacientes con neumonía asociada a ventilación mecánica durante su estancia en la unidad de cuidados intensivos, destacando así la importancia de las estrategias implementadas a lo largo del tiempo para optimizar el manejo de los diferentes casos que se presentan. Este ensayo facilitó la integración de diversos aspectos del problema. Por un lado, se presentó a la fisiopatología de la neumonía asociada con la ventilación mecánica, que tiene una estrecha relación con la alteración de las barreras de protección naturales del sistema respiratorio y con la colonización de bacterias causada por la intubación prolongada. También, se estudiaron los factores de riesgo que predisponen al paciente en estado crítico a desarrollar esta complicación, además del desafío diagnóstico que supone diferenciar la NAVM de otras enfermedades comunes en la unidad de cuidados intensivos.

Palabras clave: Neumonía, Ventilación, Prevención, Mortalidad, Tratamiento.

ABSTRACT

Introduction: Ventilator-associated pneumonia is one of the most common nosocomial infections in ventilated patients. It is defined as pneumonia that appears more than 48 hours after the start of invasive mechanical ventilation. It can be classified as early- or late-onset, depending on the time of onset. **The objective** of this study is not limited solely to describing the ventilatory management of ventilator-associated pneumonia, but also seeks to offer a comprehensive approach to the different types of pneumonia, their diagnoses, and the various causes that can arise, both in the intensive care unit and in the community. **Conclusion:** The benefits of the different therapeutic methods applied to patients with ventilator-associated pneumonia during their stay in the intensive care unit will also be analyzed, thus highlighting the importance of the strategies implemented over time to optimize the management of the different cases that arise. This essay facilitated the integration of various aspects of the problem. On the one hand, the pathophysiology of ventilator-associated pneumonia was presented, which is closely related to the disruption of the respiratory system's natural protective barriers and to bacterial colonization caused by prolonged intubation. The risk factors that predispose critically ill patients to developing this complication were also studied, in addition to the diagnostic challenge of differentiating VAP from other common diseases in the intensive care unit.

Keywords: Pneumonia, Ventilation, Prevention, Mortality, Treatment.

INTRODUCCIÓN

Al hablar de ventilación mecánica se debe tener en cuenta que es una herramienta esencial en el tratamiento de pacientes en estado crítico dentro de las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), ya que permite sustituir o apoyar la función respiratoria cuando ésta se encuentra severamente afectada. No obstante, aunque es un recurso terapéutico vital, su uso también conlleva riesgos, entre los cuales destaca la neumonía asociada a la ventilación mecánica que presenta una alta frecuencia, impacto clínico, implicaciones económicas y mortalidad asociada.

La neumonía asociada a ventilación mecánica es una de las infecciones nosocomiales más frecuentes en pacientes ventilados, y se define como aquella neumonía que aparece luego de 48 horas del inicio de la ventilación mecánica invasiva. Esta puede clasificarse como de inicio temprano o tardío, dependiendo del momento de su aparición. Existe una relación directa entre la duración del soporte ventilatorio y la probabilidad de desarrollar esta infección: cuanto más tiempo permanezca el paciente con ventilación mecánica, mayor será el riesgo de complicaciones pulmonares infecciosas. Entre los microorganismos más implicados se encuentran bacterias gram negativas las cuales tienen diferentes orígenes que suele estar asociado a múltiples factores los cuales serán mencionados en el desarrollo del contenido.

Diagnosticar la neumonía asociada a ventilación mecánica puede ser difícil, ya que sus síntomas pueden confundirse con otras condiciones propias del paciente crítico. Sin embargo, existen señales frecuentes como fiebre persistente, cambios en las características de las secreciones respiratorias, entre otras. El diagnóstico suele establecerse mediante una combinación de criterios clínicos, microbiológicos y radiológicos. El abordaje terapéutico de la neumonía asociada a ventilación mecánica se basa en iniciar un tratamiento empírico con antibióticos de amplio espectro, ajustado posteriormente de acuerdo con los resultados microbiológicos. En cuanto al manejo ventilatorio, se recomienda el uso de estrategias como la ventilación protectora y otras intervenciones complementarias ⁽¹⁾.

Mundialmente, la neumonía asociada a ventilación mecánica es la infección intrahospitalaria respiratoria más frecuente en unidad de cuidados intensivos, proporcionalmente más común que en salas generales. Por ejemplo, en Estados Unidos se estima que la neumonía asociada a ventilación mecánica ocurre a razón de

1,1 casos por 1000 días de ventilación mecánica, mientras que en países de ingresos bajos y medios como muchos de Latinoamérica las tasas van entre 12–24 por 1000 días de ventilación. La neumonía asociada a ventilación mecánica prolonga la estancia en unidad de cuidados intensivos, incrementando los costos y tiende a duplicar o triplicar la mortalidad en los pacientes críticos ⁽²⁾.

Las guías internacionales de manejo de neumonía asociada a ventilación mecánica han evolucionado en las últimas décadas, ya en los 90 el Centro para el control y prevención de enfermedades y la American Thoracic Society definieron criterios diagnósticos y recomendaban cultivos para orientar el tratamiento. Las recomendaciones modernas entre 2005 y 2016 insisten en la terapia empírica precoz dirigida a microorganismos nosocomiales. Una revisión sistemática regional en Argentina en el 2017 reportó como gérmenes prevalentes en neumonía asociada a ventilación mecánica a bacilos Gramnegativos nosocomiales. En general, la terapia antibiótica debe cubrir Grampositivos y gramnegativos antipseudomónicos. Estudios aleatorizados como el de Chastre y colaboradores en el 2003 mostraron que 8 días de tratamiento antibiótico eran equivalentes a 15 días en términos de mortalidad y estancia por ello, las guías actuales recomiendan esquemas cortos de entre 7–8 días para neumonía asociada a ventilación mecánica con reevaluación clínica y microbiológica a las 48–72 horas ⁽³⁾.

Varios países latinoamericanos han promovido campañas de control de infecciones, por ejemplo, en Argentina el programa “Neumonía Zero” el cual es una intervención multimodal nacida en España y replicada en Argentina, cuyo objetivo es reducir la incidencia de neumonía asociada a ventilación mecánica a menos de 9 episodios por cada 1.000 días de ventilación mecánica. El programa forma parte de una política de seguridad del paciente, promovida por la Organización mundial de la salud y adaptada localmente. A nivel regional, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha promovido lineamientos y campañas para mejorar la prevención, como la adopción de bundles y la vigilancia activa de infecciones asociadas a dispositivos invasivos. Sin embargo, la realidad hospitalaria latinoamericana se caracteriza por una variabilidad significativa en la implementación y seguimiento de estas recomendaciones, lo que se traduce en resultados heterogéneos entre diferentes instituciones y países.

En El Salvador, la neumonía asociada a ventilación mecánica se ha visto como una infección vinculada a la atención sanitaria y al costo, no existe una guía nacional

concreta publicada para la neumonía asociada a ventilación mecánica, sin embargo, el Ministerio de Salud (MINSAL), incorpora medidas preventivas en sus protocolos de control de infecciones hospitalarias y fomenta la creación de un conjunto de estrategias y medidas de cuidado, diseñadas para evitar la neumonía relacionada con la ventilación mecánica en pacientes que reciben soporte ventilatorio. Por ejemplo, un informe interno de 2015 sugería las mismas acciones que la Organización Mundial de la Salud (OMS), entre ellas, control de circuitos y elevación del cabecero ⁽⁴⁾.

Respecto a la información epidemiológica, los datos oficiales son escasos. El Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), responsable de hospitales de tercer nivel, informó en 2019 que se registraron un total de 29 casos de neumonía asociada a ventilación mecánica en la unidad de cuidados intensivos del Hospital General. Este reporte interno indicó que la neumonía asociada a ventilación mecánica representó el 67,4% de las infecciones vinculadas a la asistencia sanitaria en dicha unidad de cuidados intensivos, con una tasa de incidencia de 11,4%. Además, en 2025, el Instituto Nacional de Salud (INS), vinculado al Ministerio de salud de El Salvador, divulgó una investigación caso-control que corroboró que la neumonía asociada a ventilación mecánica fue la tercera IAAS más frecuente en hospitales salvadoreños durante 2022. Esta investigación determinó que los factores de riesgo independientes más significativos fueron ser de sexo masculino, haber sufrido un trauma y los días de intubación prolongada. Se aisló principalmente *Acinetobacter baumannii* (27,8% de los casos) en estos pacientes ⁽⁵⁾.

Por el momento, no hay informes nacionales de supervisión continúa emitidos (como boletines epidemiológicos) sobre neumonía asociada a ventilación mecánica por parte del Ministerio de Salud de El Salvador los comités de control y prevención de infecciones de hospitales públicos y de la red Instituto Salvadoreño del Seguro Social realizan monitoreos internos periódicos. En el Hospital Rosales (San Salvador) y otras instituciones, se están implementando señales para neumonía asociada a ventilación mecánica en la vigilancia de IAAS. Además, el Ministerio de Salud de El Salvador incorpora campañas de educación y listas de comprobación para garantizar el cumplimiento del bundle. Hoy en día, no existe literatura oficial en El Salvador acerca de los resultados clínicos de neumonía asociada a ventilación mecánica, a pesar de que se reconoce a nivel institucional la relevancia de aplicar las estrategias preventivas validadas internacionalmente.

En el Hospital de Niños Benjamín Bloom (San Salvador), que dispone de las unidades de infectología infantil "Poniente" y "Oriente", se realizó otro estudio observacional. En ese lugar, se observó un alto cumplimiento de las medidas del ventilador bundle por parte de la enfermería. Aún no se cuenta con información pública de otros hospitales de la región oriental respecto a neumonía asociada a ventilación mecánica. Las acciones locales suelen enfocarse en robustecer los comités de infecciones de cada centro hospitalario y formar al equipo médico en los protocolos (bundles) ya mencionados ⁽⁶⁾.

La influencia de la NAVM va mucho más allá del contexto puramente clínico y desde una perspectiva económica, supone un considerable y costoso gasto en el sistema de salud, debido al aumento en los días de estancia hospitalaria que el paciente presente, la demanda de recursos de gran complejidad, así como también la utilización masiva de medicamentos costosos. En términos sociales, la NAVM impacta directamente a las familias de los pacientes que padecen dicha complicación, extendiendo el dolor, la incertidumbre y los gastos indirectos derivados de la pérdida de productividad que se dan por el simple hecho de estar presente día a día en su estancia hospitalaria. En términos éticos, el reto radica en asegurar un acceso justo a las mejores prácticas preventivas y terapéuticas, además de la claridad y transparencia en la supervisión y la comunicación de casos, factores clave para incrementar la seguridad del paciente y la calidad del sistema sanitario.

En años recientes, con la pandemia de COVID-19 se han planteado nuevos desafíos en la gestión de la NAVM, a causa del incremento explosivo en la utilización de ventilación mecánica y la sobrecarga en los sistemas sanitarios. La información regional indica un resurgimiento en la incidencia de NAVM durante los picos de hospitalización por COVID-19, vinculado al uso extendido de ventilación y a la sobredemanda de los recursos existentes. Esta circunstancia ha evidenciado la imperiosa necesidad de robustecer los programas de prevención, formar al personal sanitario y renovar los protocolos de gestión de acuerdo con la mejor evidencia existente.

La finalidad de este ensayo es exponer el adecuado manejo ventilatorio en pacientes que presentan neumonía asociada a la ventilación mecánica. Así mismo se pretende detallar y conocer los distintos signos, síntomas, así como las complicaciones y tratamientos disponibles durante su manejo enfocado principalmente a estrategias ventilatorias, así como la probabilidad de que esta

complicación se desarrolle en la unidad de cuidados intensivos y las posibilidades de mejoría según la evolución clínica del paciente. Además, se describirán las técnicas diagnósticas que permiten una intervención oportuna e inicio inmediato del tratamiento.

DESARROLLO

Neumonía

La neumonía es un término general que abarca un grupo de condiciones que por medio de diversos organismos provocan la infección del parénquima pulmonar. En lugar de considerarla una sola enfermedad, los profesionales de la salud deben recordar que la neumonía es un término general que abarca un grupo de síndromes causados por diversos organismos, con manifestaciones y secuelas variadas. Se han realizado numerosos intentos para clasificar la neumonía según la etiología, el contexto clínico en el que el paciente contrajo la infección y el patrón de afectación del parénquima pulmonar, entre otras clasificaciones, entre estas clasificaciones el ensayo se enfoca en la neumonía asociada a ventilación mecánica ⁽⁷⁾. La neumonía es una enfermedad que afecta uno o ambos pulmones, afectando los alvéolos, las vías respiratorias terminales y, a veces, el intersticio pulmonar, provocando un proceso inflamatorio que impacta la habilidad respiratoria del paciente. Se considera que esta, provoca que los alvéolos en los pulmones se llenen de pus o líquido y su severidad puede variar entre leve y grave, en función de la causa de la infección, su edad y su condición de salud general. Esta afección usualmente se distingue por la existencia de un exudado inflamatorio en los alvéolos, lo que tiende a obstaculizar el correcto intercambio de oxígeno y dióxido de carbono, generando hipoxemia y en situaciones severas lleva directo a un fallo respiratorio ⁽⁸⁾.

El proceso de neumonía es provocado por diversos microorganismos, que incluyen bacterias, virus, micobacterias, hongos y parásitos. Las neumonías causadas por bacterias y virus son considerablemente más comunes que las causadas por micobacterias, hongos o parásitos. Es posible que más de un microorganismo intervenga, las vías respiratorias y las pequeñas cavidades pulmonares se encuentran continuamente en contacto con entidades microscópicas. La nariz y la garganta se encuentran repletas de bacterias y, ocasionalmente, de virus, y los individuos suelen inhalar pequeñas cantidades de estos microorganismos del aire o los expulsan del sistema digestivo, la boca o la garganta. Usualmente, los mecanismos de defensa pulmonar son capaces de eliminar estos microorganismos con facilidad ⁽⁹⁾.

Neumonía Asociada a Ventilación Mecánica

El término neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVVM) es un concepto que se utiliza para describir directamente la neumonía (infección pulmonar) que se presenta por lo general en una persona que ha mantenido una conexión y estancia con la ventilación mecánica durante un tiempo mayor de 48 horas. Se considera que esta enfermedad es la infección hospitalaria más frecuente y con más morbimortalidad que se da en el sector de unidades de cuidados intensivos a nivel global. La neumonía relacionada con la ventilación mecánica incluye una serie de indicadores clínicos como lo pueden ser la presencia de secreción con pus en la tráquea, temperatura elevada, dificultades respiratorias y señales microbiológicas de existencia de microorganismos en el aspirado traqueal, además de exámenes radiográficos de dicha neumonía. La NAVVM normalmente proviene de bacterias y es causada por distintos tipos de microorganismos. Las vías respiratorias sintéticas se contaminan con bacterias perjudiciales justo después de la intubación o la traqueotomía, destacando las bacterias grampositivas y gramnegativas como los agentes patógenos más importantes.

Se proponen diversos mecanismos para la aparición de la neumonía vinculada a la ventilación mecánica. Generalmente, el mecanismo más habitual es la progresión que se inicia con la colonización y acumulación de agentes patógenos en las vías respiratorias superiores, lo que conduce a la colonización traqueal, luego a la traqueítis y finalmente a la aparición de la neumonía. Esto se fundamenta en el número, tipo y virulencia de las bacterias, junto con las defensas naturales del organismo receptor, como los factores mecánicos y la inmunidad humoral y celular, en un individuo intubado, las defensas mecánicas, como el movimiento de los cilios y la emisión de moco, pueden experimentar alteraciones ⁽¹⁰⁾.

Epidemiología y Carga en la UCI

Se conoce como Neumonía asociada a ventilación mecánica a la neumonía que ocurre entre 48 y 72 horas posteriores a la intubación endotraqueal, la cual se caracteriza por la presencia de un infiltrado reciente o progresivo, dando señales de infección sistémica (como lo pueden ser la fiebre o alteraciones en la cantidad de leucocitos), cambios en el esputo y la detección de un agente causante. La NAVVM representa aproximadamente la mitad de todas las circunstancias de neumonía dentro del hospital.

La NAVM comprende un espectro extenso de tasas de mortalidad (24–76%); atribuir la mortalidad exclusivamente a la NAVM suele resultar difícil debido a la gran severidad de las enfermedades subyacentes y a la diversidad en los diagnósticos dentro de las poblaciones en la unidad de cuidados intensivos. Si el tratamiento tiende a demorarse o no se realiza correctamente, la NAVM puede derivar en un choque séptico o en un síndrome de dificultad respiratoria aguda. La NAVM genera una considerable presión para la prescripción de antibióticos, constituyendo la mitad de todos los antibióticos empleados en las Unidades de Cuidados Intensivos. No obstante, la utilización excesiva de la terapia antibiótica favorece un ciclo perjudicial de incremento de patógenos multirresistentes (MDR) y mortalidad. El incumplimiento del tratamiento aumenta el riesgo de mortalidad y puede suceder en un tercio a dos tercios de los casos de NAVM, siendo la utilización incorrecta de antibióticos la causa más habitual. La NAVM aumenta el tiempo medio de estancia en el hospital en cuatro a nueve días y los gastos de cuidado médico en £9000 por paciente. Pese a las acciones preventivas, existe una prevalencia en aumento de las MDR y tasas de mortalidad y gastos de salud vinculados a la NAVM. La diversidad de patologías y los retos diagnósticos vinculados con la NAVM continúan siendo de gran relevancia en el cuidado de la salud a nivel mundial.

Incidencia de NAVM: Se estima que ocurre en el 9–27 % de los pacientes los cuales necesitan ventilación mecánica, siendo el riesgo más elevado al inicio del ingreso hospitalario. La NAVM es la segunda enfermedad que se presenta a nivel hospitalario y con más frecuencia en los Centros de Cuidados Intensivos y la más concurrida entre los pacientes que requieren ventilación mecánica.

Cantidad de días de ventilación mecánica y su relación con neumonía: Las tasas varían de 1,2 a 8,5 por cada 1 000 días de ventilador, dependiendo de la definición utilizada para el diagnóstico.

- **Riesgo temporal:** Es más probable que se desarrolle NAVM durante los primeros 5 días de ventilación (3 %), con una media de 3,3 días entre la intubación y la manifestación de la infección.
- Después de los primeros 5 días de ventilación, el riesgo suele ser reducido a un 2% diario durante los días 5 y 10 de ventilación, y luego a un 1% diario después de ese periodo.

- Vinculación de la Mortalidad: una serie de estudios realizados calculan que la mortalidad asociada a la NAVM va a tener una incidencia que oscila entre el 33 y el 50%, sin embargo, los datos más recientes la ubican entre el 9 y el 13 %, principalmente gracias a la implementación de estrategias de prevención que se han desarrollado.
- Impacto y carga en la unidad de cuidado intensivo: La NAVM aumenta significativamente la morbilidad y los costos en los centros hospitalarios, hasta llegar al punto de duplicarlos.
- Se considera que aproximadamente el 50% de los antibióticos administrados en las Unidades de Cuidados Intensivos están diseñados directamente para el tratamiento de NAVM.
- Los factores de riesgo suelen ser independientes en el desarrollo de NAVM y estos pueden incluir lo que es la edad en hombres, el ingreso debido a traumas y enfermedades previas de severidad media.
- Impacto global: La NAVM causa importantes impactos clínicos y económicos en las Unidades de Cuidados Intensivos a escala mundial, asociada a resultados adversos y a la prolongación de la permanencia en el hospital ⁽¹¹⁾.

Factores de Riesgo de la Neumonía

A cierta edad, las personas tienen muchas más posibilidades de sufrir neumonía. En la población adulta, aquellos de 65 años en adelante presentan un riesgo más elevado. El riesgo continúa incrementándose conforme la edad se incrementa: un individuo de 80 años corre un mayor riesgo que uno de 65. En los niños, aquellos menores de 5 años presentan un riesgo más elevado. El riesgo se incrementa a medida que el niño es más pequeño: un niño de 1 año presenta un riesgo superior al de un niño de 4 años ⁽¹²⁾.

Condiciones Médicas Que Pueden Incrementar El Riesgo De Padecer Enfermedades

Los individuos con afecciones médicas crónicas (actuales) presentan un riesgo elevado de padecer neumonía. Estos pueden comprender:

- Enfermedad crónica cardíaca
- Enfermedad crónica del hígado
- Enfermedad pulmonar crónica

- Diabetes

Los individuos que presentan un sistema inmunológico debilitado tienen un riesgo más alto de padecer neumonía. Numerosas afecciones médicas y fármacos distintos pueden deteriorar el sistema inmunológico ⁽¹³⁾.

Conductas que Puedan Incrementar el Peligro

Existen diversas conductas y circunstancias que pueden aumentar la probabilidad de que un individuo desarrolle neumonía.

- Mantenerse próximo a individuos con enfermedades
- Consumir alcohol de manera excesiva
- El consumo de cigarrillos

Periodos de Alto Riesgo: El otoño y la estación invernal suelen ser periodos en los que los microorganismos provocan afecciones respiratorias y suelen extenderse con más facilidad en la comunidad. No obstante, los individuos pueden sufrir neumonía en cualquier momento del año ⁽¹⁴⁾.

Impacto Clínico y Económico de la NAVM

La tasa bruta de mortalidad por neumonía vinculada a la ventilación mecánica (NAVM) varía entre el 16 % y el 94 % en función de la duración del tratamiento hospitalario, en contraste con el 0,2 % y el 51 % en pacientes sin NAVM con una estancia hospitalaria extendida. La NAVM se relaciona con un incremento en la estancia en la UCI (DCI), con un promedio de 10 días y una mortalidad superior a la de pacientes sin NAVM. Por lo general, los pacientes con NAVM experimentaron otras complicaciones, como la sepsis severa, el choque séptico, así como el síndrome de dificultades respiratorias agudas, la atelectasia y la infección por microorganismos resistentes a diversos medicamentos. Esto puede resultar en un incremento de los costos, la morbilidad y la mortalidad.

Normalmente se vincula con elevados gastos financieros, además de largas permanencias en el hospital y una elevada mortalidad, especialmente cuando la infección pulmonar es provocada por patógenos de alto riesgo. Investigaciones que analizaron el efecto económico de la neumonía vinculada a la ventilación mecánica descubrieron que los pacientes con NAVM experimentaron un incremento en los costos de medios por hospitalización, atención de enfermería, antibióticos, anestesia, asistencia respiratoria, terapia respiratoria y radiografías torácicas. Esto representa un

aumento significativo que oscila entre un 40% o más, y el costo total para los pacientes con NAVM fue cerca de 3 veces superior al de los pacientes sin NAVM.

Varios estudios en naciones en vías de desarrollo han evidenciado que la aplicación de medidas sencillas y económicas como el lavado de manos, el manejo correcto de las secreciones respiratorias, la higiene oral con clorhexidina, el aumento de la cabecera de la cama a más de 30°, el intervalo diario para la sedación y la evaluación para la extubación, la profilaxis de la úlcera péptica, la profilaxis de la úlcera péptica, la profilaxis de trombosis venosa profunda y el uso de guantes por parte de los trabajadores de la salud pueden resultar en una reducción significativa en la incidencia de NAVM ⁽¹⁵⁾.

Los Factores que Inciden en el Costo

Longitud de la permanencia en la UCI: Las investigaciones han evidenciado que los pacientes con NAVM permanecerán en la Unidades de Cuidados Intensivos significativamente más tiempo que todos los que no lo presentan. En general, se estima que la permanencia en la Unidades de Cuidados Intensivos se extiende entre 6 y 15 días más, y el periodo bajo ventilación mecánica puede prolongarse hasta 10–11 días más. Esto implica que esta circunstancia no solo demora la recuperación del paciente, sino que también restringe la disponibilidad de camas críticas, lo que repercute tanto en la operación como en los recursos financieros de los servicios de hospitalización.

El prolongamiento en el tiempo de la ventilación y la hospitalización provoca un aumento significativo en los gastos directos e indirectos. De acuerdo con los resultados de la investigación, el costo total vinculado a un paciente con NAVM puede llegar hasta los 76,730 dólares americanos, en contraste con los 41,250 USD para pacientes que no presentan esta complicación. Otros estudios llevados a cabo en Estados Unidos revelan diferencias aún más significativas, con gastos medios de hasta 99,598 USD por paciente con NAVM en comparación con 59,770 USD sin la infección, lo cual constituye una variación que supera los 39,000 dólares por caso en los pacientes que presentan neumonía.

Estos gastos extra son resultado del uso extendido de recursos de alta tecnología como equipos de ventilación, fármacos (antibióticos de amplio espectro), atención especializada de enfermería, laboratorio, análisis de imágenes, y un incremento en la demanda de intervenciones diagnósticas y terapéuticas. Además, a menudo se

relaciona la aparición de NAVM con complicaciones adicionales, las cuales pueden necesitar más días de internación en salas generales, retorno a la UCI o incluso intervenciones quirúrgicas, lo que continúa incrementando el costo total ⁽¹⁶⁾.

El costo que se asocia a la infección, tras ajustar las variables de edad, tiempo en la UCI, tiempo en el hospital y tiempo de la ventilación mecánica antes de la NAVM, es de alrededor de 5,200 USD. Este gasto se tomó a partir de unos costos totales de medicamentos considerablemente más altos y un incremento en la duración de las permanencias en la Unidades de Cuidados Intensivos. Las comparaciones entre las diversas investigaciones acerca de la economía de las infecciones por NAVM resultan ser complicadas debido a que en diversas investigaciones se han empleado distintos métodos para calcular los costos. A pesar de que los distintos montos reales pueden variar considerablemente, los incrementos en los gastos hospitalarios relacionados con las infecciones por NAVM se han reportado casi con consenso en las investigaciones relevantes.

Dado a la falta de información comparativa que existe, una investigación turca reveló que los distintos gastos diarios de los pacientes que presentan infecciones por NAVM superan hasta tres veces a los de sus homólogos sin NAVM, y que el tiempo promedio de permanencia en la UCI es cerca de cuatro veces superior. En una amplia investigación de cohorte con 88.689 pacientes, se descubrió que los pacientes con NAVM presentaban una duración total de estancia superior (21,8 en comparación con 10,3 días) y un costo medio de hospitalización superior (99.598 dólares en comparación con 59.770 dólares) con relación a los pacientes que no desarrollaron infecciones por NAVM. Una evaluación sistemática de las repercusiones clínicas y económicas de las infecciones por VAP mostró que entre el 10% y el 20% de los pacientes que se someten a más de 48 horas de ventilación mecánica adquieren infecciones por NAVM. Estos pacientes experimentan períodos de internación en la UCI considerablemente más extensos e incurren en más de 10.019 dólares americanos en gastos hospitalarios extra. Nuestro análisis también evidenció que, más allá de la NAVM, el tiempo de permanencia en el hospital fue el principal elemento que determinó el costo en pacientes en la UCI. Diversas investigaciones también han corroborado este descubrimiento ⁽¹⁷⁾.

Clasificación: Precoz vs. Tardía de la Neumonía Asociada a la Ventilación

Mecánica

La NAVM ocurre en pacientes que están vinculados a la VM durante al menos 48 horas. Esta se divide en la etapa inicial, que por lo general se produce dentro de los cuatro días siguientes a la ventilación, y la etapa intermedia, que se inicia el quinto día. Esta distinción se lleva a cabo para alcanzar el objetivo de tener en cuenta los microorganismos de la comunidad en la etapa inicial, y los microorganismos intrahospitalarios en la etapa subsiguiente. Además de los días de VM, resulta vital considerar todos los factores de riesgo para microorganismos resistentes como la utilización de antibióticos previos, colonización e internación prolongada ⁽¹⁸⁾.

Históricamente, la NAVM que tiene un inicio temprano se origina por microorganismos susceptibles a medicamentos, tales como *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* y *Staphylococcus aureus* susceptible a la meticilina, en cambio, la NAVM de inicio tardío se origina por microorganismos resistentes a antibióticos, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter spp.* y *S. aureus* resistente a la meticilina (SARM). No obstante, varias investigaciones han generado controversia en estos conceptos.

Investigaciones más recientes indican que los patógenos causantes de la neumonía vinculada a la ventilación mecánica son parecidos tanto en situaciones tempranas como tardías, y que incluyen bacterias como *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae* y *E. coli*. Aunque los pacientes con NAVM tardía suelen tener una mayor gravedad y haber sido tratados con más antibióticos, las tasas de bacterias multirresistentes (MDR) son parecidas en ambos grupos.

Adicionalmente, estudios como los realizados por Ferrer y la investigación EU-NAVM han demostrado que un porcentaje significativo de pacientes con NAVM de inicio precoz sin factores de riesgo de acuerdo con las directrices convencionales también exhiben patógenos resistentes. Elementos como la severa sepsis y la elevada prevalencia local de resistencia están vinculados a un riesgo elevado de MDR, incluso en pacientes clasificados como "de bajo riesgo".

Por esta razón, se considera que categorizar la NAVM únicamente por su fecha de ocurrencia puede conducir a fallos en el tratamiento, ya sea por tratar de manera de una manera insuficiente a ciertos pacientes o sobretratar a otros. La terapia debe

ajustarse teniendo en cuenta los riesgos individuales y la epidemiología local, en vez de adherirse ciegamente a las categorías de inicio precoz o tardío ⁽¹⁹⁾.

Microbiología y Agentes Etiológicos Comunes

La causa de la NAVM es multifactorial, originada por la modificación de las barreras de protección de la vía respiratoria, modificaciones en la flora microbiana y en la respuesta inmunológica. La utilización del tubo endotraqueal (TET) parte las barreras naturales, facilitando el ingreso directo de microorganismos y la creación de biopelículas en el TET, que funcionan como reservorio para las bacterias. El peligro de NAVM se incrementa a medida que se prolonga la conservación de la ventilación mecánica. El microbioma pulmonar es variado y su modificación (disbiosis) durante una enfermedad grave incrementa la probabilidad de desarrollar NAVM. Elementos como la ventilación mecánica, los antibióticos y la sedación promueven la disbiosis y la colonización por microorganismos patógenos. La respuesta inmunológica innata, en particular los macrófagos alveolares y neutrófilos, es crucial para la defensa. Sin embargo, en NAVM puede surgir una reacción inflamatoria local persistente que incrementa la lesión pulmonar ⁽²⁰⁾.

Fisiopatología de la NAVM

La fisiopatología de la NAVM suele estar principalmente influenciada por la introducción de un objeto extraño en la vía aérea alta como lo es un tubo endotraqueal. Esto tiende a modificar los procesos naturales que evitan la entrada de múltiples microorganismos al sistema respiratorio inferior. El uso del tubo endotraqueal representa un obstáculo considerable para la expulsión de secreciones a través del sistema mucociliar, así como también ayuda con la creación de biopelículas bacterianas en el polímero del tubo endotraqueal, micro aspiración y filtrado de secreciones orofaríngeas alrededor del manguito inflado del tubo endotraqueal ⁽²¹⁾.

Resistencia Antimicrobiana en NAVM

De acuerdo con diversas investigaciones llevadas a cabo por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la resistencia a los antimicrobianos se define como "el evento en el que un microorganismo puede dejar de ser impactado directamente por un antimicrobiano al que previamente era susceptible, es decir, se torna resistente a este". Se considera un alto riesgo, además de una amenaza inminente para la salud global, ya que los tratamientos convencionales suelen ser inefectivos y la propagación

de las infecciones se mantiene por periodos aún más extensos o incluso de manera definitiva. No obstante, es crucial considerar y señalar que esta problemática no solo impacta en la salud humana; también impacta en la salud de los animales, la agricultura, el medio ambiente y el comercio.

Los efectos de la resistencia a los antimicrobianos (RAM) pueden ser desoladores. De acuerdo con estimaciones sugeridas por varias investigaciones, se estima que para el año 2050, los fallecimientos humanos relacionados con la RAM podrían ascender a 10 millones. A esto se añaden otros cambios como las repercusiones económicas resultantes de un incremento en el costo de la asistencia sanitaria, y la demanda de la creación de nuevas tecnologías para el tratamiento de infecciones. Según el reporte de la OMS, Antimicrobial resistance: global report on surveillance, se consiguieron detectar elevados índices de resistencia en bacterias que provocan infecciones adquiridas en comunidad, como infecciones del tracto urinario o neumonía, en todas las regiones y países que proporcionaron datos de supervisión. Asimismo, se detectó la presencia de informes en el contexto de la supervisión, junto con una serie de restricciones en la metodología, el intercambio de datos y la coordinación entre los distintos procesos. Lo anterior demuestra que este no es un asunto de un país o una región específica, sino que representa una amenaza a nivel mundial. Una de las razones asociadas a esta problemática es la utilización desmedida de los antibióticos.

El Center for Disease Control and Prevention (CDC) calcula que alrededor del 50% de todas las prescripciones en Estados Unidos no son requeridas, o no se producen de una forma eficiente. Algunas causas del abuso de antibióticos en el cuidado de la salud incluyen la ausencia de pruebas rápidas para detectar e identificar estos microorganismos, así como la presión del paciente y sus familiares, derivada de la falta de entendimiento sobre el uso adecuado de antibióticos. El uso indebido y excesivo de los antibióticos constituye uno de los factores clave que favorecen la resistencia a los antimicrobianos ⁽²²⁾.

La neumonía vinculada a la ventilación mecánica suele ser vista como una grave infección vinculada a la unidad de cuidados intensivos en pacientes que requieren o son sometidos ventilación mecánica. Es habitual, dado que más del 50% de las prescripciones de antibióticos que se realizan en la Unidades de Cuidados Intensivos tienen una relación directa con la NAVM. Se han mencionado varios factores de riesgo, además de algunos criterios útiles para el diagnóstico de la NAVM en diversos

contextos. La estimación de mortalidad atribuible de la NAVM puede llegar al 50%, siendo más alta en situaciones de NAVM que sean resistentes a los antimicrobianos que se presenten o se tengan a disposición. Cuando un paciente con ventilación mecánica presenta neumonía, es necesario comenzar rápidamente con lo que es un tratamiento antimicrobiano que sea extremadamente efectivo.

La evaluación microbiológica de la NAVM es imprescindible para maximizar todo el tratamiento que sea considerado oportuno, dado que un tratamiento precoz y efectivo es esencial para conseguir resultados mucho más favorables. Entender de manera adecuada el rol de la resistencia a los antimicrobianos en el marco de la NAVM es vital en la época de la constante evolución de clones resistentes a los antimicrobianos que constituyen una amenaza constante y extremadamente peligrosa para la salud global ⁽²³⁾.

Diagnóstico de NAVM

1. La Neumonía Bacteriana

Está relacionada con una serie de bacterias que pueden llegar a desarrollar de manera natural o también después de una infección viral, como lo pueden ser la gripe o un simple resfriado. Puede tener un impacto en individuos de cualquier edad, sin embargo, los niños pequeños y las personas de edad avanzada, junto con aquellos con un sistema inmunológico debilitado, suelen presentar un riesgo mucho más elevado.

A continuación, se presentan una serie de bacterias que provocan neumonía:

- *Streptococcus pneumoniae* var. *pneumoniae*
- *Legionella pneumophila* (*Legionella*)
- *Mycoplasma pneumoniae* (*Mycoplasma*)
- *Chlamydia trachomatis*
- *Influenza Haemophilus* ⁽²⁴⁾.

2. La Neumonía Vírica

La neumonía vírica surge a partir de la infección de un virus que impacta directamente el sistema respiratorio por medio de una serie de microorganismos que infiltran en los alvéolos pulmonares, provocando inflamación y acumulación de líquido, lo que obstaculiza la correcta oxigenación sanguínea. En contraste con la neumonía bacteriana, la neumonía vírica generalmente muestra síntomas más progresivos y

agresivos y no reacciona a los antibióticos. Es más habitual en invierno e impacta particularmente a niños pequeños, personas de edad avanzada e individuos con sistemas inmunológicos ligeramente deteriorados.

La neumonía viral se origina por varios tipos de virus, incluyendo:

- Virus influenzal: una de las razones más habituales que se presenta en adultos.
- Virus sincitial respiratorio (VSR): Es más común en niños de corta edad y personas de edad avanzada.
- Adenovirus: vinculado directamente a infecciones respiratorias en todo grupo etario.
- SARS-CoV-2: provocador de COVID-19, que puede provocar una severa neumonía.

Herpesvirus: tales como el virus del herpes simple y el virus varicela-zóster, en individuos con compromiso inmunológico.

Los síntomas que pueden llevar al desarrollo de la neumonía vírica pueden fluctuar dependiendo del virus que la provoca, pero los más frecuentes comprenden:

Fiebre: usualmente de moderada a alta intensidad.

Tos: con expectoración o seca.

Fatiga: persistente debilidad y agotamiento.

Problemas respiratorios: particularmente al llevar a cabo actividades físicas.

Dolor en el pecho: que puede agravarse al inhalar o inhalar profundamente.

Escalofríos y sudores durante la noche: en ciertas situaciones ⁽²⁵⁾.

3. La Neumonía Fúngica

La neumonía provocada por hongos, como la causada por *Pneumocystis jirovecii*, suele ser una enfermedad micótica que se presenta y afecta los pulmones. La patología se conocía anteriormente como *Pneumocystis carinii* o neumonía por PC. El hongo *Pneumocystis jirovecii* provoca este tipo de neumonía. Este hongo es encontrado habitualmente en el entorno y raramente provoca enfermedades en individuos saludables, no obstante, puede provocar y presentar una infección pulmonar en individuos con un sistema inmunológico debilitado debido a:

- Cáncer de seno, cáncer de colon.
- Utilización extendida de corticosteroides u otros fármacos que perjudican el sistema inmunológico.

- VIH/sida/SIDA.
- Operación de médula ósea o de órganos.

Indicadores y síntomas: Dentro de los síntomas habituales de la neumonía por *Pneumocystis*, se presenta de manera gradual durante días, semanas e incluso meses, siendo menos severa. Los individuos con este tipo de neumonía que no padecen de sida suelen desarrollarse con mayor rapidez y la enfermedad es más severa.

Los signos abarcan:

- Tos, usualmente suave y seca.
- Febriles
- Espiración rápida
- Problemas respiratorios, especialmente durante la actividad (esfuerzo)

La neumonía provocada por la *Pneumocystis* puede resultar letal. Esta afección puede provocar fallo respiratorio que puede resultar en la muerte, los individuos que padecen esta condición necesitan un tratamiento rápido y eficaz.

Para la identificación de la neumonía por hongos se pueden llevar a cabo lo que son Pruebas y exámenes:

- Gasometría arterial (venosa y arterial).
- Broncoscopia (con exposición al lavado).
- Biopsia pulmonar.
- Radiografía torácica.
- Inspección del semen para detectar el hongo que provoca la infección.
- Conteo completo de sangre (CSC).
- Nivel de beta glucano 1,3 presente en la sangre y/o en el fluido de lavado durante una broncoscopia ⁽²⁶⁾.

Presentación Clínica y Criterios Diagnósticos

Diagnóstico Clínico

Normalmente, se sospecha de neumonía relacionada con la ventilación mecánica cuando la persona presenta un infiltrado reciente o progresivo en la radiografía torácica, leucocitosis y secreciones purulentas en el nivel traqueobronquial. Lamentablemente, en contraposición a la neumonía adquirida en la comunidad, los

criterios clínicos aceptados para la neumonía poseen un valor diagnóstico restringido para determinar de manera definitiva la existencia de NAVM.

En una investigación postmortem llevada a cabo por Fabregas et al, utilizando los resultados del análisis histológico y los cultivos de muestras pulmonares recolectadas justo después de la muerte, se registró un nuevo y persistente (>48 h) en la radiografía torácica que supera dos criterios: (i) fiebre superior a 38,3 °C, (ii) leucocitosis superior a $12 \times 10^9/\text{ml}$. Al utilizar las tres variables clínicas para el diagnóstico, la sensibilidad experimentó una mayor reducción (23%); la aplicación de una única variable condujo a una reducción de la especificidad (33%). No debería sorprender la baja exactitud de los criterios clínicos para el diagnóstico de la NAVM, considerando que las secreciones purulentas traqueobronquiales se encuentran constantemente en los pacientes que son sometidos a ventilación mecánica prolongada y pocas veces son provocadas por neumonía.

Adicionalmente, las manifestaciones sistémicas de la neumonía, tales como fiebre, taquicardia y leucocitosis, son inespecíficas; y estas pueden ser provocadas por cualquier condición que libere las citocinas interleucina-1, interleucina-6, factor de necrosis tumoral alfa e interferón gamma. Algunas manifestaciones de estas enfermedades incluyen traumatismos, intervenciones quirúrgicas, la etapa fibroproliferativa del SDRA, la trombosis venosa profunda, la embolia pulmonar y el infarto pulmonar. Los criterios clínicos aceptables para la sospecha de NAVM comprenden un infiltrado radiográfico reciente y duradero (>48-h) o progresivo que supere dos de los siguientes criterios: temperatura superior a 38 °C o inferior a 36 °C, número de leucocitos en la sangre que sea superior a 10.000 células/ml o inferior a 5.000 células/ml, secreciones traqueales purulentas y degradación del intercambio de gases.

Los criterios clínicos para la NAVM mencionados previamente son aún más susceptibles en los pacientes con SDRA, donde puede resultar complicado identificar nuevos infiltrados radiográficos. Dentro del marco del SDRA, Bell y colaboradores reportaron una tasa del 46% de falsos negativos para el diagnóstico clínico de NAVM. Por lo tanto, la probabilidad de NAVM en el marco del SDRA debe ser elevada. La existencia de incluso uno de los criterios clínicos para la NAVM, una inestabilidad hemodinámica incomprensible o una disminución incomprensible de la gasometría arterial deben motivar la evaluación de pruebas diagnósticas adicionales. Cuando hay presencia de esputo purulento, un cultivo positivo de esputo, fiebre y leucocitosis sin

un nuevo infiltrado pulmonar se debe tomar en cuenta el diagnóstico de traqueobronquitis en el hospital. En pacientes que están con ventilación mecánica, se ha vinculado con la traqueobronquitis en el hospital con un incremento en la estancia en la Unidades de Cuidados Intensivos y el tiempo en el ventilador, sin un incremento en la tasa de mortalidad.

En un estudio aleatorio de pacientes que fueron intubados con traqueobronquitis desarrollada en la comunidad, el tratamiento con antibióticos condujo a una reducción en la incidencia de neumonía posterior y mortalidad. No obstante, es necesario realizar ensayos prospectivos, aleatorizados y controlados antes de sugerir el uso de antibióticos en el tratamiento habitual de la traqueobronquitis en el entorno hospitalario. Además, la distinción entre la traqueobronquitis y la neumonía se basa en la radiografía, que en la Unidades de Cuidados Intensivos es portátil y frecuentemente de baja calidad. Así pues, el doctor debe emplear una puntuación clínica de infección pulmonar (CPIS) (ver más adelante) para orientar la terapia ⁽²⁷⁾.

Diagnóstico Radiológico

Aunque la radiografía de tórax portátil continúa siendo un elemento esencial en el diagnóstico de los pacientes ventilados con sospecha de neumonía, de la misma manera que los criterios clínicos para el diagnóstico de NAVM, también suelen presentar desafíos en términos de sensibilidad y especificidad. Las cintas de baja calidad ponen en riesgo aún más la exactitud de las radiografías torácicas. A pesar de que una radiografía de tórax convencional hace improbable la NAVM, en una investigación de pacientes quirúrgicos, el 26% de las opacidades se identificaron a través de la tomografía computarizada (TC), pero no a través de una radiografía portátil. Adicionalmente, los infiltrados pulmonares asimétricos asociados a NAVM pueden ser provocados por los diversos trastornos no infecciosos, tales como lo son la atelectasia, neumonitis química, edema pulmonar cardíaco asimétrico, embolia pulmonar, neumonía organizada criptogénica, contusiones pulmonares, sangrados pulmonares, reacción a medicamentos y SDRA asimétrico. La especificidad radiográfica global para una opacidad pulmonar que pueda ser compatible con neumonía varía únicamente del 27% al 35%.

Sin embargo, debido a su gran especificidad, algunos descubrimientos de la radiografía torácica pueden llegar a ser beneficiosos para determinar el diagnóstico de neumonía cuando esta se encuentra presente. A partir de múltiples

investigaciones, entre las que se incluye una en que la cual se realiza un rápido calentamiento del infiltrado pulmonar, en particular si este es progresivo; un proceso del espacio aéreo colindante con una fisura (especificidad, 96%); y una broncograma aérea, en particular si es único (especificidad, 96%). Lamentablemente, estas anomalías radiográficas son escasamente frecuentes ⁽²⁷⁾.

Diagnóstico Microbiológico

Cultivos de Sangre y Líquido Pleural: A pesar de que la NAVM se propaga a la sangre o al espacio pleural en <10% de los casos, si se cultiva un microorganismo conocido por causar neumonía en el marco de una neumonía clínicamente sospechosa, el tratamiento es justificado. Por lo tanto, la mayoría de los especialistas aconsejan que la evaluación de la sospecha de NAVM debe incluir dos series de hemocultivos y una toracocentesis para derrames pleurales no loculados de ≥ 10 mm de diámetro en una radiografía torácica con decúbito lateral. Si el derrame es desmedido, podría ser requerida la guía ecográfica. No obstante, es crucial considerar no solo que la sensibilidad de los hemocultivos para detectar la NAVM es inferior al 25%, sino también que cuando resultan positivos, los microorganismos pueden surgir en un lugar extrapulmonar de infección hasta en el 64% de los casos, incluso si la NAVM se encuentra presente ⁽²⁷⁾.

Principalmente, se lleva a cabo el diagnóstico microbiológico a través de aspirados endotraqueales (ETA) y lavado broncoalveolar (BAL). El ETA es simple y seguro, sin embargo, puede ser contaminado con facilidad. El BAL y el cepillado bronquial son más precisos, pero necesitan personal capacitado y pueden ser invasivos. El análisis cuantitativo facilita la diferenciación de la colonización de la infección, aunque no siempre se encuentra accesible.

Se emplean sistemas de puntuación como el CPIS (Clínico de Infecciones Pulmonares Score), aunque su exactitud puede variar. Los biomarcadores (procalcitonina, STREM-1, CRP, IL-8, IL-1 β) han sido investigados, pero aún no pueden reemplazar el diagnóstico convencional ⁽²⁸⁾.

Métodos Para Obtención De Muestras Respiratorias

Las principales técnicas que se toman en cuenta para el diagnóstico en pacientes intubados son:

Hemocultivos: Su capacidad para el diagnóstico de la neumonía vinculada a la ventilación mecánica suele estar limitada. Además, también presenta una baja especificidad, ya que la bacteriemia puede surgir tanto de focos pulmonares como extrapulmonares (por ejemplo, una sepsis asociada a un catéter intravascular). Es probable que los microorganismos que se desarrollan en la sangre también se encuentren en las secreciones respiratorias antes de que sean reconocidos como los causantes de la neumonía.

Cultivo y análisis del líquido pleural: En caso de que se presente un importante derrame pleural paraneumónico, se debe efectuar una toracocentesis para descartar un enfisema. No obstante, en términos prácticos, este procedimiento es insuficientemente útil para aislar el agente causante.

Toma de muestras no invasivas de secreciones respiratorias: Se pueden realizar aspiraciones endotraqueales mediante un catéter endotraqueal estéril con una trampa de recolección.

Toma de muestras invasiva de secreciones respiratorias:

- A. Elección de muestras no broncoscópicas (ciega) de la vía respiratoria distal: Protección del catéter telescópico. - Protección del lavado broncoalveolar (BAL).
- B. Recolección de ejemplares broncoscópicas de la vía respiratoria distal: Se han empleado cultivos cuantitativos de las secreciones respiratorias para determinar si hay o no neumonía ⁽²⁹⁾.

Importancia del Manejo Ventilatorio en NAVM

Relación Bidireccional: Ventilación Mecánica y Desarrollo/Progresión de NAVM

La neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVM) es una complicación habitual en pacientes que requieren soporte invasivo para la ventilación, constituyendo una importante causa de morbilidad y mortalidad en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). El vínculo entre la ventilación mecánica y la evolución de NAVM es de doble vía: por un lado, la ventilación mecánica constituye un factor de riesgo para

el surgimiento de esta neumonía, y por otro, la presencia de NAVM puede influir en la demanda, el tiempo y las variaciones en el soporte para la ventilación.

La ventilación mecánica interfiere con las protecciones naturales del sistema respiratorio, como el funcionamiento de las células ciliadas y la tos, fomentando la multiplicación de bacterias y la difusión de microorganismos perjudiciales hacia el parénquima pulmonar. Adicionalmente, la presencia del tubo endotraqueal fomenta la entrada directa de microorganismos, mientras que la ventilación prolongada causa inflamación pulmonar y daño alveolar, aumentando la susceptibilidad a infecciones secundarias. Por lo tanto, la ventilación mecánica no solo promueve el surgimiento de NAVM, sino que la infección generada puede agravar la insuficiencia respiratoria, prolongar la duración de la ventilación y complicar el avance clínico del paciente. Esta conexión en ambas directrices subraya la importancia de una correcta gestión ventilatoria y tácticas preventivas para disminuir la incidencia y las consecuencias de la NAVM ⁽³⁰⁾.

Efectos de la Ventilación Mecánica en la Fisiopatología Pulmonar

- Lesión Pleural Inducida por la Ventilación Mecánica

La VM es un componente crucial para el tratamiento de neumonía, teniendo en cuenta que su uso en los pacientes puede no estar exento de peligros o de efectos secundarios que resultan mortíferos. Desde 1944, el médico John Fothergill reportó la LPIVM: según su criterio, la respiración boca a boca podría ser más efectiva durante la reanimación que los fuelles, aparatos mecánicos con aire no regulado, dado que podrían provocar más daños pulmonares. En 1952, los estudios de la epidemia de polio registraron daños en la estructura pulmonar vinculada a la VM. En 1967, se estableció el término "pulmón respiratorio" para aludir a la lesión pulmonar post mortem en pacientes que necesitaban soporte con VM y en los que los pulmones mostraban amplias infiltraciones alveolares y la generación de membranas hialinas.

La LPIVM se refiere a la presencia de daño pulmonar provocado o intensificado por la VM; puede presentarse tanto con la VM invasiva como no invasiva, tiende a estar vinculada con un incremento en la morbilidad de los pacientes en la unidad de cuidados intensivos (UCI). La VM puede estar vinculada a lesiones en pulmones normales y enfermos; en estos últimos, el perjuicio es más notable, posiblemente en relación con tensiones pulmonares más elevadas.

Los mecanismos de la LPIVM surgen como resultado de un daño físico pulmonar, principalmente asociado a la sobredistensión; entidades que se categorizan clínicamente como volutrauma, barotrauma, atelectrauma, flujotrauma, ergotrauma.

1. Volutrauma: es el daño pulmonar provocado por una sobredistensión en el nivel alveolar, resultado de altos niveles de corrientes.
 2. Barotrauma: impacto pulmonar provocado por altas presiones transpulmonares: La excesiva distensión alveolar provocada por la presión positiva produce la fractura de las paredes, especialmente cuando se emplean grandes volúmenes tidales.
 3. Atelectrauma: se define como el daño pulmonar provocado por la apertura y cierre cíclico de los alvéolos.
 4. Flujo de tiempo: lesión pulmonar provocada por un flujo elevado o por un patrón incorrecto.
 5. Biotrauma: reacción inflamatoria a una lesión física en los pulmones y órganos extrapulmonares.
 6. Ergotrauma: se refiere a la lesión que surge cuando el VM suministra demasiada energía al sistema respiratorio con cada ventilación, valorada por el poder mecánico (PM) ³¹.
- Lesión Diafragmática Inducida por la Ventilación Mecánica (LDIVM)

El diafragma es considerado como el músculo responsable de la respiración; durante el proceso de la contracción diafragmática se produce la inspiración de forma activa; en cambio, la espiración se produce de manera pasiva tras la relajación directa del diafragma. Estos desplazamientos provocan diferentes alteraciones en la presión intratorácica, así como también intraabdominal. Los pacientes que están en estado crítico suelen mostrar una debilidad muscular generalizada y considerada; distintas investigaciones han identificado la afección del diafragma de manera aislada. Se denomina disfunción diafragmática a las diversas alteraciones que se presentan en la estructura y funcionamiento del diafragma; este concepto se relaciona con la debilidad y la parálisis diafragmática que se sufre. Otra forma poco común de disfunción diafragmática es el flutter diafragmático. La debilidad diafragmática vinculada a enfermedad crítica es una expresión de varios factores de riesgo que frecuentemente se manifiestan al mismo tiempo o de manera independiente; la

enfermedad crítica, la permanencia en la UCI, las terapias medicamentosas empleadas y la VM en sí mismo son los factores más relevantes.

Como su nombre indica, la LDIVM se refiere a la disfunción del diafragma provocada por el ventilador; y al daño vinculado a la ventilación mecánica se denomina miotrauma ventilatorio o también conocido como diafragmático. Durante la ventilación, suelen presentarse hasta cuatro formas de miotrauma: sobre asistencia del ventilador o carga insuficiente, sobre asistencia o baja asistencia ventilatoria, contracciones excéntricas del diafragma y por último el acortamiento excesivo al final de la espiración. La sobre asistencia respiratoria o carga insuficiente se manifiesta en aproximadamente el 50% de los pacientes en ventilación y se origina por un esfuerzo respiratorio que no es suficiente, resultado de un soporte ventilatorio excesivo, sedación profunda y/o parálisis; esto favorece la atrofia por desuso, provocada por la activación de diversas vías celulares. Es posible reducirlo manteniendo un nivel de activación muscular específico durante la ventilación mecánica. La baja asistencia ventilatoria (exceso de carga) ocurre cuando el trabajo respiratorio del paciente es excesivo debido a una descarga insuficiente: el nivel de asistencia ventilatoria no logra reducir el esfuerzo muscular respiratorio para sostener la ventilación, lo que ocasiona una lesión diafragmática que se evidencia como una disminución de la producción de fuerza tras una carga resistiva; se ha demostrado alteración del sarcómero, inflamación del tejido y fatiga muscular ⁽³¹⁾.

- Impacto de la Ventilación Mecánica Invasiva en NAVM a Través de los Años

La neumonía vinculada a la ventilación mecánica (NAVM) sigue siendo una de las afecciones más críticas en pacientes que se someten a ventilación mecánica invasiva (VMI) en las unidades de cuidados intensivos (UCI). En los cinco años recientes, numerosas investigaciones han analizado su incidencia, factores de riesgo, impacto clínico y económico, además de la mortalidad vinculada.

Varios metaanálisis y revisiones recientes corroboran que la NAVM, en el marco de la VMI, aumenta considerablemente el tiempo de ventilación, la permanencia en UCI y hospitalaria, además de los gastos relacionados. Un meta-análisis reciente que contempló a 6.222 pacientes indicó que el surgimiento de NAVM extendió la VMI en promedio en 6.9 días, la estancia en UCI en 7.9 días y la internación hospitalaria en 8.1 días, a pesar de que no se registró un incremento notable en la mortalidad atribuible (OR = 1.13; p = 0.50) ⁽³²⁾.

En cuanto a las revisiones narrativas recientes, se resalta que la incidencia de NAVM se mantiene entre el 20% y el 36 % en pacientes en estado crítico con VMI. Esta complicación infecciosa es la principal causante del uso de antibióticos en la UCI, lo que favorece la aparición de patógenos múltiples resistentes. Además, se vincula con un incremento en la morbilidad, la extensión de la estancia en el hospital y los costos de salud considerablemente altos ⁽³³⁾.

En los últimos diez años, la mortalidad relacionada con el NAVM ha comenzado a reducirse, alcanzando actualmente cerca del 22% en ciertas ocasiones, debido al empleo de nuevas herramientas de diagnóstico molecular, un manejo optimizado de los antimicrobianos y mejoras en la atención ventilatoria ⁽³⁴⁾.

No obstante, la NAVM continúa siendo un peso económico considerable, calculándose entre 9.000 € y 13.000 € por episodio, principalmente debido a la extensión de la ventilación y a la permanencia en la UCI ⁽³⁵⁾.

Investigaciones particulares en grupos vulnerables, como pacientes neurocríticos, han evidenciado que, a pesar de que la NAVM mejora la oxigenación y extiende la ventilación mecánica y el tiempo en UCI, su efecto en la mortalidad y el pronóstico neurológico no siempre es relevante ⁽³⁶⁾.

Bases y Principios de la Ventilación Mecánica

Fundamentos de la Ventilación Mecánica

El método principal de ventilación mecánica artificial suele emplear un respirador artificial para así tener la capacidad de regular y respaldar la ventilación de los alvéolos, así se aseguran volúmenes y una frecuencia de respiración estable. El transporte del gas respiratorio directo a los pulmones se suele asegurar a través de una presión positiva en las vías respiratorias ⁽³⁷⁾.

La ventilación mecánica funciona de una manera adecuada utilizando una respiración de presión positiva, también tiene la capacidad de simular la resistencia y distensibilidad del sistema respiratorio. En el proceso de inspiración espontánea, el pulmón suele expandirse, dado que la presión transpulmonar se origina mayormente de una presión pleural negativa producida por los músculos inspiratorios. En cambio, la ventilación mecánica regulada emplea una presión positiva en los conductos respiratorios para así de esta forma propulsar el gas hacia los pulmones, generando un ambiente de presión positiva.

El volumen tidal (VT) simboliza el aire que se intercambia durante cada ciclo de la respiración. En términos fisiológicos, el VT se ve afectado por la altura y el género de la persona, usualmente entre 8 y 10 mL/kg multiplicado por el peso ideal. La ventilación mecánica puede ser gestionada mediante diversas modalidades, incluyendo las modalidades controladas o asistidas. En el modo asistido, la presión respiratoria generada por el paciente provoca la ventilación mecánica para proporcionar la respiración. Simultáneamente, la presión surge de la presión pleural negativa y la presión positiva en los alvéolos ⁽³⁸⁾.

Fisiología Pulmonar Relevante en Pacientes con NAVM

La bibliografía 30 menciona que la ventilación mecánica suele provocar alteraciones significativas y muy importantes directamente en la fisiología pulmonar de los pacientes, con esto logra elevar la probabilidad de padecer NAVM. La ventilación mecánica suele incidir en la fisiología pulmonar al modificar la distribución del gas, disminuir el aclaramiento mucociliar y también promover la aparición de atelectasias y áreas de volumen reducido en los pulmones, incrementando así la tendencia a contraer infecciones. Las modificaciones provocadas por el respirador en la presión transpulmonar pueden provocar un reclutamiento inequitativo de los alvéolos y una ventilación deficiente en determinadas áreas pulmonares, promoviendo la multiplicación de bacterias. Adicionalmente, se considera que la intubación endotraqueal y la reducción de la tos reducen los mecanismos de defensa habituales, promoviendo la colonización y la infección subsiguiente del parénquima pulmonar. La inflamación local provocada por el aire mecánico y la infección desencadenan procesos inmunológicos que pueden modificar aún más la fisiología respiratoria y la función de la transferencia de gases.

En la referencia número 33 se considera que la fisiopatología de la NAVM también se distingue por una notable diversidad fisiopatológica en los cambios en la permeabilidad alveolar, el edema intersticial y la alteración de la barrera epitelial, lo que afecta la oxigenación y promueve la entrada de agentes patógenos al espacio alveolar. En los distintos individuos con NAVM, la mecánica pulmonar suele sufrir alteraciones debido a la disminución de la distensibilidad y la modificación de la relación entre ventilación y perfusión, lo que aumenta el shunt intrapulmonar y complica la correcta oxigenación.

La evidencia clínica que se tiene hasta el momento corrobora que la ventilación mecánica provoca una serie de cambios en la fisiología pulmonar, tales como lo pueden ser la reducción de la compliancia, incremento de las presiones pulmonares y aparición de atelectasia. Esto contribuye directamente a la degradación del intercambio gaseoso, así como también promueve la aparición de infecciones como lo es la NAVM. La existencia de ventilación con altas presiones y volúmenes puede provocar daño en los alvéolos e incrementar la permeabilidad vascular, propiciando la migración de bacterias y la propagación de la infección.

Objetivos del Soporte Ventilatorio en NAVM

Un apartado en la bibliografía número 38 que se mencionó previamente dice que los propósitos del soporte ventilatorio en NAVM generalmente buscan mejorar la condición o patología que el paciente presenta con el propósito de reducir el tiempo de permanencia en la UCI. A continuación, destacaremos las metas del sistema de ventilación:

Apoyo al intercambio gaseoso: Los propósitos fundamentales de la ventilación mecánica son preservar el intercambio de gases, disminuir el trabajo respiratorio y prevenir la lesión pulmonar provocada por el ventilador (VILI).

Optimizar oxigenación y minimizar riesgos: Las metas del tratamiento consisten en mejorar la oxigenación y la ventilación, reducir la probabilidad de complicaciones y simplificar el cese de la ventilación mecánica tan pronto como sea clínicamente adecuado.

Estrategia protectora: Se aconseja emplear tácticas de ventilación pulmonar protectora, como la utilización de volúmenes tidales bajos (6-8 mL/kg de peso ideal corporal) y la limitación de presiones meseta (<30 cm H₂O), para disminuir el peligro de VILI ⁽³⁹⁾.

Tipos y Modos de Ventilación Mecánica

Controlado por volumen: Con cada respiración, se proporciona un volumen constante al paciente el cual es generado por el ventilador. El respirador envía al paciente siempre la misma cantidad de aire programada en cada respiración e introduce el aire a una velocidad constante. Es una ventilación que mantiene un volumen estable y una presión variable. Su problema radica en la capacidad que tiene

para llegar a presiones altas en la vía respiratoria, lo que suele llevar al riesgo de barotrauma (las presiones pueden variar).

Controlado por presión: Durante cada respiración, el respirador cicla hasta llegar a la presión establecida y esta se conserva durante todo el tiempo de inspiración, manteniendo una velocidad de flujo desacelerada. Se trata de una ventilación con presión constante y volumen variable. Su problema radica en que el volumen proporcionado varía en función del estado de la vía aérea y los pulmones del paciente, lo que incrementa en mayor proporción el riesgo de sufrir volutrauma (el volumen proporcionado puede variar).

Los modos de ventilación de control asistido (A/C): son aquellos que conservan una frecuencia respiratoria reducida, sin importar si el paciente empieza o no a respirar de manera espontánea. Dado que la curva de presión-volumen está directamente relacionada con las presiones y los volúmenes, cualquier volumen especificado se relaciona con una presión concreta y, al contrario, sin importar si el ventilador posee un ciclo de presión o de volumen.

Las configuraciones ajustables del ventilador difieren según el modo, pero incluyen

- Frecuencia respiratoria
- Volumen corriente
- Sensibilidad (necesaria para activar la ventilación)
- Gasto
- Forma de onda de flujo
- Relación inspiratorio/espирatorio (I/E) ⁽⁴⁰⁾.

Selección de Modalidad Ventilatoria Según Condición Clínica

La elección del método de ventilación se basa en la situación clínica, la estructura pulmonar y el propósito terapéutico. La selección del modo debe ajustarse a la condición clínica que presenta el paciente, el motivo de la insuficiencia respiratoria y la anatomía pulmonar. La PCV puede brindar beneficios en cuanto a una reducción de la presión pico y una mejor adaptación al paciente, particularmente cuando existe una baja compliance pulmonar.

La NAVM evidenció una disminución en la tasa de mortalidad en relación a PSV y SIMV. La modalidad PAV promueve un exitoso destete en pacientes en estado crítico.

No se detectaron variaciones importantes en el tiempo de ventilación entre los distintos modos evaluados ⁽⁴¹⁾.

Estrategias de Ventilación en el Paciente con NAVM

Una de las técnicas de ventilación artificial más delicadas que se utilizan en situaciones de urgencias y cuidados intensivos es la ventilación con protección pulmonar (LPV, por sus siglas en inglés). Reducir las lesiones pulmonares causadas por la ventilación mecánica (VILI, en inglés) y asegurar al mismo tiempo un adecuado intercambio de gases en los alvéolos son algunos de los objetivos que presentan las estrategias de ventilación. Uno de los procedimientos más importantes para reducir el estrés mecánico sobre los pulmones que causa la ventilación artificial es la protección de las vías respiratorias de los pulmones. El estrés mecánico sobre los pulmones que provoca la ventilación artificial es la protección de las vías respiratorias de los pulmones. A pesar de que la ventilación puede salvar vidas en muchas situaciones y es esencial para cuidados intensivos y emergencias, también puede causar daño pulmonar, lo que podría tener consecuencias a largo plazo para los pacientes que la ventilación puede.

Por lo general se establece que la ventilación de protección pulmonar no establece un patrón considerado como estándar más, sin embargo, brinda unas orientaciones para así lograr establecer los distintos parámetros de ventilación con el objetivo propio de asegurar una ventilación suave y mitigar la incomodidad pulmonar ⁽⁴²⁾.

Recomendaciones clínicas a considerar.

- Posición del paciente durante la inducción: El desplazamiento del contenido abdominal causado por la posición supina produce una compresión de las regiones dependientes del pulmón. Los cambios pueden mitigarse colocando al paciente en una posición de rampa. En particular, se ha relacionado este fenómeno con períodos más prolongados de apnea. la evidencia/ recomendación fuerte).
- Ventilación no invasiva (VMNI) durante la inducción: La combinación de rampa atenúa y VMNI/CPAP (presión positiva continua en la vía aérea) retrasa la reducción de la CRF, alarga la duración de la apnea, y mejora la oxigenación. (Calidad moderada de la evidencia/ recomendación fuerte).

- Volumen tidal (V_t): el uso de V_t bajos (6-8 ml/kg) constituye una parte crucial en la ventilación protectora. Sin embargo, si no se logra acompañar de una presión positiva al final de la espiración (PEEP) adecuada se puede presentar un riesgo de atelectrauma, así como también de un desreclutamiento cíclico.
- La falta de PEEP da como resultado una presión arterial más baja, un volumen final y una mayor formación de atelectasias, aumentando el riesgo de desreclutamiento y sobredistensión. El uso de PEEP de forma individualizada mejora la oxigenación individual durante la ventilación mecánica. La base mejora la oxigenación durante la ventilación mecánica. El nivel de PEEP de cada paciente debe ajustarse de manera individualizada. Un aumento en la DP, habrá una mayor probabilidad de desarrollar complicaciones pulmonares. Se recomienda comenzar con una PEEP de 5 mmHg y luego modificarla para cada paciente. (Recomendación fuerte /mala calidad de evidencia).
- Relación I/E: según diferentes guías no existe una clara recomendación sobre el apoyo de un I/E específico. Ahora bien, se debe considerar que hay que optimizar el tiempo inspiratorio en cada paciente en función de parámetros como la compliancia o la oxigenación.
- Fracción inspiratoria de oxígeno (FiO_2) intraoperatoria: existen una serie de datos que sugieren que los distintos efectos negativos de la hiperoxia (aumento de estrés oxidativo, vasoconstricción periférica y coronaria, atelectasias por reabsorción y aumento de PPCs). Sin embargo, se menciona que algunos estudios también demuestran los efectos positivos que se dan de la misma. La recomendación es que, una vez esté asegurada la vía aérea, fijar la FiO_2 en 0.4 con el objetivo de usar la mínima FiO_2 posible para mantener normoxia ($satO_2 > 94\%$). (Calidad de la evidencia muy baja/Recomendación débil).
- Modos de ventilación mecánica: no existe realmente una recomendación clara sobre qué modo ventilatorio adecuado que se deba escoger (ventilación por presión vs por volumen) es más eficaz a la hora de reducir las CPPs. (Calidad de la evidencia muy baja).
- Reclutamiento alveolar a través del respirador: Existen diversos métodos para realizar las manipulaciones, pero se ha determinado que no son tan cruciales como evitar la manipulación manual. Se realizan maniobras de reclutamiento

individualizadas. Para evitar atelectasias por reabsorción, se aconseja utilizar la menor cantidad de FiO₂ posible durante las manipulaciones.

- Monitorización intraoperatoria: la compliance que se presenta, así como la presión plateau deben ser monitorizadas en todos los pacientes ventilados mecánicamente. Sin embargo, el aumento de la FiO₂ puede ser efectivo para así lograr mejorar la oxigenación, pero no logra mejorar la alteración de la ventilación/perfusión subyacente.
- Anestesia en emergencia: se aplican también distintas recomendaciones para optimizar la posición del paciente. Se considera que la rutina de aspirar a través del tubo endotraqueal antes de la extubación debe evitarse ya que reduce el volumen pulmonar que el paciente presenta. Así mismo, es importante dejar que el paciente retenga CO₂ un tiempo determinado para estimular la ventilación espontánea y así también evitarse ya que este periodo de apnea se asocia a colapso alveolar. Se ha postulado que la aplicación de presión positiva continua en la vía aérea (CPAP) durante la transición de ventilación controlada a espontánea mantendría los alveolos de una manera adecuada reclutados, más sin embargo no se asocia a una mejoría de la oxigenación postoperatoria. (Calidad de la evidencia muy baja/Recomendación débil).
- FiO₂ durante emergencias: si la situación clínica que se presenta lo permite se considera que se debe usar una FiO₂<0.4 para así de esta forma lograr reducir las atelectasias. Tras la extubación se considera que se debe administrar oxigenoterapia suplementaria para mantener SatO₂>94%. (Calidad de la evidencia muy baja/Recomendación débil).
- Ventilación no invasiva (VMNI): el uso de VMNI de una manera profiláctica tiempo después de la cirugía debe considerarse en aquellos pacientes con uso previo de la misma. Ahora bien, el uso inmediato de CPAP tras la extubación en pacientes obesos reduce considerablemente las atelectasias que se pueden presentar, así como también logra mejorar la oxigenación, la función pulmonar y puede minimizar el desarrollo de CPPs. (Calidad de la evidencia baja/Recomendación fuerte) ⁽⁴³⁾.

Complicaciones Ventilatorias en NAVM

Durante el manejo ventilatorio de los pacientes con neumonía asociada a la ventilación mecánica se suelen presentar diferentes complicaciones ya no únicamente producidas por la enfermedad sino también inducidas por el ventilador en este apartado se comentarán diferentes complicaciones que suelen presentarse en pacientes con neumonía los cuales se encuentran ventilados.

Neumotórax: El neumotórax, que en un campo clínico se refiere a la existencia de aire en el espacio pleural, se considera que representa una serie importante de complicación de la ventilación mecánica y se relaciona estrechamente con un incremento sustancial en la morbilidad y la mortalidad. Según la causa, el neumotórax se considera que puede ser categorizado como primario, secundario, iatrogénico o traumático. Tras años de investigación se descubrió que el neumotórax iatrogénico era la causa más frecuente de neumotórax en una unidad de cuidados intensivos (UCI). Se menciona que es muy poco común el neumotórax en pacientes intubados con pulmones normales, y en la gran mayoría de los pacientes con neumotórax asociado a la ventilación mecánica (PRMV) padecen de enfermedades pulmonares subyacentes que oscilan entre la enfermedad pulmonar obstructiva primaria, la neumonía secundaria y el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA).

En patologías consideradas como graves, el diagnóstico de los neumotórax puede resultar complicado ya que pueden presentar distintas manifestaciones clínicas y sus localizaciones suelen ser inusuales y complicadas debido a otros procesos patológicos en pacientes inconscientes. Resulta crucial el diagnóstico y tratamiento rápido del neumotórax para lograr de esta forma reducir la morbilidad y la mortalidad. Esto se debe a que, si no se identifica rápidamente, cuando se presenta el neumotórax a tensión, suele tener un curso maligno que resulta en la muerte si no se trata. Se percibe clínicamente en estos pacientes una disminución abrupta en la saturación de oxígeno seguida de hipotensión. El neumotórax a tensión es más habitual en pacientes que requieren ventilación y se presenta en el 30%-97% de todos los neumotórax.

Los pacientes que fueron sometidos a un tratamiento con ventilación mecánica presentan una incidencia estimada de barotrauma del 4% al 15%. Se ha reportado que se presenta una tasa de neumotórax del 14% al 87%, en función de la severidad que se presente. Una investigación anterior determinó que el índice de incidencia de

neumotórax se redujo tras la aplicación de estrategias de protección pulmonar en niños con SDRA severa. Se ha reportado que el índice de barotrauma es tan reducido como el 0.5% en pacientes que han pasado una operación.

El surgimiento del neumotórax está estrechamente relacionado con la patología pulmonar que lo origina. La neumonía juega un papel crucial en la aparición del barotrauma pulmonar en pacientes que son ventilados mecánicamente. La neumonía necrosante provocada por bacterias puede provocar escapes de aire en la pleura, lo que conduce al surgimiento de neumotórax ⁽⁴⁴⁾.

Volutrauma: Como se indicó previamente en este ensayo, el volutrauma se refiere a la lesión pulmonar que sucede cuando los alvéolos incrementan su tamaño debido a la administración excesiva de volúmenes tidales por parte del ventilador. Un volumen desmedido puede extender los alvéolos más allá de sus fronteras fisiológicas, provocando un incremento en la permeabilidad, hinchazón pulmonar y ruptura de la barrera entre los alvéolos y los capilares.

Se menciona que el uso de volúmenes tidales elevados y presiones de meseta superiores a 30 cm H₂O se han vinculado con un aumento en el riesgo de lesiones pulmonares provocadas estrictamente por el ventilador, especialmente el volutrauma. Tras distintos estudios se demostró que, cuando los pulmones están expuestos a grandes volúmenes tidales, se produce un daño alveolar generalizado, incluso si no existen altas presiones en la vía respiratoria.

Las distintas tácticas de ventilación protectora, que utilizaban volúmenes tidales más reducidos (usualmente 6 ml/kg de peso corporal estimado), tienden a disminuir la mortalidad en pacientes con SDRA al reducir el volutrauma. El aporte mecánico que se brinde a los pulmones depende del volumen tidal, la presión de conducción, la frecuencia respiratoria y el flujo, resulta ser un factor crucial en el riesgo de lesiones pulmonares provocadas por el ventilador, incluyendo el volutrauma ⁽⁴⁵⁾.

Atelectrauma: El atelectrauma puede ser considerado como una lesión pulmonar provocada por la apertura y cierre reiterados (reclutamiento y desreclutamiento) de alvéolos inestables durante el proceso de ventilación mecánica. Este desplome cíclico imprescindible y la reapertura producen fuerzas de cizallamiento que pueden perjudicar el epitelio y el endotelio alveolar, fomentando la inflamación y el daño pulmonar.

Cada vez se reconoce más el atelectrauma como un factor crucial en la lesión pulmonar provocada por el ventilador, específicamente en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), en los que grandes zonas del pulmón pueden ser inestables y susceptibles a desplomarse. Las tácticas de protección comprenden la aplicación de PEEP adecuado para preservar la estabilidad alveolar y reducir la lesión causada por el reclutamiento-desreclutamiento ⁽⁴⁵⁾.

Un estudio menciona que el mecanismo clave del atelectrauma es la producción de fuerzas dañinas cuando las unidades pulmonares se cierran al concluir la espiración y luego se reabren con cada respiración. Evitar el desplome cíclico de los alvéolos a través de la aplicación correcta de presión positiva al término de la espiración (PEEP) es un elemento esencial de las tácticas de ventilación protectora pulmonar ⁽⁴⁶⁾.

Barotrauma: El término volutrauma ha sustituido al barotrauma como el mecanismo principal de daño pulmonar provocado por el ventilador. El barotrauma se refiere al perjuicio físico a los tejidos corporales provocado por una variación en la presión entre un espacio aéreo interno o alrededor del cuerpo y el fluido que lo rodea. Dentro del marco de la ventilación mecánica, el barotrauma hace referencia a la fractura alveolar y la expulsión de aire extraalveolar (neumotórax, neumomediastino, enfisema subcutáneo y neumopericardio) provocadas por presiones elevadas en la vía respiratoria. El barotrauma está íntimamente vinculado con elevadas presiones en la vía respiratoria, pero actualmente se ha identificado que no es únicamente la presión, sino la mezcla de presión y sobredistensión (volutrauma) lo que provoca el surgimiento de la lesión pulmonar provocada por el ventilador.

La prevalencia de barotrauma en pacientes con ventilación mecánica varía considerablemente, pero usualmente se disminuye a través de la aplicación de tácticas de defensa pulmonar en la ventilación. El barotrauma clásico es menos habitual en la actualidad debido a la adopción amplia de la ventilación con volumen de aire reducido y el seguimiento meticuloso de las presiones en la vía respiratoria.

Otro estudio menciona que el barotrauma se presenta cuando las presiones en los pulmones suelen superar la capacidad de las paredes alveolares, logrando con esto la fractura y la expulsión de aire hacia las estructuras consideradas como adyacentes. Esto podría presentarse en forma de neumotórax, neumomediastino o enfisema subcutáneo. El riesgo puede considerarse como en aumento en caso de altas

presiones positivas al final de la espiración (PEEP) o altos volúmenes de tidal, particularmente en pacientes con enfermedades pulmonares asociadas. Las tácticas para disminuir el barotrauma comprenden la aplicación de volúmenes tidales reducidos, la restricción de las presiones de meseta y la reducción de PEEP excesivamente elevados ⁽⁴⁶⁾.

Biotrauma e Inflamación Secundaria: El concepto de biotrauma se refiere al proceso en el que el estrés mecánico originado por la ventilación mecánica genera un proceso inflamatorio. Los científicos han evidenciado que la ventilación con elevadas presiones inspiratorias estira las células epiteliales alveolares y, en consecuencia, provoca un proceso de inflamación.

La generación de citocinas y la reacción inflamatoria de las células ante la ventilación mecánica no solo provocan daño local; la reacción local se propaga a la circulación sistémica y conduce a la apoptosis de los órganos objetivo. Específicamente, se registró la apoptosis epitelial renal y del intestino delgado en lesiones pulmonares experimentales durante el procedimiento de ventilación nociva. Además de provocar perjuicios en los órganos objetivo, la ventilación nociva o que tiende a provocar un daño, es un elemento que favorece la transferencia de bacterias del pulmón a la circulación sistémica ⁽⁴⁷⁾.

Estudios recientes han enfocado su atención en cómo las tensiones mecánicas provocadas por la ventilación mecánica pueden influir en los procesos celulares y moleculares del pulmón, a este fenómeno se le ha denominado biotrauma. Se ha demostrado que, durante la VILI, la ventilación mecánica puede provocar una reacción inflamatoria en el pulmón y que la intensidad de la inflamación se basa en el manejo de la ventilación mecánica. Además, esta reacción inflamatoria puede no restringirse a los pulmones, sino que también puede desencadenar y difundir una respuesta inflamatoria sistémica, posiblemente favoreciendo la aparición de múltiples insuficiencias orgánicas. La teoría del biotrauma sostiene que las acciones biofísicas modifican la fisiología normal de las células pulmonares, provocando incrementos en los niveles de mediadores locales y modificaciones en la reparación pulmonar, la renovación y los procesos de apoptosis.

La ventilación mecánica producirá presiones en los tejidos pulmonares, en particular en las células pulmonares. Este estrés, dependiendo de la magnitud de las fuerzas físicas ejercidas, puede llevar a la activación de las células pulmonares

mediante la mecanotransducción, o a la ruptura de las membranas y a la destrucción de los tejidos. Hemos evidenciado que la VILI puede provocar la disminución de la respuesta inflamatoria compartimental, lo que conduce a un incremento en los niveles de mediadores inflamatorios en la sangre. Durante la fase inicial de la inflamación pulmonar, la reacción puede ser compartimentada, tal como se puede apreciar en la neumonía adquirida en la comunidad.

Steinberg y colaboradores utilizaron un microscopio de video en vivo para medir directamente la estabilidad alveolar en pulmones normales y desactivados con surfactante. Comprobaron que la inestabilidad alveolar (atelectrauma) provocó una lesión mecánica, que desencadenó una reacción inflamatoria, que finalmente condujo a una lesión proteolítica secundaria mediada por neutrófilos. Esta información indica que un factor clave que provoca el biotrauma es la lesión pulmonar provocada por el estiramiento cíclico (atelectrauma) ⁽⁴⁷⁾.

Como se ha mencionado anteriormente, la reacción inflamatoria de los músculos respiratorios se conoce como barotrauma, y la manera de cómo se produce a nivel celular es el siguiente:

Las rutas moleculares principales involucradas en esta lesión se fundamentan en el incremento de los niveles de ubiquitina ligasas y caspasa-3. Estas fomentan la degeneración y el deterioro muscular a través de la activación de la vía ALP, la disminución de la vía IGF/PI3K/AKT encargada de preservar la integridad muscular, la hiperexpresión de FOXO, que fomenta el rápido avance de la atrofia, y la activación de NF-kappa B, que activa TNF- α . Las citocinas antiinflamatorias, como TNF- α , tienen la capacidad de desplazar uno de los elementos de NF-kB (p65) y activar p38MAPK. Finalmente, este procedimiento obstaculiza la diferenciación celular, la degradación de mioproteínas y el incremento en la expresión de genes atróficos, tales como MuRF1 y atrogina.

Algunas circunstancias pueden impulsar la activación de estas vías: la edad, el modo y el tiempo de la ventilación mecánica (VM), el estado nutricional y metabólico del paciente, la existencia de sobre patologías, especialmente la sepsis, y la administración de medicamentos como glucocorticoides y bloqueadores neuromusculares. Todas estas modificaciones o variaciones moleculares incrementan la probabilidad de que el destete no funcione, lo que sugiere la necesidad de explorar más tácticas que puedan disminuir su efecto en la disfunción diafragmática ⁽⁴⁷⁾.

Disincronía e Intolerancia Ventilatoria: La disincronía o también conocida como asincronía entre el paciente y el respirador ocurre cuando en la relación que hay ocurre una alteración de cualquier parámetro respiratorio y se da una discrepancia entre el esfuerzo natural del paciente y la ayuda brindada por el respirador. Si no se identifica a tiempo, puede causar una sedación desmedida, así como también puede extender el tiempo de la ventilación mecánica, generar un peligro de daño pulmonar y en términos generales confundir el estado clínico. Se pueden identificar siete tipos de disincronía: (a) activación ineficaz; (b) activación automática; (c) flujo inadecuado; (d) flujo excesivo; (e) ciclado prematuro; (f) ciclado retardado; y (g) apnea de presión pico. Además, puede ocurrir una activación inversa, la cual puede imitar un ciclo precoz producido. El diagnóstico oportuno y adecuado de estos fenómenos frecuentemente facilita la gestión a través de la optimización sencilla del respirador en vez de medidas menos sugeridas ⁽⁴⁸⁾.

El interés en las sincronías entre el paciente y el ventilador ha ido aumentando en los últimos diez años, dado que se ha notado que son más habituales de lo previsto y están vinculadas con un peor pronóstico (más días de ventilación, más tiempo en la Unidades de Cuidados Intensivos y un incremento en la mortalidad). No obstante, todavía no se ha establecido una correlación causal directa entre la existencia de asincronías y un deterioro en los resultados clínicos, ni que disminuirlas asegure una evolución más favorable.

Diversos trabajos han examinado el asunto:

- Thille et al. (2006) descubrieron que los pacientes con mayores asincronías experimentaban un mayor tiempo de ventilación y una mortalidad superior, pese a que el método de detección presentaba restricciones.
- De Wit et al. (2009) evidenciaron que un Índice de Esfuerzos Ineficaces (ItI) superior al 10% aumenta los días de ventilación.
- Blanch y colaboradores (2015) descubrieron que un índice de asincronías superior al 10% está vinculado con un incremento en la mortalidad y los días de ventilación.
- Vaporidi et al. (2016) descubrieron que la continuidad de esfuerzos no eficientes está vinculada a más días de ventilación y mortalidad.
- De Haro y colaboradores indicaron que, a pesar de ser poco común, el doble disparo puede provocar daños en los pulmones.

La evidencia no es definitiva debido a que existen diversas maneras de medir las asincronías, los estudios utilizan muestras reducidas y carecen de uniformidad en los procedimientos. Por lo tanto, a pesar de que hay una correlación entre las asincronías y el mal pronóstico, no existen evidencias sólidas que demuestren que su corrección pueda alterar el resultado clínico ⁽⁴⁹⁾.

Monitoreo y Seguimiento del Paciente con NAVM en Ventilación Mecánica

La referencia número 30 utilizada previamente en el ensayo menciona que los pacientes que necesitan ventilación mecánica requieren un monitoreo continuo de la frecuencia respiratoria, la saturación de oxígeno y las modificaciones del ventilador. Es imprescindible prestar una cuidadosa atención a los parámetros del ventilador, tales como el volumen corriente, la presión soporte y la presión positiva al final de la espiración (PEEP), con el objetivo de disminuir el riesgo de daño pulmonar causado por el ventilador. El objetivo es utilizar estrategias de ventilación que protejan el pulmón, como volumen de aire reducido (6 mL/kg de peso corporal calculado), y modificar la PEEP para optimizar la oxigenación y prevenir el colapso alveolar o la sobredistensión. La evaluación diaria para determinar la preparación para la retirada de la ventilación mecánica, sumada a la revisión constante de los cambios en la condición respiratoria, resulta esencial para la identificación precoz de problemas o deterioro clínico.

Evaluación Hemodinámica y Gasométrica

El objetivo de la monitorización hemodinámica es optimizar la perfusión de tejidos y la distribución de oxígeno, previniendo y tratando las disfunciones orgánicas en pacientes en condición crítica. La aplicación de métodos de monitoreo invasivos y no invasivos, como lo son la presión arterial, la presión venosa central, el gasto cardíaco y la ecocardiografía, permite evaluar el estado de volumen y la función del corazón. Es esencial llevar a cabo un análisis continuo de los gases en la sangre para establecer la adecuada oxigenación, ventilación y equilibrio ácido-base, además de guiar la terapia ventilatoria y hemodinámica ⁽⁵⁰⁾.

La investigación que se lleva a cabo acerca de los gases arteriales sigue siendo esencial en la atención de pacientes que requieren ventilación mecánica. El seguimiento y cuantificación de pH, PaCO₂, PaO₂ y bicarbonato permite la evaluación de los componentes metabólicos y respiratorios, así como de las alteraciones ácido-

base que se presenten. Las mediciones consecutivas y frecuentes de gases en la sangre ayudan a guiar las alteraciones en el soporte de ventilación mecánica de una forma adecuada y oportuna esto con el fin de definir o identificar señales precoces de deterioro y supervisar la respuesta al tratamiento que se está presentando ⁽⁵¹⁾.

Identificación Temprana de Complicaciones y Fallos

Resulta vital el poder identificar de manera precoz y oportuna una serie de problemas asociados a la NAVM, como pueden ser presencia de la sepsis, el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y el fallo multiorgánico, para optimizar los resultados del paciente. En combinación existente que se presenta con biomarcadores como lo son la procalcitonina y la proteína C reactiva, los indicadores clínicos como la fiebre persistente, la leucocitosis, la hipotensión y la hipoxemia, pueden ayudar a identificar a los pacientes en condiciones de riesgo. La supervisión continua y la valoración diagnóstica inmediata son esenciales para el tratamiento correcto de las complicaciones ⁽⁵²⁾.

La ventilación mecánica tiene relación o está vinculada con diversos problemas, en los que se incluyen las lesiones pulmonares provocadas por el ventilador (VILI), barotrauma, volutrauma e infecciones hospitalarias como la NAVM. Las acciones preventivas incluyen la ventilación pulmonar protectora, una sedación apropiada, seguimiento continuo y movilización anticipada. Es fundamental identificar señales precoces de deterioro, como cambios en los signos vitales, parámetros respiratorios o resultados de laboratorio, con el fin de disminuir la morbilidad y mortalidad ⁽⁵³⁾.

Medidas Complementarias en el Manejo de NAVM

1. Higiene y Manejo de la Vía Aérea Artificial

Los pacientes con ventilación mecánica a través de un tubo endotraqueal necesitan una monitorización estrecha de su cavidad oral y de la vía aérea artificial para evitar complicaciones como infecciones o lesiones. Existen diversas técnicas y precauciones para mantener la limpieza y el cuidado de la vía aérea artificial, como:

- El lavado de manos: Las manos son las herramientas más vitales que poseen los profesionales de la salud, ya que con ellas examinan a los pacientes, identifican sus problemas y brindan apoyo y esperanza. También suponen un riesgo para los pacientes porque son la principal vía de propagación de las infecciones. En respuesta, el lavado de manos sirve como indicador de la

calidad y bioseguridad de los servicios de atención de salud. Por ello, es necesario fortalecer su práctica y asegurar que se utilice la técnica necesaria en cinco momentos cruciales, que son: primero; antes de tocar al enfermo. En segundo lugar; antes de llevar a cabo una actividad limpia/aséptica. Tercero; tras la exposición a líquidos del cuerpo. Cuarto; tras el contacto con el paciente. Quinto; tras interactuar con el ambiente del paciente.

- **Posición del paciente:** La posición habitual es semi-incorporada, donde la altura del techo varía entre 30 y 40 cm, y no se recomienda. Se ha demostrado que la postura supina es un factor de riesgo independiente para la aparición de neumonía asociada a la ventilación mecánica, ya que favorece la secreción subglótica, el reflujo gastroesofágico y aumenta la colonización de la flora intestinal en la orofaringe y el árbol bronquial. Esto es especialmente evidente en pacientes sedados con sonda nasofaríngea. Es particularmente notable en pacientes que están sedados y tienen sonda nasogástrica.
- **Higiene de cavidad bucal:** Una de las infecciones más notables del sistema respiratorio es la colonización bacteriana de la flora en la mucosa orofaríngea, que sucede con rapidez tras la intubación endotraqueal. Así pues, se presenta la necesidad de realizar los cuidados bucales correctos para reducir la aparición de NAVM. Ya en la práctica, estas bacterias se mueven bajo el tubo endotraqueal y provocan infecciones en los pulmones. Así pues, la guía para prevenir la NAVM recomienda el cepillado con un hisopo en toda la cavidad bucal cada cuatro horas. La clorhexidina se evidencia como la más efectiva en comparación con otras soluciones, como la solución de yodopovidona para el enjuague oral.
- **Fijación del tubo endotraqueal (TET):** Para asegurar la correcta ubicación del TET, se debe fijar para evitar causar una extubación accidental y un movimiento brusco. En hombres, por lo general se deja un TET a 23-24 cm a nivel de la comisura labial, y en mujeres es de 21-22 cm. Este detalle debe ser anotado en el gráfico del paciente. Normalmente, la fijación se realiza con cinta adhesiva (más habitual en el quirófano) o con venda gasa, en la que se sujetará la cabeza del paciente con ella y se aplicará un nudo por encima de las orejas, lo que previene el ascenso venoso.

- Cambio de posición del tubo endotraqueal: Es vital cambiar la ubicación del TET al menos una vez al día para evitar úlceras en la comisura de los labios. Para realizar este procedimiento correctamente, primero se debe sujetar el TET, y posteriormente liberar la venda que lo sujeta. Para evitar que, al moverse, el tubo se desplace y provoque tos en el paciente, se reubicará el tubo en otra posición y se reubicará nuevamente. Esta técnica resulta más beneficiosa entre dos personas debido a los riesgos de una posible extubación.
- Presión de neumotaponamiento: un componente esencial en la administración de la vía respiratoria es el control y mantenimiento de una adecuada presión en el neumotaponamiento o manguito traqueal. Esto implica que es necesario adoptar todas las medidas preventivas para garantizar el correcto funcionamiento del manguito traqueal, que cierra la tráquea creando dos compartimentos distintos entre la vía respiratoria superior y la vía respiratoria inferior. Sus funciones esenciales son asegurar una ventilación efectiva, previniendo escapes aéreos y la disminución de la presión de los pulmones que se ventilan a presión positiva. No obstante, siempre se produce una filtración o microaspiración de secreciones pulmonares. Así pues, algunos tubos endotraqueales incorporan un catéter cuya luz distal está ubicada fuera ⁽⁵⁴⁾.

2. Succión de Secreciones y Prevención de Microaspiración

La ventilación mecánica invasiva genera secreciones bronquiales que se elevan a causa de la incapacidad del paciente para toser, lo que provoca que estas secreciones se acumulen y obstruyan el conducto respiratorio. Además, esto puede generar atelectasias y neumonía asociadas con la ventilación mecánica.

Los pacientes no pueden eliminar las secreciones por sí mismos. El tubo endotraqueal evita que la glotis se cierre, limitando de esta manera las presiones y la velocidad del flujo aéreo que son necesarios para generar una tos eficaz. Por esta razón, se incorpora en sus cuidados la aspiración endotraqueal para simplificar su eliminación de las vías respiratorias. Con la finalidad de mejorar la permeabilidad de las vías respiratorias, la oxigenación y prevenir la atelectasia, este es uno de los procedimientos invasivos más comunes que se realizan en las Unidades de Cuidados Intensivos. Para evaluar su indicación y los efectos secundarios, se requiere un alto nivel de conocimientos.

Sistema de aspiración abierto (SAA): El catéter de aspiración se introduce al separar al paciente del ventilador, utilizando un tubo desechable para la aspiración; este procedimiento debe ser estéril. La ventilación mecánica se detiene, lo que provoca microatelectasias, cambios en la cantidad de oxígeno inhalado y disminución del volumen pulmonar. Esto ocurre cuando se combina con la presión negativa de succión de la aspiración. Esto puede causar que la saturación arterial de oxígeno disminuya y, por lo tanto, que se presente hipoxemia.

El sistema de aspiración cerrado (SAC): es un circuito cerrado que permite la aspiración del paciente sin desconectarlo de la VMI, ya que se mantiene siempre protegida la sonda mediante una camisa de plástico. La sonda de aspiración cerrada se une al aspirador en un extremo y al swivel en el otro. Se introduce el catéter en el tubo y se efectúa una acción repetida de empujar y deslizar el material plástico que cubre la sonda hacia atrás, empleando los dedos índice y pulgar, hasta que se note resistencia o cuando al paciente le dé tos. La aspiración se llevará a cabo simultáneamente con la extracción de la sonda.

Los beneficios de no desconectar al paciente impiden las fugas, lo que lleva a una disminución de la pérdida de volumen pulmonar, a mantener la PEEP (previniendo el colapso alveolar), a conservar la oxigenación y a disminuir el riesgo de neumonía y la contaminación del ambiente para los pacientes y el personal. La colocación de una de estas sondas cada 24 horas es objeto de debate, ya que no se utiliza la vía aérea y se emplea la misma sonda en varias oportunidades.

Se recomienda aspirar sin desconectar el paciente del ventilador y usar SAC en adultos con PEEP o FIO₂ altos, o que corran riesgo de colapso pulmonar. En el pulmón dañado, los alvéolos cerrados pueden no abrirse de inmediato cuando la presión se recupera. El SAC puede ayudar a evitar que esto suceda y que la oxigenación en pacientes con grave insuficiencia respiratoria empeore. En estas situaciones, la aplicación de la PEEP se convierte en uno de los fundamentos del tratamiento. Para pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) de gravedad media o alta, se sugiere la administración de PEEP alta, que sobrepase los 5 cm de H₂O. Por otra parte, es relevante tener en cuenta que la introducción del catéter sin detener la ventilación puede causar una notable falta de sincronía entre el paciente y el ventilador, lo cual causa incomodidad al paciente ⁽⁵⁵⁾.

3. Control de la Sedación y Analgesia

Los pacientes que se encuentren en un estado crítico, durante su ingreso a la Unidad de Cuidados Intensivos, pueden experimentar diariamente una serie de episodios de dolor, agitación y delirium, que pueden tener consecuencias a corto y largo plazo. Una perspectiva lógica y organizada que se usa mejora de gran manera la predicción propuesta. Una visión lógica exige la implementación de un conjunto de prácticas, que tienen como fin y deben ser definidas en protocolos de actuación cuando sea posible. Estas prácticas incluyen el empleo de instrumentos para evaluar los síntomas, un tratamiento analgésico adecuado, prioritario y titulado, también la determinación del nivel deseado de sedación mediante el uso óptimo de niveles superficiales, la selección del fármaco sedante apropiado así como también el uso tácticas no farmacológicas para manejar los síntomas, las cuales involucran a todos los miembros del equipo. El efecto combinado de estas medidas busca fijar un estándar de atención para los pacientes en la UCI, buscando ofrecer oportunidades para mejorar el cuidado, la comodidad y los resultados a largo plazo ⁽⁵⁶⁾.

Se ha indicado en otra investigación que los pacientes que presentan un estado crítico, especialmente los que reciben ventilación mecánica (VM), suelen padecer a menudo de ansiedad, dolor, problemas para respirar, así como también una serie de otras manifestaciones de distrés. Resulta importante proporcionar comodidad, optimizar la tolerancia al ambiente de la UCI y mitigar la angustia ya que estos son los principios fundamentales del cuidado en este contexto. A menudo se logra esto por medio de la detección y corrección de factores que predisponen y tienden a precipitar, la aplicación de medidas no farmacológicas para así lograr aumentar el confort y la administración de medicamentos sedantes y analgésicos.

Los pacientes informan que el estrés máximo que enfrentan se da por la presencia de dolor, insomnio y la presencia de tubos en la boca y la nariz, lo cual es muy común en las Unidades de Cuidados Intensivos. Por lo tanto, no resulta sorprendente que la mayor parte de los pacientes en la UCI requieran sedantes y analgésicos por vía intravenosa para de esta forma poder estar más tranquilos. Un exceso o una falta de sedación pueden tener un impacto negativo en la evolución de los pacientes. El tratamiento inadecuado de la ansiedad o el dolor puede causar reacciones fisiológicas adversas vinculadas con la morbilidad y puede aumentar los incidentes negativos, como puede ser la presencia de la autoextubación.

Resulta fundamental tratar de comprender que como estas condiciones subyacentes, como lo son los delirios y las memorias alucinatorias, pueden tener un impacto en la posibilidad de efectos psicológicos adversos a largo plazo, junto con los tratamientos implementados. Ahora bien, se considera que una sedación demasiado intensa puede causar depresión respiratoria e hipotensión, y se ha relacionado estrechamente con la neumonía asociada a la ventilación mecánica. Por último, la sobredación tiene otros efectos negativos externos como lo son consecuencias financieras a causa de que se extiende el tiempo de ventilación mecánica y de estancia en la unidad de cuidados intensivos y el hospital.

Se han propuesto dos estrategias para manejar la sedoanalgesia en las Unidades de Cuidados Intensivos: como primer punto tenemos un protocolo de sedación y segundo una estrategia que consiste en interrumpir la sedación todos los días. Ambas estrategias buscan personalizar la administración de sedación, con esto logran ajustar el nivel de sedación a un objetivo individualizado para cada paciente y disminuyendo la sobredación y sus complicaciones, con el fin de prevenir la acumulación de analgésicos y sedantes ⁽⁵⁷⁾.

4. Fisioterapia Respiratoria

La fisioterapia respiratoria tiene como objetivo prevenir y tratar prácticamente todas las enfermedades que afectan el sistema respiratorio, por ejemplo, la neumonía, el asma, la bronquitis, la tuberculosis y la insuficiencia respiratoria. Para ayudar a movilizar los músculos pulmonares y mejorar la respiración, son fundamentales los ejercicios de respiración, ya que facilitan la distribución de oxígeno en los tejidos y promueven la liberación de las vías respiratorias. Los ejercicios de fisioterapia respiratoria pueden hacerse en el hogar, en la clínica, en el hospital o en el trabajo. Asimismo, la fisioterapia respiratoria tiene la posibilidad de realizarse en la Unidad de Tratamiento Intensivo (UTI), aun si el paciente está usando aparatos específicos para respirar ⁽⁵⁸⁾.

La fisioterapia respiratoria se emplea extensamente como terapia complementaria para la neumonía. La fisioterapia contribuye a disminuir la resistencia en las vías respiratorias y a eliminar el exceso de secreciones que por lo general causan obstrucción de estas vías aéreas, lo cual mejora la respiración y el intercambio de gases. El papel de los fisioterapeutas es muy relevante en cuanto a la rehabilitación efectiva de los pacientes con neumonía. El terapeuta respiratorio se concentra en

fortalecer las habilidades respiratorias que la enfermedad pone en riesgo. En el campo de la fisioterapia respiratoria, se tratan varios elementos clave para la recuperación:

- Superación de las secuelas después de la insuficiencia respiratoria: Ayuda para la recuperación de las funciones respiratorias después de episodios de insuficiencia.
- Manejo de secreciones del aparato respiratorio: Aplicación de métodos sofisticados de drenaje bronquial para controlar las secreciones.
- Reeducación del control de la ventilación y ampliación de la capacidad pulmonar: Métodos especializados para optimizar la ventilación de los pulmones.
- Manejo de las complicaciones en situaciones concomitantes: Tratamiento terapéutico enfocado en pacientes que padecen enfermedades adicionales como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), problemas neuromusculares o secuelas de un accidente cerebrovascular.
- Mejoramiento del potencial de toser: Capacitación para una tos efectiva que favorezca la expulsión de flemas.
- Fomento de la movilización temprana: Métodos para aumentar la entrada de aire y dilatar los pulmones, lo cual mejora la función respiratoria.

Beneficios de la fisioterapia respiratoria en la sanación de la neumonía.

Fortalecimiento de los músculos respiratorios: la neumonía y la inmovilidad prolongada suelen tener como consecuencia un debilitamiento muscular. Las actividades de resistencia y fortalecimiento pueden ayudar a mejorar la función y la resistencia de los músculos respiratorios.

Mejoramiento del bienestar general y reducción de la fatiga: La fisioterapia respiratoria tiene el potencial de reducir la sensación de cansancio, un síntoma común en personas con neumonía, al aumentar la eficacia respiratoria. Esto mejora la calidad de vida y el bienestar general del paciente ⁽⁵⁹⁾.

Para el manejo de secreciones en pacientes con NAVM, se pueden emplear las siguientes técnicas de fisioterapia respiratoria.

El drenaje postural: se considera el procedimiento más aconsejado para la eliminación de las secreciones. El objetivo principal de este procedimiento es inducir que las secreciones se muevan por la gravedad hacia los bronquios superiores, la tráquea y, finalmente, sean expulsadas a través de la tos. Para realizar este drenaje

postural, es necesario situar al paciente en la posición más adecuada, de acuerdo con el área del pulmón que se desea drenar. Es necesario que el paciente sea capaz de toser y respirar de forma profunda y efectiva antes de comenzar la técnica, considerando que no se debe realizar cuando ha terminado de comer. Cada postura necesita mantenerse durante un lapso mínimo de 3 a 5 minutos.

Vibración y percusión: Estas están relacionadas con el drenaje posicional. La percusión consiste en hacer una secuencia de palmas rítmicas, usando las manos vacías en la zona que se va a tratar. Su objetivo es liberar las secreciones espesas que se han pegado a las paredes de los bronquios de forma mecánica. La vibración es la compresión constante de la pared del tórax durante la espiración con el fin de aumentar la velocidad del aire exhalado y, de esa manera, liberar las secreciones ⁽⁶⁰⁾.

Prevención de la NAVM en Pacientes Ventilados

Protocolos de Higiene Bronquial: Los métodos de higiene bronquial se aplican en aquellos pacientes con diversas afecciones respiratorias que pueden perjudicar seriamente, así como tener un impacto en las vías respiratorias, ya sean estas superiores o inferiores. Estas técnicas buscan primordialmente mejorar el aclaramiento de las vías respiratorias, favoreciendo un trabajo eficaz del escalador mucociliar, y de esta manera lograr, optimizar el bienestar del paciente, previniendo así otras complicaciones y su permanencia en el hospital.

Algunas técnicas de higiene bronquial incluyen:

Técnica de espiración forzada (TEF): es considerada como una de las técnicas de fisioterapia respiratoria que buscan regular el flujo de aire al exhalar, con el objetivo primordial de mover y drenar las secreciones en las vías respiratorias centrales y medias. Funciona principalmente mediante una espiración forzada, que genera una compresión activa y directa logrando desplazar en el punto de presión correspondiente hacia los alvéolos, aumentando consigo el flujo espiratorio y promoviendo así el traslado de las secreciones bronquiales hacia la boca. Para que las secreciones se movilicen de una manera eficaz, el flujo espiratorio debe superar al flujo inspiratorio por más de 17 L/min. Si no se logra este diferencial o el flujo de inspiración es superior, las secreciones pueden persistir a ser expulsadas. Este fenómeno ilustra el mayor desafío que enfrentan los pacientes con patologías obstructivas para eliminar secreciones: la compresión dinámica disminuye el flujo respiratorio, limitando de esta manera el transporte de mucociliar.

Dentro de la higiene bronquial se utilizan dos tipos principales que son la tos dirigida y la tos provocada:

Tos dirigida: Es voluntaria y busca imitar una tos eficaz y natural. Su objetivo principal es aumentar la velocidad de flujo del aire en zonas con obstrucción, mediante una aspiración considerada como obligatoria. Para que la tos resulte eficaz, resulta necesario alcanzar un flujo espiratorio forzado de al menos 160 L/min y así como una presión de 60 cm H₂O al menos y se considera que tiene mayor eficiencia en las vías respiratorias centrales (hasta la generación bronquial 5a-6a). Para tener un impacto en las vías respiratorias distales, se debe realizar con un volumen reducido desde el volumen de reserva espiratoria, aunque su eficacia es inferior puede promover en los pacientes con dificultades como debilidad muscular, falta de control glótico o falta de coordinación.

Tos provocada: Se produce mediante la estimulación de mecanorreceptores en la tráquea extratorácica. Se utiliza especialmente en bebés lactantes o niños pequeños que no son capaces de ingerir de forma voluntaria. No es eficaz en neonatos, ya que el reflejo tusígeno es poco desarrollado y se presenta únicamente a las 6 semanas de existencia. Este reflejo disminuye después de los tres a cuatro años.

Drenaje Autógeno o Alogénico: El drenaje autógeno es considerado un método activo manual de higiene bronquial que utiliza inspiraciones y espiraciones lentas dirigidas por el paciente en posición sedativa. Comienza con un volumen de reserva espiratoria para el traslado de las secreciones bronquiales ubicadas en la vía aérea media posteriormente progresa hacia un volumen de reserva inspiratoria para así llegar a la expulsión de las secreciones bronquiales ubicadas en la vía aérea central. El objetivo es respirar a varias cantidades pulmonares con el fin de producir el flujo de aire más amplio posible en las diferentes generaciones de bronquiales. En consecuencia, las secreciones bronquiales se liberan a niveles bajos de los pulmones, se acumulan en los niveles medios y finalmente son eliminadas en los niveles altos.

Percusión del tórax: El término percusión hace referencia a la acción mecánica que ocurre en la pared torácica, provocando con esto un impulso de transmisión sonora, que conlleva a la movilización y liberación de secreciones bronquiales del árbol bronquial. Este fenómeno vibratorio considerado como ondas de choque tiene la capacidad de aumentar la intensidad y regularidad de los movimientos de los cilios

a través de la resonancia pulmonar. La frecuencia apropiada para el movimiento del moco es entre 25 y 35 Hz, mientras que a nivel manual solo se puede alcanzar entre 1 y 8 Hz. La efectividad se evalúa a través de la energía inicial, y se fundamenta en la fuerza de la maniobra y en la firmeza del abdomen.

El objetivo primordial de la operación de percusión es promover la expulsión de secreciones que se adhieren a las paredes de las vías respiratorias aéreas, estimular la expulsión de bloques de moco y estimular el movimiento de secreciones hiperviscosas.

El clapping: también llamado percusión con la mano "cóncava o ahuecada", es uno de los métodos más utilizados en la etapa adulta. El acto sucede mediante la transmisión de energía desde el "cojín de aire" ubicado en la mano hasta la pared del tórax. En relación con la posición del paciente, generalmente se lleva a cabo en posición lateral con el paciente relajado. El impacto en el tórax debe ser seco, fuerte y detonante, aunque no debe provocar dolor. Una alternativa diferente a la maniobra convencional es el uso de percutores manuales o eléctricos, que mejoran la eficacia de la percusión, reducen el cansancio del terapeuta y disminuyen significativamente el dolor⁽⁶¹⁾.

Vibración: consiste en introducir ondas vibratorias de 13 a 75 Hz en la caja torácica durante la fase de espiración o al concluirla. El sistema de liberación puede ser manual o mecánico (a través de un aparato vibrador).

Como la vibración es el movimiento constante de un sistema material en su posición de equilibrio, las vibraciones tienen el potencial de alterar las características del moco bronquial, alterando sus propiedades reológicas, disminuyendo su viscosidad, con el objetivo de facilitar su evacuación por tixotropía y potenciar su desplazamiento a través de las vías aéreas, debido a la propagación de ondas de presión en el interior del tórax. Además, se ha sugerido que la vibración puede aumentar el movimiento de los cilios⁽⁶¹⁾.

Las vibraciones mejoran la expulsión de mucociliar al funcionar en dos niveles: En primer lugar, en el campo de la interacción entre cilios y moco mediante el movimiento ciliar: se produciría una estimulación ciliar causada por la liberación de mediadores químicos en la luz bronquial, o a través de la creación de un reflejo que autónomo aumentaría la frecuencia de batimiento ciliar o las propiedades reológicas del moco bronquial. En segundo lugar, en el contexto de la interacción entre el aire y el agua, al

afectar el flujo bifásico a través de la transferencia de energía entre las moléculas gaseosas y líquidas (fuerza de cizallamiento). Estas evaluaciones se fundamentan en la fuerza y la regularidad de las vibraciones, en su difusión y en su absorción.

Drenaje bronquial: El procedimiento de drenaje bronquial utiliza la fuerza y las fluctuaciones en la ubicación corporal para mover las secreciones bronquiales desde los segmentos pulmonares hacia las vías respiratorias centrales, promoviendo su eliminación. Su objetivo principal es verticalizar el bronquio lobar o segmentario para mejorar la circulación de las secreciones. Este aclaramiento bronquial combina la acción de la gravedad con el lugar adecuado, mejorando el aclaramiento mucociliar, la distensibilidad pulmonar, la relación entre la ventilación y la perfusión y la capacidad funcional residual. Es especialmente ventajoso en circunstancias donde las secreciones son abundantes, poco viscosas y están localizadas en las vías respiratorias próximas.

El drenaje bronquial puede complementarse con técnicas como la vibración o la percusión, y su duración varía entre 15 y 60 minutos, dependiendo de la tolerancia del paciente y los resultados obtenidos. Existen dos modalidades de drenaje: el drenaje autógeno o inespecífico, que se basa en posiciones fundamentales (supino y laterales) y es común en pacientes en las unidades de cuidados intensivos; y el drenaje selectivo o específico, que utiliza hasta 11 posiciones distintas para drenar de forma orientada lóbulos o segmentos específicos (como la língula o los lóbulos inferiores), antes de identificar el área impactada a través de evaluación clínica y radiológica. En pacientes en condición crítica, es imprescindible evitar ciertas posturas como el Trendelenburg o el decúbito prono, ya que pueden provocar trastornos hemodinámicos o neurológicos ⁽⁶¹⁾.

1. Evaluación y Reducción de la Sedación.

En la UCI, los doctores emplean una variedad de medicamentos para que el paciente esté tranquilo y confortable mientras necesita ventilación mecánica. Cada medicamento tiene distintos propósitos: algunos son más útiles para aliviar la ansiedad, mientras que otros se emplean sobre todo para combatir el dolor y la dificultad respiratoria. Estos fármacos pueden ser aplicados continuamente (por medio de infusión) o según se necesiten. Aunque el equipo médico siempre tiene como meta que el paciente esté cómodo, se ha asociado la administración excesiva de estos fármacos con un aumento en el riesgo de que el enfermo sufra delirio, pase más

tiempo en ventilación mecánica y permanezca más días en la UCI y en el hospital. Con el objetivo de evitar estos problemas, el equipo médico procurará emplear la menor cantidad de medicación para conseguir la salud del paciente.

Para establecer la dosis de medicamento que requiere un paciente, el equipo médico emplea diversas herramientas. Usualmente se emplean dos: las pruebas diarias de despertar y las puntuaciones de sedación. Las escalas de sedación requieren que un médico o enfermero le pregunte al paciente para evaluar su estado de vigilia y atención. La intensidad del dolor también se mide con regularidad a lo largo del día. La dosis de analgésico y sedación se modificará dependiendo de la habilidad del paciente para despertarse y las respuestas a estas preguntas. Si el paciente está en condiciones adecuadas, se interrumpirán estos medicamentos una vez al día por lo menos, para que pueda despertarse totalmente; esto se denomina pruebas diarias de despertar. Se ha asociado el realizar pruebas a diario de despertar con una disminución de dos días en el tiempo que los enfermos están conectados al respirador.

Los pacientes, a menudo, parecen estar dormidos durante la sedación. Aunque puede que no sean capaces de interactuar de manera significativa con sus seres queridos, podría ser útil para ellos y para sus familiares tocarles la mano, hablarles y reproducir su música preferida a un volumen bajo. El equipo médico empezará a pensar en interrumpir los tratamientos que ya no son necesarios, como el respirador, si un paciente muestra mejoría. El propósito del equipo de salud es desconectar al paciente del respirador lo más pronto posible, debido a que durante el reposo en cama se puede debilitar la musculatura y aumentar los peligros de infección. No obstante, es poco común que el equipo de salud pueda simplemente desconectar al paciente del ventilador, porque puede que todavía no tenga la capacidad de respirar por sí mismo. El procedimiento que se utiliza para establecer si el paciente está preparado para desconectarse del respirador se llama desconexión gradual.

El proceso de destete se inicia con exámenes diarios de despertar. Si el equipo médico determina que el paciente tiene suficiente fortaleza, combinará las pruebas diarias de despertar con un período en el que la persona respire con poco apoyo del respirador mecánico: una "prueba de respiración espontánea" (PRE). Dependiendo del estado del paciente y la razón por la cual se realiza la intubación, esta prueba puede tener una duración de entre 30 minutos y 2 horas. En ocasiones, los pacientes necesitan múltiples exámenes de respiración espontánea antes de estar preparados

para separarse del ventilador. Se puede desconectar el respirador, proceso conocido como "extubación", cuando el paciente ha pasado la prueba de respiración espontánea ⁽⁶²⁾.

2. Protocolos de Destete y Extubación Precoz.

Protocolización del destete: Se ha evidenciado a través de estudios observacionales que, si se extienden los días de VM más allá de lo necesario, la mortalidad y la morbilidad de los pacientes se incrementan, con esto se incluye un riesgo más elevado de NAVM seguido de un daño pulmonar correspondiente. Por esta razón, una recomendación para mitigar esos efectos negativos es implementar un protocolo de destete. La revisión sistemática de Blackwood et al.³⁰, publicada en 2014, evidenció que la duración de la VM se reduce un 26% si hay un protocolo de destete. Yeung et al.³¹, en una revisión sistemática reciente que estudia los protocolos de destete con el uso de ventilación no invasiva (VNI), reportan una disminución notable en la mortalidad, la duración de VM y la permanencia en UCI, así como también un descenso en la incidencia de NAVM ⁽⁶³⁾.

3. Protocolo Piloto en Pacientes con Insuficiencia Respiratoria.

El protocolo de destete comenzó inicialmente después de una prueba de ventilación espontánea (PVE) exitosa que duró media hora y usó presión de soporte. Los profesionales de salud disminuían la presión de soporte en 2 cmH₂O, la fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) en un 5 % y la PEEP siguiendo un protocolo ya establecido cada tres horas. El paciente era extubado después de que se lograban los niveles más bajos de soporte y PEEP, tras haber pasado satisfactoriamente una prueba con un tubo en T ⁽⁶⁴⁾.

4. Enfoque Agresivo Para Minimizar Días de Ventilación e Infección.

En la referencia bibliográfica 55 mencionada en páginas anteriores se comenta que se busca interrumpir la ventilación mecánica de manera temprana esto busca un enfoque agresivo que implica evaluar la disposición para la extubación en todos los pacientes hemodinámicamente estables. En los pacientes aptos, se lleva a cabo una prueba de respiración espontánea de 30 minutos con CPAP de 5 cm de agua o menos, mientras están despiertos y no reciben sedación.

Con esta estrategia agresiva, el personal médico busca reducir los días de ventilación mecánica, así como también prevenir sus problemas y complicaciones. Sin

embargo, se cree que la probabilidad de fracaso en la interrupción de la misma puede aumentarse cuando el propósito principal es disminuir su duración.

Se sugiere que la extubación y el comienzo de la ventilación no invasiva con presión positiva se lleve preventivamente en aquellos pacientes que superan el examen de respiración espontánea, pero presentan algún factor de riesgo de fracaso, es necesario reevaluar a los pacientes después de 30 minutos de ventilación no invasiva y reintubar si la frecuencia respiratoria es alta o si el paciente presenta señales de problemas respiratorios ⁽⁶⁵⁾.

5. Sedación y Destete.

Se ha vinculado una reducción en el tiempo de la ventilación mecánica y la permanencia en la UCI y el hospital con el empleo de bolos intermitentes de sedantes y analgésicos en vez de infusiones continuas. El cese diurno de las infusiones (pausas de sedación) y la valoración posterior del destete, junto con un protocolo que fusiona las pausas de sedación diarias con las pruebas de respiración natural ⁽⁶⁶⁾.

6. Aspiración de Circuito Cerrado en Pacientes con NAVM.

La referencia bibliográfica número 55 en la página 50 menciona más sobre el sistema de aspiración cerrado (SAC) es un circuito cerrado que permite aspirar al paciente sin desconectarlo de la VMI, otras sugerencias relevantes incluyen el uso de un catéter que absorba menos del 50% de la luz del tubo y que el tiempo de aspiración sea inferior a 15 segundos. Es necesario considerar la pre-oxigenación si el paciente presenta una disminución clínicamente significativa en la saturación de oxígeno durante la aspiración. La hiperoxigenación puede continuar durante al menos 1 min después de la aspiración, especialmente en pacientes que muestran hipoxemia antes y/o durante la aspiración no, de manera habitual.

Evaluar al paciente para establecer si requiere una aspiración nueva o si se presentan complicaciones. La necesidad de permitir al menos 1 minuto entre cada aspiración para facilitar la ventilación y oxigenación.

En situaciones de broncoespasmo, edema laríngeo y problemas mecánicos, la aspiración está prohibida. Las complicaciones incluyen hipoxia, broncoespasmos, sangrados, arritmias, evaluación del reflejo vasovagal, problemas para llevar a cabo la aspiración, posible obstrucción de la sonda debido a un tapón de moco, incorrecta

ubicación del tubo o de la sonda y en ocasiones, el paciente puede morder el tubo y/o la sonda.

En individuos conscientes puede causar náuseas y vómitos, y propiciar una broncoaspiración. El proceso de aspiración genera un incremento en la presión intracraneal (PIC). Es imprescindible evaluar el nivel correcto de sedación y relajación antes de aspirar a pacientes con PIC alta. La aspiración de secreciones tiene el potencial de provocar bradicardia e hipotensión mediante la estimulación vagal ⁽⁶⁷⁾.

Pronóstico y Resultados en NAVM con Ventilación Mecánica

Morbilidad Asociada a NAVM y Ventilación Prolongada.

Las infecciones nosocomiales se producen entre 48 y 72 horas después de la admisión al hospital o en un lapso determinado de 10 a 30 días después del alta. En comparación con otras unidades del hospital, la prevalencia de infecciones nosocomiales en la Unidad de Cuidados Intensivos es 5 a 7 veces más alta. Las infecciones respiratorias son una clase común de infección que se contrae en el hospital y que puede extender la duración de las estadías en el hospital, así como incrementar los costos.

La infección más frecuente en la UCI y a la que están expuestos los enfermos con ventilación mecánica es la neumonía asociada a dicha ventilación (NAVM). Según investigaciones anteriores, la infección ocurre entre el 2 % y el 40 % de los pacientes que están bajo ventilación mecánica durante más de 48 horas.

Para confirmar el diagnóstico de NAVM, se requiere al menos dos de los siguientes criterios: una temperatura o fiebre por encima de 38 °C, un conteo de glóbulos blancos mayor a 12,000/mm³ o menor a 4000/mm³, o la presencia de secreciones respiratorias purulentas, además de una consolidación nueva o en aumento en la radiografía torácica. Para la confirmación y el diagnóstico definitivo de NAVM, se ha establecido un cultivo cuantitativo de TBAS (secreciones broncoalveolares y traqueales) con 10⁵ UFC/ml² o más en el recuento de colonias, ≥10⁴ UFC/ml en el lavado broncoalveolar (BAL) o ≥10³ UFC/ml en mini-BAL.

Las cepas bacterianas de la neumonía relacionada con la ventilación mecánica tienden a ser multirresistentes. Su presencia en varios hospitales puede cambiar de manera considerable de uno a otro, incluso entre diferentes unidades de cuidados intensivos dentro del mismo hospital. Las infecciones nosocomiales son un motivo

frecuente de fallecimiento, incapacidad, prolongación de la estadía en el hospital, incremento del coste hospitalario y otros problemas relacionados con la salud ⁽⁶⁷⁾.

Duración de Estancia en UCI y Hospital

La ventilación mecánica es un procedimiento de intervención eficiente que se aplica con frecuencia en las UCI para salvar a los pacientes en estado crítico. No obstante, como se mencionó a lo largo del ensayo, la ventilación mecánica prolongada podría incrementar el riesgo de infección y una serie de complicaciones. Con respecto a la neumonía asociada a ventilación mecánica, que es la infección más habitual en la estancia en UCI, un estudio retrospectivo de 2017 reveló que los pacientes con NAV tenían un tiempo de ventilación y una estancia en la UCI significativamente más prolongados que los que no contaban con NAV. El hecho de que los pacientes en la UCI recibieron ventilación mecánica por más de dos semanas representó un riesgo para la NAV.

Un estudio realizado en Egipto descubrió que, al pasar de 1 a 30 días de ventilación mecánica, la incidencia de NAVM se elevó del 5% al 65%. La ventilación mecánica crea una vía aérea artificial que altera la función defensiva de la mucosa en vías aéreas normales. Disminuye la habilidad de tragar y la capacidad de los cilios para eliminar la mucosidad.

Las bacterias entran directamente al tracto respiratorio inferior o atraviesan el espacio entre la pared del tubo traqueal y las vías respiratorias, lo que causa una infección. Asimismo, el riesgo de infección se incrementa con la ventilación prolongada, que es provocada por bucles de ventilación y humidificadores, ya que estos representan la fuente del patógeno debido a la exposición. La mayoría de las unidades de cuidados intensivos son cerradas y la circulación del aire no es fluida. Los gases exhalados y las secreciones de los enfermos en la UCI son portadores de una amplia gama de patógenos que provocan la contaminación del aire. La probabilidad de contraer infecciones adquiridas en el hospital aumenta a medida que la estancia hospitalaria es más prolongada ⁽⁶⁸⁾.

CONCLUSIÓN

La neumonía asociada a ventilación mecánica es una de las complicaciones más frecuentes y graves en pacientes críticos que requieren soporte ventilatorio prolongado en las Unidades de Cuidados Intensivos. Aunque la ventilación mecánica es una intervención terapéutica vital, su uso conlleva un elevado riesgo de infección nosocomial, caracterizada por una alta incidencia de nuevos infiltrados pulmonares, dificultad diagnóstica por la superposición de síntomas con otras afecciones del enfermo crítico y un perfil de riesgo agravado por la prolongación de la intubación, el uso previo de antibióticos, las comorbilidades y la circulación de bacterias multirresistentes. A pesar de la existencia de paquetes de medidas preventivas validadas internacionalmente, su aplicación en la práctica clínica presenta variaciones significativas que favorecen la persistencia de esta infección.

En el ámbito nacional, la falta de una guía específica ajustada al contexto de El Salvador y la carencia de un sistema estandarizado de supervisión activa obstaculizan la puesta en marcha sistemática de protocolos de diagnóstico, tratamiento y prevención. Frente a esta situación, parece algo esencial el establecer y consolidar directrices nacionales claras, potenciar la formación y supervisión del personal sanitario en la utilización de "paquetes de respiración" y definir indicadores de seguimiento que faciliten la evaluación del cumplimiento de las medidas y sus resultados clínicos, con el objetivo de disminuir la incidencia de neumonía asociada a ventilación mecánica y optimizar los resultados en pacientes en estado crítico. De esta forma se manifiesta la necesidad de conocer los factores de riesgo que influyen en el desarrollo de dicha condición, así como también comprender todos aquellos cuidados necesarios para la prevención de la neumonía asociada a ventilación mecánica, logrando fortalecer el conocimiento a futuro y buscando la manera de reducir la mortalidad, lo cual será útil para la salud pública a nivel nacional.

Este ensayo facilitó la integración de diversos aspectos del problema. Por un lado, se presentó la fisiopatología de la neumonía asociada con la ventilación mecánica, que tiene una estrecha relación con la alteración de las barreras de protección naturales del sistema respiratorio y con la colonización de bacterias causada por la intubación prolongada. También, se estudiaron los factores de riesgo que predisponen al paciente en estado crítico a desarrollar esta complicación, además del desafío diagnóstico que supone diferenciar la NAVM de otras enfermedades comunes en la

unidad de cuidados intensivos. El estudio demostró que el diagnóstico temprano sigue siendo uno de los mayores obstáculos, lo que resulta en tratamientos tardíos que empeoran los resultados clínicos. Asimismo, se describieron las repercusiones clínicas, económicas y sociales que provoca esta complicación. El aumento en la estancia hospitalaria, la demanda de antibióticos de amplio espectro y el uso de tecnologías a la vanguardia constituyen una carga económica significativa para los sistemas de salud. En el contexto familiar, la estancia prolongada en el hospital y la severidad de la enfermedad provocan angustia, dolor y duda, además de pérdidas económicas indirectas. Por lo tanto, la NAVM va más allá del campo médico y se transforma en un problema global de salud pública, en el que se combinan desafíos clínicos, económicos, sociales y éticos. Otro aspecto determinante que se resaltó es el desafío de la resistencia a los antibióticos. La administración incorrecta y desmedida de antibióticos ha propiciado la aparición de bacterias multirresistentes, lo que no solo complica el manejo de la NAVM, sino que también aumenta significativamente la mortalidad relacionada. Esto demuestra la importancia de normas a nivel hospitalario y nacional enfocadas en el uso adecuado de antibióticos y en la puesta en marcha de programas eficaces de supervisión epidemiológica.

El ensayo también brindó la oportunidad de comparar la circunstancia de El Salvador con experiencias internacionales. Aunque países como España y Argentina han llevado a cabo programas exitosos como "Neumonía Zero", consiguiendo disminuir considerablemente la incidencia de esta complicación, en el ámbito salvadoreño todavía no existen normas nacionales concretas. Esto evidencia la inevitable necesidad de implementar un programa nacional que ajuste la evidencia internacional a la situación epidemiológica y de recursos de nuestro país.

Al comparar las metas establecidas en la introducción se puede afirmar que el ensayo alcanzó su objetivo al detallar de forma completa el manejo ventilatorio en pacientes con NAVM, especificando las complicaciones, diagnósticos y terapias disponibles. Además, se destacó la relevancia de la prevención, la implementación de estrategias de protección respiratoria y la necesidad de definir o crear protocolos que posibiliten disminuir la incidencia y la mortalidad de esta infección.

En este contexto, la propuesta final implica establecer una guía nacional concreta para la prevención y gestión de la NAVM. Esta debería incluir: la creación de manuales nacionales, la formación constante del personal sanitario en la utilización de bundles, la aplicación de sistemas de monitorización epidemiológica claros y la evaluación

regular de indicadores clínicos y económicos. La puesta en marcha de estas acciones no solo facilita la disminución de los casos de NAVM en las Unidades de Cuidados Intensivos de El Salvador, sino que también mejoraría la utilización de los recursos hospitalarios y optimizaría los resultados clínicos de los pacientes en estado crítico.

Finalmente, surge la duda si El Salvador podrá establecer un programa nacional de prevención y control de la neumonía asociada a la ventilación mecánica que sea sostenible, eficaz y flexible a sus recursos escasos. La respuesta se centrará en el compromiso de las autoridades de salud, en la capacitación constante del personal y en la habilidad para incorporar a todos los participantes del sistema sanitario. Para ello es innegociable invertir en la prevención y en la mejora de protocolos que resultará en no solo un ahorro financiero a largo plazo, sino, principalmente, una inversión inestimable en la vida y la dignidad de los pacientes en estado crítico.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gutiérrez Muñoz F. Ventilación mecánica. Acta Med Per. [Internet]. 2011;28(2):87-101. Acceso el 2 de Abril de 2025. Disponible en: www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172011000200006
2. Rosenthal VD, Memish ZA, Bearman G. Preventing ventilator-associated pneumonia: A position paper of the International Society for Infectious Diseases, 2024 update. Int J Infect Dis [Internet]. 2025;151:107305. [citado 2025 Jul 3]. Disponible en: [https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712\(24\)00381-3/fulltext](https://www.ijidonline.com/article/S1201-9712(24)00381-3/fulltext)
3. González AL, Lares M, Cremona A, de Cristóforo A, Balasini C, Domínguez C. Actualización en neumonía asociada a la ventilación mecánica. RATI. [Internet]. 2019. 1:12-19. Acceso el 4 de Abril de 2025. Disponible en: [\[https://revista.sati.org.ar/index.php/MI/article/download/688/850/4465\]](https://revista.sati.org.ar/index.php/MI/article/download/688/850/4465)(<https://revista.sati.org.ar/index.php/MI/article/download/688/850/4465>)
4. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Estrategias y elementos para la vigilancia a nivel nacional del SARS-CoV-2 y su impacto en el síndrome respiratorio agudo grave. [Internet]. 2020. Acceso 4 de Abril de 2025. Disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52529/OPSIMSEIHCOVID-19200014_spa.pdf(https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52529/OPSIMSEIHCOVID-19200014_spa.pdf)
5. Rivera Rosales DD, Ramos Hernández HH, Mendoza EW. Factores de riesgo para neumonía asociada a ventilación mecánica en hospitales de tercer nivel. ALERTA [Internet]. 2025. 8(1). Acceso 5 de Abril de 2025. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwizy9iCwJKQAxVTRTABHQUZFKsQFnoECBgQAQ&url=https%3A%2F%2Ffi-admin.bvsalud.org%2Fdocument%2Fview%2Fcg5xz&usq=AOvVaw075JWXObFT7W5wVXU_d2Ys&opi=89978449
6. Universidad Dr. José Matías Delgado. Factores asociados a neumonía asociada a ventilación mecánica. [Tesis en Internet]. 2016. Acceso 9 de Abril

de 2025 Disponible en:
<https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/07/ENF/0002462-ADTESAF.pdf>

7. Jain Va, Vashisht Rb, Yilmaz Gc, Bhardwaj Ad. Pneumonia Pathology. StatPearls. [Internet]. 2025. Acceso 9 de Abril de 2025. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526116/>
8. MedlinePlus. Neumonía [Internet]. 2024. Acceso 11 de Abril de 2025. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/pneumonia.html>
9. Sethi S, Albert RK. Introducción a la neumonía. Manual MSD. [Internet]. 2024. Acceso el Acceso 12 de Abril de 2025. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-del-pulm%C3%B3n-y-las-v%C3%ADas-respiratorias/neumon%C3%ADa/introducci%C3%B3n-a-la-neumon%C3%ADa>
10. GoleNaz Aa, Kohbodi Ab, Rajasurya Rb, Noor Ac. Ventilator-associated pneumonia. StatPearls. [Internet]. 2023. Acceso 14 de Abril de 2025. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK507711/>
11. Kalanuria AA, zai W, Mirsik M. Ventilator-associated pneumonia in the ICU. [Internet]. 2014. Acceso 16 de Abril. Disponible en: [Neumonía asociada a ventilación mecánica en la UCI | Cuidados Intensivos | Texto completo](#)
12. Centers for Disease Control and Prevention. Factores de riesgo de la neumonía [Internet]. Acceso 19 de Abril Disponible en: <https://www.cdc.gov/pneumonia/es/risk-factors/factores-de-riesgo-de-la-neumonia.html>
13. MyClevelandClinic. Pneumonia: Causes, Symptoms, Diagnosis & Treatment. [Internet]. 2022. Acceso 22 de Abril. Disponible en: <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/4471-pneumonia>
14. Zade PB. A Literature Review on Hospital-Acquired Pneumonia, Community-Acquired Pneumonia, and Ventilator-Associated Pneumonia. Brieflands (Internet). 2021. Acceso 24 de Abril. Disponible en: <https://brieflands.com/articles/gct-116869>

15. Gebremariam TH, Tsegaye GW, Gebremariam KT. Impacto clínico y económico de la neumonía asociada a ventilador. PMC [Internet]. 2022. Acceso 26 de Abril. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9664917/>
16. Cabrera Tejada G, Chico Sánchez P, Gras Valentí P, Jaime Sánchez F, Galiana Ivars M, Balboa Esteve S, Gómez Sotero I. L. Sánchez Payá J, Ronda Pérez E. Estimation of Additional Costs in Patients with Ventilator-Associated Pneumonia. (2024). 13(1), 2. Acceso 28 de Abril de 2025. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-6382/13/1/2>
17. Alp E, Kalin G, Coskun R, Sungur M, Guven M, Doganay M. Economic impact of ventilator-associated pneumonia. Sci Direct [Internet]. 2015 Acceso 30 de Abril. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876034114001051>
18. Cornistein W, Nuccetelli Y, Huaiyer Arriazu EF, Lares M, García MC, González AL. Neumonía asociada a ventilación mecánica. Actualización y consenso intersociedades, Sociedad Argentina de Infectología – Sociedad Argentina de Terapia Intensiva. Medicina (Buenos Aires). 2024. 85(25):1-10. Acceso 2 de mayo de 2025. Disponible en: https://www.medicinabuenosaires.com/revistas/vol85-25/destacado/revision_500.pdf
19. Torres A, Niederman MS, Chastre J, Ewig S, Fernández-Vandellos P, Hanberger H. Heterogeneidad patobiológica y desafíos diagnósticos en neumonía asociada a ventilación mecánica. PMC [Internet]. Acceso 5 de mayo de 2025. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7095124/>
20. Wu M, Zhang X, Jiang Y, Guo Y, Zhang W, He H and Yin Y (2023) Comparison of clinical outcomes in critical patients undergoing different mechanical ventilation modes: a systematic review and network meta-analysis. Front Med (Internet). 10:1159567. Acceso 8 de mayo de 2025. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2023.1159567/full>
21. Ortiz G, Dueñas C, Garay M. Neumonía asociada a la ventilación mecánica: prevención, diagnóstico y tratamiento. Acta Colombiana de Cuidado Intensivo (Internet). 2015. 15(4):312-321. Acceso 10 de mayo de 2025. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S012272621500083X>

22. Ministerio de Salud de Colombia. Plan respuesta resistencia antimicrobianos [Internet]. Acceso 15 de mayo de 2025 Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/MET/pla_n-respuesta-resistencia-antimicrobianos.pdf
23. Alnimr A. Antimicrobial Resistance in Ventilator-Associated Pneumonia: Predictive Microbiology and Evidence-Based Therapy. *Infect Dis Ther* (Internet). 2023. 12, 1527–1552. Acceso 17 de mayo de 2025. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40121-023-00820-2>
24. Saldías P, Díaz Po. Evaluación y manejo de la neumonía del adulto adquirida en la comunidad. Elsevier [Internet]. 2014. Acceso 17 de mayo de 2025. Disponible en: <https://www.nyp.org/primary-care/pneumonia>
25. Balboa de Paz F, González Macías M, Rueda Esteban S, Junco Piñeiro M. Neumonías virales. [Internet]. 2008. Acceso 23 de mayo de 2025. Disponible en; https://actapediatrica.com/index.php/secciones/revision/download/698_30606_96794cd2c5c82f383bc4643ae01?utm_source=chatgpt.com
26. MedlinePlus. Neumonía por *Pneumocystis jirovecii*. [Internet]. 2022. Acceso 23 de mayo de 2025. Disponible: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000671.htm>
27. Koenig SM, Truwit JD. Ventilator-Associated Pneumonia: Diagnosis, Treatment, and Prevention. [Internet]. 2006. Acceso 30 de mayo de 2025. Disponible en: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/cmr.00051-05>
28. Patel PJ, Antoine MH, Sankari A, Ullah S. Lavado Broncoalveolar. *StatPearls* [Internet]. 2024. Acceso 2 de junio de 2025. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2023.1159567/full>
29. Villacres García EK, Vivar Morán CS, Gadway Bonilla NM, Espinoza Balesca LK. Prevención y manejo clínico de la neumonía asociada a ventilación mecánica en UCI. *Dialnet* [Internet]. 2022. Acceso 2 de junio de 2025. Disponible en: [Prevención y manejo clínico de la neumonía asociada a ventilación mecánica en unidad de cuidados intensivos - Dialnet](#)

30. Papazian L, Klompas M, Luyt CE. Ventilator-associated pneumonia in adults: a narrative review. *Intensive Care Med* [Internet]. 2020. 46(5):888-906. Acceso 4 de junio de 2025. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7095206/>
31. Ospina Tascón GA, Ordoñez AF, Manzano Nunez R, Mojica JC, Bermúdez W, Tovar G. Lesión pulmonar diafragmática inducida por ventilación mecánica en pacientes con lesión pulmonar aguda. *Acta Colomb Cuid Intensivo* [Internet]. 2024. 24(2):73–9. Acceso 4 de junio de 2025. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-acta-colombiana-cuidado-intensivo-101-articulo-lesion-pulmonar-diafragmatica-inducida-por-S0122726224000739>
32. Li W, Cai J, Ding L, Chen Y, Wang X, Xu H. Incidence and risk factors of ventilator-associated pneumonia in the intensive care unit: a systematic review and meta-analysis. *JTD* [Internet]. 2023. 16(9). Acceso 10 de junio de 2025. Disponible en: <https://jtd.amegroups.org/article/view/90545/html>
33. Howroyd, F., Chacko, C., MacDuff, A. Ventilator-associated pneumonia: pathobiological heterogeneity and diagnostic challenges. *Nat Commun* (Internet). 15:6447. 2024. Acceso 12 de junio de 2025. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41467-024-50805-z>
34. Rodríguez A, Berrueta J, Páez C, Huertas R, Marotta M, Claverias L, Gómez J, Trefler S, Gómez Bertomeu FF, Guerrero-Torres MD, Pardo-Granell S, Picó-Plana E, Selles-Sánchez A, Candel FJ, Martín-Loeches I, Bodí M. Ten-year evaluation of ventilator-associated pneumonia (VAP) according to initial empiric treatment: a retrospective analysis using real-world data. *Biomedicines* (Internet). 2025. 13(2):360. Acceso 12 de junio de 2025. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2227-9059/13/2/360>
35. Mergulhão P, Pereira JG, Fernandes AV, Krystopchuk A, Ribeiro JM, Miranda D, et al. Epidemiología y carga de la neumonía asociada al ventilador entre pacientes adultos en la unidad de cuidados intensivos: A Portuguese, Multicenter, Retrospective. [Internet]. 2024. Acceso el 16 de Junio de 2025. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2079-6382/13/4/290>
36. Battaglini D, Parodi L, Cinotti R, Asehnoune K, Taccone FS, Orengo G, et al. Ventilator-associated pneumonia in neurocritically ill patients: insights from the

- ENIO international prospective observational study. *Respiratory Research*. [Internet]. 2023. Acceso el 16 de Junio de 2025. Disponible en: <https://respiratory-research.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12931-023-02456-9>
37. WEINMANN. Emergencia en ventilación mecánica: Relación entre inspiración y espiración (I:E). [Internet]. 2023. Acceso el 17 de Junio de 2025. Disponible en: [https://www.weinmann-emergency.com/es/temas/ventilacion/ventilacion-mecanica#:~:text=Relaci%C3%B3n%20entre%20inspiraci%C3%B3n%20y%20espiraci%C3%B3n%20\(I:E\):%20Duraci%C3%B3n,la%20inspiraci%C3%B3n%20en%20relaci%C3%B3n%20con%20la%20espiraci%C3%B3n](https://www.weinmann-emergency.com/es/temas/ventilacion/ventilacion-mecanica#:~:text=Relaci%C3%B3n%20entre%20inspiraci%C3%B3n%20y%20espiraci%C3%B3n%20(I:E):%20Duraci%C3%B3n,la%20inspiraci%C3%B3n%20en%20relaci%C3%B3n%20con%20la%20espiraci%C3%B3n)
38. Hickey SM, Sankari A, Giwa AO. Mechanical ventilation. *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. [Internet]. 2025. Acceso el 17 de Junio de 2025. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539742/>
39. Rotstein C, Evans G, Born A, Grossman R, Light RB, Magder S, McTaggart B, Weiss K, Zhanel GG. Clinical practice guidelines for hospital-acquired pneumonia and ventilator-associated pneumonia in adults. *Can J Infect Dis Med Microbiol*. [Internet]. 2008. Acceso el 18 de Junio de 2025. Disponible: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2610276/>
40. Patil AS. Overview of mechanical ventilation. In: *Merck Manual Professional Edition* [Internet]. Kenilworth (NJ): Merck & Co.; [Internet]. 2024. Acceso el 19 de Junio de 2025. Disponible en: <https://www.merckmanuals.com/professional/critical-care-medicine/respiratory-failure-and-mechanical-ventilation/overview-of-mechanical-ventilation?utm>
41. Nguyen K. How Do Different Mechanical Ventilation Modes (Volume-Controlled Vs. Pressure-Controlled) Affect Patient Outcomes And Weaning Success In Intensive Care Unit Patients? A Systematic Review. *ResearchGate* [Internet]. 2024. Acceso el 19 de Junio de 2025. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/392930393_How_Do_Different_Mechanical_Ventilation_Modes_Volume-Controlled_Vs_Pressure-Controlled_Affect_Patient_Outcomes_And_Weaning_Success_In_Intensive_Care_Unit_Patients_A_Systematic_Review

42. WEINMANN. Emergency. Ventilación de protección pulmonar. [Internet]. 2020. Acceso el 20 de Junio de 2025. Disponible en: <https://www.weinmann-emergency.com/es/temas/ventilacion/ventilacion-de-proteccion-pulmonar>
43. Bellido López A, García Álvarez R, González Villar L. Recomendaciones de consenso en ventilación protectora intraoperatoria. Rev Electr AnestesiaR. [Internet]. 2020. Acceso el 20 de Junio de 2025. Disponible en: <https://anestesar.org/2020/recomendaciones-de-consenso-en-ventilacion-protectora-intraoperatoria/>
44. Hsu CW, Sun SF. Neumotórax iatrogénico relacionado con la ventilación mecánica. World J Crit Care Med. [Internet]. 2014. Acceso el 21 de Junio de 2025. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4021154/#:~:text=El%20neumot%C3%B3rax%2C%20definido%20como%20la,o%20traum%C3%A1tico%20seg%C3%BAAn%20la%20etiolog%C3%ADa.>
45. Kumar AK, Anjum F. Ventilator-Induced Lung Injury (VILI). En: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; [Internet]. 2024. Acceso el 24 de Junio de 2025. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563244/>
46. Silva PL, Scharffenberg M, Rocco PRM. Understanding the mechanisms of ventilator-induced lung injury using animal models. Intensive Care Med Exp. [Internet]. 2023. Acceso el 25 de Junio de 2025. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10682329/?utm>
47. Elsevier, ScienceDirect Topics. Biotrauma. En: ScienceDirect Topics [Internet]. 2020. Acceso el 27 de Junio de 2025. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/biotrauma#:~:text=The%20term%20biotrauma%20describes%20the,ventilation%20creates%20an%20inflammatory%20process.&text=Investigator%20s%20have%20demonstrated%20that%20ventilation,thus%20triggers%20an%20inflammatory%20process.&text=Cytokine%20production%20and%20the%200cellular,results%20in%20end%2Dorgan%20apoptosis.&text=In%20particular%2C%20renal%2C%20and%20small,lung%20injury%20during%20injurious%20>

[20ventilation.&text=Besides%20end%20Dorgan%20damage%2C%20injurious,lung%20into%20the%20systemic%20circulatio](#)

48. Brando Otto, Janet Anessi y Raymond J Foley. Novel approaches to pain management in the intensive care unit. *Anaesth Intensive Care*. [Internet]. 2021. Acceso el 28 de Junio de 2025. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0310057X209789>
49. Morales MAH, Gasca Aldama JC, Castillo Medrano KJ, Sosa Santos S. Impacto de las asincronías en el pronóstico del paciente ventilado. *Med Crit*. [Internet]. 2019. Acceso el 29 de Junio de 2025. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medcri/ti-2019/ti196g.pdf>
50. Pinsky MR, Cecconi M, Chew MS, De Backer D, Douglas I, Edwards M, et al. Effective hemodynamic monitoring. *Crit Care*. [Internet]. 2022. Acceso el 30 de Junio de 2025. <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-022-04173-z>
51. Castro D, Patil SM, Zubair M, Keenaghan M. Arterial Blood Gas. [Internet]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Acceso el 3 de Julio de 2025. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536919/>
52. Hassan W, Elkhatieb M. Componentes básicos del análisis de gases en sangre arterial. En: Hassan W, Elkhatieb M, editores. *Adjusting Ventilator Settings Based on ABG Results*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; [Internet]. 2024. Acceso el 3 de Julio de 2025. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK606131/#:~:text=Componentes%20b%C3%A1sicos%20del%20an%C3%A1lisis%20de,afecciones%20respiratorias%2C%20metab%C3%B3licas%20y%20sist%C3%A9micas>
53. MedlinePlus. Prueba de procalcitonina Bethesda (MD): Biblioteca Nacional de Medicina de EE. [Internet]. 2018. Acceso el 5 de Julio de 2025. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/prueba-de-procalcitonina/>
54. Patel BK, Albert RK. Síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) [Internet]. *Manual MSD*. [Internet]. 2024. Acceso el 5 de Julio de 2025. Disponible en: <https://www.msdmanuals.com/es/hogar/trastornos-del->

[pulm%C3%B3n-y-las-v%C3%ADas-respiratorias/insuficiencia-respiratoria-y-s%C3%ADndrome-de-dificultad-respiratoria-aguda/s%C3%ADndrome-de-dificultad-respiratoria-aguda-sdra](#)

55. López Martín I. Sistemas de aspiración de secreciones cerrados: indicaciones y cuidados. Ene. [Internet]. 2021 Acceso el 6 de Julio de 2025. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2021000100007
56. Torres LM. Enfoque actual de la analgesia en el paciente crítico. Rev Med Clin Condes. [Internet]. 2019. Acceso el 6 de Julio de 2025. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-enfoque-actual-de-la-analgesia-S0716864019300215>
57. Comité de Expertos de la Sociedad Argentina de Terapia Intensiva (CECSATI). Sedación y analgesia en cuidados críticos. [Internet]. 2022. Acceso el 8 de Julio de 2025. Disponible en: <https://www.sati.org.ar/wp-content/uploads/2022/04/Sedacion-y-analgesia-CECSATI.pdf>
58. APEPOC. Fisioterapia respiratoria: para qué sirve y cómo se realiza [Internet]. 2023. Acceso el 15 de Julio de 2025. Disponible en: <https://www.apepoc.es/actualidad/911-fisioterapia-respiratoria-para-que-sirve-y-como-se-realiza>
59. Vicent Carrascosa. Neumofisio y Fisioterapia respiratoria en neumonía. [Internet]. 2023. Acceso el 18 de Julio de 2025. Disponible en: <https://neumofisio.com/fisioterapia-respiratoria-neumonia>
60. Clínica Universidad de Navarra. Fisioterapia respiratoria y guía básica de cuidados. [Internet]. 2023. Acceso el 25 de Julio de 2025. Disponible en: <https://www.cun.es/chequeos-salud/vida-sana/consejos-salud/fisioterapia-respiratoria>
61. Magdalena Chamorro-Giné, Patricio García-Valdés, Rosario Nelson-Román, et. Revista Kinesiología. Técnicas de fisioterapia respiratoria manuales de higiene bronquial. Rev Kinesiología. [Internet]. 2023. Acceso el 2 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://sites.google.com/view/revistakinesiologia/números-previos/número-3->

[2023-vol-42/técnicas-de-fisioterapia-respiratoria-manuales-de-higiene-bronquial](https://doi.org/10.1016/j.ort.2023.10042)

62. American Thoracic Society. Sedation and pain management: weaning. [Internet]. 2022. Acceso el 7 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://www.thoracic.org/patients/patient-resources/managing-the-icu-experience/sedation-and-pain-management-weaning.php>
63. Arias-Rivera S, Jam Gatell R, Nuvials Casals X, Vázquez Calatayud M. Actualización de las recomendaciones del proyecto Neumonía Zero. Enfermería Intensiva. [Internet]. 2022. Acceso el 10 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1130239922000724>
64. Bartels K, Stasiowski MJ, Brindley PG, et al. Perioperative hemodynamic monitoring and management. Anesth Analg. [Internet]. 2025. Acceso el 14 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40412242/?utm>
65. Hernández G, Teboul JL. Destetando a los pacientes del respirador. AnestesiaR. [Internet]. 2013. Acceso el 18 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://anestesar.org/2013/destetando-a-los-pacientes-del-respirador/>
66. Estenssoro E, Dubin A. Ventilación mecánica en el paciente crítico. IntraMed. [Internet]. 2020. Acceso el 25 de Agosto de 2025. Disponible en: <https://www.intramed.net/content/66be4c9e8d63200246b16235>
67. O’Keeffe S, George PM, Wort SJ. Ventilator-induced lung injury. Nat Rev Dis Primers. [Internet]. 2023. Acceso el 1 de Septiembre de 2025. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10618589/>
68. Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury. N Engl J Med. [Internet]. 2013. Acceso el 4 de Septiembre de 2025. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6521332/>