

Neumonía asociada a la ventilación mecánica: cómo prevenirla y situación en México

Rodrigo Chaires Gutiérrez,* Adrián Palacios Chavarría,* Enrique Monares Zepeda,* Manuel Poblano Morales,* Janet Aguirre Sánchez,† Juvenal Franco Granillo‡

RESUMEN

Una de las complicaciones más frecuentes y temidas en los pacientes críticamente enfermos es la neumonía asociada a la ventilación mecánica. A pesar de ello, la aplicación de medidas preventivas no parece corresponder a esta frecuencia y temor, principalmente debido a la evidencia conflictiva respecto a la efectividad de dichas medidas. En nuestro país, la información respecto a esta patología es escasa. En este artículo analizamos la utilidad de distintas medidas preventivas en forma individual y como grupo de medidas, además de ofrecer un panorama de la situación actual de esta enfermedad en México. **Palabras clave:** Neumonía, ventilación mecánica, morbimortalidad, patogénesis.

SUMMARY

One of the most common and feared complications in critically ill patients is ventilator associated pneumonia. However, the application of preventive measures does not seem to correspond to this frequency and fear, mainly due to conflicting evidence regarding the effectiveness of such measures. In our country, the information on this disease is scarce. In this paper we analyze the usefulness of various preventive measures individually and as a group of measures, in addition to providing an overview of the current status of the disease in Mexico.

Key words: Pneumonia, ventilation, morbidity, pathogenesis.

INTRODUCCIÓN

La neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVM) condiciona mayor morbimortalidad en los pacientes críticos y es la infección nosocomial más frecuente en la Unidad de Terapia Intensiva (UTI).¹⁻³ Existe un interés creciente en lograr su reducción o desaparición, lo que ha creado la necesidad de contar con un grupo de medidas preventivas con-

juntas que sean igualmente aplicables y efectivas, pero rodeados de varios puntos controversiales.⁴

Los objetivos de este trabajo son analizar las principales medidas de prevención de la NAVM, con un enfoque basado en la patogénesis y la mejor evidencia actual de su utilidad, así como la controversia actual sobre el uso de medidas preventivas conjuntas (denominado en inglés como *bundles*); además, ofrecer un panorama de la situación actual de la NAVM en México.

PATOGÉNESIS DE LA NAVM

Se requiere la interacción de varios factores para que un paciente en ventilación mecánica (VM) desarrolle NAVM:

- 1) Del huésped: severidad de la enfermedad. Mecanismos celulares, humorales y mecánicos de defensa alterados. Flora bacteriana del estómago y senos paranasales. Exposición previa a antibióticos.

* Médico adscrito al Departamento de Medicina Crítica «Dr. Mario Shapiro».

† Subjefe del Departamento de Medicina Crítica «Dr. Mario Shapiro».

‡ Jefe del Departamento de Medicina Crítica «Dr. Mario Shapiro».

Departamento de Medicina Crítica «Dr. Mario Shapiro»,
Centro Médico ABC. México, Distrito Federal.

Fecha de recepción: 7 de enero 2013

Fecha de aceptación: 28 de febrero 2013

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/medicinacritica>

- 2) Externos: dispositivos, medio ambiente, personal de salud en contacto con el paciente.
- 3) Relacionados con el tratamiento: aspiración de patógenos orofaríngeos, fuga de bacterias alrededor del globo del tubo endotraqueal (TET).

Por lo tanto, para que se desarrolle la NAVM se requiere que la interacción entre estos factores se incline a favor de los microorganismos patógenos, permitiendo la colonización de las vías aéreas inferiores y, en condiciones de susceptibilidad, la invasión del parénquima pulmonar, estableciéndose entonces la infección.

La principal ruta por la cual los microorganismos llegan hasta las vías aéreas inferiores es a través de la aspiración orofaríngea o por fuga de secreciones alrededor del globo del TET; otras fuentes menos frecuentes incluyen la diseminación hematológica y la translocación del tracto gastrointestinal.⁵

En la *figura 1* se resumen los principales aspectos fisiopatológicos de la NAVM.

FACTORES DE RIESGO PARA NAVM

De acuerdo a los análisis multivariados realizados, los principales factores de riesgo se muestran en el *cuadro I*.⁵⁻¹⁴

MEDIDAS DE PREVENCIÓN

Durante su estancia en Unidad de Terapia Intensiva (UTI), los pacientes críticos generalmente son sometidos a procedimientos y maniobras

que alteran las barreras naturales de defensa del organismo; además, es habitual que previo al ingreso a UTI hayan estado expuestos a antibióticos, lo que influye en los resultados de los cultivos y en el desarrollo de microorganismos resistentes. En este contexto, los pacientes críticos son susceptibles al desarrollo de infecciones nosocomiales, de las que la NAVM es la más prevalente.¹⁵

Un grupo de medidas de prevención en el desarrollo de la NAVM han demostrado disminuir la incidencia de esta patología; en la *Guías Clínicas del Manejo de la NAVM de la ATS*⁶ se especifica el nivel de evidencia (hasta el momento de su publicación), pero debido a estudios más recientes, Maselli y colaboradores actualizaron el nivel de evidencia de las principales medidas preventivas y las subdividieron en medidas farmacológicas y no farmacológicas, como se muestra en el *cuadro II*.¹⁶

Medidas generales

La transmisión de patógenos juega un papel fundamental en todas las infecciones nosocomiales. Las medidas generales de prevención se enfocan en disminuir la transmisión cruzada entre los pacientes y el personal de salud. Las estrategias generales efectivas para la prevención de NAVM deben incluir: un programa para el control de las infecciones, educación del personal de salud, realizar descontaminación efectiva de las manos, uso de métodos de barrera y protocolos de vigilancia microbiológica para así dirigir un tratamiento empírico cuando este tipo de infecciones esté presente.¹⁷

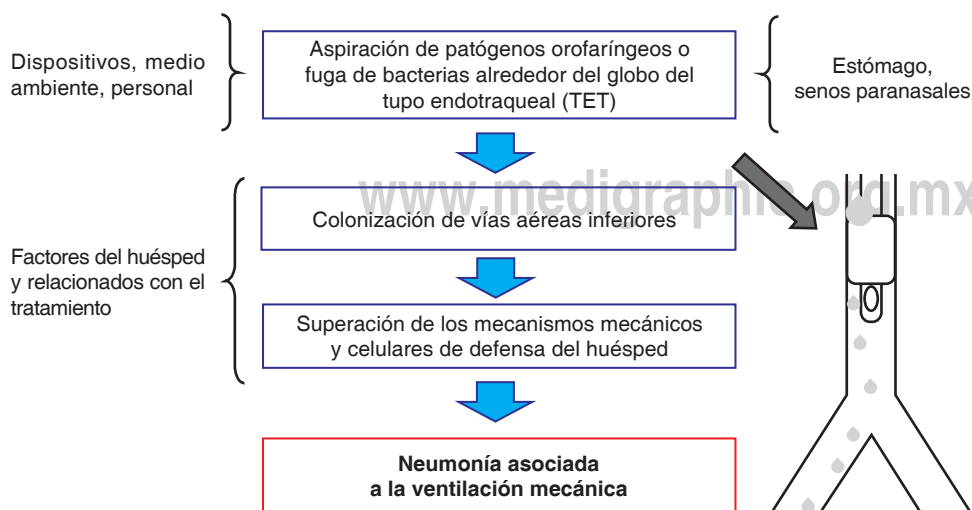


Figura 1.

Fisiopatología de la neumonía asociada a la ventilación mecánica.

Cuadro I. Principales factores de riesgo para neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVM).

Factores del huésped	Factores modificables
Albumina sérica < 2.2 g/dL	Bloqueadores de los receptores H ₂
Edad > 60 años	Bloqueadores neuromusculares, sedación continua
Enfermedad pulmonar crónica	Transfusión > de 4 unidades de hemoderivados
Coma o alteración del estado de alerta	Ventilación mecánica invasiva > 2 días
Falla orgánica múltiple	Uso de presión positiva al final de la espiración
Aspiración de contenido gástrico	Cambio frecuente de los circuitos del ventilador
Colonización gástrica y modificación del pH gástrico	Reintubación
Colonización de las vías aéreas superiores	Uso de sondas nasogástricas
Sinusitis	Nutrición enteral
	Traslados fuera de Terapia Intensiva
	Uso previo de antibióticos

Cuadro II. Principales medidas preventivas y su respectivo nivel de evidencia.

Farmacológicas	Grado de evidencia
Antibióticos sistémicos por 24 horas en traumatismo craneoencefálico cerrado	Nivel I
Descontaminación oral	Nivel I
Descontaminación selectiva del tracto gastrointestinal	Nivel I
Suspensión diaria de la sedación	Nivel I
Tubo endotraqueal recubierto de plata	Nivel I
No farmacológicas	Grado de evidencia
Precauciones estándar	Nivel I
Higiene de manos	Nivel I
Evitar intubación o reintubación	Nivel I
Posición semisentado (30-45°)	Nivel I
Extubación temprana	Nivel I
Aspiración de secreciones subglóticas	Nivel I
Mantener la presión del globo del tubo endotraqueal entre 20-30 cmH ₂ O	Nivel II
Evitar la manipulación de los circuitos del ventilador	Nivel II

Modificado de ¹⁶.

Extubación temprana

En todos los pacientes bajo ventilación mecánica (VM) deben de llevarse protocolos de retiro temprano de la ventilación, realizando estrategias para extubación temprana mientras la condición del paciente lo permita. Los protocolos de ventana neurológica y de extubación temprana se asocian a disminución en la duración de la VM y de la incidencia de NAVM.

Los pacientes bajo VM frecuentemente requieren de sedación. El uso de fármacos como propofol, ben-

zodiazepinas, opioides y dexmedetomidina, ampliamente utilizados en la UTI, pueden generar alteraciones en la motilidad intestinal, dificultad para el retiro de la ventilación y mayor riesgo de microaspiración. Se ha demostrado que la suspensión intermitente de la sedación previene el efecto acumulativo de dichos fármacos y acorta el tiempo de VM y estancia en UTI.¹⁸

Prevención de la aspiración

Colocar al paciente en posición semifowler o semisentado ha demostrado en estudios con radio-

marcadores que previene el reflujo gástrico y la aspiración en pacientes en VM.^{19,20} La posición semisentado (45°) disminuye el índice de aspiración de secreciones orogástricas y de NAVM comparado con la posición supina (0°).²¹

Cambio de circuitos del ventilador

Ya que la condensación de los líquidos en los circuitos tiene riesgo de contaminación, deben evitarse los cambios innecesarios y manipulación de los circuitos del ventilador. Cuando se contaminan estos líquidos, teóricamente podría incrementarse el riesgo de exposición de pacientes con agentes patógenos que podrían causar neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVM). La evidencia reciente ha demostrado que no deben realizarse cambios frecuentes de los circuitos, ya que aumenta el riesgo de NAVM.^{22,23}

Presión del globo del tubo endotraqueal y aspiración de secreciones subglóticas

La colonización orofaríngea por bacterias y microaspiración de las secreciones subglóticas son el mecanismo más importante para el desarrollo de NAVM. Con la colocación del tubo endotraqueal la acumulación de secreciones es inevitable, por lo que es importante mantener una adecuada presión del globo del tubo endotraqueal, la cual debe mantenerse entre 20 y 30 cmH₂O para disminuir el riesgo de microaspiraciones.²⁴ Además se han desarrollado dispositivos en el tubo endotraqueal para la aspiración continua o intermitente de las secreciones subglóticas, los cuales han mostrado disminuir la incidencia de NAVM especialmente en la de inicio temprano, mas no han demostrado impacto en la mortalidad, estancia en la UTI o en los días de VM.^{25,26}

Descontaminación oral y del tracto gastrointestinal

Las estrategias de la descontaminación oral y selectiva del tracto gastrointestinal han mostrado algunos resultados favorables para la prevención de la NAVM.²⁷ En un metaanálisis de 36 estudios controlados que incluyeron 6,922 pacientes, se demostró que la descontaminación selectiva del tracto digestivo se asocia con una reducción significativa en la incidencia de NAVM y en la mortalidad.²⁸

Tubos endotraqueales especiales

El uso de tubos endotraqueales recubiertos con plata puede prevenir la formación de la biocapa bacteriana y por lo tanto el riesgo de NAVM. En noviembre de 2007, la *Food and Drug Administration* (FDA) autorizó el uso de tubos endotraqueales recubiertos con plata, ya que en estudios recientes se ha demostrado que disminuye la incidencia de la NAVM, aunque el perfil de costo-efectividad de este dispositivo sigue bajo debate.^{29,30}

CONTROVERSIA RESPECTO A LA UTILIDAD DE LAS MEDIDAS CONJUNTAS BUNDLES

A nivel mundial hay un creciente interés y presión para lograr la disminución en la tasa de NAVM. En Estados Unidos, por ejemplo, es obligatorio el reporte de las infecciones asociadas a los cuidados de la salud y actualmente existe la propuesta de los servicios *Medicare* y *Medicaid* de adicionar a la NAVM en su listado de complicaciones no reembolsables.⁴

Como respuesta a la necesidad de disminuir la tasa de NAVM y cumplir con los requerimientos de seguridad para el paciente, muchos hospitales han adoptado varias medidas conjuntas (conocidos en inglés como *bundles*) buscando la reducción progresiva en la tasa de NAVM. Sin embargo, el peso de la evidencia actual es limitado, principalmente por la diversidad de criterios diagnósticos y grupos de medidas utilizadas en los diferentes estudios realizados hasta la fecha³¹ (*Cuadro III*).

Dentro de los estudios de medidas conjuntas más relevantes publicados hasta la fecha, el conocido como *Michigan Keystone ICU VAP Prevention Project* trató de demostrar que el siguiente grupo de medidas disminuía la tasa de NAVM: 1) posición semifowler; 2) profilaxis de úlceras de estrés; 3) tromboprofilaxis; 4) suspensión periódica de la sedación, y 5) determinación diaria de la posibilidad de extubación. Se comparó la tasa de NAVM previo a la aplicación estricta de esas medidas contra la tasa posterior a la intervención y se reportó una reducción de 71%. Ese resultado; sin embargo, debe tomarse con reserva ya que los mismos autores reportan importantes limitantes de su estudio: ausencia de grupo control; falta de uniformidad en la definición de NAVM; incapacidad de registrar la importancia relativa de cada medida; se incluyeron dos medidas (profilaxis de úlceras de estrés y tromboprofilaxis) diseñadas para reducir las complica-

Cuadro III. Variabilidad de los componentes de las medidas conjuntas y su impacto en la tasa de neumonía asociada a la ventilación mecánica de acuerdo con estudios seleccionados.

Estudio	Higiene de manos	Semifowler	Aseo oral	Sonda orogástrica	Aspiración subglótica	Interrupción diaria sedación	Determinar diario extubación	Tasa antes	Tasa después	p
Zack								12.6	5.7	< .001
Resar								6.6	2.7	< .001
Berriel-Cass								8.2	3.3	.02
Burger								6.0	0.7	NR
Cocanour								22.3	10.7	< .05
Apisamthanarak								20.6	8.5	.001
Youngquist								6.1	0	NR
Blamoun								14.1	0	.006
Bloos								37.6	45.9	NR
Hawe								19.2	7.5	NR
Hutchins								12.6	1.3	NR
Marra								16.4	10.4	.05
Zaydfudim								15.2	9.3	.01
Bird								10.2	3.4	.004
Bouadma								22.6	13.1	< .001

Modificado de ⁴.

ciones asociadas a la VM invasiva, no la NAVM por sí mismas; no se reportó si los pacientes recibieron otras medidas; y hubo poco control sobre las UTIs que participaron en el estudio.³²

El Instituto para el Mejoramiento del Cuidado de la Salud desarrolló en el 2005 la «Campaña de las 100,000 vidas», cuyo objetivo principal es disminuir significativamente la morbilidad en los servicios de salud de Estados Unidos de Norteamérica mediante una serie de pasos diseñados para disminuir el riesgo de lesión a los pacientes hospitalizados, incluyendo la prevención de la NAVM.³³

En mayo de 2010 se actualizó el grupo de medidas para prevención de la NAVM, que incluye las siguientes: 1) posición semifowler; 2) suspensión diaria de la sedación; 3) profilaxis de úlceras de estrés; 4) tromboprolifaxis, y 5) descontaminación oral con clorhexidina. Al igual que el proyecto de *Michigan*, este grupo de medidas y los estudios que apoyan su efectividad para reducir la tasa de NAVM, presentan varias inconsistencias: variabilidad en las estrategias diagnósticas; falta de reporte del apego a los elementos de las medidas establecidas; falta de definición del personal asignado para diagnosticar la NAVM antes y después de la implementación de las medidas; y la inclusión de medidas no diseñadas para reducir la incidencia de NAVM y que incluso puede incrementar el riesgo de ésta, como es la pro-

filaxis de úlceras de estrés (especialmente con antagonistas H₂).³⁴

En París, Francia, se llevó a cabo otro estudio para tratar de demostrar la efectividad de un grupo de medidas para reducir la incidencia de NAVM, y en esta ocasión se incluyeron ocho medidas: 1) lavado de manos basado en alcohol; 2) uso de bata y guantes; 3) posición semifowler; 4) presión del globo del TET > 20 cmH₂O; 5) preferir la colocación de sondas orogástricas sobre las nasogástricas; 6) evitar la sobredistensión gástrica; 7) aseos orales con clorhexidina, y 8) evitar la succión traqueal innecesaria. Esta última medida fue incluida, ya que en la UTI donde fue llevado a cabo el estudio, no se cuenta con sistemas cerrados de aspiración.³⁵

En los resultados del estudio se reportó una reducción estadísticamente significativa (razón de riesgo: 0.58, IC 95% 0.46-0.72, p < .001) en la incidencia de NAVM posterior a la aplicación del grupo de medidas, con un seguimiento de 30 meses. La tasa de NAVM previo a la intervención era de 26.1 (IC 95% 22.7-30.0) y posterior a la aplicación de las medidas disminuyó a 14.9 (IC 95% 12.4-17.8), pero no se logró disminuir la duración de la VM ni la mortalidad en UTI o en hospital.

Como en los estudios mencionados anteriormente, nuevamente existen varias limitantes: falta de otras medidas que han demostrado reducir la

incidencia de NAVM (interrupción diaria de la sedación, por ejemplo); el pobre apego a las principales medidas de prevención (lavado de manos: 67% de apego; posición semifowler: 58% de apego;³⁶ y el desarrollo de otros estudios en la misma UTI, posiblemente con los mismos pacientes.⁴

En vista de la controversia existente, en Europa se formó el grupo de trabajo conocido como *The VAP Care Bundle Contributors*³⁷ que se dedicaron a analizar la mejor evidencia hasta el momento y construyeron un grupo de medidas en orden decreciente de acuerdo al análisis de decisión multicriterio, herramienta que permite la toma de decisiones en situaciones que incluyen variables numerosas y contradictorias y que permite otorgar un peso específico a cada medida de acuerdo a una ecuación matemática basada en el nivel de evidencia que soporta cada variable analizada. Los autores proponen un *bundle* basado en las cinco medidas que obtuvieron mayor puntaje de acuerdo al análisis realizado (*Cuadro IV*).

SITUACIÓN DE LA NAVM EN MÉXICO

Realizando una búsqueda sistematizada, sólo se encuentran dos artículos que reportan la tasa específicamente de neumonía asociada a la ventilación mecánica (NAVM) en México. El primero de ellos se realizó en la UTI del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional «La Raza» del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) e incluyó 643 pacientes, con un diseño retrospectivo. Se utilizaron los criterios de CDC y se reportó una incidencia de 11% (IC 95%: 5.22-16.76%), mas no se reporta la tasa.³⁸

El segundo estudio se realizó en la UTI del Hospital Ángeles «Centro Médico del Potosí» e incluyó 66 pacientes, igualmente se diseñó retrospectivo y con los criterios de CDC. En dicho estudio se repor-

tó una incidencia de 33%, con tasa de 47 casos de NAVM por 1,000 días-ventilador.³⁹

Recientemente publicamos en esta misma revista los resultados de un estudio⁴⁰ realizado en el Centro Médico ABC de la Ciudad de México, respecto al impacto en la tasa de NAVM con la aplicación de las siguientes medidas de prevención: evitar cambios del circuito del ventilador; higiene de manos; aseo oral con clorhexidina; suspensión diaria de la sedación; educación del personal; presión adecuada del globo del tubo endotraqueal; aspiración de secreciones subglóticas; sucralfato para profilaxis de úlcera gástrica, y posición semifowler.

La tasa del año 2010 fue de 15.8 casos/1,000 días-ventilador, en el 2011 de 18.8 casos/1,000 días-ventilador y descendió a 3.27 casos/1,000 días-ventilador hasta mayo de 2012, posterior a la aplicación de las medidas de prevención. Esta disminución progresiva en la tasa de NAVM demostró la efectividad de las medidas de prevención utilizadas, aunque compartimos varias de las limitantes de los estudios analizados previamente sobre la utilización de las medidas conjuntas.

Conocer la tasa de NAVM no tendría sentido sin compararla con la reportada en otras UTI a nivel mundial. Para este respecto, contamos con el reporte anual (*National Healthcare Safety Network Report*) que la CDC publica.⁴¹ Ahí se especifica la tasa de NAVM de acuerdo al tipo de UTI de que se trate. Por ejemplo, una UTI de pacientes quemados presenta una tasa media de 5.8 casos de NAVM por 1,000 días-ventilador, mientras una UTI de cirugía cardiotorácica pediátrica presenta una tasa media de 0.7 casos de NAVM por 1,000 días-ventilador. De acuerdo a sus características, la mayoría de las UTI de nuestro país son comparables a la categoría de UTI «médico-quirúrgica, de enseñanza mayor», que incluye hospitales con médicos residentes y médicos internos y cuya tasa media se reporta en 1.8 casos de NAVM por 1,000 días-ventilador, con el percentil 90% de 4.2 casos de NAVM por 1,000 días-ventilador (*Cuadro V*).

Cuadro IV. Grupo de medidas recomendadas por «The VAP Care Bundle Contributors».

Medidas
No cambiar los circuitos del ventilador a menos que sea necesario
Lavado de manos estricto con alcohol
Educación y entrenamiento apropiados al personal
Suspensión diaria y protocolo de retiro de la sedación
Aseo oral con clorhexidina

Modificado de ³⁷.

PROPUESTA

Con base en el análisis expuesto previamente y basados en la experiencia de nuestro hospital, proponemos las siguientes medidas preventivas integradas en un grupo o *bundles* que para facilitar su recuerdo se agruparon en la mnemotecnica *Choose Pass* (*Cuadro VI*).

Cuadro V. Tasa de neumonía asociada a la ventilación mecánica de acuerdo con el tipo de Unidad de Terapia Intensiva. Centro de Control de Enfermedades.

Tipo de UTI	Tasa de neumonía asociada a la ventilación mecánica				Percentil		
	Número de UTIs	Casos de NAVM	Días-ventilador	Tasa media	10 %	50 %	90 %
Quemados	24	89	15,379	5.8	0.0	3.3	13.3
Médica-no enseñanza	116	132	132,014	1.0	0.0	0.0	3.4
Médico-quirúrgica-enseñanza mayor	101	307	167,857	1.8	0.0	1.1	4.2
Neurológica	15	71	14,837	4.8	ND	ND	ND
Cirugía cardiotorácica pediátrica	13	20	26,784	0.7	ND	ND	ND

NAVM: Neumonía asociada a la ventilación mecánica. ND: No disponible. Modificado de ⁴¹.

Cuadro VI. Propuesta de grupo de medidas de prevención.

Mnemotecnia	Medida de prevención
C Circuitos	No manipular los circuitos del ventilador a menos que sea necesario
H Higiene	Higiene de manos estricta con alcohol
O Oral	Aseos orales con clorhexidina cada 4 horas
S Sedación	Suspensión diaria la sedación
E Educación	Educación apropiada del personal
P Presión	Mantener la presión del globo del tubo endotraqueal entre 20-30 cmH ₂ O
A Aspiración	Aspiración de secreciones subglóticas
S Sucralfato	Preferir uso de sucralfato para profilaxis de úlcera gástrica
S Semifowler	Mantener la cabecera entre 30-45°

CONCLUSIONES

Cada medida tiene distinto valor individual en la prevención de NAVM, por lo que en conjunto deberían ser igual o mayormente más efectivas; sin embargo, la heterogeneidad de los estudios que han analizado la utilidad de los *bundles* impide llegar a conclusiones sólidas sin que esto signifique que las medidas de prevención sean inefectivas, ya que la mayoría de los estudios reportan disminución de la tasa de NAVM con todas las combinaciones de medidas de prevención.

Conocer la fisiopatología de esta enfermedad y entender la relevancia de que un paciente en ventilación mecánica (VM) se complique con una infección nosocomial como la NAVM, vuelve imperativa

la necesidad de establecer medidas de prevención en nuestra práctica diaria. Así, cometeríamos un grave error si cada vez que valoramos a un paciente en VM no analizamos qué estamos haciendo para favorecer o prevenir que adquiera NAVM.

Con la evidencia analizada, creemos que nuestra propuesta de grupo de medidas preventivas tiene el potencial de impactar en la tasa de NAVM de cualquier UTI, lo cual deberá corroborarse con nuevos estudios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Klompas M, Platt R. Ventilator-associated pneumonia: the wrong quality measure for benchmarking. *Ann Intern Med.* 2007;147:803-805.
2. Lisboa T, Diaz E, Sa-Borges M, et al. The ventilator-associated pneumonia PIRO score: a tool for predicting ICU mortality and health-care resources use in ventilator-associated pneumonia. *Chest.* 2008;134:1208-16.
3. Timsit JF, Zahar JR, Chevret S. Attributable mortality of ventilator-associated pneumonia. *Curr Opin Crit Care.* 2011;17:464-471.
4. Klompas M. Ventilator-associated pneumonia: Is zero possible? *Clin Infect Dis.* 2010;51:1123-1126.
5. Niederman MS, Craven DE, Bonten MJ, et al. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;171(4):388-416.
6. Garibaldi RA, Britt MR, Coleman ML, et al. Risk factors for postoperative pneumonia. *Am J Med.* 1981;70:677-680.
7. Cook DJ, Walter SD, Cook RJ, et al. Incidence of and risk factors for ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. *Ann Intern Med.* 1998;129:433-440.
8. Leal-Noval SR, Márquez-Vacaro JA, García-Curiel A, et al. Nosocomial pneumonia in patients undergoing heart surgery. *Crit Care Med.* 2000;28:935-940.
9. Drakulovic MB, Torres A, Bauer TT, et al. Supine body position as a risk factor for nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a randomized trial. *Lancet.* 1999;354:1851-1858.

10. Tejada A, Bello S, Chacon E, et al. Risk factors for nosocomial pneumonia in critically ill trauma patients. *Crit Care Med.* 2001;29:304-309.
11. Han J, Liu Y. Effect of ventilator circuit changes on ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Respiratory Care.* 2010;55:245-252.
12. Holzapfel L, Chevret S, Madinier G, et al. Influence of long-term oro- or nasotracheal intubation on nosocomial maxillary sinusitis and pneumonia: results of a prospective, randomized, clinical trial. *Crit Care Med.* 1993;21:1132-1138.
13. Rouby JJ, Laurent P, Gosnach M, et al. Risk factors and clinical relevance of nosocomial maxillary sinusitis in the critically ill. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994;150:776-783.
14. Kollef MH, Von Harz B, Prentice D, et al. Patient transport from intensive care increases the risk of developing ventilator-associated pneumonia. *Chest.* 1997;112:765-773.
15. Chastre J, Fagon JY. Ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;165:867-903.
16. Maselli J, Restrepo M. Strategies in the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Thorax.* 2011;5(2):131-141.
17. Wood G, MacLeod B, Moffatt S. Weaning from mechanical ventilation: physician-directed vs a respiratory-therapist-directed protocol. *Respir Care.* 2007;40:219-224.
18. Nseir S, Makris D, Mathieu D, et al. Intensive Care Unit-acquired infection as a side effect of sedation. *Crit Care.* 2010;14:30-46.
19. Orozco-Levi M, Torres A, Ferrer M, et al. Semirecumbent position protects from pulmonary aspiration but not completely from gastroesophageal reflux in mechanically ventilated patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995;152:1387-1390.
20. Ibáñez J, Peñafiel A, Raurich, et al. Gastroesophageal reflux in intubated patients receiving enteral nutrition: effect of supine and semirecumbent positions. *J Parenter Enteral Nutr.* 1992;16:419-422.
21. Drakulovic MB, Torres A, Bauer, et al. Supine body position as a risk factor for nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patients: a randomized trial. *Lancet.* 1999;354:1851-1858.
22. Cook DJ, Kollef MH. Risk factors for ICU-acquired pneumonia. *JAMA.* 1998;279:1605-1066.
23. Han J, Liu Y. Effect of ventilator circuit changes on ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Respir Care.* 2010;55:467-474.
24. Valencia M, Ferrer M, Farre R, et al. Automatic control of tracheal tube cuff pressure in ventilated patients in semirecumbent position: a randomized trial. *Crit Care Med.* 2007;35:1543-1549.
25. Bouza E, Perez MJ, Muñoz P, et al. Continuous aspiration of subglottic secretions in the prevention of ventilator-associated pneumonia in the postoperative period of major heart surgery. *Chest.* 2008;134:938-946.
26. Dezfulian C, Shojania K, Collard HR, et al. Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis. *Am J Med.* 2005;118:11-18.
27. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P, et al. A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 1997;25:567-574.
28. Liberati A, D'Amico R, Pifferi S, et al. Antibiotic prophylaxis to reduce respiratory tract infections and mortality in adults receiving intensive care. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;7:CD000022.
29. Afessa B, Shorr AF, Anzueto A, et al. Association between a silver-coated endotracheal tube and reduced mortality in patients with ventilator-associated pneumonia. *Chest.* 2010;137:1015-1021.
30. Rello J, Kollef M, Diaz E, et al. Reduced burden of bacterial airway colonization with a novel silver-coated endotracheal tube in a randomized multiple-center feasibility study. *Crit Care Med.* 2006;34:2766-2772.
31. Zilberberg MD, Shorr AF, Kollef MH. Implementing quality improvements in the intensive care unit: ventilator bundle as an example. *Crit Care Med.* 2009;37:305-309.
32. Berenholtz SM, Pham JC, Thompson DA, et al. Collaborative cohort study of an intervention to reduce ventilator-associated pneumonia in the intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2011;32(4):305-314.
33. *The Institute for Healthcare Improvement. 100K Lives Campaign.* Disponible en: <http://www.ihl.org/IHI/Programs/Campaign/>
34. Halpern NA, Hale KE, Sepkowitz KA, et al. A world without ventilator-associated pneumonia: time to abandon surveillance and deconstruct the bundle. *Crit Care Med.* 2012;40(1):267-270.
35. Bouadma L, Deslandes E, Lolom I, et al. Long-term impact of a multifaceted prevention program on ventilator-associated pneumonia in a medical intensive care unit. *Clin Infect Dis.* 2010;51(10):1115-1122.
36. Bouadma L, Mourvillier B, Deiler V, et al. A multifaceted program to prevent ventilator-associated pneumonia: impact on compliance with preventive measures. *Crit Care Med.* 2010;38(3):789-796.
37. Rello J, Lode H, Cornaglia G, et al. A European care bundle for prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Med.* 2010;36(5):773-780.
38. Molinar F, Vázquez MI, Baltazar JA, et al. Incidencia de neumonía asociada a la ventilación mecánica en pacientes críticos. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int.* 2001;15(1):18-21.
39. Martínez M, Lazo S, Eraña JA. Neumonía asociada a ventilación mecánica: incidencia, etiología y factores de riesgo en una Unidad de Cuidados Intensivos General. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int.* 2005;19(5-6):163-168.
40. Chaires R, Palacios A, Monares E, et al. Impacto de la aplicación de medidas de prevención basadas en la evidencia sobre la tasa de neumonía asociada a la ventilación mecánica. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int.* 2012;26:226-229.
41. Dudeck MA, Horan TC, Peterson KD, et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) Report. Data summary for 2010. Device-associated module. *Am J Infect Control.* 2011;39:798-816.

Correspondencia:
 Dr. Rodrigo Chaires Gutiérrez
 Sur 136 Núm. 116,
 Col. Las Américas, Del. Álvaro Obregón,
 01120, México, D. F. Teléfono: 5230-8000