



Utilización de filtros bacterianos/virales durante la ventilación mecánica invasiva

SEBASTIÁN FREDES, EMILIANO GOGNIAT, GUSTAVO PLOTNIKOW,
ROGER RODRIGUES-LA MOGLIE

Capítulo de Kinesiología en el Paciente Crítico, Sociedad Argentina de Terapia Intensiva

Correspondencia:

Lic. Gustavo Plotnikow
gplotnikow@gmail.com

Conflictos de intereses: Ninguno de los autores presenta conflictos de intereses.

Palabras clave

- Filtros bacterianos/virales
- Filtración
- Ventilación mecánica
- Interfases

Key words

- Bacterial/viral filters
- Filtration
- Mechanical ventilation
- Interfaces

Resumen

Los gases medicinales que van hacia el paciente con ventilación mecánica y los que salen de él hacia el ambiente, siempre deberían ser filtrados. Esta remoción de partículas por la filtración se puede lograr mediante diferentes mecanismos de acción, tanto con filtros mecánicos como electrostáticos.

La utilización de filtros bacterianos/virales debería aplicarse a todos los pacientes que requieren ventilación mecánica a través de una vía aérea artificial en las Unidades de Terapia Intensiva.

Abstract

Medical gases that go towards the patient in mechanical ventilation, and those which exit to the environment should always be filtered. The particle removal by filtration can be achieved by different mechanisms of action, either with mechanical or electrostatic filters.

The use of bacterial/viral filters should apply to all patients who required artificial airway and mechanical ventilation in intensive care units.

Introducción

Los gases medicinales que van hacia el paciente con vía aérea artificial y requerimiento de ventilación mecánica, y los que salen de él hacia el ambiente siempre deberían ser filtrados. La remoción de partículas se puede lograr mediante diferentes mecanismos de acción, tanto con filtros mecánicos, como electrostáticos. El objetivo de esta revisión es describir las principales características técnicas de los filtros bacterianos/virales utilizados en la Unidad de Terapia Intensiva, así como sus indicaciones y contraindicaciones de uso, y sus limitaciones.

Materiales y métodos

El Capítulo de Kinesiología de la Sociedad Argentina de Terapia Intensiva desarrolló una búsqueda bibliográfica para confeccionar esta revisión sobre el tema. La búsqueda se realizó en las bases de datos LILACS, MEDLINE, Biblioteca Cochrane y SciELO, con las siguientes palabras clave: *viral-bacterial filters, filtration, mechanical ventilation, interfaces*. De la búsqueda se seleccionaron los artículos más relevantes, según el criterio de los autores.

Desarrollo

El término Filtración se define como el acto o proceso de filtrar, o más específicamente, como el proceso de hacer pasar líquidos o gases a través de un filtro con el propósito de remover partículas sólidas.¹ Los filtros se emplean para prevenir la llegada de partículas indeseables al paciente a través de los gases inspirados y, potencialmente, remover partículas desde los gases exhalados. El gas exhalado de los pacientes críticos infectados puede contener patógenos virales o bacterianos que pueden ser transmitidos a otros pacientes, al personal de la salud o a los visitantes.

Se han aislado múltiples bacterias de las ramas inspiratoria y espiratoria de los circuitos del respirador, como así también en los humidificadores. Algunas de las especies aisladas en los circuitos del respirador son *Pseudomonas maltophilia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter agglomerans*, *Citrobacter diversus*, *Candida albicans*, *Flavobacterium meningosepticum*, diferentes especies de *Proteus* y *Streptococcus*. El tracto respiratorio es la ruta de entrada más común dentro del cuerpo humano. La localización del depósito de estas partículas dentro del pulmón depende de los principios físicos de Sedimentación, Impactación y Difusión. Todas las partículas que miden menos de 10 micrómetros (μm) de diámetro ($1 \mu\text{m} = 0,001$ milímetros) tienen el potencial de ser biológicamente activas en individuos susceptibles,

desde el punto de vista toxicológico. La mayoría de las partículas con menos de $8 \mu\text{m}$ de diámetro podrían impactar por encima del nivel de la laringe, sin alcanzar el nivel pulmonar. Partículas en un rango de 1 a $8 \mu\text{m}$ de diámetro podrían depositarse en las vías aéreas mayores y pequeñas, como así también en el alvéolo. El rango de tamaño de partícula que alcanza mayor depósito alveolar se encuentra entre 1 y $2 \mu\text{m}$ de diámetro.

Los circuitos de ventilación mecánica utilizados en la Unidad de Terapia Intensiva son abiertos, liberan el aire exhalado a la atmósfera de la Unidad de Terapia Intensiva. Esto crea una vía potencial de infecciones intrahospitalarias entre los pacientes. Los cuidadores y los visitantes corren riesgo al exponerse a partículas en el aire espirado. Además de partículas virales y bacterianas activas, los gases espirados por los pacientes críticos en ventilación mecánica pueden contener productos de degradación celular de microorganismos específicos gramnegativos u otros gérmenes que han sido identificados como disparadores de alteraciones de reactividad de la vía aérea en personas sanas.

Un filtro comúnmente está compuesto de una estructura externa rígida que, en su interior, posee una lámina formada por fibras. Las partículas son capturadas por el material que compone el filtro cuando el gas fluye a través del camino tortuoso creado por los espacios huecos interconectados dentro de la estructura del filtro. Es decir, a medida que el gas se mueve a través del filtro, las partículas se van depositando sobre el material.

Mecanismos de filtración

La remoción de las partículas por filtración se puede lograr mediante seis mecanismos de acción.²

Intercepción: Las partículas suspendidas en el gas tienden a seguir la línea de flujo del propio gas. Si la partícula suspendida está dentro del radio de la fibra del filtro, la partícula es "interceptada" y se adhiere a la fibra. Este mecanismo ocurre con las partículas de rango medio de tamaño, es decir, de $0,1$ a 1 mm o mayores, que son suficientemente grandes como para poseer una inercia significativa, pero demasiado pequeñas como para difundirse dentro de la corriente del gas.

Impactación inercial: Las partículas que poseen una masa significativa y viajan en una corriente de gas no siempre son capaces de seguir la corriente del gas alrededor de una fibra, como consecuencia de su inercia. Estas partículas tienen dificultad para responder a los cambios en la corriente del gas, por lo que continuarán en su dirección original y golpearán físicamente la fibra del filtro, aunque el cambio de dirección de la corriente del gas sea superior al radio

de la partícula. Este proceso, en general, afecta a las partículas de entre 0,3 a 1 mm.

Sedimentación gravitacional: Las partículas que poseen masa están sujetas a los efectos de la gravedad con los pequeños movimientos de la corriente del gas. Estas partículas se depositarán debido a las fuerzas gravitacionales y pueden caer sobre la fibra del filtro y adherirse a esta. Este principio afecta a las partículas más grandes, generalmente superiores a 10 mm.

Difusión: La actividad cinética de las partículas juega un papel importante en la filtración. Todas las partículas están continuamente moviéndose al azar, colisionando una con la otra, y con su entorno. Este movimiento aleatorio “zigzagueante” se define como movimiento browniano. En la filtración del gas, el movimiento browniano de las partículas junto con el de las moléculas del gas altera la trayectoria de las partículas alrededor de las fibras del filtro. Este mecanismo afecta más profundamente a partículas de menor tamaño, sobre todo las que miden menos de 0,1 mm. Cuanto más pequeña es la partícula y más lenta es la corriente del gas, mejor oportunidad tiene la partícula de impactar y adherirse a una fibra del filtro.

Atracción electrostática: El material del filtro puede ser cargado electrostáticamente durante el proceso de fabricación para aumentar la captura de partículas. Hay tres mecanismos posibles de captura electrostática: a) partículas cargadas en la línea de flujo pueden ser atraídas hacia las fibras del filtro con una carga opuesta; b) partículas neutras en la línea de flujo pueden ser atraídas hacia la fibra del filtro cargado por el campo eléctrico creando un dipolo en la partícula (cargas positivas y negativas en lados contrarios de la partícula) o c) partículas cargadas pueden ser atraídas hacia fibras neutras por fuerzas inductivas sobre las fibras.

Tamizado: El tamizado se produce cuando las partículas son físicamente incapaces de pasar a través de las aberturas en la estructura de filtro y son atrapadas debido a su mayor tamaño.

Tipos de filtros

Hay dos tipos de filtros para bacterias/virus disponibles para la filtración de gases respirados. Los filtros mecánicos detienen físicamente las partículas, debido a los pequeños poros, producto del diseño del filtro; los filtros electrostáticos se cargan electrostáticamente, por lo que atraen y capturan partículas cargadas.³

Filtros mecánicos: Consisten en una lámina de fibra de vidrio densamente empaquetada, unida con resina (Figura 1).⁴ Esta hoja proporciona una alta resistencia al flujo por unidad de área, debido a la alta densidad de las fibras. Para disminuir la resistencia al flujo a un nivel aceptable, se utiliza una lámina de fibra de vidrio con una gran área de superficie. Para este propósito, la lámina es plegada sobre sí misma y colocada en un continente más pequeño, reduciendo también el espacio muerto.

La lámina de fibra de vidrio es hidrófoba, en un esfuerzo por reducir al mínimo la absorción de agua bajo condiciones de operación normal (Figura 2).²

Filtros electrostáticos: A diferencia de los filtros de fibra de vidrio, estos filtros utilizan una capa plana de material de fibra como una barrera (Figuras 3 y 4).⁴ La densidad de la fibra de los filtros electrostáticos es menor que la de los filtros de fibra de vidrio; por lo tanto, proporcionan una menor resistencia al flujo por unidad de área. El rendimiento de filtración de los filtros electrostáticos es optimizado aplicando un material cargado eléctricamente. Este material atrae y se une a cualquier partícula que pasa a través de él. El material del filtro no necesita ser plegado para aumentar el área de superficie, debido a su menor resistencia al flujo de gas y a la atracción electrostática de partículas. Por este motivo, estos filtros ofrecen un menor espacio muerto.²

Hay dos tipos de filtros electrostáticos:

- Filtros tribocargados:** son filtros que se construyen con dos tipos diferentes de materiales, las fibras modacrílicas y las fibras de polipropileno. Duran-



Figura 1. Filtro mecánico.



Figura 2. Lámina plegada interna del filtro mecánico.



Figura 3. Filtro electrostático.



Figura 4. Capa plana de material de fibra.

te el proceso de fabricación, estas fibras se frotran entre sí, creando fibras cargadas en forma positiva y otras en forma negativa; con las fibras tribocargadas se construye luego un fieltro no tejido, lo que proporciona el material del filtro.

- b. *Filtros fibrilados*: se construyen de una lámina de polipropileno. Se aplica una carga electrostática a la hoja en forma de corona, implementando la aplicación de un electrodo de punto que emite iones a un lado de la hoja; una carga opuesta se aplica luego al lado opuesto de la hoja. Una vez cargada electrostáticamente, la hoja de material, a menudo, se denomina “electreto”. A continuación, el material se separa en fibras mediante un pro-

ceso llamado fibrilación y, luego, se construye la lámina del filtro.

Eficiencia, especificaciones técnicas y relevancia clínica

Eficiencia: Se emplean diferentes métodos para evaluar la eficiencia de filtrado. Idealmente, la medición debería llevarse a cabo en un ambiente que simule el ámbito clínico. Un método común implementado dentro de la evaluación de la eficiencia de filtrado es exponer al filtro a una nebulización con una suspensión de virus/bacterias y, luego, medir el número de microorganismos que pasan a través de él. También,

se ha utilizado una suspensión nebulizada de cloruro de sodio para medir la eficiencia del filtro.⁵

La eficiencia del filtro, a menudo, se expresa como porcentaje de eficiencia. Específicamente, esta expresión define la relación entre la cantidad de partículas antes de pasar a través del filtro y el número de partículas luego de haberlo atravesado. Es importante destacar que las especificaciones de eficiencia son inútiles si no se indica el tamaño de la partícula y el flujo de gas utilizados durante la prueba.^{2,5,6}

Otro método para establecer la eficiencia del filtro es el test High Efficiency Particulate Air (HEPA), considerado la prueba de eficiencia más rigurosa. Los filtros HEPA son clasificados en verdaderos filtros HEPA y filtros tipo HEPA, con un subgrupo de filtros HEPA, llamados filtros de Ultrabaja Penetración (ULPA). Los filtros ULPA ofrecen una filtración incrementada, pero el nivel de resistencia es demasiado alto para emplearlos con dispositivos médicos. Los filtros HEPA se fabrican con fibra de vidrio, la cual es plisada para aumentar su superficie de contacto y reducir al mínimo su espacio muerto.⁵ La filtración de partículas es alcanzada por impactación inercial para partículas que miden más de 0,3 µm y las partículas más pequeñas son filtradas por movimiento browniano. Las partículas de 0,3 µm son las más difíciles de capturar por filtración, pues son las menos afectadas por la impactación inercial, la intercepción y el movimiento browniano.

Hay dos mecanismos aceptados para la certificación HEPA: el método British BS3928 Sodium Flame y el método USA Hot DOP (di-ocetyl-phthalate). El método británico utiliza cloruro de sodio para evaluar la eficiencia del filtro; el tamaño de la partícula para este test es más pequeño que el utilizado para el test USA, con una mediana de diámetro de 0,07 µm. El test USA emplea un tamaño de partícula con un diámetro medio de 0,3 µm.⁵ Los filtros HEPA son clasificados de acuerdo con el porcentaje de partículas de un tamaño específico que no logran ser filtradas (Tabla).

Como ya se mencionó, 0,3 µm es el tamaño de partícula más difícil de capturar mediante filtración. Un filtro debería capturar partículas que midan menos

de 0,3 µm para ser clasificado como filtro HEPA. Sin embargo, es importante tener en cuenta que HEPA es una escala que tiene diferentes porcentajes de filtración. Por ejemplo, un HEPA H10 podría capturar el 85% de todas las partículas y un H14 podría capturar el 99,995% de todas las partículas. La Tabla muestra la disponibilidad de filtros HEPA.

Rango de volumen corriente: Es el rango sobre el cual cada fabricante declara que el producto puede ser utilizado en forma segura. El empleo del filtro en pacientes con volúmenes corriente fuera de este rango podría reducir su eficiencia, particularmente con alteración en la resistencia al flujo aéreo y la cantidad de reinhalación.

Caída de presión: Una alta diferencia de presión a ambos lados del filtro debido a la resistencia de este al flujo de aire aumenta considerablemente el trabajo respiratorio y podría alterar el disparo del respirador en pacientes con ventilación mecánica. No está especificado un límite máximo de caída de presión. Esta diferencia de presión especificada y declarada por los fabricantes es aquella medida en dirección inspiratoria a través del filtro durante un test hecho con el filtro sin haber sido usado (nuevo) y luego de 3 horas de uso simulado (no utilizado con paciente). La diferencia de presión a través del filtro es medida a un flujo de 15 l/min para filtros pediátricos o 30 l/min para filtros de adultos y se expresa en pascales (100 Pa = 1,02 cmH₂O). Para algunos filtros, la diferencia de presión está marcadamente elevada durante su uso, debido sobre todo, al aumento de la resistencia secundaria a la condensación alojada dentro del dispositivo.

Peso: Un filtro demasiado pesado podría generar tracción sobre el circuito ventilatorio o la vía aérea artificial. El peso del dispositivo declarado por cada fabricante es obtenido con el filtro en condiciones secas y sin uso. Cualquier condensación dentro del filtro generada durante su utilización podría aumentar el peso del dispositivo.

Dimensiones: Con el filtro orientado de manera que sus conectores (hacia el paciente y hacia el ventilador) estén en una línea horizontal imaginaria, el largo del filtro es la distancia entre los extremos dista-

TABLA
Disponibilidad de filtros HEPA

Tipo	Clase	Eficiencia	Penetración
HEPA	H 10	85%	15%
HEPA	H 11	95%	5%
HEPA	H 12	99,5%	0,5%
HEPA	H 13	99,95%	0,05%
HEPA	H 14	99,995%	0,005%

les de los conectores, el ancho es la máxima distancia a través de la carcasa en forma horizontal y la altura es la máxima distancia a través de la estructura verticalmente. El diámetro debe considerarse para aquellos filtros que son circulares. La presencia de puertos para muestra de gases aumenta las dimensiones del filtro.

Volumen interno: El volumen interno del filtro debe considerarse dentro del espacio muerto si se utiliza distal a la pieza en “Y” (colocado entre la vía aérea artificial del paciente y la pieza en “Y” del circuito), por lo que podría aumentar la posibilidad de reinhalación del aire espirado, o considerarse dentro del volumen compresible del circuito (cuando se lo ubica al inicio de la rama inspiratoria o al final de la rama espiratoria del circuito del respirador). Además, la adición de un filtro dentro del sistema podría modificar la distensibilidad. El volumen corriente mínimo recomendado para su uso está en relación con el volumen interno del filtro. Las empresas fabricantes determinan un límite inferior de volumen corriente según diferentes criterios. Algunos recomiendan que el volumen interno sea equivalente a una quinta parte del volumen corriente; otros, a una tercera parte y algunos otros, a la mitad del volumen corriente utilizado.

Puertos para muestra de gases: Algunos filtros se diferencian por la presencia de un orificio en su estructura llamada “puerto”, a través del cual es posible administrar gases, analizar CO₂ exhalado por una sonda conectada allí, y permite además, medir presiones dentro del sistema. La desventaja es que podrían aumentar las dimensiones externas del filtro y su volumen interno.

Conectores: Los filtros poseen dos conectores, uno de 15 mm y otro de 22 mm. Al igual que cualquier otro componente que sea introducido en el circuito del respirador, debe tener una correcta dimensión del conector, para garantizar una conexión segura entre el filtro y otros componentes, como tubos endotraqueales, cánulas de traqueotomía, circuitos del respirador, etc. Una dimensión incorrecta incrementa el riesgo de desconexión y apertura del circuito, con la consecuente interrupción de la ventilación del paciente.

Escenarios

Los escenarios donde supuestamente deberían emplearse filtros bacterianos/virales son:

- Unidad de Cuidados Críticos
- Unidad de Cuidados Intermedios
- Sala de operaciones
- Centros de Cuidados crónicos y Centros de Tercer Nivel
- Cuidados domiciliarios
- Transporte

Indicaciones

Los filtros bacterianos tienen muchas aplicaciones clínicas en el área de los cuidados de la salud. Se utilizan durante los test de función pulmonar, en guardias de hospitales y en consultorios, en salas de operaciones durante la aplicación de anestesia y en la Unidad de Terapia Intensiva como parte de los cuidados respiratorios.

Cualquier terapia e intervención que se relacione o tome contacto con la vía aérea superior, invariablemente, será contaminada con microorganismos. Cualquier vía aérea artificial, los circuitos de ventilación mecánica o anestesia y los nebulizadores u otro dispositivo que entregue medicación aerosolizada son ejemplos de intervenciones que pueden favorecer el crecimiento y la recolección de patógenos. Los filtros se pueden usar con los nebulizadores para proteger al personal de la salud de microbios y agentes farmacológicos potencialmente peligrosos exhalados por los pacientes enfermos.

Dentro de un circuito de ventilación mecánica, los filtros se pueden colocar en tres sitios diferentes para brindar protección. Para proteger de una potencial contaminación, los filtros pueden colocarse en varios sitios, si bien la contaminación por gases medicinales es la vía menos susceptible, un filtro puede colocarse en la salida inspiratoria del ventilador, entre éste y la rama inspiratoria del circuito. También puede ser colocado entre la pieza en “Y” del circuito y la vía aérea artificial del paciente. Esta ubicación permite el uso combinado del filtro de intercambio de calor y humedad. Dentro del tubo endotraqueal o la cánula de traqueotomía puede desarrollarse una formación bacteriana, y crear un biofilm que permite el crecimiento de bacterias en forma potencialmente rápida. Estas partículas bacterianas pueden ser transportadas desde este biofilm hasta el circuito respiratorio, y promover la contaminación del circuito ventilatorio. Un filtro colocado entre la pieza en “Y” y el tubo endotraqueal o la cánula de traqueotomía podría limitar la contaminación del circuito ventilatorio.

Otra posible ubicación, la que se utiliza con más frecuencia, es en la salida espiratoria del respirador, entre este y la rama espiratoria del circuito. Se han publicado reportes de circuitos ventilatorios que sirven como reserva de patógenos que podrían infectar a otros pacientes, cuidadores o visitantes. La colocación de un filtro en la rama espiratoria podría prevenir la contaminación de la válvula espiratoria del ventilador, y también reducir al mínimo la exposición del personal de la salud y de los visitantes a los gases contaminados exhalados de los pacientes. Asimismo, podría evitar la contaminación retrógrada desde la válvula hacia el paciente.

Contraindicaciones

Hasta la fecha, no hay ningún informe sobre las contraindicaciones para el uso de filtros bacterianos. Sin embargo, es preciso tener en cuenta las especificaciones técnicas de cada dispositivo, ya que, como se ha descrito antes, la colocación de filtros bacterianos tiene un efecto directo sobre la resistencia, tanto inspiratoria como espiratoria (de acuerdo con el sitio de colocación del dispositivo), y sobre el espacio muerto instrumental (cuando se coloca el dispositivo entre la “Y” del circuito y el paciente). Si bien no existen contraindicaciones formales, conocer los efectos no deseados de estos dispositivos es fundamental a la hora de decidir si colocar o no un filtro, y si se decide colocarlo, cuál es el que mejor se adapta al paciente y cuál es el sitio más correcto para ubicarlo.

Peligros y complicaciones

El uso de filtros para la filtración de gases exhalados en el ambiente hospitalario puede reducir al mínimo el riesgo de infecciones intrahospitalarias y brindar protección a los profesionales de la salud y los visitantes. El uso de rutina de los filtros, sin embargo, puede acarrear riesgos y peligros. Hay muchos factores que pueden alterar el rendimiento del filtro. Se ha detectado que la humedad es un factor que puede influenciar este rendimiento, aunque los efectos no están bien identificados, según el tipo de filtro estudiado. Estudios que investigaron los efectos de la humedad sobre los filtros electrostáticos demostraron un menor rendimiento con el aumento de la humedad relativa.⁷

La tasa de flujo puede afectar profundamente el rendimiento del filtro. Si la intercepción aumenta con flujos altos, la difusión y las fuerzas electrostáticas disminuyen, lo que resulta en una disminución total en el rendimiento de filtrado. Se considera que el aumento en la velocidad de las partículas alcanzada con tasas de flujo altas, incrementa la tasa de penetración de las partículas, debido al tiempo más corto de permanencia de la partícula dentro del filtro.⁷

La obstrucción parcial o total del filtro es inevitable ante ciertas circunstancias; esto puede ocurrir rápidamente o en el tiempo.⁸ La medicación nebulizada, las secreciones y el edema pulmonar han sido identificados como posibles causas de obstrucción del filtro. Cualquier obstrucción podría incrementar la resistencia al flujo a través del filtro, y disminuir la ventilación minuto o provocar atrapamiento aéreo.

El espacio muerto del filtro es un aspecto por considerar cuando el filtro se coloca entre el tubo endotraqueal y la rama en Y del circuito. El espacio muerto del filtro/filtro de intercambio de calor y humedad no

debería ser superior a 1/5 del volumen corriente, para reducir al mínimo la caída de la ventilación alveolar.

Limitaciones del método

La tasa de filtrado obtenida con el filtro disponible puede no ser la adecuada.

Las características físicas del filtro tal vez no se adapten a las condiciones del paciente:

Rango de volumen corriente: El volumen corriente utilizado podría no estar dentro del rango recomendado por el fabricante, y alterar el rendimiento en el filtrado.

Caída de presión: La resistencia incrementada puede alterar el disparo del respirador, aumentar el trabajo respiratorio o generar atrapamiento aéreo por aumento de la resistencia espiratoria.

Peso: Al ser colocado distal a la rama en “Y”, el peso del filtro puede causar inconvenientes para el correcto posicionamiento del circuito paciente-ventilador (tracción de la vía aérea artificial, imposibilidad de una correcta alineación de las tubuladuras, etc.).

Dimensiones: Filtros demasiado voluminosos podrían provocar inconvenientes en la configuración del circuito ventilatorio.

Volumen interno: Podría aumentar el riesgo de reinhalación colocado luego de la pieza en Y.

Puertos: Podrían producirse fugas a través de ellos y, si tienen tapas removibles, la pérdida de estas obliga a reemplazar el filtro.

Aumento de costos: La utilización de estos dispositivos genera un costo adicional que debe ser tenido en cuenta.

Apertura del circuito: Ante la necesidad de recambio del filtro, se debe realizar una apertura del circuito ventilatorio, lo cual, en algunas estrategias ventilatorias, debería reducirse al mínimo.

Aumento de la carga de trabajo: El empleo de un dispositivo adicional implica más trabajo para el personal a cargo del paciente.

Necesidad de personal calificado: El uso de estos dispositivos requiere que el personal que habitualmente trabaja con pacientes en ventilación mecánica conozca el funcionamiento, las indicaciones, las contraindicaciones, etc.

Evaluación de necesidad

La utilización de filtros bacterianos/virales debería aplicarse a todos los pacientes que requieran ventilación mecánica a través de una vía aérea artificial. Tanto el filtrado de los gases medicinales que van hacia el paciente, como el filtrado de los gases que salen desde el paciente hacia el ambiente, debería hacerse siempre, ya sea con filtros mecánicos o electrostáticos:

- En enfermedades del tracto respiratorio que se contagien a través de la inhalación de gases contaminados (por ej., tuberculosis).
- Poliductos de gases medicinales con escaso mantenimiento.
- Como medida de protección de la válvula espiratoria y el sensor de flujo de los respiradores, cuando se administran fármacos en forma de nebulización.
- Para proteger la válvula espiratoria y el sensor de flujo de los respiradores cuando se utilizan humidificadores activos.
- Para evitar la contaminación de la válvula espiratoria y el sensor de flujo de los respiradores ante el paso del aire proveniente de la exhalación del paciente.

Recursos

El equipamiento apropiado debe ser aquel que asegure un óptimo filtrado de los gases. Debido a la gran cantidad de dispositivos que se comercializan, las Unidades de Terapia Intensiva deberían contar con diferentes tipos de filtros, a fin de elegir el más adecuado para cada paciente.

En cuanto al recurso humano, personal experto que conozca las especificaciones técnicas del material y que se encargue del control de su correcto funcionamiento.

Monitorización

Se recomienda hacer una monitorización macroscópica del filtro, en busca de elementos que alteren el normal funcionamiento del dispositivo (impactación con secreciones, exceso de condensación, partículas visibles, etc.).

La incorporación de un nuevo dispositivo dentro del circuito ventilatorio puede alterar cualquiera de los parámetros y las mediciones obtenidos en la monitorización respiratoria de un paciente en ventilación mecánica. Se debe prestar especial atención a los parámetros de presión pico, presión meseta y presión media, en modos volumétricos y al volumen corriente, en modos presométricos. Es de suma importancia monitorizar la resistencia inspiratoria y espiratoria. El aumento de la resistencia generado por un filtro podría provocar la aparición de PEEP intrínseca, con el consiguiente incremento de las presiones pico, meseta y media, y del trabajo respiratorio.

Frecuencia

Todos los pacientes con vía aérea artificial y que requieran ventilación mecánica deben recibir gases

medicinales filtrados y se deben filtrar los gases exhalados hacia el medio ambiente.

Características de un filtro ideal

Un filtro ideal debería tener las siguientes características:

- Pequeño volumen interno
- Baja resistencia (electrostático)
- Transparente
- Liviano
- Económico
- Alto porcentaje de eficiencia
- Hidrofóbico

Conclusiones

En las Unidades de Terapia Intensiva, la utilización de filtros bacterianos/virales debería ser una indicación en todos los pacientes que requieren ventilación mecánica a través de una vía aérea artificial, y se recomienda el uso de filtros respiratorios en todos los pacientes con ventilación mecánica, tanto para gases inspirados como para gases espirados.

En caso de utilizar intercambiador de calor y humedad con filtro electrostático (HMEF), podría no emplearse filtro en la rama espiratoria pero si debería utilizarse en la rama inspiratoria. Tener presente que cuando la situación obligue a utilizar humidificación activa (estrategias de bajos volúmenes corrientes, sangrado de VA, hipotermia, etc.) será necesario adicionar filtración al sistema.

Cuando se trate de pacientes con obstrucción al flujo aéreo y PEEP intrínseca, o con demanda ventilatoria alta y un elevado volumen minuto, la indicación sería emplear filtros de baja resistencia.

Se debería controlar el funcionamiento de los filtros diariamente.

Agradecimientos

A los Licenciados Mariano Setten, Norberto Tiribelli, Nicolás Roux, Dario Villalba, Marina Busico, Janina Lebus, Marco Bezzi, Mauro Bosso, Laura Vega, Pablo Lovazzano y a Agustina Quijano por su colaboración inestimable.

Bibliografía

1. Filtración. Diccionario de la Lengua Española. 22ª ed. 2001. <http://lema.rae.es/drae/?val=filtracion>
2. Davey AJ. *Ward's Anesthetic Equipment*, 5ª ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2005: 133-153.
3. Lee MG, Ford JL, Hunt PB, et al. Bacterial retention properties of heat and moisture exchange filters. *Br J Anaesth*. 1992; 69: 522-525.
4. Wilkes A. Assessing breathing-system filters. *Medical Devices Tech* 2004; 15(5): 12-14.

■ Utilización de filtros bacterianos/virales durante la ventilación mecánica invasiva

5. Wilkes AR. The effect of gas flow on the filtration performance of breathing system filters. *Anaesthesia* 2004; 59: 278-282.
 6. Trust Science Innovation. Health and safety. Mechanisms of Filtration for High Efficiency Fibrous Filters. Application notes ITI-041. 2008.
 7. Mostofi R, Wang B, Haghghat F, et al. Performance of mechanical filters and respirators for capturing nanoparticles- limitations and future direction. *Ind Health* 2010; 48: 296-304.
 8. Lawes EG. Hidden hazards and dangers associated with the use of HME/filters in breathing circuits. *Br J Anaesth* 2003; 91: 249-264.
-

Una oportunidad para los pacientes críticos

Selenase®

muy bien tolerado



reduce el estrés oxidativo
atenuando la respuesta inflamatoria



disminuye el daño endotelial
y la disfunción orgánica



reduce la
mortalidad

Se

SELENASE T SELENIO 50 mcg/ml
Solución inyectable

"...hemos demostrado que los elementos traza y vitaminas como antioxidantes pueden ser capaces de disminuir significativamente la mortalidad y acortar los días de ventilación mecánica. El efecto terapéutico ha demostrado ser más significativo en los pacientes más graves. Los cócteles antioxidantes asociados con el uso de altas dosis de selenio intravenoso optimizan el efecto terapéutico de las diferentes estrategias antioxidantes." ^{1,2}

Referencias: 1. Manzanares W & Heyland DK. Pharmaconutrition with antioxidant micronutrients in the critically ill: The time has come!, Nutrition (2012), doi: 10.1016/j.nut.2012.05.014.
2. Manzanares W, Dhaliwai R, Jiang X, Murch L, Heyland DK. Crit. Care 2012, 16:R66.



LÍNEA BIOL DE CUIDADOS CRÍTICOS

ANTIARRÍTMICO - VASODILATADOR

Adenosina BIOL

ADENOSINA

Ampollas

- Droga de elección en el tratamiento de las Taquicardias Paroxísticas Supraventriculares (TPSV).
- Estudios de perfusión con Talio 201 y estudios de Eco-Stress

ANTIHIPERTENSIVO

Biascor®

LABETALOL CLORHIDRATO

Ampollas / Comprimidos

- Tratamiento de la hipertensión arterial crónica y severa, urgencias y emergencias hipertensivas.
- Manejo de la hipertensión gestacional, preeclampsia y eclampsia.

VASOCONSTRICTOR

Noradrenalina BIOL

NORADRENALINA

Ampollas

- Control de la presión sanguínea en estados hipotensivos agudos.
- Droga de elección en el tratamiento de la hipotensión asociada a Sepsis y Shock Séptico.

AGENTE VASOPRESOR

Novopressina® -V

VASOPRESINA SINTÉTICA 20 UI

Ampollas

- Incluida como droga de elección en los protocolos de Reanimación Cardiopulmonar (FV/TV/AESP/Asistolia), según la AHA (American Heart Association).

GASTERINA®

Octreotida 0,1 mg

- Inhibidor de la hormona de crecimiento y de los péptidos gastrointestinales



CUIDADOS CRÍTICOS



INSTITUTO BIOLÓGICO ARGENTINO S.A.I.C.

Pte. J. E. Uriburu 153 - C1027AAC - C.A. B.A. - Argentina

Tel.: (00 54 11) 4953-7215 - Fax: (00 54 11) 4953-4946

biol@biol.com.ar - www.biol.com.ar