

Guía de Recomendaciones de Armado y Uso de Filtros en Ventilación Mecánica COVID19



Guía de Recomendaciones de Armado y Uso de Filtros en Ventilación Mecánica COVID19

Sociedad Chilena de Medicina Intensiva (SOCHIMI)



División de Kinesiología Intensiva (DIKISOCHIMI)



División de Enfermería Intensiva (DESCHMI)



Lista de contenidos

Introducción:.....	3
Objetivos:	4
Recomendaciones generales:	4
I. Ventilación Mecánica Invasiva.....	7
I.1. Circuito con humidificación pasiva	7
I.2. Circuito con humidificación activa	9
II. Ventilación Mecánica No Invasiva	12
III. Ventiladores de traslado	19
IV. Equipos con sensores de flujo proximal al paciente y uso de capnógrafos	21
V. Aerosolterapia en VM y VMNI	23
V.1. Recomendación para administración de aerosolterapia en VMI.	29
VI. Cánulas Nasales de Alto Flujo	30
Referencias	31



Guía desarrollada por:

Klgo. MEp. Rodrigo Adasme Jeria. Terapia Respiratoria Hospital Clínico Red de Salud UC-Christus. Escuela de Kinesiología. Universidad Andrés Bello. Director Científico DIKISOCHIMI. Santiago. Chile.

Klgo. MsC. David Wood Valverde. UCI pediátrica Hospital Sótero del Río. Santiago. Chile.

Klgo. Lic. Fernando Bustos Gajardo. UPC pediátrica Centro Asistencial Doctor Víctor Ríos Ruiz. Los Ángeles. Chile.

E.U. MsC. M. Idalia Sepúlveda Shaaf. Editora ejecutiva Revista Médica Clínica Las Condes. EU. Investigación UPC Clínica Las Condes. Secretaria SOCHIMI. Santiago. Chile

Klga. MEd, Paola Figueroa González. Escuela de Kinesiología Universidad Andrés Bello. Presidente DIKISOCHIMI. Santiago. Chile.

***Ni los autores, ni los revisores presentan conflictos de interés comercial para el desarrollo de esta guía.**

Introducción:

COVID19 ha puesto en tensión a los centros hospitalarios y unidades de cuidados intensivos del mundo por su elevada propagación aérea (1,2) y duración en superficies(3). El uso de recursos de manera apropiada (4) y el control de la propagación corresponden a medidas para el control de la pandemia en

curso, de la mejor manera posible (1,5). Dado lo anterior, los elementos relacionados al armado y filtrado de los aerosoles producidos por equipos de soporte ventilatorio son recomendados en esta guía, en conjunto a las Recomendaciones para el Manejo de la Insuficiencia Respiratoria Aguda en pacientes con Neumonía por Coronavirus V. 1.0 (6), más los protocolos locales de limpieza de equipos.

Objetivos:

- Recomendar procedimientos de armado tipo de ventiladores mecánicos con protección viral adecuada.
- Recomendar procedimientos de armado tipo de ventiladores mecánicos no invasivos con protección viral adecuada.
- Revisar uso y armado de otros elementos asociados al circuito de ventilación mecánica.

Recomendaciones generales:

1. Evite desconexiones o interrupciones en el circuito de ventilación mecánica (VM) en cualquiera de sus ramas para evitar la contaminación del medio ambiente (2). Si se realiza desconexión sugerimos apagar o poner en pausa (“*stand by*”) el VM para evitar la propagación de aerosoles, también se sugiere el clampeo de tubo traqueal ante desconexiones para evitar desreclutamiento y aerosolización.
 - a. Al momento de desconexión debe llevar a cabo los siguientes pasos (7):
 - i. Si el paciente esta sedado, administre un bolo de bloqueo neuromuscular y espere 40-45 segundos.
 - ii. “*Clampee*” el cuerpo del tubo traqueal del paciente, evitando “*clampear*” la conexión del tubo al circuito, porque puede romperse.
 - iii. Coloque en VMI en pausa o “*stand by*”.
 - iv. Realice desconexión.
 - v. El circuito debe quedar sellado con tapa de circuito, pulmón de ensayo desechable, o guante estéril. El sistema de VMNI debe quedar envuelto en bolsa limpia.
 - vi. Para volver a conectar, conecte el circuito al tubo, “*desclampee*” y reinicie el VM. Asegure que todo el circuito está bien conectado, para evitar desconexiones accidentales
2. Se sugiere uso de sistemas de succión cerrada para evitar abrir el circuito, disminuir riesgo de propagación aérea y desreclutamiento alveolar (8–13).



3. Los cambios de circuitos no deben ser rutinarios, y sólo realizarlos ante contaminación visible o disfunción (8,14).
4. Se sugiere el uso de filtros con características “*High Efficiency Particulate Air*” o alta eficacia de partícula aérea (HEPA desde H12 hacia arriba, para filtrado viral / bacteriano > 99,5%) y de “*Heat and moisture exchanger filter*” o intercambiadores de humedad y temperatura con capacidad de filtro (HMEF) como métodos de resguardo adecuados debido a su capacidad de filtrado(2). SOCHIMI no recomienda ninguna marca en particular (15), sólo que cumplan las características técnicas antes mencionadas. Las HME sin capacidad de filtro NO filtran el gas.
5. El cambio de estos filtros es seguro hasta 48-72 horas (16), pero deben cambiarse antes si están disfuncionales, con condensación (completamente empapados o con numerosas gotas) o visiblemente contaminados, evitando al máximo las desconexiones del circuito (2). Habitualmente hay cierto grado de condensación en filtros que no comprometen su funcionamiento (15).
6. El uso de HME o HMEF's aumenta el espacio muerto impuesto al paciente, se debe ajustar esa pérdida de ventilación con incrementos del volumen minuto (aumento de volumen corriente, diferencial de presión y/o frecuencia respiratoria). Existen diversos tamaños de HME's, en el mercado, permitiendo uso para volúmenes corrientes (Vt's) entre 30 y 1500 mL (15) con resistencias variables.
7. Se recomienda el uso de circuitos desechables clínicamente limpios. En caso de circuitos no desechables, estos deben ser estériles (8).
8. La indumentaria para armado de circuitos de VM invasiva y no invasiva deben ajustarse a protocolo de comité de infecciones asociadas a la atención de salud (IAAS) local. Se sugiere revisar referencias adscritas (8,17).
9. No se sugiere el uso de trampas de agua en los circuitos para recolección de condensado, pues genera apertura del circuito y reservorio de patógenos (8,14,17). De haberlas el contenido debe ser desechado en basura y minimizar al mínimo posible la apertura del circuito para resguardar



el medio ambiente y a los profesionales. Dado lo mismo los circuitos con humidificación pasiva son la primera recomendación.

10. El uso de un ventilador para más de un paciente al mismo tiempo no se recomienda por carecer de evaluación científica de eficacia y seguridad (mayor información en pie de página¹), además de no ser recomendado para este uso por los fabricantes. Sin embargo podría ser considerado en situación crítica de emergencia sanitaria (18).
11. SOCHIMI no recomienda ni sugiere marcas específicas de equipos, filtros o insumos, pero se usarán nombres y figuras de algunas marcas / modelos como referencias para el lector

¹ Uso de VM múltiple: <https://www.youtube.com/watch?v=uClq978oohY&feature=lgunaskyoutu.be;>
https://www.youtube.com/watch?v=ERVWzfx8OEA&feature=youtu.be&fbclid=IwAR343gC7D_lp3lQbenCyol8UstzqlryTROIXQIzKtr5PQhdtXtKvM1G4wVg

I. Ventilación Mecánica Invasiva

I.1. Circuito con humidificación pasiva

1. La configuración básica involucra un circuito de dos ramas e "Y" de circuito. Esta debe considerar el uso de un HMEF entre el paciente y la "Y" (Figura 1).

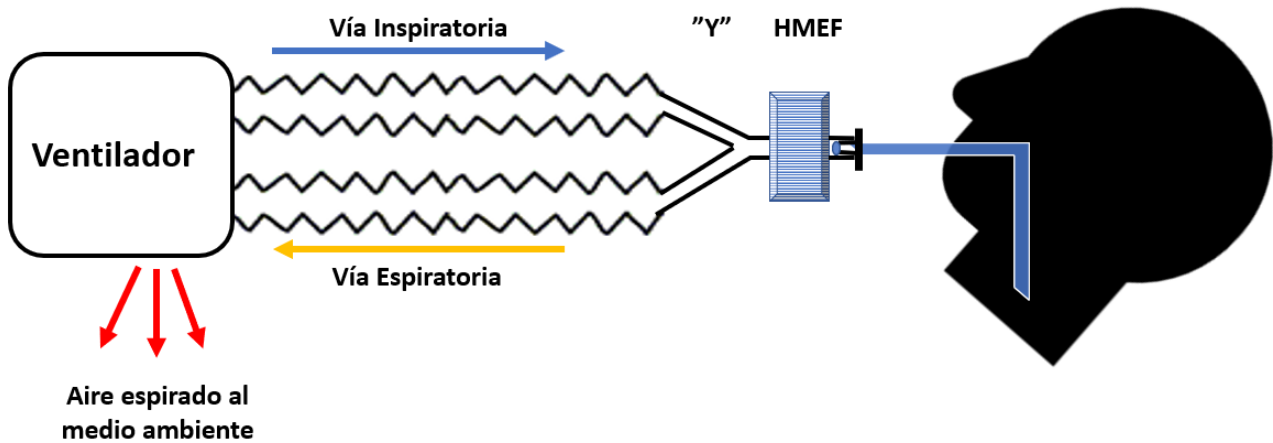


Figura 1. Sistema de humidificación pasiva con HMEF.

- a. HMEF provee filtro inspiratorio y espiratorio, por lo mismo no es necesario filtro adicional.
- b. Considerar que bajo el uso de filtros no es necesario esterilizar vías espiratorias y se sugiere limpieza con amonio cuaternario o alcohol isopropílico al 70%.
- c. En caso de no poseer HMEF, y tener sólo HME, se debe colocar filtro HEPA cercano al ventilador al final de la rama espiratoria (Figura 2).

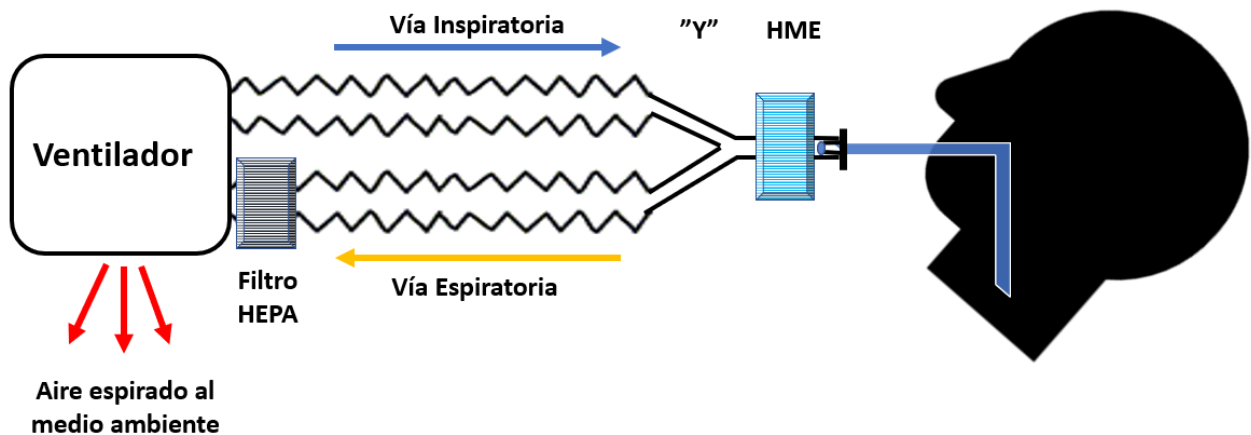


Figura 2. Sistema de humidificación pasivo con HME y filtro espiratorio HEPA al final de la vía espiratoria.

- d. Se exceptúan a esta recomendación de uso de filtro HEPA en vía espiratoria los VM's con filtro espiratorio constitucional dentro del diseño del VM como Viasys Avea®, Puritan Bennett 840 y 980®, u otros con este elemento en su diseño. Este filtro debe ser desechado o esterilizado entre paciente y paciente según recomendación de fabricante y características del insumo (Figura 3).

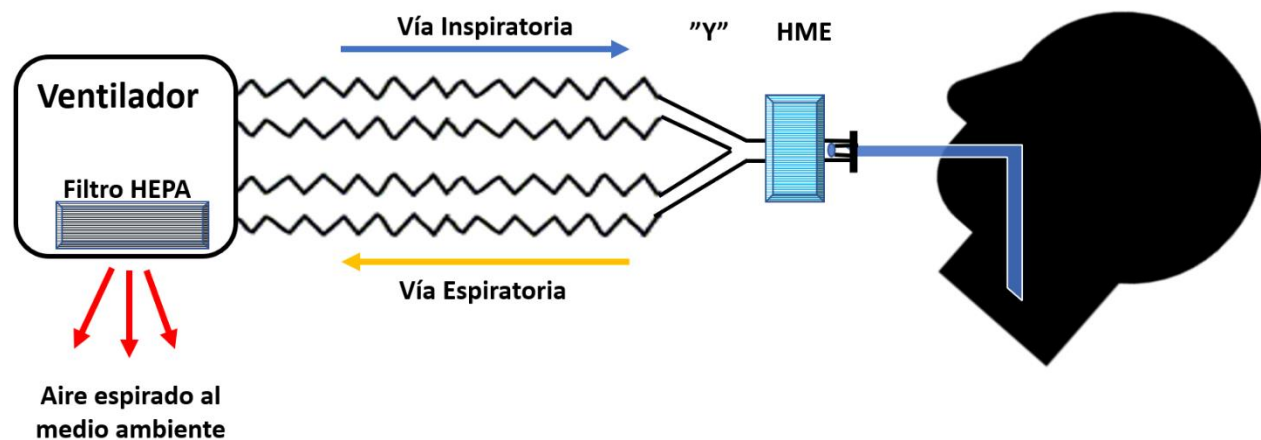


Figura 3. Sistema de humidificación pasiva con HME y filtro espiratorio HEPA constitucional del VM.

- e. Algunas marcas recomiendan el uso de filtro HEPA en vía inspiratoria y espiratoria (19), sin embargo, el gas fresco que alimenta el VM viene de una red de gases filtrada con sistemas HEPA y los equipos de VM invasiva tienen en su interior filtros de gas inspirado. Pensando en un ambiente de contingencia con eventual desabastecimiento de insumos podría considerarse no recomendable el uso de filtro inspiratorio por futilidad y carestía, salvo en equipos que es necesario para poder realizar las conexiones de tubuladuras.

I.2. Circuito con humidificación activa

1. Existen discrepancias en las recomendaciones sobre el uso de humidificación activa debido a la posibilidad de propagar aerosoles al medio ambiente(20). Sin embargo, no se han encontrado diferencias con respecto a riesgo de desarrollar neumonía asociada a VM (8,21), y corresponde a una estrategia adecuada en la disminución del volumen de espacio muerto instrumental (comparado con HME) para la ventilación protectora (22), además de mejorar la función ciliar, desinflamar la zona de conducción y optimizar la termorregulación de la vía aérea (2).
2. El uso en conjunto de HME o HMEF y circuito con humedad activa NO debe aplicarse, pues no aporta mayor humedad, ni capacidad de filtro al gas del paciente, e incluso es riesgoso debido a obstrucción de HME por humedad.
3. Al utilizar sistema de humidificación activa, se usa una basa calefactora con humidificador activo de sobrepaso, sugiriendo cámaras humidificadoras de auto llenado y circuitos con alambre calefactor incorporado para evitar abrir el circuito y disminuir la condensación. No se sugiere el uso de circuitos con trampas de agua debido a pérdida de humedad y posibilidad de apertura del circuito al ambiente exterior con propagación de aerosoles (21).
 - a. En la Figura 4 se muestra el armado de circuito con humedad activa y uso de filtro HEPA al final de la espiración, que evita la contaminación por aerosoles del VM y del medio ambiente.

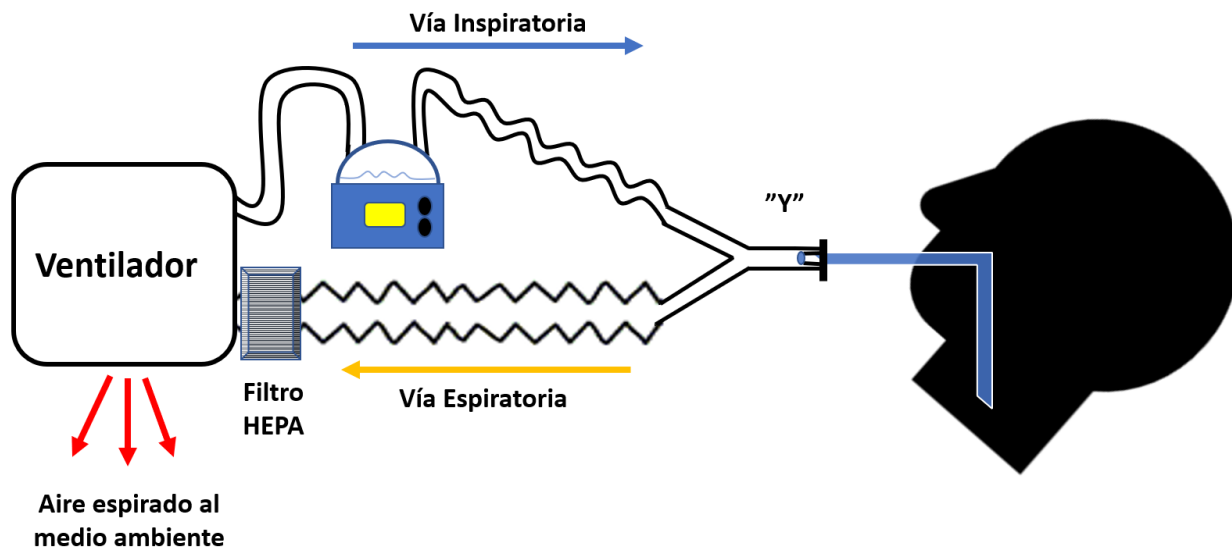


Figura 4. Sistema de humidificación activa con base calefactora y filtro espiratorio HEPA al final de la vía espiratoria.

- b. En la Figura 5 se muestra el armado de un circuito con humedad activa y uso de filtro HEPA constitucional del VM.

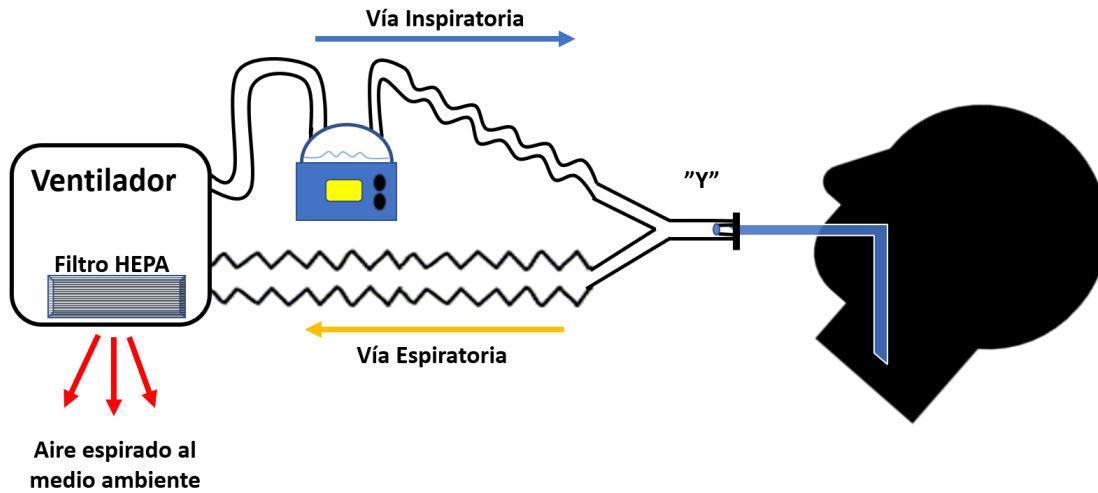


Figura 5. Sistema de humidificación activa con base calefactors, cámara humidificadora y filtro espiratorio HEPA constitucional del VM (Ejemplo: Viasys Avea®, Puritan Bennet®).

- c. Algunos fabricantes de VM's (Ej. Hamilton Medical®) sugieren el uso de un filtro HEPA en vía inspiratoria, sin embargo, si los equipos cuentan con sus mantenciones preventivas al día la cual involucra el cambio de filtros inspiratorios internos del VM, esta sugerencia no aplica, además de lo comentado anteriormente donde el gas viene de fuente filtrada HEPA de la red central de gases y la disminución de costos en eventual periodo de desabastecimiento general (14,19).

4. El armado habitual de los VM's clásicos en el mercado chileno usa circuitos de 2 ramas (2 corrugados), sin embargo, existen variaciones de estos circuitos como el circuito coaxial (Figura 6) que corresponde a un circuito que sólo permite humedad pasiva, donde la vía inspiratoria está envuelta por la espiratoria, y posee divisiones sólo en la conexión de inspiración y espiración, y en la conexión al tubo del paciente. La opción de humidificación y filtro para este tipo corresponde a HMEF, o HME más filtro HEPA espiratorio.



Figura 6. Circuito coaxial (Imagen obtenida de: <https://www.palmasalud.com/products/circuito-coaxial>).

II. Ventilación Mecánica No Invasiva

1. Si bien las guías sobre uso de VMNI en pandemia son controversiales en la indicación de su uso (1,23,24) debido a la rápida progresión de la enfermedad, su bajo nivel de recomendación en pandemia (25), mayor tiempo profesional (26) y elevada capacidad de propagar aerosoles contaminantes hasta 4 metros de distancia (27,28).
 - a. A pesar de esto, la VMNI puede ser una estrategia en estadios intermedios de la enfermedad aguda o de ayuda en la prevención del fracaso post extubación.
 - b. Es posible que estos mismos ventiladores puedan usarse de manera invasiva en situación de contingencia, por lo mismo, las sugerencias de armado para evitar propagación de aerosoles son reportadas en esta guía.
2. El circuito clásico de los VMNI corresponde a 1 rama (1 corrugado) con generación de presión y flujos mediante compresores, turbinas o “*blowers*” que toman aire del medio ambiente (29).
 - a. Al ingreso de aire de estos equipos, existen filtros de partícula gruesa que se cambian rutinariamente o en la mantención preventiva, sin embargo, sugerimos el uso de filtros HEPA en el corrugado cerca del equipo para todos los dispositivos.
 - b. La dificultad en filtrar el aire espirado del paciente es una complicación en VMNI, que corresponde al aire contaminado que proviene de la vía aérea del sujeto y que se puede propagar al ambiente en forma de aerosol, por lo mismo, todas las estrategias que buscan minimizar esta situación se proponen en esta guía.
 - c. De preferencia, utilizar ventiladores convencionales con “*software*” para VMNI, con circuito de doble rama, lo que permitirá filtrar el aire espirado tal como es descrito en el apartado anterior.
3. Se sugiere el uso de interfaces nasobucales o faciales sin fuga en la máscara, como ejemplo Respironics Perfomax® con codo sin portal anti asfixia (“codo azul” en Figura 7), o sistemas como “*helmet*” Figura 29(Figura 8) (28). Dejar como última opción el uso interfaces nasobucales.
 - a. Se desaconseja el uso de interfaces con puerto espiratorio en la máscara.
 - b. Se desaconseja el uso interfaces nasales por mayor riesgo de fuga y por ende mayor dispersión de aerosoles.
 - c. Se recomienda el uso de codo sin válvula antiasfixia (“codo azul”), por lo que debe haber una mayor vigilancia del paciente ante posibles fallos del equipo.
 - d. Se sugiere el cambio frecuente de interfaz para evitar daño en la piel, no utilizar parches en la piel por el aumento de la fuga, y aprovechar las desconexiones para el aseo y cambio

de interfaz, deteniendo antes el equipo en su generación de flujo, para evitar así la propagación de aerosoles contaminantes.



Figura 7. Máscara facial Respironics Performax® con codo sin fuga (azul). Uso de filtro HEPA o HMEF entre codo azul de la interfaz y portal espiratorio, se muestra a izquierda uso de válvula espiratoria activa proximal al paciente, y a derecha portal espiratorio pasivo.



Figura 8. Uso de “Helmet” como interfaz para brindar soporte no invasivo. Imagen tomada de: <https://www.uchicagomedicine.org/forefront/patient-care-articles/helmet-based-ventilation-is-superior-to-face-mask-for-patients-with-respiratory-distress>.

4. En VM's con 2 ramas, o circuitos en “J” (9), con humedad activa, y con las interfaces propuestas anteriormente, se recomienda el uso de filtro HEPA en la vía espiratoria distal (Figura 4 y Figura 5).



Figura 9. Circuito en “J” clásicamente usado en ventiladores de transporte y “home care”, consta de vía inspiratoria (para humeada activa o pasiva), “Y” de circuito, vía espiratoria corta y termina con válvula

espiratoria externa. El filtro HEPA debe ir entre vía espiratoria y válvula espiratoria. También, se puede utilizar con HMEF, o con HME proximal, y filtro HEPA antes de la vía espiratoria.

5. En literatura, no se recomienda la humedad pasiva en VMNI como método de humidificación al paciente (30), sin embargo, si usa circuitos pasivos de 2 ramas o en “J”, sugerimos el uso de HMEF entre “Y” del circuito y paciente, para filtrado y humedad de bajo grado. De no usar HMEF, se mantiene la indicación de filtro HEPA en la vía espiratoria distal (Figura 1, 2 y 3). No usar HME sola como método de filtrado.

- a. En el caso de VMNI's de 1 rama se sugiere el uso de circuitos de humedad pasiva con filtro HMEF entre la interfaz y el portal espiratorio o la válvula espiratoria proximal (Figura 10). Esto es suficiente en esta posición para filtrar aire inspirado y espirado, siendo la humidificación un fin secundario.

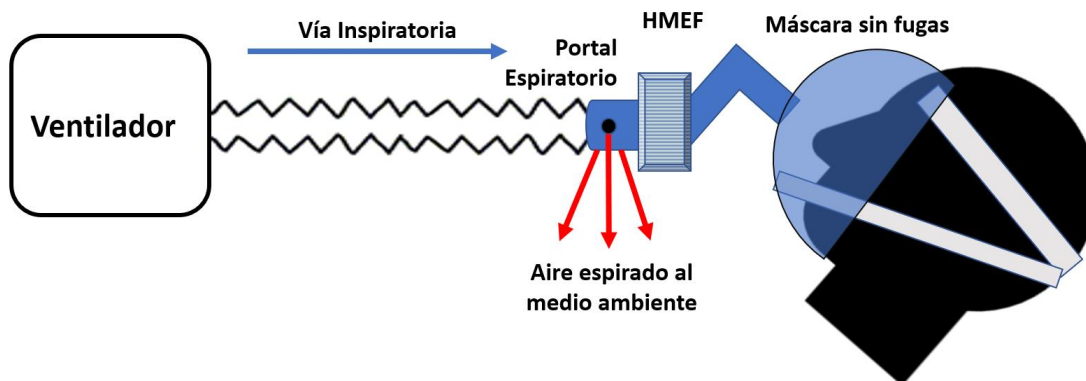


Figura 10. Uso de circuito de 1 rama en VMNI, con uso de HMEF entre portal espiratorio o válvula espiratoria proximal e interfaz sin fuga del paciente (interfaz sin portal de fuga en máscara, o con codos que posean fuga)

- b. Dada la necesidad de filtrar el aire espirado, sugerimos no usar humidificación activa priorizando el filtrado de gas espirado en este tipo de configuración de armado, esto se aplica a población pediátrica y adulto.
- c. Si usted no cuenta con HMEF, el filtro HEPA se puede instalar de manera proximal al paciente, entre el portal espiratorio o la válvula proximal y la interfaz (Figura 13, 12 y 13).

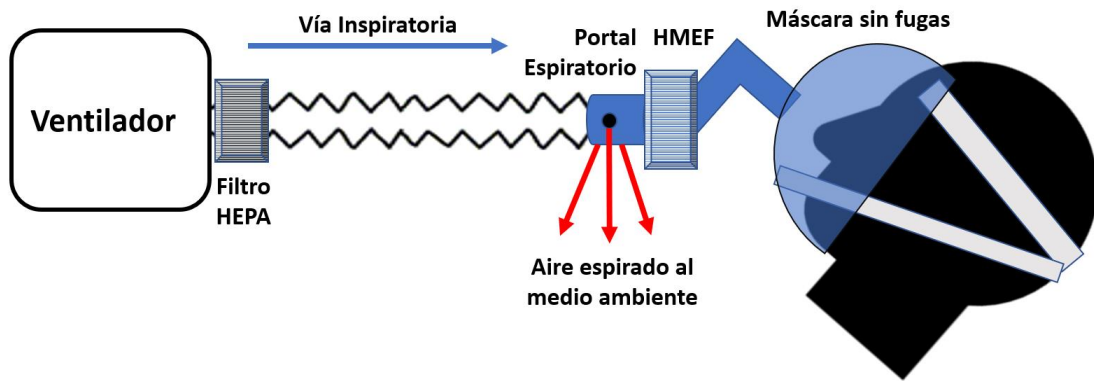


Figura 11. Uso de circuito de 1 rama en VMNI, con uso de filtro HEPA proximal al equipo, y HMEF entre portal espiratorio o válvula espiratoria proximal e interfaz sin fugas del paciente.



Figura 12. Sistema de VMNI con circuito de 1 rama, con filtro HEPA proximal al equipo, y HME entre portal espiratorio e interfaz sin fuga con “codo” azul.

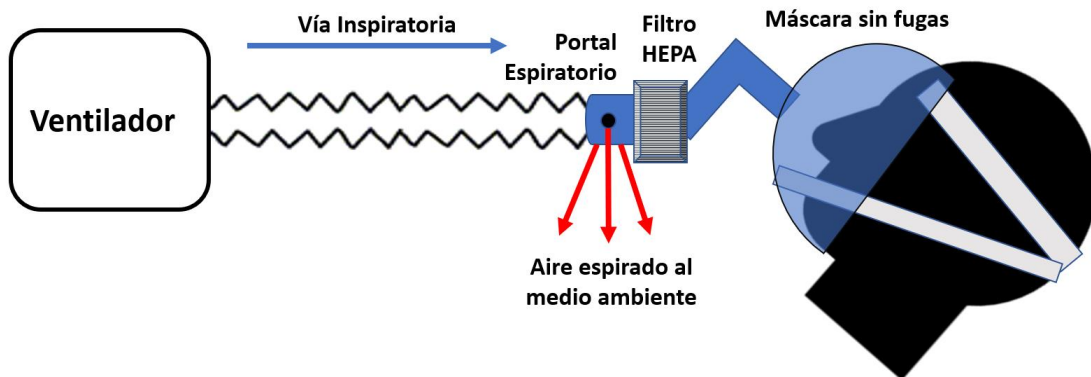


Figura 13. Uso de circuito de 1 rama con filtro HEPA entre portal espiratorio o válvula espiratoria proximal e interfaz del sujeto. Aquí no aportamos humidificación a la vía aérea, ni activa ni pasiva, a favor de filtrado de gas espirado.

6. Existe una alternativa de portal espiratorio (Respironics V60®) que tiene salida de aire lateral, (pieza tipo "T"), en esta se sugiere uso de filtro HEPA inspiratorio y espiratorio en la "T". Este sistema, es compatible con humidificación activa y pasiva, siendo esta nuestra recomendación para uso de VMNI y filtrado adecuado. Esta configuración, aumenta la resistencia del circuito a la salida, por ende, podría ser necesario aumentar el valor de EPAP como estrategia de aumento del flujo base del equipo (Figura 14 y 15) (31,32).



Figura 14. Portal espiratorio pasivo con salida lateral en "T" con filtro HEPA espiratorio. Este sistema es compatible con humidificación activa y máscara sin fuga.

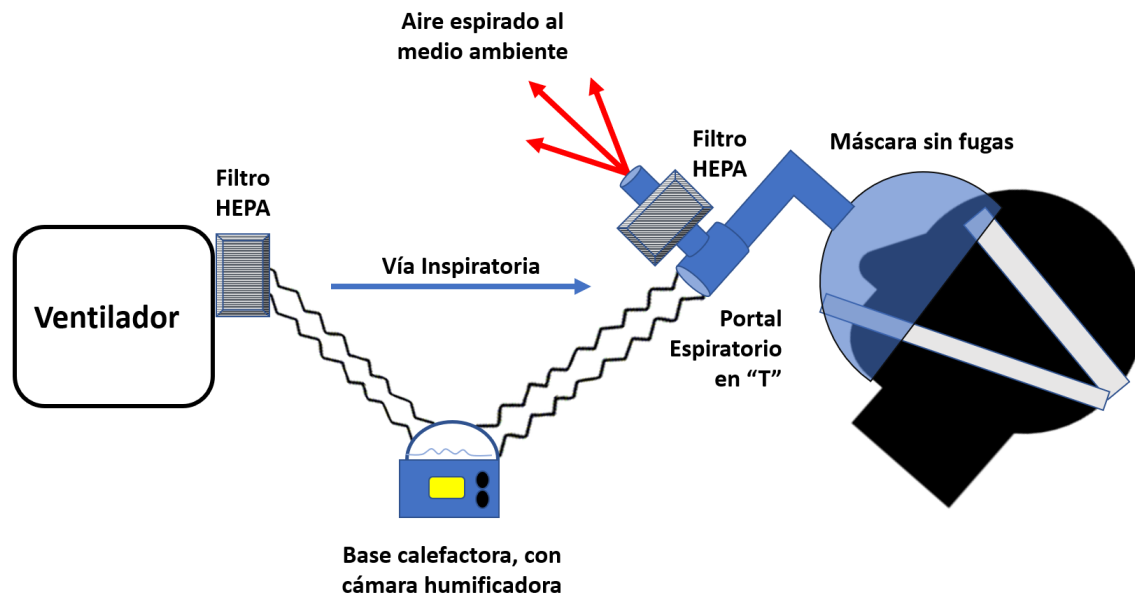


Figura 15. Circuito de VMNI con portal espiratorio en "T" y humidificación activa. Se considera el uso de filtro HEPA en la vía inspiratoria del equipo para filtrar el gas al sujeto, y filtro en el portal en "T" para filtrar el gas espirado al medio ambiente.

III. Ventiladores de traslado

1. Se recomienda el uso de circuitos con humedad pasiva por lo fabricantes y las sociedades de traslado (33).
 - a. No recomendamos uso de sistemas de humedad activa debido a aumento de equipos en el traslado, riesgo eléctrico y de volcamiento de agua en la vía aérea (34).
 - b. No recomendamos sistemas activo-pasivos como HME-Booster®, pues no se encuentran frecuentemente en el mercado, y no suponen una mejora significativa a humedad y seguridad en el traslado (Figura 166).

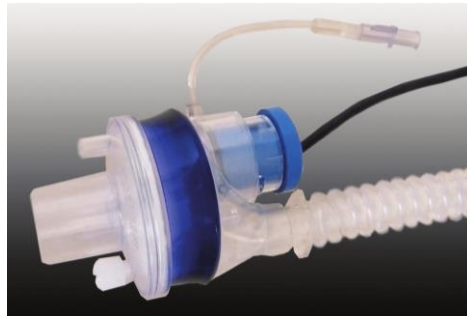


Figura 16. Sistema de humedad activa-pasiva HME-Booster®. Imagen tomada de: https://www.researchgate.net/figure/The-Hygrovent-Gold-heat-and-moisture-exchanger-has-an-adapter-into-which-a-heating_fig1_43226452

2. De manera usual, estos equipos usan circuitos de 1 rama con válvula espiratoria activa proximal al paciente, circuitos en "J", o minoritariamente circuitos de 2 ramas.
 - a. Dado el tipo de circuito se recomienda uso de HMEF entre válvula espiratoria y tubo de paciente para circuitos de 1 rama, circuitos en "J", y circuitos de 2 ramas (7). Revisar Figura 17.

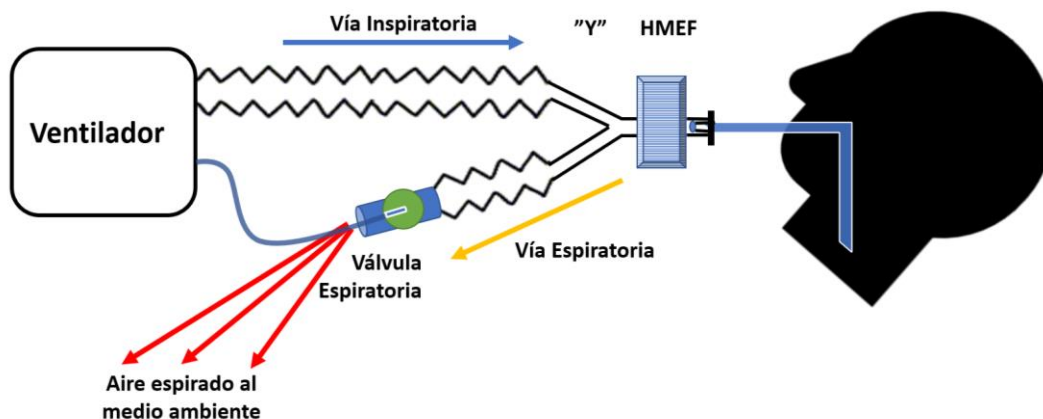


Figura 17. Circuito en "J" con HMEF para filtrado y humidificación. En casos de VMNI y traslado con HMEF no es necesario el uso de filtros adicionales.

- b. En caso de no ser posible el uso de HMEF, se debe usar HME en "Y" de circuito, y filtro HEPA antes de la vía espiratoria para circuitos en "J" y de 2 ramas (Figura 18).
- c. De no haber posibilidad de HMEF, en circuitos de una rama, recomendamos usar filtro HEPA entre válvula espiratoria proximal y paciente, sacrificando humidificación.
- d. Esto sirve también como inspiratorio para el gas que ingresa al paciente.
- e. Para algunos equipos se sugiere el uso de filtro HEPA inspiratorio adicional (Figura 18).

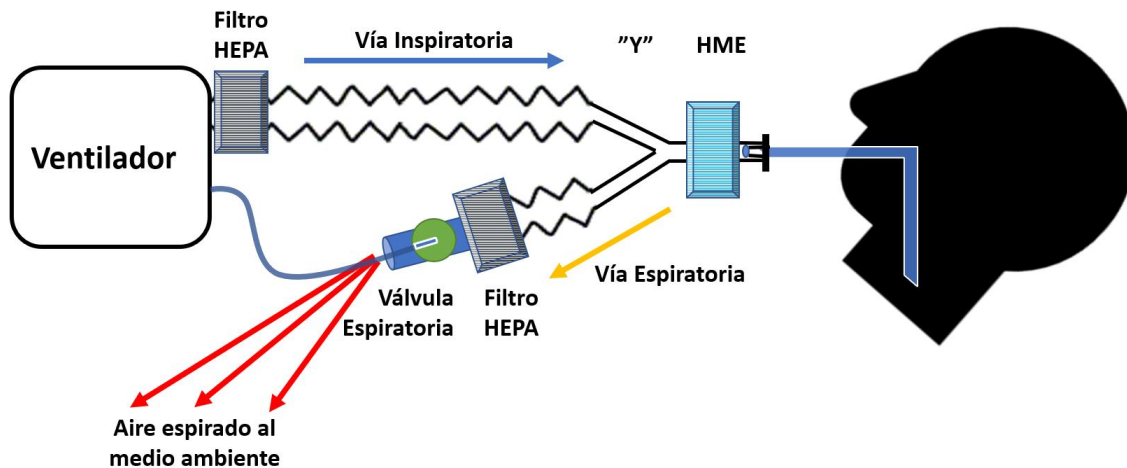


Figura 18. Circuito en "J" con HME para humidificación pasiva. En casos de uso para VMNI y traslado se sugiere el uso de filtro HEPA inspiratorio según tipo de filtro de absorción de aire externo del VM, y uso de filtro HEPA antes de la válvula espiratoria.

- 3. Existen equipos que por diseño de VM su válvula espiratoria va muy próxima al VM y no permite uso de filtro en ese lugar, en estos sistemas (Hamilton T1®, Bellavista®) sólo se puede usar la configuración con HMEF (Figura 17).

IV. Equipos con sensores de flujo proximal al paciente y uso de capnógrafos

1. Existen equipos que utilizan dentro de su configuración básica o avanzada sensores de flujo proximales al paciente de tipo diferencial de presión, por lo mismo quedan entre el tubo del paciente y la “Y”. Estos equipos son por ejemplo Hamilton®, GE CareStation®, máquinas de anestesia, etcétera...
 - a. En esta situación de alta propagación aérea y cuidados en la contaminación del VM se recomienda el uso de filtro HMEF entre el tubo del paciente y el sensor de flujo de diferencial de presión.
 - b. En estos casos, no se sugiere la humidificación activa debido a la incapacidad de filtrar el aire espirado en el sensor de flujo, de este modo se evita la potencial contaminación del VM en sus partes internas (Figura 19).
 - c. Para los equipos con capnografía “*sidestream*” se dan las mismas recomendaciones del sistema de sensor de flujo proximal de diferencial de presión.
 - d. La postura del colector de capnografía, debe ser entre la “Y” del circuito y todos los elementos adicionados hasta el tubo del paciente (Figura 19).

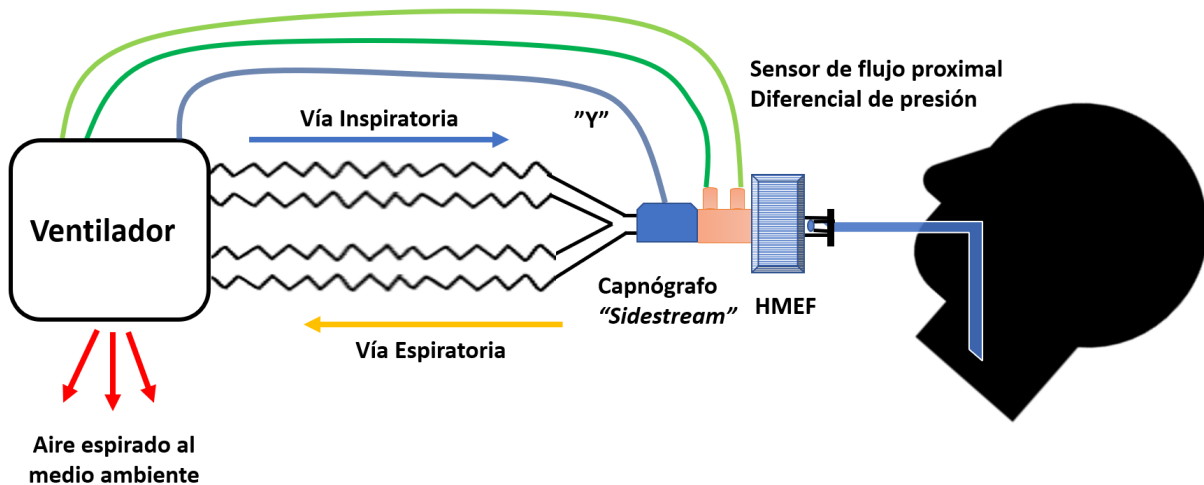


Figura 19. Circuito con humidificación pasiva y HMEF, sugerido cuando use VM con sensor de flujo proximal de diferencial de presión y/o capnógrafo “*sidestream*”. Capnógrafo debe ir entre “Y” y tubo de paciente, con todos los elementos que este posea. Sensor de flujo debe ir entre “Y” y tubo de paciente. Ambos dispositivos deben estar proximales al equipo con respecto a HMEF.

2. En el caso de sensores proximales al paciente de alambre caliente (diferencial de temperatura), estos no tienen contacto neumático con el VM.
 - a. Se sugiere el uso de dispositivos desechables
 - b. Sin recomendación respecto a filtros para estos dispositivos, pudiendo ser utilizados el armado con todas las configuraciones descritas en la guía.
 - c. Situación similar sucede con los capnógrafos de tipo “*mainstream*” (Figura 20).

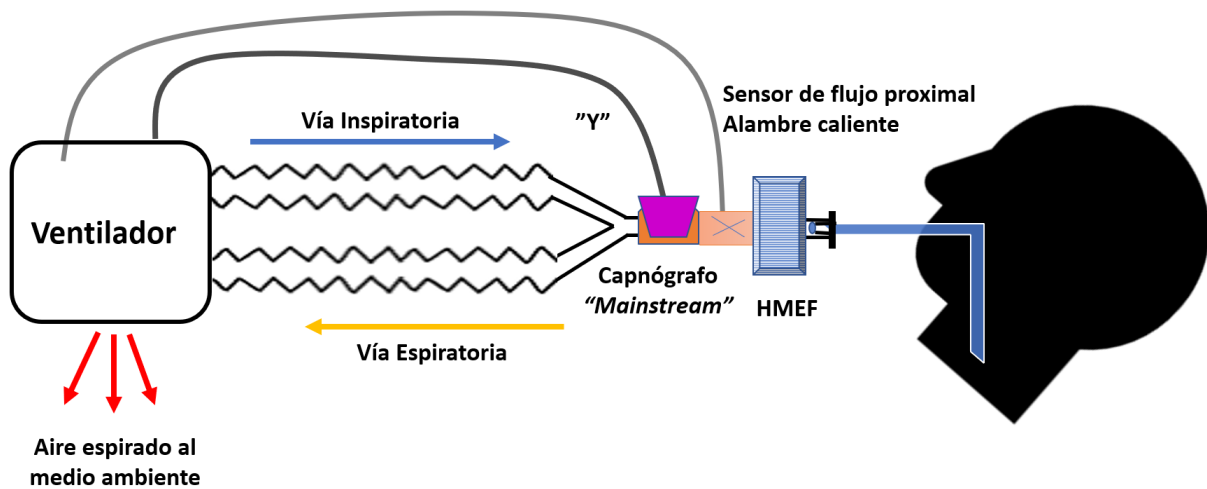


Figura 20. Circuito con humidificación pasiva y HMEF con uso de capnógrafo “*mainstream*” y sensor de flujo de alambre caliente, ambos dispositivos de este tipo pueden funcionar sin filtro entre paciente y circuito debido a la inexistencia de comunicación neumática entre la medición y el VM.

V. Aerosolterapia en VM y VMNI

1. Se recomienda evitar abrir el circuito para el uso de fármacos en aerosol.
 - a. Preferir uso de inhalador de dosis medida (IDM, coloquialmente “*puff*”) para todos los fármacos disponibles.
 - b. Dentro de los dispositivos recomendados se mencionan los espaciadores no colapsables, espaciadores colapsables y adaptadores en línea (Figura 21) (35,36), especial atención al momento de conectar “*canister*” debido a la posibilidad de escape de flujo aéreo por el dispositivo y eventual contaminación aérea.

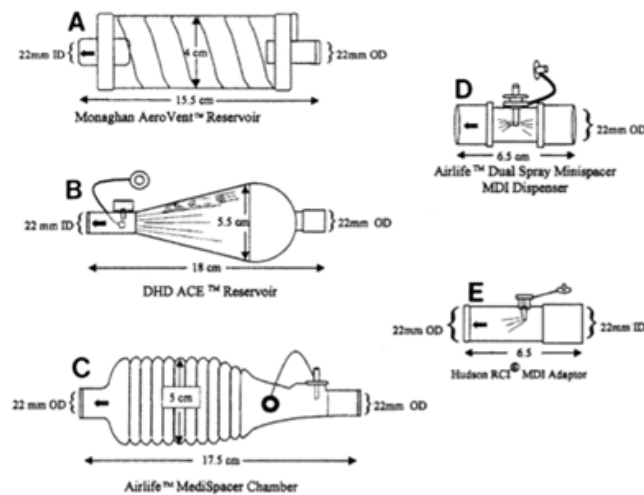


Figura 21. Espaciadores para entregar IDM en VM. Tomado de referencia (36).

- c. Hay circuitos que poseen en su diseño un sistema de IDM en la “Y”, sugerimos utilizar ese dispositivo (Figura 22).



Figura 22. Circuito de humidificación activa con IDM incluido en “Y” de circuito (tapón blanco). Tomado de referencia (37).

- d. No se recomienda el uso de los sistemas de IDM asociados a sondas de succión cerrada por pobre rendimiento (38).
- e. No se recomienda el uso de nebulizador “jet” debido a su pobre depósito, apertura del circuito y elevada tasa de aerosolización al ambiente (1,2).
- f. En caso de no contar con fármacos en IDM, se puede nebulizar con sistemas ultrasónicos, o de malla vibratoria (“mesh” en Figura 23), siendo mejor el rendimiento de este último sistema (39). No se sugiere marca en particular, pero deben ser conectados en línea con el circuito, y evitar abrir el circuito para la administración del fármaco (35).

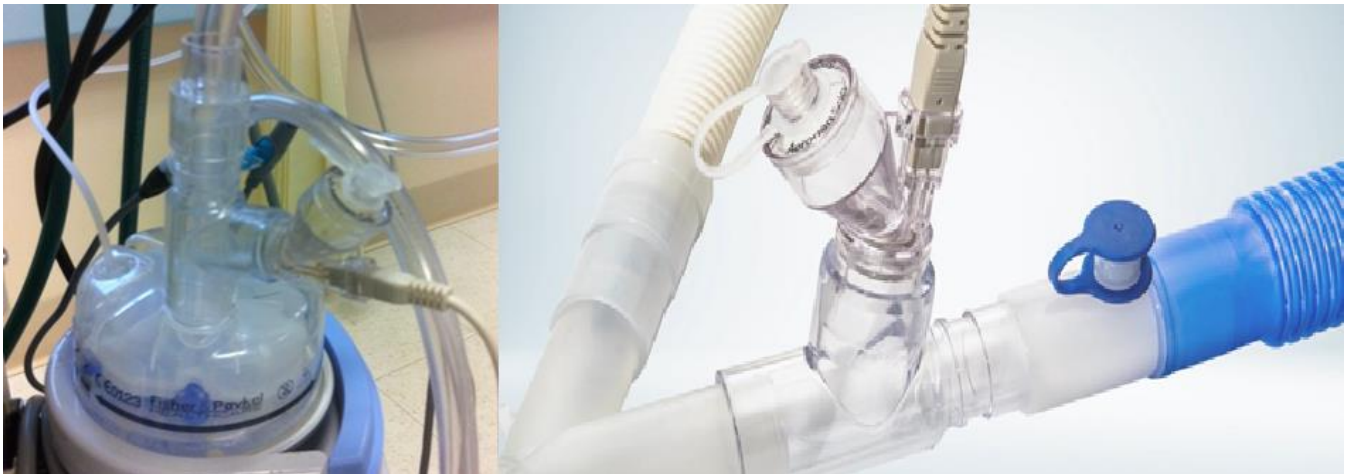


Figura 23. Nebulizador de malla vibrante ("mesh") Aerogen®. Derecha: posición entre "Y" de circuito y vía inspiratoria. Imagen obtenida de www.aerogen.com. Izquierda: posición en vía inspiratoria seca en cámara humidificadora.

2. En VM con circuitos de humidificación activa, tanto invasiva como no invasiva, por temas de depósito y evitar desconexión del circuito, el IDM debe ir en la vía inspiratoria, cerca de la "Y" del circuito (39,40). Los nebulizadores "mesh" o ultrasónicos pueden ir en cámara humidificadora o vía inspiratoria seca cerca del VM. En el caso de IDM con flecha bidireccional, aún no hay acuerdo sobre la posición de la flecha de disparo, sugerimos en este caso disparar en contra del flujo del VM (Figura 24) (41).

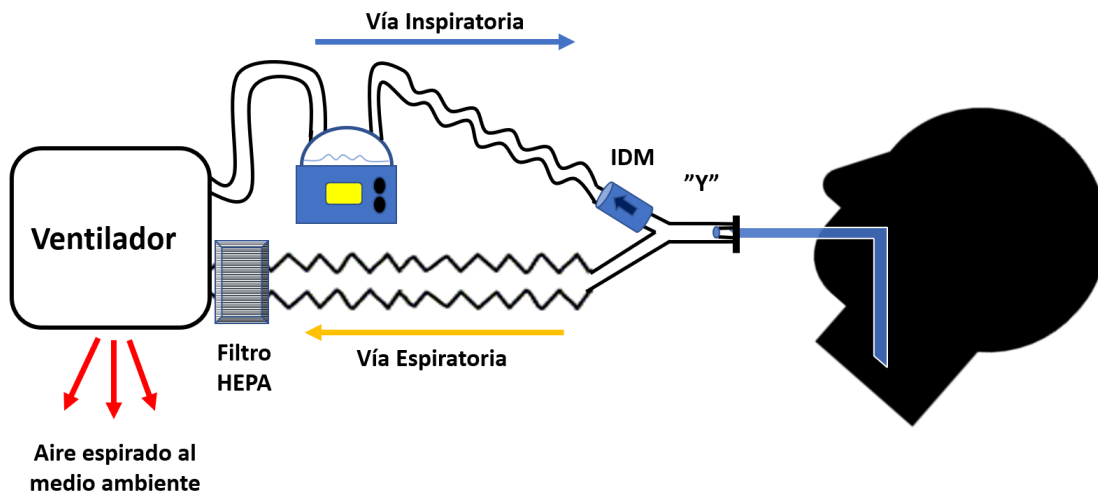


Figura 24. Circuito con humidificación activa e IDM en vía inspiratoria, con flecha en contra del flujo del VM. Se mantiene el filtro HEPA entre la vía espiratoria y la válvula.

3. En sistemas de humidificación pasiva, tanto invasiva como no invasiva, el nebulizador “*mesh*” o el IDM debe estar entre el HMEF y el tubo del paciente. Esto significa, un aumento del espacio muerto instrumental que ante necesidad debería compensado con aumento de volumen minuto (volumen o delta de presión), pero se debe evitar abrir el circuito por posible aerosolización (Figura 25).

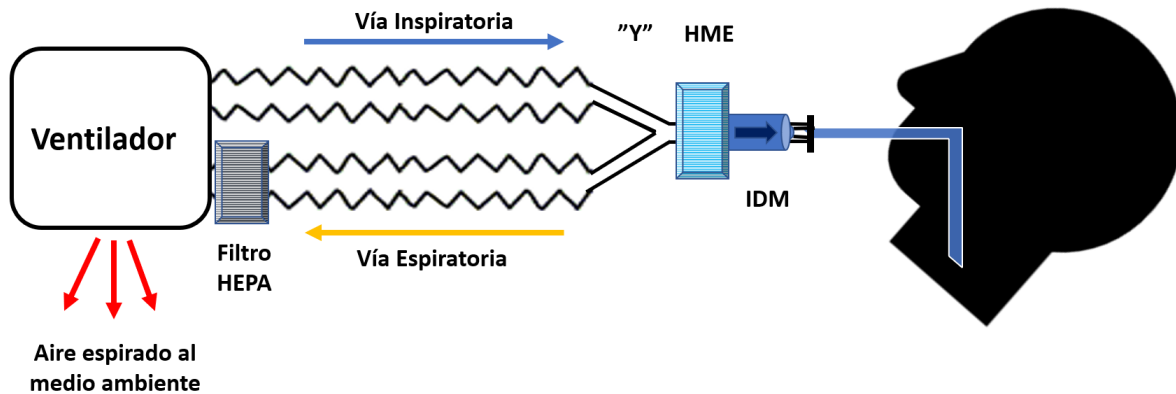


Figura 25. Uso de IDM entre HME y tubo del paciente. La flecha apunta hacia el paciente para evitar el depósito de aerosol en HME o HMEF. Esta posición se sugiere para nebulizador “*Mesh*” también. Existe aumento del espacio muerto instrumental que debe ser considerado

4. En ningún caso de se debe remover el filtro HMEF de la “Y” o HEPA al final de la vía espiratoria para la aerosolización, la prioridad es evitar la dispersión de aerosoles.
 - a. Existen filtros HMEF especiales (Figura 26) con la posibilidad de seleccionar función de HME o aerosol, son de alto costo, poco disponibles en el mercado nacional, e involucran el uso de filtro HEPA espiratorio para evitar contaminar el equipo y el medio ambiente con el uso de nebulización con “*Mesh*” o IDM al abrir el sistema a aerosolización.



Figura 26. Filtro HMEF con sistema de apertura y cierre para aerosol Airlife® Bypass HME.

5. Para el uso de aerosolterapia en VMNI, la aplicación de esta se rige por los puntos anteriores con respecto a sistema de entrega de fármacos, tanto para el uso de IDM o nebulizadores “Mesh”.
- Si la administración corresponde a un circuito con dos ramas se mantienen las recomendaciones de VM.
 - Si la administración es con circuitos de una rama, la conexión del dispositivo tendrá variaciones respondiendo al filtrado del gas espirado.
 - En el caso de circuito de una rama, con HMEF, HME o filtro HEPA proximal al paciente, el IDM o nebulizador “mesh” se instala entre la interfaz y el filtro. En el caso de IDM con flecha, esta apunta hacia el sujeto (Figura 27).

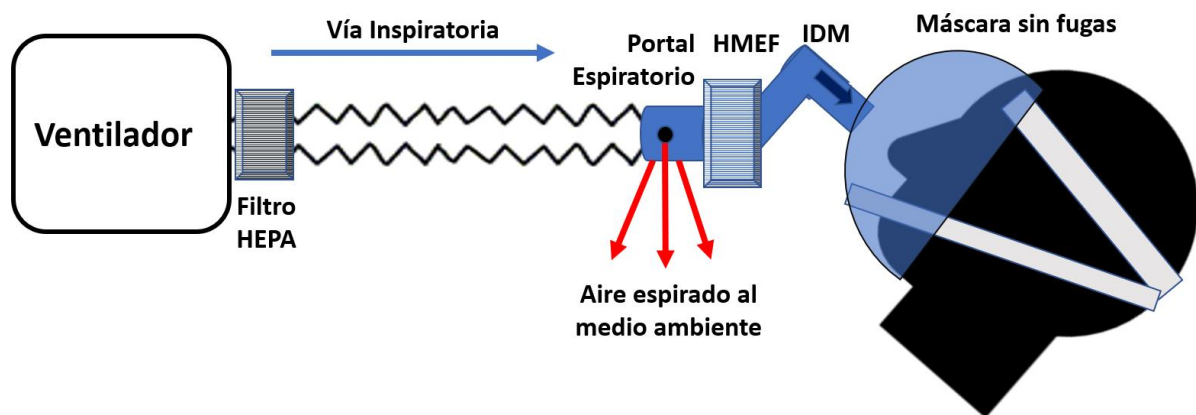


Figura 27. Conexión de IDM entre HMEF e interfaz de VMNI. La dirección del IDM apunta hacia el paciente para evitar impactación en el filtro. Esta misma posición es la sugerida para el uso de nebulizador “mesh” y así evitar la desconexión del paciente.

- ii. Al usar en VMNI el portal espiratorio en “T” para evitar la aerosolización al medio ambiente tanto como pérdida de fármaco y posibilidad de generación de aerosoles, se considera tanto para circuitos activos como pasivos, y tanto para IDM como nebulizador “*mesh*” la posición entre el portal espiratorio y la interfaz (Figura 28).

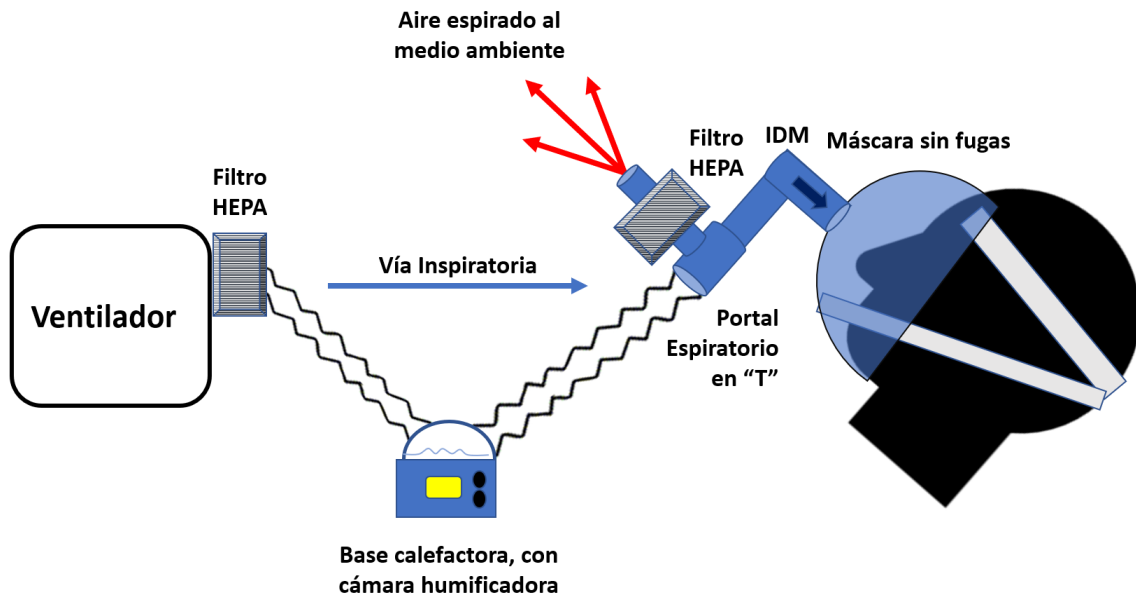


Figura 28. Conexión de IDM o nebulizador “*mesh*” proximal al paciente en circuito de VMNI con humedad activa con portal espiratorio tipo “T”. Flecha del IDM apunta hacia el paciente y se busca la disminución de la generación de aerosoles a los filtros y al medio externo.

V.1. Recomendación para administración de aerosolterapia en VMI.

1. Para administración de IDM en VM adulto recomendamos (42):
 - a. Limpiar secreciones del tubo traqueal.
 - b. Asegurar volumen corriente adecuado a requerimientos del paciente.
 - c. Si es posible, disminuir el flujo inspiratorio a ≤ 60 l/m.
 - d. Agitar el DMI y conectar en rama inspiratoria.
 - e. Esperar 20 segundos antes de administrar la próxima dosis.

2. Aunque no recomendamos la nebulización “*Jet*”, en caso de tener que realizarla en VM adulto se sugiere (42):
 - a. Limpiar secreciones del TET.
 - b. Asegurar volumen corriente adecuado a requerimientos del paciente.
 - c. Si es posible, disminuir el flujo inspiratorio a ≤ 60 l/m.
 - d. Conectar nebulizador en rama inspiratoria a 30 cm de la pieza en “Y”.
 - e. Asegurar un flujo de gas > 5 l/min para el nebulizador.
 - f. Retirar nebulizador, debido a que es incapaz de mantener la estanqueidad del circuito al no estar presurizado con fuente de gas externa.
 - g. Para evitar abrir el circuito se recomiendan nebulizadores ultrasónicos o “*mesh*”.

VI. Cánulas Nasales de Alto Flujo

1. Estos dispositivos NO se recomiendan en uso pandémico por poca utilidad poco e imposibilidad de filtrar propagación aérea de aerosoles espirados contaminados (23). Si usted, aún decide usar este soporte se sugiere el uso de una mascarilla quirúrgica o N95 externa a la cánula(2) para evitar la propagación de aerosoles (Figura 29). El cambio de mascarilla no debería superar las 24 horas, o ante contaminación, humedad o disfunción de la misma(2).



Figura 29. Uso de máscara sobre cánula nasal de alto flujo. Terapia de soporte no sugerida en esta guía ni otras, pero en caso de usar se sugiere filtrado de gas. Tomado de referencia (2).

Referencias

1. Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected [Internet]. [citado 20 de marzo de 2020]. Disponible en: [https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-\(ncov\)-infection-is-suspected](https://www.who.int/publications-detail/clinical-management-of-severe-acute-respiratory-infection-when-novel-coronavirus-(ncov)-infection-is-suspected)
2. Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi for Respiratory care committee of Chinese Thoracic Society. Expert consensus on preventing nosocomial transmission during respiratory care for critically ill patients infected by 2019 novel coronavirus pneumonia. *Chin J Tuberc Respir Dis.* 2020;17(0):E020.
3. Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect.* 2020;
4. Ji Y, Ma Z, Peppelenbosch MP, Pan Q. Potential association between COVID-19 mortality and health-care resource availability. *Lancet Glob Health.* 2020;
5. Kain T, Fowler R. Preparing intensive care for the next pandemic influenza. *Crit Care Lond Engl.* 2019;23(1):337.
6. Sociedad Chilena de Medicina Intensiva [Internet]. [citado 21 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.medicina-intensiva.cl/site/>
7. Airway management [Internet]. ICM Anaesthesia COVID-19. [citado 22 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://icmanaesthesiacovid-19.org/airway-management>
8. Klompas M, Branson R, Eichenwald EC, Greene LR, Howell MD, Lee G, et al. Strategies to Prevent Ventilator-Associated Pneumonia in Acute Care Hospitals: 2014 Update. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2014;35(08):915–36.
9. Ardehali SH, Fatemi A, Rezaei SF, Forouzanfar MM, Zolghadr Z. The Effects of Open and Closed Suction Methods on Occurrence of Ventilator Associated Pneumonia; a Comparative Study. *Arch Acad Emerg Med.* 2020;8(1):e8.
10. Lorente L, Lecuona M, Jiménez A, Mora ML, Sierra A. Tracheal suction by closed system without daily change versus open system. *Intensive Care Med.* 2006;32(4):538–44.
11. Kuriyama A, Umakoshi N, Fujinaga J, Takada T. Impact of closed versus open tracheal suctioning systems for mechanically ventilated adults: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2015;41(3):402–11.
12. Maggiore SM, Richard J-CM, Abroug F, Diehl JL, Antonelli M, Sauder P, et al. A multicenter, randomized trial of noninvasive ventilation with helium-oxygen mixture in exacerbations of chronic obstructive lung disease. *Crit Care Med.* 2010;38(1):145–51.
13. Caramenz MP, Schettino G, Suchodolski K, Nishida T, Harris RS, Malhotra A, et al. The impact of endotracheal suctioning on gas exchange and hemodynamics during lung-protective ventilation in acute respiratory distress syndrome. *Respir Care.* 2006;51(5):497–502.
14. Hess DR, Kallstrom TJ, Mottram CD, Myers TR, Sorenson HM, Vines DL, et al. Care of the ventilator circuit and its relation to ventilator-associated pneumonia. *Respir Care.* 2003;48(9):869–79.
15. Dellamonica J, Boisseau N, Goubaux B, Raucoules-Aimé M. Assessment of 44 heat and moisture exchange filters. What to choose? *Ann Fr Anesth Reanim.* 2003;22(5):402–7.

16. Djedaini K, Billiard M, Mier L, Le Bourdelles G, Brun P, Markowicz P, et al. Changing heat and moisture exchangers every 48 hours rather than 24 hours does not affect their efficacy and the incidence of nosocomial pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;152(5):1562–9.
17. Calvo M, Delpiano L, Chacón E, Jemenao P, Irene M, Peña A, et al. Actualización Consenso Neumonía asociada a ventilación mecánica: Segunda parte. Prevención. *Rev Chil Infectol*. 2011;28(4):316–332.
18. Protocolo de ventilación múltiple con un solo ventilador para situación de pandemia/catástrofe sanitaria - COIIM [Internet]. [citado 22 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://portal.coiim.es/comunicacion/noticias/el-colegio/protocolo-de-ventilacion-multiple-con-un-solo-ventilador-para-situacion-de-pandemia-catastrofe-sanitaria-405>
19. Safe use of Hamilton Medical ventilators on patients with highly infectious diseases [Internet]. [citado 21 de marzo de 2020]. Disponible en: https://www.hamilton-medical.com/es/E-Learning-and-Education/Knowledge-Base/Knowledge-Base-Detail~2020-03-11~Safe-use-of-Hamilton-Medical-ventilators-on-patients-with-highly-infectious-diseases~dda177b6-01c7-47e0-95f0-794433572166~.html#DataTables_Table_0=od3
20. Gillies D, Todd DA, Foster JP, Batuwitage BT. Heat and moisture exchangers versus heated humidifiers for mechanically ventilated adults and children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;9:CD004711.
21. Boots RJ, George N, Faoagali JL, Druery J, Dean K, Heller RF. Double-heater-wire circuits and heat-and-moisture exchangers and the risk of ventilator-associated pneumonia: *Crit Care Med*. 2006;34(3):687–93.
22. Acute Respiratory Distress Syndrome Network, Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, et al. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2000;342(18):1301–8.
23. Lobato DSD. Recomendaciones VMNI, Sistemas de CPAP no Mecánicos y Terapia de Alto Flujo en COVID-19. [Internet]. *Ihfn*. 2020 [citado 19 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.internationalhighflownetwork.com/post/recomendaciones-vmni-sistemas-de-cpap-no-mecánicos-y-terapia-de-alto-flujo-en-covid-19>
24. COVID-19 – INTERVENÇÃO NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA » ASSOBRAFIR [Internet]. [citado 19 de marzo de 2020]. Disponible en: https://assobrafir.com.br/covid-19_vni/
25. Benditt JO. Full-time noninvasive ventilation: possible and desirable. *Respir Care*. 2006;51(9):1005–12; discussion 1012-1015.
26. Nava S, Evangelisti I, Rampulla C, Compagnoni ML, Fracchia C, Rubini F. Human and financial costs of noninvasive mechanical ventilation in patients affected by COPD and acute respiratory failure. *Chest*. 1997;111(6):1631–8.
27. Hui DS, Hall SD, Chan MTV, Chow BK, Tsou JY, Joynt GM, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation: An experimental model to assess air and particle dispersion. *Chest*. 2006;130(3):730–40.
28. Chan MTV, Chow BKM, Chu L, Hui DSC. Mask ventilation and dispersion of exhaled air. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(7):e12-14.
29. Branson RD. Patient-ventilator interaction: the last 40 years. *Respir Care*. 2011;56(1):15–24.
30. Nava S. Behind a mask: tricks, pitfalls, and prejudices for noninvasive ventilation. *Respir Care*. 2013;58(8):1367–76.



31. Di Marco F, Centanni S, Bellone A, Messinesi G, Pesci A, Scala R, et al. Optimization of ventilator setting by flow and pressure waveforms analysis during noninvasive ventilation for acute exacerbations of COPD: a multicentric randomized controlled trial. *Crit Care*. 2011;15(6):R283.
32. Lujan M, Lalmolda C, Ergan B. Basic Concepts for Tidal Volume and Leakage Estimation in Non-Invasive Ventilation. *Turk Thorac J*. 2019;20(2):140–6.
33. Surface & Air Transport Section [Internet]. AARC. [citado 22 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.aarc.org/aarc-membership/community/specialty-sections/surface-air-transport-section/>
34. Liew MF, Siow WT, Yau YW, See KC. Safe patient transport for COVID-19. *Crit Care Lond Engl*. 2020;24(1):94.
35. Dhand R. How Should Aerosols Be Delivered During Invasive Mechanical Ventilation? *Respir Care*. 2017;62(10):1343–67.
36. Dhand R. Basic techniques for aerosol delivery during mechanical ventilation. *Respir Care*. 2004;49(6):611–22.
37. Home | Fisher & Paykel Healthcare [Internet]. [citado 21 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.fphcare.com/es-es/>
38. Williams JP, Ari A, Shanmugam R, Fink JB. The Effect of Different Closed Suction Catheter Designs and pMDI Adapters on Aerosol Delivery in Simulated Adult Mechanical Ventilation With and Without Exhaled Humidity. *Respir Care*. 2018;63(9):1154–61.
39. Ari A, Restrepo RD. Aerosol delivery device selection for spontaneously breathing patients. *Respir Care*. 2012;57(4):613–26.
40. Ari A, Areabi H, Fink JB. Evaluation of aerosol generator devices at 3 locations in humidified and non-humidified circuits during adult mechanical ventilation. *Respir Care*. 2010;55(7):837–44.
41. Georgopoulos D, Mouloudi E, Kondili E, Klimathianaki M. Bronchodilator delivery with metered-dose inhaler during mechanical ventilation. *Crit Care*. 2000;4(4):227.
42. Duarte AG. Inhaled bronchodilator administration during mechanical ventilation. *Respir Care*. 2004;49(6):623–34.