

Recomendaciones para la implementación de soporte respiratorio pediátrico en COVID-19. Kinesiología Intensiva y Terapia Respiratoria Pediátrica de Chile

Recommendations for the implementation of pediatric respiratory support in COVID-19. Intensive Kinesiology and Respiratory Therapy Chilean

Santiago Martínez Fuenzalida^a, Danny Maturana Arenas^b, Hugo Riquelme Muñoz^c,
Fernando Bustos Gajardo^d, Pablo Cortés Molina^e, Sebastián Godoy Salinas^f, Gonzalo Pettinelli Díaz^g

^aKinesiólogo. Unidad Paciente Crítico Pediátrica, Clínica Indisa. Santiago, Chile

^bKinesiólogo. Unidad Paciente Crítico Pediátrica, Hospital Dr. Exequiel González Cortés. Santiago, Chile

^cKinesiólogo. Unidad Paciente Crítico Pediátrica, Complejo Asistencial Dr. Sótero del Río. Santiago, Chile

^dKinesiólogo. Unidad Paciente Crítico Pediátrica, Complejo Asistencial Doctor Víctor Ríos Ruiz. Los Ángeles, Chile

^eKinesiólogo. Unidad Paciente Crítico Pediátrica, Hospital Clínico Dr. Félix Bulnes Cerda. Santiago, Chile

^fKinesiólogo. Unidad Paciente Crítico Pediátrica, Unidad de Medicina Física y Rehabilitación, Hospital San Pablo de Coquimbo. Coquimbo, Chile

^gKinesiólogo. Terapia Respiratoria Unidad Paciente Crítico Pediátrica, Hospital Clínico Red de Salud UC-Christus. Santiago, Chile

Recibido: 30 de abril de 2020; Aceptado para publicación: 12 de junio de 2020

Resumen

De acuerdo a la información disponible, los pacientes pediátricos con COVID-19 tendrían una menor frecuencia, se presentarían en su mayoría con un cuadro clínico de leve a moderado, y con una baja tasa de morbilidad asociada⁵. Sin embargo, es incierto el comportamiento real que tendrá el SARS-CoV-2 en Chile, así como tampoco sabemos el impacto que tendrá su interacción con otros virus respiratorios en el desenlace clínico. Asumiendo que los pacientes pediátricos que requieran hospitalización por sospecha o confirmación de COVID-19 necesitarán de diferentes niveles de soporte respiratorio, hemos elaborado recomendaciones transversales fundamentadas en el óptimo manejo del apoyo respiratorio pediátrico, basados en los principios de calidad y eficiencia en la entrega del soporte, en parámetros de bioseguridad y en el uso apropiado de recursos⁶. Estos elementos que se encuentran relacionados al armado y filtrado de los aerosoles producidos por algunos equipos de soporte ventilatorio, son recomendados en esta guía con el fin de unificar criterios técnicos que permitan entregar un apoyo óptimo al paciente pediátrico, manteniendo la mayor bioseguridad posible para el paciente y el equipo de salud.

Palabras clave:

Cuidados Intensivos
Pediátricos;
Kinesiología Intensiva;
Fisioterapia
Respiratoria;
Soporte Respiratorio;
Ventilación Mecánica

Correspondencia:
Santiago Martínez Fuenzalida
santiago.martinez.fuenzalida@gmail.com

Abstract

According to the available information, pediatric cases of COVID-19 would present less frequently, most of them with mild to moderate clinical picture, and low associated morbidity and mortality⁵. However, we do not know the actual behavior that SARS-CoV-2 will have in Chile, nor the impact that its interaction with other respiratory viruses will have on the clinical outcome. On the assumption that pediatric patients requiring hospitalization due to suspicion or confirmation of COVID-19 will need different levels of respiratory support, we have developed wide-range recommendations based on the optimal management of pediatric respiratory support according to the principles of quality and efficiency in the delivery of support, biosafety parameters, and appropriate use of resources⁶. These elements, which are related to assembling and filtering the aerosols produced by some respiratory support equipment, are recommended in this guide in order to unify technical criteria that allow optimal support for the pediatric patient while maintaining the highest possible biosafety for the patient and the health team.

Keywords:

Pediatric Intensive Care;
Intensive Kinesiology;
Respiratory
Physiotherapy;
Respiratory Support;
Mechanical Ventilation

Introducción

Desde la agresiva aparición del SARS-CoV-2 descrito por primera vez en Wuhan, China y causante de diversas manifestaciones clínicas englobadas bajo el término COVID-19, se ha generado una alerta mundial producto de su elevada propagación aérea¹⁻³ y su duración en forma activa en las superficies⁴.

En cuanto a la población pediátrica, los casos descritos a la fecha diferirían respecto a lo reportado en la población adulta. De acuerdo a la información disponible, los pacientes pediátricos con COVID-19 tendrían una menor frecuencia, se presentarían en su mayoría con un cuadro clínico de leve a moderado, con una baja tasa de morbimortalidad asociada⁵. Sin embargo, es incierto el comportamiento real que tendrá el SARS-CoV-2 en nuestro país, así como tampoco sabemos el impacto que tendrá su interacción con otros virus respiratorios en el desenlace clínico.

Asumiendo que los pacientes pediátricos que requieran hospitalización por sospecha o confirmación de COVID-19 necesitarán de diferentes niveles de soporte respiratorio, como división de kinesiólogía intensiva pediátrica, hemos elaborado recomendaciones transversales (pública-privada) fundamentadas en el óptimo manejo del apoyo respiratorio pediátrico, basados en los principios de calidad y eficiencia en la entrega del soporte, en parámetros de bioseguridad y en el uso apropiado de recursos⁶. Estos elementos que se encuentran relacionados al armado y filtrado de los aerosoles producidos por algunos equipos de soporte ventilatorio, son recomendados en esta guía con el fin de unificar criterios técnicos que permitan entregar un apoyo óptimo al paciente pediátrico, manteniendo la mayor seguridad posible para el paciente y el equipo de salud.

Alcance de la guía

Usuarios a los que está dirigido la guía

Dirigido a profesionales del área de la salud capacitados en el manejo e intervención ventilatoria del paciente crítico pediátrico chileno.

Declaración de intención

Esta guía pretende apoyar a los equipos de salud en la toma de decisiones clínicas, fomentando las buenas prácticas, con un uso eficiente de los recursos.

Consideramos oportuno contribuir desde nuestra perspectiva con información confiable para una toma de decisiones racional y aplicable a la realidad nacional, en escenarios donde se disponga idealmente de kinesiólogos con experiencia en ventilación mecánica pediátrica, con cobertura 24/7, que formen parte de equipos de alta calidad técnica y con criterios de manejo protocolizados, inter y multidisciplinario.

Esta guía no fue elaborada con la intención de establecer estándares de cuidado para pacientes individuales. Lo anterior sólo puede ser determinado por profesionales competentes basados en toda la información clínica disponible.

Estas recomendaciones están sujetas a cambios, conforme al avance del conocimiento científico, las tecnologías disponibles y la evolución de los patrones de atención. La adherencia a las recomendaciones de esta guía no asegura un desenlace exitoso en cada paciente.

Objetivos

Objetivo general

Unificar aspectos técnicos en sistemas de manejo ventilatorio y oxigenación, que permitan entregar un

apoyo óptimo al paciente pediátrico, manteniendo la mayor seguridad para el paciente y el profesional de salud.

Objetivos específicos

- Recomendar armado según calidad de intervención para el paciente pediátrico y protección viral para el prestador.
- Recomendar armado y uso óptimo según calidad de intervención y protección viral de sistemas de oxigenoterapia en pacientes pediátricos.
- Recomendar armado según calidad de intervención y protección viral para el paciente pediátrico según peso y protección viral de ventiladores mecánicos para el prestador.
- Revisar uso y armado de elementos de inhaloterapia asociados al circuito de ventilación mecánica.

Barreras de protección

Se recomienda el uso de medidas de protección apropiadas en el manejo de pacientes con oxigenoterapia y soporte ventilatorio por un aumento sustancial en la exposición al aire exhalado.

Se recomienda adoptar las medidas de protección establecidas en las guías para prevención y control de infecciones durante la atención de salud del paciente sospechoso/confirmado de COVID-19, lo que significa la mantención de precauciones estándares e implementación de precauciones de contacto y gotitas (Ministerio de Salud chileno: delantal impermeable de manga larga de apertura posterior, guantes de látex o nitrilo impermeables que cubran el puño, mascarilla quirúrgica, de preferencia preformada no colapsable, protección ocular, antiparras o escudo facial). En caso de procedimientos/terapias generadoras de aerosoles, a las precauciones estándares y de contacto y gotitas, se debe adicionar precauciones aéreas, lo que implica reemplazar la mascarilla quirúrgica por respirador tipo N95, FFP2 o equivalente².

La generación de aerosoles (partículas < 5 micrómetros) es variable de acuerdo al dispositivo, distancia y al flujo. Algunos de los procedimientos clínicos descritos realizados por profesionales de la salud que pueden actuar como generadores de aerosoles son: intubación endotraqueal, ventilación manual con bolsa y mascarilla, aspiración de secreciones de vía aérea baja abierta, apertura de circuito de VM por cualquier otra causa, ventilación mecánica no invasiva, ventilación de alta frecuencia oscilatoria, traqueostomía, reanimación cardiopulmonar, fibrobroncoscopia, administración de tratamientos nebulizados, fisioterapia respiratoria, entre otros^{2,7}.

Oxigenoterapia

De acuerdo a lo recomendado por la OMS, en aquellos pacientes pediátricos con sospecha/confirmación de COVID-19 que cursan con signos de emergencia (obstrucción o ausencia de respiración, dificultad respiratoria severa, cianosis central, shock, coma o convulsiones) se debe implementar manejo de la vía aérea y la administración de oxígeno para una saturación de oxígeno objetivo $\geq 94\%$. En caso de reanimación u otro escenario, el objetivo será $\geq 90\%$ ².

Los dispositivos de oxigenoterapia posibles son: naricera cánula nasal simple, cánula nasal de alto flujo, mascarilla simple, mascarilla tipo Venturi y mascarilla de no reinhalación. Sin embargo, la manipulación de estos dispositivos y las características de su funcionamiento pueden estar asociados a generación de gotitas y dispersión aérea con un potencial riesgo al personal de salud de adquirir enfermedades infecciosas.

Oxigenoterapia previo a la intubación

Previo a la intubación el oxígeno puede ser administrado vía cánulas nasales (simples o de alto flujo), mascarilla simple o de no reinhalación, con el principio general de que mayores flujos generan mayor riesgo de aerolización del virus⁸.

Oxigenoterapia durante la intubación

La hiperoxigenación durante la intubación puede ser realizada usando dispositivos de ventilación manual, con máscara bien ajustada y uso de filtro HEPA entre la máscara y el dispositivo para disminuir el riesgo de contaminación ambiental por aerosoles⁸.

No se recomienda el uso de cánula nasal (simple o de alto flujo), ni la máscara de no reinhalación, por otorgar una hiperoxigenación sub óptima, promover la dispersión aérea y no otorgar un soporte ventilatorio suficiente, generando períodos de apnea.

Cánula nasal de alto flujo

Los sistemas de alto flujo por cánula nasal no tienen posibilidad de filtrar el aire exhalado, por lo que podrían favorecer la dispersión del aire exhalado⁹ por parte del paciente y con ello la transmisión de la enfermedad^{10,11}. En este sentido, estudios sugieren el uso de mascarilla quirúrgica sobre la naricera de alto flujo para disminuir la dispersión del aire exhalado, sin embargo, esta estrategia podría promover la retención de CO₂, además del rápido humedecimiento de la mascarilla con la pérdida de su protección teórica³.

Algunos estudios reportan que la cánula nasal de alto flujo (CNAF) no conferiría un mayor riesgo de transmisión de la enfermedad y que tendría un riesgo de contaminación ambiental similar a los sistemas de oxigenoterapia convencionales, por lo que podrían ser

utilizados de forma segura en el manejo de la hipoxemia^{12,13}. Guías de manejo clínico de adultos sugieren el uso de la CNAF para la falla respiratoria hipoxémica asociada con la enfermedad COVID-19, siempre y cuando el personal disponga de los EPP óptimos y de un adecuado manejo ambiental¹⁴, dado que se asociaría con una disminución de la necesidad de intubación endotraqueal. Pese a lo anterior, el uso de CNAF como manejo primario de la falla hipoxémica por COVID-19 no está claro, y el riesgo de mortalidad en pacientes críticos adultos, es incierto^{11,17}.

En pacientes pediátricos la utilización de CNAF es ampliamente aceptada en algunos escenarios de falla respiratoria hipoxémica, especialmente en bronquiolitis, si bien aún la evidencia no es lo suficientemente categórica. Se conoce que los sistemas de alto flujo generan un aumento en la dispersión de aerosoles al ser utilizados en combinación con nebulizadores¹⁰ y generan mayor dispersión de gotitas durante la tos¹⁵.

Considerando que la información disponible a la fecha es insuficiente, sugerimos que, si se opta por la utilización de CNAF, esta se reserve para pacientes muy concretos. No se recomienda en los casos de hipercapnia, inestabilidad hemodinámica y falla multiorgánica¹⁶. Se recomienda mantener una monitorización estricta y evaluando criterios clínicos de éxito o fracaso en caso que se deba escalar a otro tipo de soporte ventilatorio. Se debe cumplir con el uso de todos los elementos de protección personal (EPP) recomendados para la atención de estos pacientes. No se debe utilizar terapias nebulizadas y se debe evitar las desconexiones entre el circuito y la cánula para no aumentar la dispersión del aire exhalado¹². No recomendamos el uso de mascarilla quirúrgica sobre la naricera de alto flujo.

En lugares con acceso limitado a ventilación mecánica invasiva o en que se deba priorizar a pacientes que cursan con insuficiencia respiratoria hipoxémica grave, los sistemas de CNAF y VMNI pueden ser útiles¹⁷, teniendo siempre en cuenta: el uso EPP adecuados y el manejo ambiental, la disposición de la suficiente experiencia con estas técnicas del equipo de salud y el no retraso de la intubación de un paciente grave.

Recomendaciones para el manejo de la ventilación mecánica no invasiva

Considerando que la evidencia actual muestra que la población pediátrica con infección por COVID-19 en su mayoría manifiesta un cuadro clínico de baja severidad¹⁸, no esperamos una sobresaturación de nuestras unidades por pacientes pediátricos con infección por COVID-19 graves. Sin embargo, creemos que debido a la fase de contagio en que se encuentra nuestro país, una gran mayoría de nuestros pacientes serán casos considerados como sospechosos de infec-

ción por COVID-19, hasta su adecuada confirmación. No obstante, los casos severos reportados presentan neumonía grave y se caracterizan por una falla respiratoria que no puede ser corregida con oxigenoterapia convencional¹⁹.

La ventilación mecánica no invasiva (VMNI) para el manejo de la insuficiencia respiratoria aguda (IRA) en pediatría es ampliamente aceptada y utilizada en las unidades de cuidados intensivos pediátricos a nivel mundial²⁰. Actualmente hay controversia para el uso de VMNI en pacientes con COVID-19, debido a la experiencia en la población de adultos, en quienes la tasa de fracaso por esta terapia en falla respiratoria aguda hipoxémica no cardiogénica es alta^{15,16}. Otro aspecto a considerar es la dificultad que se genera al intentar configurar un armado del equipo que permita reducir la producción de aerosoles sin comprometer la efectividad de la técnica. Un consenso de expertos plantea, como una alternativa, someter a los pacientes pediátricos a una prueba de VMNI valorando su respuesta dentro de las primeras horas de manejo¹⁸. Del mismo modo que en la IRA de otras causas, se recomienda un tiempo acotado de evaluación (menor o igual a 2 h) posterior al cual, si no existe una respuesta favorable, se debe considerar la intubación y conexión a ventilación mecánica invasiva convencional (VMC)¹⁸.

Por otro lado, en un documento técnico del ministerio de sanidad español (que agrupa a diversas sociedades científicas españolas) recomienda evitar, de ser posible, el uso de la VMNI, debido a que se considera como un procedimiento que genera aerosoles. Sin embargo, si el contexto clínico lo justifica se puede realizar, y se hace énfasis en extremar las medidas de separación y los elementos de protección personal mencionadas previamente (apartado 4: Barreras de protección)¹⁶.

Medidas generales

Se recomienda el uso de VMNI exclusivamente en una UPCP, donde se contemple una monitorización adecuada y un personal debidamente entrenado.

Para los casos de COVID-19 confirmados o con sospecha y que estén cursando con IRA que requiere soporte ventilatorio, recomendamos decidir el inicio de VMNI considerando aspectos locales, tales como:

- Disponibilidad de box individual (de aislamiento) o en su defecto un área designada para casos confirmados (cohortes). Otra medida, podría incluir aumentar la distancia entre pacientes a 2 metros. Disponibilidad de ventilación mecánica convencional como parte del soporte inicial respiratorio.
- Disponibilidad de cumplimiento estricto con las medidas de protección individual (apartado 4: Barreras de protección) para todo el personal que

realice labores vinculadas al paciente (personal clínico, personal de aseo, entre otros), considerando que se trata de un procedimiento generador de aerosoles.

La decisión de utilizar esta terapia sigue dependiendo de cada centro y de su experiencia en el uso de la VMNI en la IRA pediátrica.

Selección del ventilador mecánico

Esta guía pretende recomendar opciones para la selección y armado del circuito de VMNI que contribuyan a reducir la producción de aerosoles y con ello una mayor propagación del virus, aspecto que en este escenario en particular ha sido reconocido como fundamental. Se debe considerar que estas modificaciones podrían reducir la efectividad de la terapia.

La evidencia y experiencia actual sugiere que los ventiladores específicos para VMNI tienen un mejor rendimiento en relación a sus mecanismos compensadores de fuga al compararlo con ventiladores mecánicos convencionales o “pesados”, aunque estos últimos posean software para VMNI²¹. Este aspecto se traduce en una mejor sincronía “paciente-ventilador”, aspecto que ha demostrado ser clave para el éxito de la terapia. Por otro lado, la ventaja de utilizar ventiladores convencionales con circuito de doble rama es que ofrece la posibilidad de reducir la contaminación ambiental provocada por el gas espirado y la producción de aerosoles, por medio de un filtro viral/bacteriano de alta eficacia al final de la rama espiratoria. No obstante, no es posible eliminar completamente la fuga no controlada a través de los bordes de la interfase, lo cual mermaría su aporte a la bioseguridad para el prestador.

Una alternativa para pacientes con IRA debido a COVID-19, es utilizar un ventilador mecánico convencional con software para VMNI (figura 1), sin embargo, se deben considerar los siguientes aspectos para decidir la implementación de este equipo:

- Experiencia de cada centro con esta configuración.
- Disponibilidad suficiente de ventiladores mecánicos convencionales para destinarlos a esta terapia.

- Limitación de estos equipos para compensar fuga y sensor adecuadamente los esfuerzos inspiratorios del paciente (consideramos que no debiera utilizarse en pacientes con un peso menor a 30 kg).

Si el ventilador mecánico convencional no dispone de software de VMNI, **NO** recomendamos el uso de este.

En términos de rendimiento, el ventilador específico para VMNI es lo recomendado, es decir, un generador de flujo con monitoreo en pantalla de volumen corriente espirado, flujo, fuga, presión inspiratoria máxima, presión media, y fracción inspirada de oxígeno. Sin embargo, para reducir la producción de aerosoles es necesario:

- Asegurar el uso estricto de elementos de protección personal para toda persona que realice tareas vinculadas al paciente.
- Disponer de box o área de aislamiento.
- Implementar configuraciones especiales del circuito y filtros que se discutirán más adelante.

Filtrado del gas

Los ventiladores específicos para VMNI realizan una mezcla de aire ambiental con oxígeno de la red que conformará el gas inspirado. Los ventiladores tienen una ventana o puerto por el cual es obtenido el gas ambiental, las cuales están protegidas con filtros de polvo para asegurar un adecuado funcionamiento del equipo. Sin embargo, no protegen ni filtran virus o bacterias.

Existen diversos tipos de filtros, por lo que hacemos énfasis en que estos deben ser del tipo viral/bacteriano de alta eficacia. Por otro lado, existen filtros intercambiadores de calor y humedad (HME, por sus siglas en inglés “*Heat and Moisture Exchanger*”), los que se utilizan principalmente en la población adulta en reemplazo de la humidificación activa. Es de suma importancia hacer la diferencia entre estos dispositivos de humidificación pasiva y los HME con filtro integrado (HMEF, por su sigla en inglés “*Heat and Moisture Exchanger Filter*”) debido a que estos últimos son los que realmente tiene la capacidad para filtrar virus y bacterias, además de humidificar. Con respecto a esto:

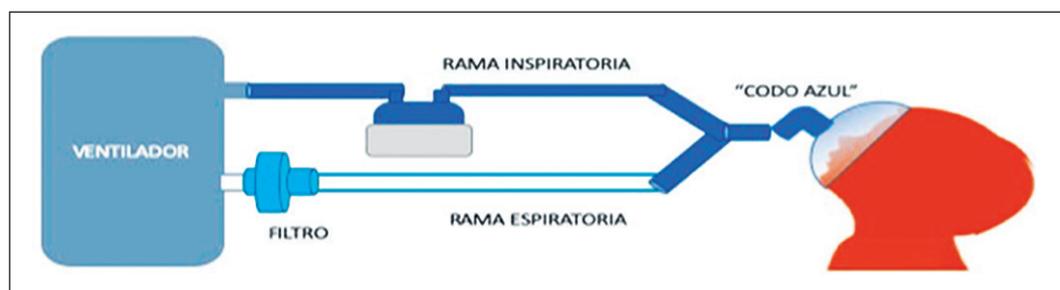


Figura 1. Armado del ventilador mecánico convencional con software para VMNI con circuito de doble rama, humidificación activa y filtro viral bacteriano de alta eficacia al final de la rama espiratoria.

- Se recomienda el uso de filtro viral bacteriano de alta eficacia en la salida de la rama inspiratoria del circuito monorama, proximal al ventilador específico para VMNI. Esto debido a que los ventiladores específicos para VMNI toman aire directamente del ambiente (potencialmente contaminado), a diferencia de los ventiladores convencionales que toman aire desde una red central de gases.
- Se recomienda el uso de filtro viral/bacteriano de alta eficacia en el puerto exhalatorio pasivo del circuito monorama.
- Se recomienda utilizar circuitos disponibles que cuenten con un portal lateral para la salida del gas espirado “pieza tipo T” (Ej., RT319, Fisher & Paykel Healthcare Ltd, Auckland, New Zealand). Estos circuitos permiten colocar un filtro viral bacteriano de alta eficacia en la zona de exhalación pasiva lateral (figura 2). Este dispositivo además es compatible con humidificación activa, no obstante habrá que

hacer vigilancia del funcionamiento del filtro y del ventilador, por el riesgo de condensación del filtro, impactando en la resistencia al flujo alterando, eventualmente, el funcionamiento del ventilador mecánico y su interacción con el paciente.

- Si no se dispone del circuito de la figura 2, existe la alternativa de utilizar un filtro HMEF en línea que reemplazará la humidificación activa, aunque sugerimos optar por esta alternativa en pacientes sobre los 30 kg de peso. En caso de optar por esta alternativa, recomendamos realizar vigilancia activa de la tolerancia y comodidad del paciente, aparición de problemas relacionados a falta de humedad (ejemplo: resequedad de mucosas) así como variaciones en las presiones de vía área reales respecto de las programadas y el volumen corriente. El dispositivo debe ser colocado entre el paciente y el puerto exhalatorio pasivo (figura 3) o válvula espiratoria activa (figura 4).

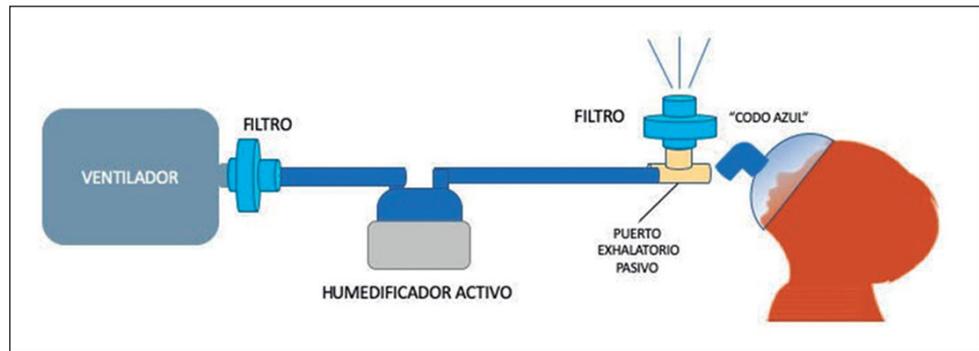


Figura 2. Ventilador mecánico específico para VMNI con circuito monorama y puerto espiratorio lateral con filtro viral bacteriano proximal al ventilador y en la salida del puerto exhalatorio.

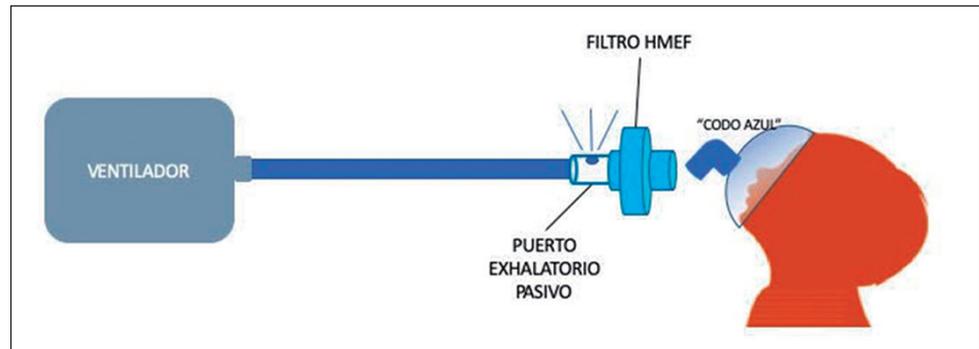


Figura 3. Ventilador mecánico específico para VMNI con circuito monorama y puerto exhalatorio pasivo en línea. Incluye filtro HMEF entre el paciente y el puerto exhalatorio.

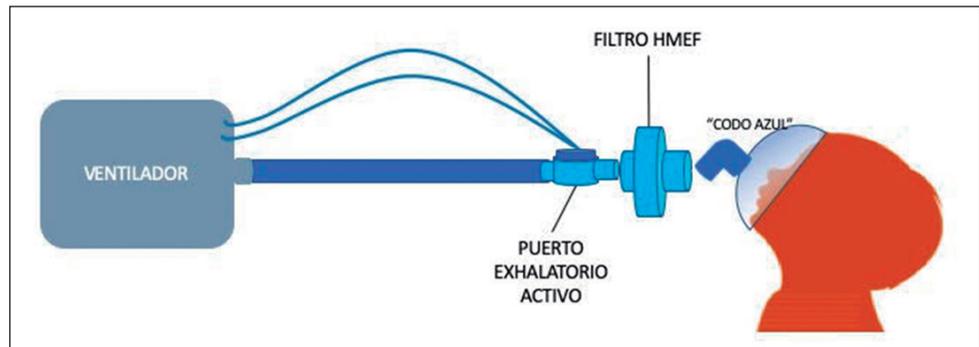


Figura 4. Ventilador mecánico específico para VMNI con circuito monorama y válvula exhalatoria activa. Filtro HMEF entre el paciente y la válvula exhalatoria.

*Nota: Recomendamos revisar, una vez puesto el filtro a la salida del portal exhalatorio pasivo, el monitoreo otorgado por el ventilador mecánico, dado que los valores de EPAP podrían verse alterados por aumento en la resistencia.

Humidificación del gas inspirado

Actualmente existe consenso en recomendar el uso de humidificación activa para la VMNI en IRA pediátrica^{20,22}. Sin embargo, existen opiniones controversiales respecto al uso de esta en el contexto de la pandemia por COVID-19. Debido a la falta de evidencia para este escenario específico, se deben considerar diversos factores que dependerán de la disponibilidad y gestión de cada centro, entre ellos: la posibilidad de mantener a los casos confirmados en box aislados, la posibilidad de tener mayor distancia entre pacientes, la disponibilidad de todos los elementos de protección personal recomendados y la rapidez con la que se confirmen los casos sospechosos.

Considerando lo anterior, se recomienda como primera alternativa utilizar humidificación activa para VMNI para casos sospechosos/confirmados, teniendo en cuenta la utilización de un filtro viral/bacteriano de alta eficacia a la salida del VMNI y otro posterior al puerto exhalatorio, en específico para el circuito descrito en las figuras 2 y 3.

Si no es posible contar con ninguno de los circuitos y filtros descritos, recomendamos decidir el uso de VMNI en pacientes sospechosos/confirmados considerando:

- Disponibilidad de box individuales.
- Disponibilidad de todos los equipos de protección personal adecuados para a un procedimiento generador de aerosoles.
- Disponibilidad de ventiladores mecánicos convencionales con circuito doble-rama y software de VMNI, en relación a la contingencia y necesidad de VMC.

Circuitos de VMNI

Con el objetivo de reducir el riesgo de contaminación por generación de aerosoles, se recomienda el circuito doble rama para ventiladores convencionales con software para VMNI. Se debe considerar que la bioseguridad de esta técnica no es la misma que con vía aérea artificial por la dificultad para mantener el sello de la interfase (figura 1). Además, respecto al desempeño del equipo, este tiene una menor capacidad para compensar la fuga y, por ende, una menor sensibilidad de gatillo en pacientes pediátricos²¹.

Se recomienda como primera alternativa el circuito monorama para ventiladores específicos de VMNI con puerto exhalatorio pasivo lateral (figura 2), com-

patible con humidificación activa realizando vigilancia del funcionamiento del filtro viral bacteriano de alta eficacia.

Ante la falta de disponibilidad de las configuraciones antes descritas, se sugiere como alternativa a lo anterior e idealmente en pacientes > 30 kg, utilizar un circuito de monorama para ventiladores específicos de VMNI con puerto exhalatorio pasivo en línea (figura 3), utilizando un HMEF de alta eficacia entre el paciente y el puerto exhalatorio.

Ante falta de disponibilidad de las configuraciones antes descritas, es factible utilizar un circuito monorama para ventiladores específicos de VMNI con válvula exhalatoria activa (figura 4), utilizando un HMEF entre el paciente y la válvula exhalatoria.

Interfases

- Se recomienda el uso de interfases sin puerto exhalatorio en la máscara por bioseguridad.
- Se recomienda usar interfases faciales como primera opción, y en su defecto, interface oronasal.
- **NO** aconsejamos el uso de interfases nasales por su escasa contribución a la bioseguridad y desempeño técnico de la VMNI.
- Se recomienda vigilar y reducir la fuga no controlada a través de los bordes de la interfase.
- Se recomienda realizar periodos cortos de descompresión para evitar lesión de los puntos de apoyo. Sugerimos coordinar las actividades de enfermería y kinesiología para desarrollarlas en conjunto, reduciendo así los periodos de desconexión.
- Se recomienda el uso de codos sin válvula anti-asfisia (en general son de color azul figura 5). Se debe aumentar la vigilancia del paciente frente a fallos del equipo.



Figura 5. Codo azul sin válvula anti-asfisia conectado a una máscara de VMNI (Philips Respironics PerforMax, Murrysville, USA).

Otros cuidados

Recomendamos poner el ventilador mecánico en modo inactivo o “standby” previo a cada desconexión programada, para posteriormente reinstalar la interfase, salir del modo inactivo y retomar las ventilaciones del equipo. Por muy breve que sea la desconexión, esta podría inestabilizar al paciente, por lo que se recomienda disponer de un sistema de ventilación manual con su respectivo filtro HEPA o viral/bacteriano.

7. Recomendaciones técnicas para la utilización de ventilación mecánica invasiva convencional

Aunque la evidencia y experiencia actual muestra que la IRA por COVID-19 en niños es de baja prevalencia, es impredecible el comportamiento que tendrá en nuestro país considerando la presencia de agentes virales habituales de la época invernal. Por esta razón, es que esta guía considerará aspectos técnicos relacionados al uso de la ventilación mecánica convencional en el contexto del paciente con sospecha o confirmación de COVID-19.

Consideraciones generales

Enfatizamos en el uso estricto de elementos de protección personal acorde al tipo de atención que se brindará al paciente en VMC (apartado 4: Barreras de protección).

Filtrado del gas

Un ventilador mecánico convencional realiza la mezcla de aire y oxígeno extrayendo ambos elementos directo desde las redes hospitalarias, y por consiguiente no utiliza aire ambiental. Por otro lado, el circuito de ventilación utilizado en estos ventiladores permite filtrar el gas exhalado por el paciente, y así reducir eficazmente la contaminación ambiental y la propagación del virus al personal. Ambos aspectos mencionados, son los que fundamentan la idea que la VMC podría

ser considerada el soporte respiratorio de elección en un paciente con IRA por COVID-19, ya que corresponde al método más seguro para el personal en términos de propagación de aerosoles. En base a lo anterior:

- Se recomienda el uso de un filtro viral bacteriano de alta eficacia al final de la rama espiratoria (figura 6).
- Algunos documentos han planteado la utilización de un filtro en la rama inspiratoria, lo cual no suma seguridad al paciente e incurre en el gasto de un insumo que será fundamental en las próximas semanas, debido a que los gases de la red viene previamente filtrados desde una red central. Además, la ausencia del filtro en la rama inspiratoria no aumentaría el riesgo al personal.
- Los cambios de filtro viral/bacteriano de alta eficacia sólo se deben realizar cada 24 h (recomendación del fabricante), ante disfunción del mismo o cuando exista contaminación visible.

Humidificación

Se sugiere utilizar humidificadores activos servocontrolados junto a circuitos con alambre calefactor interno de doble rama, de preferencia desechables.

NO recomendamos el uso de humidificación pasiva por medio de filtros intercambiadores de calor y humedad. Existe consenso respecto a las ventajas del uso de humidificación activa para la VMC en pacientes pediátricos, a diferencia de lo que ocurre en población adulta, por lo que optar por una humidificación pasiva no suma seguridad al profesional clínico (considerando que el gas exhalado pasará por un filtro adecuado antes de ir al ambiente) y podría provocar mayores complicaciones en los pacientes, tales como aumento del espacio muerto instrumental²¹.

Otros cuidados relacionados al uso de VMC

La apertura del circuito de VMC es un procedimiento generador de aerosoles, independiente del tipo de humidificación que se utilice, por lo que es fundamental evitar las desconexiones innecesarias del circuito de VMC.

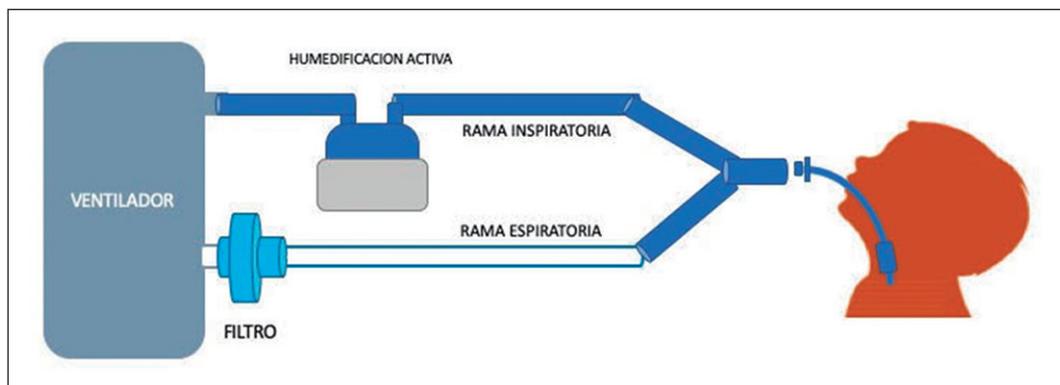


Figura 6. Armado del circuito de VMC con filtro en la válvula exhalatoria.

Si por alguna razón fuese necesario abrir el circuito de VMC (desconectar al paciente del ventilador), sugerimos:

- Preoxigenar.
- Pinzar el tubo endotraqueal (TET). Esta medida será posible sólo si el paciente está profundamente sedado y/o con bloqueo neuromuscular.
- Colocar el ventilador en modo inactivo o “standby”.
- Desconectar el circuito, el cual debe quedar cubierto por un guante estéril.
- Asistir la respiración con sistema de ventilación manual (en caso de ser necesario) con filtro HEPA conectado a dicho dispositivo, por el menor tiempo posible.
- Reconectar el circuito del ventilador al usuario (aún en modo inactivo).
- Salir del modo inactivo del ventilador y retirar la pinza del TET.

Se recomienda el uso de sistemas de succión cerrada para evitar desconexiones y así, reducir la contaminación ambiental.

NO se aconseja el uso de circuitos con trampa de agua, pues obligan a desconectar al paciente del ventilador y, por ende, aumentan la dispersión de aerosoles. Además, pueden comportarse como medio de cultivo de agentes patógenos. Por este motivo, se recomienda el uso de circuitos con cable calefactor en ambas ramas.

NO se aconseja el uso de nebulización, debido a que aumenta la producción de aerosoles. En caso de necesidad debe optarse por sistemas de nebulización en malla vibratoria o “Mesh”.

Se recomienda usar inhalador de dosis medida (IDM) para la administración de medicamentos.

Ventiladores de transporte

Los ventiladores para realizar transporte de pacientes en su mayoría utilizan circuitos de una rama que incluyen una válvula espiratoria activa, junto a sensores de flujo y presión que retroalimentan al equi-

po. Una segunda alternativa son los circuitos en “J”, llamados así porque poseen una rama inspiratoria, la “Y” de conexión al paciente y una rama espiratoria más corta (que no llega al ventilador) que incluye la válvula espiratoria.

Se recomienda utilizar filtros HMEF entre el TET y la válvula exhalatoria, asumiendo que el tiempo de ventilación será acotado y que hay mayor riesgo de accidentes relacionados al agua del humidificador (por ejemplo: problemas eléctricos).

Si no es posible contar con filtros HMEF, sólo el circuito en “J” permitiría utilizar filtro HME entre el paciente y el puerto exhalatorio. Además, se debe usar un filtro viral/bacteriano de alta eficacia entre el paciente y el puerto exhalatorio.

Si no se dispone de filtros HME (ni HMEF) se podría utilizar un filtro viral/bacteriano de alta eficacia entre el paciente y el puerto exhalatorio, sólo si el tiempo de conexión al ventilador mecánico es acotado, puesto que se compromete completamente la humidificación.

Ventilación mecánica de alta frecuencia (VAF)

Esta guía no analizará el armado de la VAF, debido a la dificultad que existe en el filtrado del gas espirado con los insumos existentes en el medio nacional. Por lo mismo, su implementación es decisión de los equipos que conforman cada unidad.

Uso de aerosolterapia en VMI

En caso de requerir **medicamentos inhalados** en ventilación mecánica invasiva, se recomienda:

Nebulización con malla vibratoria (“Mesh”)

Se recomienda el uso de nebulizador en malla vibratoria o “Mesh” (figura 7), el cual permite ingresar el fármaco al sistema de nebulización sin la necesidad de abrir el circuito. El dispositivo debe posicionarse proximal al ventilador mecánico, entre la vía inspiratoria seca y la cámara humidificadora^{23,24}. En caso de no contar con aerocámara, se recomienda el uso de co-



Figura 7. Conexión del nebulizador en malla vibratoria en circuito de ventilación mecánica

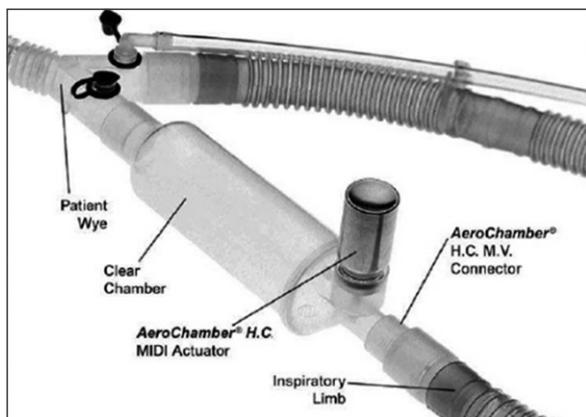


Figura 8. IDM con aerocámara conectado en la rama inspiratoria del circuito de ventilación mecánica.

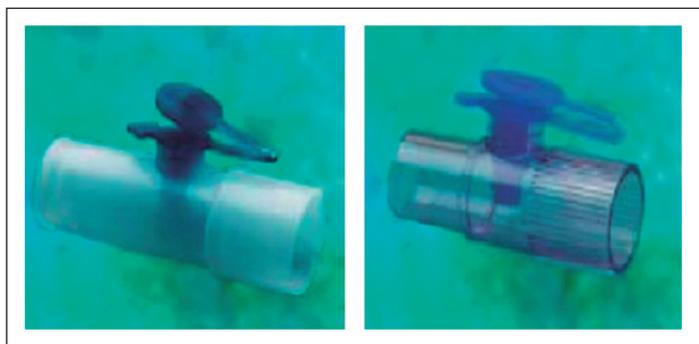


Figura 9. A la izquierda, conector en línea para circuitos adultos-pediátricos. A la derecha, conector en línea para circuito neonatal.

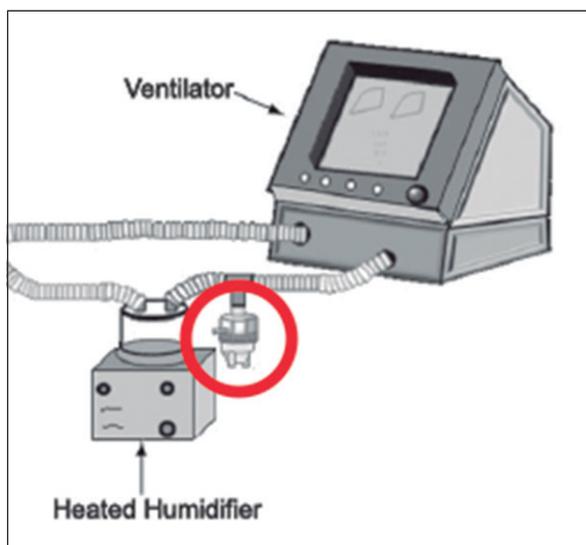


Figura 10. Posición del nebulizador tipo "Jet" en la vía inspiratoria seca del ventilador mecánico.

nectores en línea, o el mismo adaptador incluido en el circuito del respirador (figura 9).

Para el uso del IDM, se abre conector del mismo (de la aerocámara, del conector en línea, o del adaptador del mismo circuito, según como se use en cada centro) y conectar el "canister" del IDM (figura 13). Posterior a esto, aplicar los "puff" correspondientes sincronizándose con las inspiraciones del ventilador.

Nebulización con "Jet"

Para el sistema tipo "Jet", se recomienda:

- Pinzar el TET para evitar desreclutamiento.
- Dejar el ventilador en modo inactivo.
- Posicionar el nebulizador proximal al ventilador (a la salida de la vía inspiratoria seca) (figura 10).
- Salir del modo inactivo para que el ventilador vuelva a funcionar con normalidad.
- Aplicar el flujo externo al nebulizador tipo "Jet".
- Una vez finalizado el procedimiento, dejar el ventilador nuevamente en modo inactivo para retirar el nebulizador.
- Cerrar el circuito, salir del modo inactivo y despinzar el TET para continuar con el funcionamiento normal del respirador.

*La evidencia disponible ha demostrado que la aerosolterapia con IDM en VMC es más eficiente que la nebulización con sistema "JET"^{27,28}. Dependerá de cada centro el dispositivo a elección.

Tabla Resumen

Cuadro comparativo de soportes respiratorios en relación al desempeño técnico del equipo y bioseguridad según configuración del circuito (figura 11).

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Agradecimientos

Dra. Adriana Wegner Araya. Unidad Paciente Crítico Pediátrica Complejo Asistencial Dr. Sótero del Río. Santiago. Chile.

Soporte Ventilatorio	Ventilación Mecánica Invasiva				VAFO	Ventilación Mecánica No Invasiva						CNAF
Tipos de circuitos/ Humidificación/Filtros	Circuito DR Humidificación Pasiva (HMEF)	Circuito DR Humidificación Pasiva (HME+HEPA)	Circuito DR Humidificación Pasiva (HME+HEPA integrado)	Circuito DR Humidificación Activa (HEPA)		Circuito MR con Puerto exhalatorio pasivo Humidificación Pasiva (HMEF)		Circuito MR con Puerto exhalatorio Lateral Humidificación Activa (HEPA)		Circuito DR Humidificación Pasiva (HMEF) o activa (HEPA)		
Peso	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	<30 Kg	>30 kg	<30 Kg	>30 kg	<30 Kg	>30 kg	N/A
Bioseguridad	•••	•••	•••	•••	○	•	•	•	•	••	••	○
Desempeño técnico del Equipo de VM o de O2 terapia	•	•	•	•••	•••	•	••	•••	•••	•	••	•••

DR	Doble Rama	○	No concluyente
MR	Mono Rama	•	Bajo
HMEF	Intercambiador calor humedad con capacidad de Filtro	••	Medio
HEPA	Filtro de alta eficacia de partícula aérea	•••	Alto

Figura 11. Tabla Resumen.

Referencias

- Singhal T. A Review of Coronavirus Disease-2019 (COVID-19). *Indian J Pediatr.* 2020;87(4):281-6.
- World Health Organization. Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (nCoV) infection is suspected. *Who.* 2020.
- 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]. *Zhonghua Jie He He Hu Xi Za Zhi.* 2020;17(0):E020.
- Kampf G, Todt D, Pfaender S, Steinmann E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *J Hosp Infect.* 2020.01.022.
- Ludvigsson JF. Systematic review of COVID-19 in children show milder cases and a better prognosis than adults. *Acta Paediatr [Internet].* 2020;0-3. *Accepted article.*
- Ji Y, Ma Z, Peppelenbosch MP, Pan Q. Potential association between COVID-19 mortality and health-care resource availability. *Lancet Glob Heal.* 2020.
- Scales DC, Green K, Chan AK, et al. Illness in intensive care staff after brief exposure to severe acute respiratory syndrome. *Emerg Infect Dis.* 2003;9(10):1205-10.
- Brewster DJ, Chrimes NC, Do TBT, et al. The Medical Journal of Australia. Consensus statement: Safe Airway Society principles of airway. 2019;(3).
- Leung CCH, Joynt GM, Gomersall CD, et al. Comparison of high-flow nasal cannula versus oxygen face mask for environmental bacterial contamination in critically ill pneumonia patients: a randomized controlled crossover trial. *J Hosp Infect.* 2019;101(1):84-7.
- McGrath JA, O’Toole C, Bennett G, Joyce M, Byrne MA, Macloughlin R. Investigation of fugitive aerosols released into the environment during high-flow therapy. *Pharmaceutics.* 2019;11(6):254.
- Uso IE, Ventilação DA, Cânula NEDA, Fluxo DEA, Sobre EO, Da M. COMUNICAÇÃO OFICIAL - ASSOBRAFIR. 2019;1-7.
- Hui DS, Chow BK, Lo T, et al. Exhaled air dispersion during high-flow nasal cannula therapy versus CPAP via different masks. *Eur Respir J.* 2019;53(4).
- Kotoda M, Hishiyama S, Mitsui K, et al. Assessment of the potential for pathogen dispersal during high-flow nasal therapy. *J Hosp Infect.* 2019;11.010.
- The Australian and New Zealand Intensive Care Society (ANZICS) COVID-19 Guidelines Version 1. 2020;(March). Available from: www.anzics.com.au.
- Loh N-HW, Tan Y, Taculod J, et al. The impact of high-flow nasal cannula (HFNC) on coughing distance: implications on its use during the novel coronavirus disease outbreak. *Can J Anaesth [Internet].* 2020; Available from: <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01634-3>.
- Ministerio de Sanidad. Documento técnico manejo clínico de pacientes con enfermedad por el nuevo coronavirus. 2020;1-36. Available from: https://www.aeped.es/sites/default/files/protocolo_de_manejo_clinico_covid-19.pdf.pdf.
- Murthy S, Gomersall CD, Fowler RA. Care for Critically Ill Patients With COVID-19. *JAMA.* 2020;1-2.
- Shen K, Yang Y, Wang T, et al. Diagnosis, treatment, and prevention of 2019 novel coronavirus infection in children: experts’ consensus statement. *World Journal of Pediatrics.* 2020.
- Chen ZM, Fu JF, Shu Q, et al. Diagnosis and treatment recommendations for pediatric respiratory infection caused by the 2019 novel coronavirus. *World Journal of Pediatrics.* 2020.
- Kneyber MCJ, de Luca D, Calderini E, et al. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the Paediatric Mechanical Ventilation Consensus Conference (PEMVECC). In: *Intensive Care Medicine.* 2017; 1-17.
- Medina A, Pilar J. Manual de ventilación mecánica pediátrica y neonatal. 5ª ed. 2019. Tesela Ediciones.
- Essouri S, Carroll C. Noninvasive support and ventilation for pediatric acute respiratory distress syndrome: Proceedings from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference. *Pediatr Crit Care Med.* 2015;16(5):s102-10.
- Berlinski A, Willis JR. Effect of tidal volume and nebulizer type and position on Albuterol delivery in a pediatric model of mechanical ventilation. *Respir Care.* 2015;60(10): 1424-0.

24. Ari A, Atalay OT, Harwood R, Sheard MM, Aljamhan EA, Fink JB. Influence of nebulizer type, position, and bias flow on aerosol drug delivery in simulated pediatric and adult lung models during mechanical ventilation. *Respir Care*. 2010;55(7):845-51.
25. Dhand R, Tobin MJ. Bronchodilator delivery with metered-dose inhalers in mechanically-ventilated patients. *European Respiratory Journal*. 1996;9, 585-95.
26. Dhand R. How should aerosols be delivered during invasive mechanical ventilation? *Respir Care*. 2017;62(10):1343-67.
27. Lugo RA, Kenney JK, Keenan J, Salyer JW, Ballard J, Ward RM. Albuterol delivery in a neonatal ventilated lung model: Nebulization versus chlorofluorocarbon-and hydrofluoroalkane-pressurized metered dose inhalers. *Pediatr Pulmonol*. 2001;31(3):247-54.
28. Moustafa IOF, Ali MRAA, Al Hallag M, et al. Lung deposition and systemic bioavailability of different aerosol devices with and without humidification in mechanically ventilated patients. *Hear Lung J Acute Crit Care*. 2017;46(6):464-7.